

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-239934  
(P2004-239934A)

(43) 公開日 平成16年8月26日(2004.8.26)

|                            |            |             |
|----------------------------|------------|-------------|
| (51) Int. Cl. <sup>7</sup> | F I        | テーマコード (参考) |
| <b>G02B 27/00</b>          | G02B 27/00 | 2K103       |
| <b>G02B 27/18</b>          | G02B 27/18 |             |
| <b>G03B 21/00</b>          | G03B 21/00 |             |
| <b>G03B 21/14</b>          | G03B 21/14 |             |

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 11 頁)

|           |                            |          |  |
|-----------|----------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2003-25785 (P2003-25785) | (71) 出願人 | 000113034<br>プラスビジョン株式会社<br>東京都文京区音羽1丁目20番11号                                |
| (22) 出願日  | 平成15年2月3日(2003.2.3)        | (74) 代理人 | 100098497<br>弁理士 片寄 恭三   |
|           |                            | (72) 発明者 | 古賀 律生<br>東京都文京区音羽1丁目20番11号<br>プラスビジョン株式会社内                                   |
|           |                            | Fターム(参考) | 2K103 AA07 AB04 BA14 BA15 BA17<br>BC19 BC26 BC34 BC47 BC51<br>CA17 CA53 CA54 |

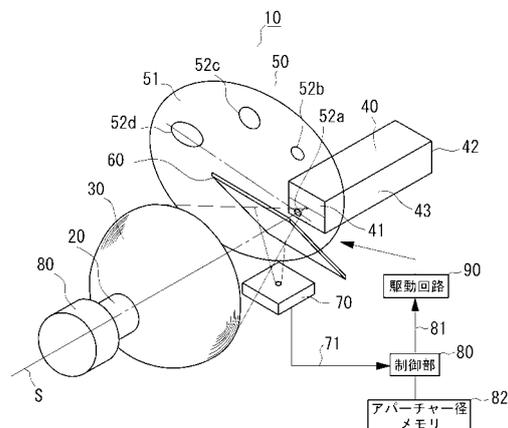
(54) 【発明の名称】 照明光学系およびそれを用いたプロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】光源の経年変化に対応し、光源からの光の利用効率を改善した照明光学系およびそれを用いたプロジェクタを提供する。

【課題手段】照明光学系10は、放電ランプ20と、放電ランプ20からの光を集光させる反射鏡30と、それぞれのサイズが異なる複数のアパーチャー52a、52b、52c、52dを有し、複数のアパーチャーから選択されたアパーチャーを所定位置に配置させ、反射鏡30からの光を選択されたアパーチャーに入射させるアパーチャー変換装置50と、アパーチャー変換装置50に入射される光のサイズを検出するフォトセンサー70と、フォトセンサー70からの検出信号71に基づきアパーチャー変換装置によって選択されるアパーチャーを制御する制御部80とを有する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

放電ランプと、  
前記放電ランプからの光をアパーチャーを介して入射し、所定のエリアを照明するための光を出射する光学部材と、  
前記光学部材へ入射される光のサイズを検出する検出手段と、  
前記検出手段の検出結果に応じて前記光学部材のアパーチャー径を変換するアパーチャー変換手段とを有する、照明光学系。

## 【請求項 2】

放電ランプと、  
前記放電ランプからの光を集光させる集光手段と、  
各々サイズが異なる複数のアパーチャーを有し、複数のアパーチャーから選択されたアパーチャーを所定位置に配置させ、前記集光手段からの光を選択されたアパーチャーに入射させる、アパーチャー変換手段と、  
前記アパーチャー変換手段に入射される光のサイズを検出する検出手段と、  
前記検出手段に基づき前記アパーチャー変換手段によって選択されるアパーチャーを制御する制御手段と、を有する照明光学系。

## 【請求項 3】

前記アパーチャー変換手段は、ロータリー式の回転円盤と、該回転円盤を回転させる回転駆動手段とを有し、前記回転円盤に複数のアパーチャーが形成される、請求項 1 または 2 に記載の照明光学系。

## 【請求項 4】

前記アパーチャー変換手段は、スライド式のスライド板と、該スライド板を移動させる移動手段とを有し、前記スライド板に複数のアパーチャーが形成される、請求項 1 または 2 に記載の照明光学系。

## 【請求項 5】

前記照明光学系はさらに、各々のアパーチャーのサイズと位置との関係を示すテーブルを記憶したメモリを含み、前記制御手段は前記メモリからのテーブルを参照して前記アパーチャー変換手段を制御する、請求項 1 ないし 4 いずれかに記載の照明光学系。

## 【請求項 6】

前記検出手段は、前記集光手段からの光を分離するビームスプリッターと、該ビームスプリッターからの光を受光し、受光面積に応じた電気信号を前記制御手段へ出力するフォトセンサーとを含む、請求項 1 ないし 5 いずれかに記載の照明光学系。

## 【請求項 7】

前記照明光学系はさらに、前記アパーチャー変換手段に近接された光伝送部材を含み、前記アパーチャー変換手段により選択されたアパーチャーを通過した光が前記光伝送部材に入射される、請求項 1 ないし 6 いずれかに記載の照明光学系。

## 【請求項 8】

放電ランプからの集光された光をアパーチャーを介して入射し、入射した光により所定のエリアを照明する照明光学系における照明方法であって、  
放電ランプからの光のサイズを検出するステップと、  
検出された光のサイズに応答して、複数のアパーチャーから最適なアパーチャーを選択するステップと、を含む照明方法。

## 【請求項 9】

前記検出するステップは、CCD 面センサーの照射面積を検出する、請求項 8 に記載の照明方法。

## 【請求項 10】

請求項 1 ないし 7 いずれかに記載の照明光学系と、前記照明光学系からの光を入射し選択された波長の光を透過する光透過手段と、前記光透過手段によって透過された光を変調する変調手段と、前記変調手段によって変調された光を投射する投射手段とを有するプロジ

10

20

30

40

50

エクタ。

【請求項 1 1】

前記光透過手段によって反射された光は、前記アパーチャーが形成されていない面によって反射され、再び前記光透過手段に入射される、請求項 1 0 に記載のプロジェクト。

【請求項 1 2】

前記アパーチャー変換手段の回転円盤の裏面には反射面が形成されている、請求項 1 0 または 1 1 に記載のプロジェクト。

【請求項 1 3】

前記光透過手段は、少なくとも R、G、B のカラーフィルターが配列されかつ回転されるカラーホイールを含む、請求項 1 0 ないし 1 2 いずれかに記載のプロジェクト。

10

【請求項 1 4】

前記変調手段は、DMD または液晶デバイスを含む、請求項 1 0 ないし 1 3 いずれかに記載のプロジェクト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プロジェクトに関し、特に、DMD (Digital Mirror Device) を用いた DLP (Digital Light Processing: DLP はテキサス・インスツルメンツ社の登録商標) 方式のプロジェクトおよびその照明光学系に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

DLP 方式プロジェクトは、半導体素子からなる DMD に光を照射し、その反射光をレンズ等で拡大投影して画像表示を行うものである。図 9 (a) に示すように、放電ランプからの光が回転楕円面鏡等のリフレクタ 200 によって反射され、その反射光が R、G、B のカラーフィルターを配列した円盤状のカラーホイール 201 によって RGB 光に順次分離される。カラーホイール 201 に近接されてライトトンネル 202 またはインテグレート 202 が配置され、入射された光はそこで多重反射され均一な強度の光線束 203 として出射される。DMD は、RGB 光に同期して時分割駆動され、画像データに従い照射された光線束 203 を反射させる。そして反射された光は、投影レンズを介してスクリーン

30

【0003】

上記方法とは別に、色をスクローリングさせてフルカラー映像の表示を行う方法がある。図 9 (b) にこの方法を示す。リフレクタ 200 の焦点位置近傍に、アパーチャー付きのライトトンネル 210 が配置される。放電ランプからの光は、アパーチャー 211 を介してライトトンネル 210 内に入射される。ライトトンネル 210 の出射口に近接して SCR (Sequential Color Recapture) 用のカラーホイール 220 が配置される。

【0004】

SCR 用のカラーホイール 220 は、その中心から半径方向にスパイラル状に延びる RGB のダイクロイックコーティングを有し、RGB コーティングを 1 組としたとき、これらが複数組配列されている。1 組の RGB パターンは、ライトトンネル 210 から出射口の口径に含まれる大きさに設定される。ライトトンネル 220 から光線束が入射されると、カラーホイール 220 によって RGB の帯状の光 221 が出射され、カラーホイール 220 の回転に伴い、RGB の帯の境界が一定速度で移動される。カラーホイール 220 によって透過されなかった波長の光は、そこで反射されてライトトンネル 210 内に入射され、この光はアパーチャー 211 の入射部材の裏面の反射面 212 において反射され、再びカラーホイール 220 に入射される。

40

【0005】

図 9 (a) の方法と図 9 (b) の方法とを比較すると、図 9 (a) の方法では、カラーホ

50

イール 201 を透過する光は、放電ランプにおいて発光された光の内の約 1 / 3 であり、即ち、光源の光の利用効率は約 1 / 3 であるのに対して、図 9 ( b ) の方法は、カラーホイール 220 を透過する光は、放電ランプにおいて発光された光の内の約 1 / 3 であるが、カラーホイール 220 において反射された 2 / 3 の光が、ライトトンネル 210 の反射面 212 によって再び反射してカラーホイール 220 に入射され、それが再利用されるため、光の利用効率が向上され、明るい投射映像を得ることができる。

**【 0006 】****【 発明が解決しようとする課題 】**

しかしながら、従来のプロジェクタには、次のような課題がある。プロジェクタの使用が長期にわたると、経時変化により放電ランプの電極間のアーク長若しくはアークギャップが延びてしまう。例えば、当初のアーク長が 1 mm であったものが、500 時間ほど使用されると、1.2 ~ 1.3 mm にまで延びることがわかっている。割合からすると、20 % 程度大きくなっている。放電ランプからの光を集光させたときのスポット径は、アーク長に依存するため、アーク長が延びると、集光されるスポット径も大きくなってしまふ。上記の図 9 ( b ) に示すようなアパーチャー付きライトトンネル 210 を用いる場合、スポット径が大きくなってしまふと、その光の一部がライトトンネル 210 のアパーチャー 211 から入射されず、光の利用効率が低下してしまふ。他方、アパーチャー径 211 をある程度大きくすることも考えられるが、アパーチャー径 211 が大きすぎると、反射面 212 の反射面積が小さくなることであり、反射面 212 による反射効率が低下し、SCR によるカラーホイール 220 を用いる利点が損なわれてしまふ。

10

20

**【 0007 】**

そこで本発明は、上記従来の課題を解決し、光源の経年変化に対応することができ、光源からの光の利用効率を改善した照明光学系およびそれを用いたプロジェクタを提供することを目的とする。

さらに本発明は、光源からの入射光のスポット径に応じたアパーチャー径を選択することができる照明光学系およびそれを用いたプロジェクタを提供することを目的とする。

さらに本発明は、SCR 方式により明るい投射映像を得ることができるプロジェクタを提供することを目的とする。

**【 0008 】****【 課題を解決するための手段 】**

本発明に係る照明光学系は、放電ランプと、前記放電ランプからの光をアパーチャーを介して入射し、所定のエリアを照明するための光を出射する光学部材と、前記光学部材へ入射される光のサイズを検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に応じて前記光学部材のアパーチャー径を変換するアパーチャー変換手段とを有するものである。これにより、経年変化により放電ランプのアーク長が延び、入射光のサイズが変わった場合でも最適なアパーチャーを選択し、光損失の少ない照明を行うことができる。

30

**【 0009 】**

本発明に係る他の照明光学系は、放電ランプと、前記放電ランプからの光を集光させる集光手段と、各々サイズが異なる複数のアパーチャーを有し、複数のアパーチャーから選択されたアパーチャーを所定位置に配置させ、前記集光手段からの光を選択されたアパーチャーに入射させる、アパーチャー変換手段と、前記アパーチャー変換手段に入射される光のサイズを検出する検出手段と、前記検出手段に基づき前記アパーチャー変換手段によって選択されるアパーチャーを制御する制御手段とを有するものである。これにより、上記と同様に、光源の経年変化に対応し光損失の少ない最適な照明を行うことができる。

40

**【 0010 】**

好ましくは、アパーチャー変換手段は、ロータリー式の回転円盤と、該回転円盤を回転させる回転駆動手段とを有し、前記回転円盤に複数のアパーチャーが形成される。あるいは、アパーチャー変換手段は、スライド式のスライド板と、該スライド板を移動させる移動手段とを有し、前記スライド板に複数のアパーチャーが形成されるものでも良い。

**【 0011 】**

50

照明光学系はさらに、各々のアパーチャーのサイズと位置との関係を示すテーブルを記憶したメモリを含み、前記制御手段は前記メモリからのテーブルを参照して前記アパーチャー変換手段を制御することが望ましい。

【0012】

本発明に係る、放電ランプからの集光された光をアパーチャーを介して入射し、入射した光により所定のエリアを照明する照明光学系における照明方法は、放電ランプからの光のサイズを検出するステップと、検出された光のサイズにตอบสนองして、複数のアパーチャーから最適な径を有するアパーチャーを選択するステップとを含む。好ましくは、検出するステップは、CCD面センサーの照射面積を検出する。

【0013】

本発明に係るプロジェクタは、上述した照明光学系と、前記照明光学系からの光を入射し選択された波長の光を透過する光透過手段と、前記光透過手段によって透過された光を変調する変調手段と、前記変調手段によって変調された光を投射する投射手段とを有する。放電ランプの経時変化に対応し、光損失を極力低減させることで、明るい投射映像を表示させることができる。

【0014】

好ましくは、光透過手段によって反射された光は、前記アパーチャーが形成されていない面によって反射され、再び前記光透過手段に入射される。例えば、アパーチャー変換手段の回転円盤の裏面は反射面である。また、光透過手段は、少なくともR、G、Bのカラーフィルターが配列されかつ回転されるカラーホイールを含む。さらに、変調手段は、DM 20 Dまたは液晶デバイスであっても良い。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る照明光学系の構成を示す図である。本実施の形態に係る照明光学系は、光源からの集光光線のスポット径を検出し、そのスポット径に応じた最適のアパーチャー径を選択する機能を有している。

【0016】

図1において、照明光学系10は、放電ランプ20と、放電ランプ20からの光を反射する反射鏡30と、反射鏡30によって集光された光線束を入射するライトトンネル40と、ライトトンネル40に近接された位置に回転可能に配置されるロータリー式のアパーチャー変換装置50と、反射鏡30とライトトンネル40との間に配置されるビームスプリッター60と、ビームスプリッター60によって反射された一部の光を受光するフォトセンサー70と、フォトセンサー70からのサイズ検出信号71を受け取り、入射光のスポット径若しくはサイズを判定し、アパーチャー変換装置50を制御する制御部80と、制御部80からの制御信号81を受けてアパーチャー変換装置50を駆動する駆動回路90とを有する。

【0017】

放電ランプ20は、例えば、キセノンランプ、メタルハライドランプ、水銀ランプ等が用いられる。放電ランプ20は、石英ガラス管内に1対の電極を有し、1対の電極は反射鏡30の光軸方向Sに一致される。一对の電極間の距離は、アーク長にほぼ等しく、集光される光線の最小サイズあるいはスポット径はこのアーク長によって決定される。

【0018】

反射鏡30は、例えば回転楕円面鏡から構成される。反射鏡30の中心部に開口が形成され、この開口内に放電ランプ20の一端部が一体に取り付けられる。

放電ランプ20の電極間の中央、言い換えればアークの発光点が反射鏡30の焦点位置に一致される。放電ランプ20から発光された光は、反射鏡30によって反射され、その反射光は第2の焦点位置に向けて集光される。

【0019】

反射鏡30からの光が集光される位置近傍にライトトンネル40が配置される。ライトト 50

10

20

30

40

50

ンネル 40 は、その軸方向と直交する断面が矩形状を有する中空のガラス部材であり、入射口 41、出射口 42、それらの間の光伝送部分 43 とを有する。ライトトンネル 40 の軸方向の中心は、反射鏡 30 の光軸 S と一致する。

入射口 41 に入射された光は、光伝送部分 43 の内壁で多重反射され、出射口 42 からほぼ均一な強度の光線束が出射される。出射口 42 からの光線束は、そのアスペクト比に応じた口径の大きさの光となって所望の領域を照射する。

#### 【0020】

アパーチャー変換装置 50 はライトトンネル 40 の入射口 41 の近傍に配置される。該変換装置 50 は、複数のアパーチャーが形成されたロータリー式の回転円盤 51 と、回転円盤 51 の回転中心軸に結合されたモータ（図中省略）とを有する。モータは、例えばステッピングモータが用いられ、これは駆動回路 90 によって駆動される。回転円盤 51 の円周方向には、それぞれサイズの異なる円形状のアパーチャー 52a、52b、52c、52d が形成され、これらのアパーチャーはそれぞれ等しい間隔、例えば 45 度の間隔に配置される。アパーチャー 52a、52b、52c、52d の各半径を、 $r_a$ 、 $r_b$ 、 $r_c$ 、 $r_d$  とすると、 $r_a < r_b < r_c < r_d$  の関係にある。好ましくは、放電ランプ 20 のアーク長の動的な延びに細かく対応することができるように、 $r_d = 1.05 \times r_c$ 、 $r_c = 1.05 \times r_b$ 、 $r_b = 1.05 \times r_a$  のように、半径が 5% ずつの割合で大きくなるように設定される。また、半径の一番小さい  $r_a$  の値は、放電ランプ 20 のアーク長が初期状態（一番短いとき）にあるときに入射光を通過させることができるように設定される。アパーチャー 52a、52b、52c、52d の位置と、それらの半径  $r_a$ 、 $r_b$ 、 $r_c$ 、 $r_d$  との関係は、図 2 に示すようなテーブルとしてアパーチャー径メモリ 82 に記憶される。

10

20

#### 【0021】

モータは、駆動回路 90 からのパルス信号に応じて回転円盤 51 を一定の回転角だけ回転させ、アパーチャー 52a、52b、52c、52d のいずれかの中心をライトトンネル 40 の軸に一致させる。また、回転円盤 51 の裏面には、後述するように、反射膜がコーティングされ、裏面は反射面として機能することができる。

#### 【0022】

反射鏡 30 とアパーチャー変換装置 50 との間に所定の角度に傾斜されたビームスプリッター 60 が介在される。ビームスプリッター 60 は、公知のように入射光線束を二つに分ける光学素子である。反射鏡 30 からの光は、その大部分がビームスプリッター 60 を透過して回転円盤 51 に入射されるが、残り数%の光がビームスプリッター 60 によって反射され、フォトセンサー 70 に受光される。

30

#### 【0023】

フォトセンサー 70 は、例えば、2 次元的な受光面を有する CCD 面センサーであり、受光した光を電気信号に変換する。図 3 にフォトセンサー 70 の受光エリア 72 と入射光のサイズとの関係を示す。放電ランプ 20 の使用開始時 ( $t_0$ )、受光エリア 72 の照射面積を  $A_0$  とする。 $t_1$  時間経過後、アーク長が延び、その時の照射面積を  $A_1$  とする。照射面積  $A_0$ 、 $A_1$  は、照射された CCD の合計の画素数であり、この画素数に対応した電気信号が、サイズ検出信号 71 としてフォトセンサー 70 から制御部 80 へ出力される。フォトセンサー 70 の受光エリア 72 に照射されるスポット径が、回転円盤 51 の集光面のスポット径と同じ大きさになるように、フォトセンサー 70 が配置される。つまり、放電ランプ 20 から回転円盤 51 までの光路長と、放電ランプ 20 からフォトセンサー 70 の受光エリア 72 までの光路長を等しくし、それぞれの入射光のスポット径が一对一に対応するようにする。こうすることで、制御部 80 は、受光エリア 72 の照射面積から、集光面である回転円盤 51 への入射光のスポット径を判定することができる。

40

#### 【0024】

放電ランプ 20 の使用開始時 ( $t_0$ )、制御部 80 は、メモリ 82 に記憶されたアパーチャー径のテーブルを参照し、一番小さな半径  $r_a$  であるアパーチャー 52a がライトトンネル 40 の入射口 41 に整合されるように、初期設定をする。この初期設定がなされた状

50

態において、放電ランプ20から反射鏡30を介してアパーチャー変換装置50に光が入射されると、入射光のすべてがアパーチャー52aを通過し、ライトトンネル40に入射される。

【0025】

放電ランプをt1時間使用した後、そのアーク長が延びると、受光エリア72の照射面積がA0からA1に変化する(図3参照)。このとき、アパーチャー変換装置50へ入射された光のスポット径がアパーチャー52aの径(2ra)よりも大きいと、入射光の一部がアパーチャー52aを通過することができず、外部に反射されてしまう。制御部80は、フォトセンサー70からのサイズ検出信号71に基づき、照射面積A1すなわち入射光のスポット径を算出する。制御部80は、メモリ82のテーブルを参照し、入射光のスポット径(サイズ)よりも大きくかつそれに最も近い径を有するアパーチャーを最適なアパーチャーと判定し、その最適なアパーチャーがライトトンネル40の入射口に位置決めされるように駆動回路90を制御する。

10

【0026】

このように、制御部80は、フォトセンサー70からのサイズ検出信号71をモニターすることで、入射光のサイズを判定し、入射光に最適なアパーチャー径を選択するように駆動回路90を制御する。これにより、入射光のすべてがアパーチャーを介してライトトンネル40に入射され、光の利用効率の低下が抑制される。

【0027】

図4に本発明の第2の実施の形態の例を示す。第2の実施の形態に係る照明光学系10aは、アパーチャー変換装置50aの構成を除き、他の構成は第1の実施の態様と同じである。アパーチャー変換装置50aは、スライド可能なスライド板51aを有し、スライド板51aの長手方向に、それぞれ径の異なるアパーチャー52a、52b、52c、52dが形成されている。これらのアパーチャーの位置とサイズの関係は第1の実施の態様のときと同じようにメモリ82に記憶される。スライド板51aは、図示しないリードネジに螺合され、リードネジをモータにより回転させることで、水平方向に移動される。第2の実施の態様は、ロータリー式を用いる代わりにスライド式によりアパーチャーの変換を行うものである。

20

【0028】

次に、第1の実施の態様に係る照明光学系をプロジェクタに適用した例を示す。図5は、DLP方式プロジェクタの主要な構成を示すブロック図である。プロジェクタ100は、画像信号101を入力し、これをDMDと同じ画素数のRGBデジタル画像データに変換する前処理部110と、前処理部110からのデジタル画像データに基づきDMD150の駆動を制御するとともにランプ駆動回路130及びカラーホイール駆動部140等の制御を行う制御部120とを有する。ランプ駆動回路130は、放電ランプ20の起動及び起動後の放電ランプのAC駆動を制御する。カラーホイール駆動部140は、カラーホイール160を回転させ、放電ランプ20からアパーチャー変換装置50およびライトトンネル40を介して入射された光をRGBに分離させる。レンズ光学系170は、カラーホイール160からのRGB光をコンデンサレンズやミラーを介してDMD150の画像領域を照明する。DMD150は、各画素に相当するミラーをアレイ状に配置させ、それらのミラーをスイッチングさせて入射光を反射させる。投射光学系180は、DMD150からの反射光を拡大投射しスクリーン上に画像を表示させる。ここで、放電ランプ20、ライトトンネル40およびアパーチャー変換装置50は、第1の実施の形態に係る照明光学系10(図1)に相当する。

30

40

【0029】

図6に放電ランプからカラーホイールに至る光学系を示す。放電ランプ20からの集光された光は、アパーチャー変換装置50を介してライトトンネル40の入射口41に入射され、光伝送路部分43の内壁を多重反射され、その出射口42から出射され、カラーホイール160に入射される。アパーチャー変換装置50の回転円盤51とライトトンネル40の入射口41との距離はできる限り小さいことが望ましく、理想的には両者が実質上密

50

着するぐらいに近接される。また、アパーチャー変換装置 50 のアパーチャー 52 a の中心は、ライトトンネル 40 の軸方向の中心と一致する。回転円盤 51 の裏面には、反射膜がコーティングされ反射面 55 が形成されている。反射面 55 は、後述するカラーホイール 160 から反射されてライトトンネル 40 内に入射されてきた光を反射させる。

【0030】

図 7 に、SCR 用カラーホイールの構成例を示す。SCR 用カラーホイール 160 は、ガラス円盤上にスパイラル状に配列された R、G、B の帯状のダイクロイックコーティング 161、162、163 を有する。R、G、B のダイクロイックミラー 161、162、163 を一組とするパターンが、ホイールの中心から外周に向けて複数配列される。中心の開口 164 は、駆動モータの回転軸と結合される部分である。

10

【0031】

R、G、B の帯状のコーティング 161、162、163 は、ライトトンネル 40 の出射口 42 内に含まれる大きさに設定される必要がある。図 8 に出射口の大きさと RGB の大きさとの関係を示す。ライトトンネル 40 の出射口 42 には、一組の R、G、B のコーティング 161、162、163 が含まれる。これにより、カラーホイール 160 に出射口 42 の光線束が入射されると、そこから帯状の R、G、B 光が透過される。カラーホイール 160 が一定速度で回転されると、図 8 (a)、(b)、(c) に示すように、RGB の境界が一定速度 V で移動する。

【0032】

図 6 に戻って、ライトトンネル 40 の出射口 42 に近接してカラーホイール 160 が位置決めされる。ライトトンネル 40 の出射口 42 からカラーホイール 160 に入射された光のうち、R のカラーフィルター 161 において R が透過され、それ以外の波長の光がそこで反射される。同様に G、B のフィルター 162、163 において G、B の光が透過され、それ以外の波長の光が反射される。つまり、約 1/3 の光がカラーホイール 160 を透過され、約 2/3 の光がそこで反射される。反射された光はライトトンネル 40 の出射口 42 から光伝送部分 43 に入射され、それらの光がアパーチャー変換装置 50 の回転円盤 51 の反射面 55 によって反射されて再び入射口 41 に入射され、さらに出射口 42 から出射されてカラーホイール 160 に再び入射される。

20

【0033】

放電ランプ 20 の経時変化によりアーク長が延び、入射光のスポット径が大きくなると、アパーチャー変換装置 50 が最適なアパーチャー径を選択する。これにより、放電ランプ 20 からの光がアパーチャーによって遮断されることなく、ライトトンネル 40 内に入射される。回転円盤 51 の裏面の反射面 55 の反射効率を考えると、アパーチャー径をできるだけ小さくし、反射面 55 の面積を大きくすることが有効であるが、本実施の形態のように、入射光のサイズに応じた最適なアパーチャー径を選択することで、放電ランプ 20 からの入射光の損失を低減しかつカラーホイール 160 からの入射光の反射効率の低減を抑制するというのを同時に達成することができる。

30

【0034】

以上、本発明の好ましい実施の形態について詳述したが、本発明は係る特定の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

40

【0035】

上記実施の態様は、DLP 方式のプロジェクタを例に説明したが、勿論、これ以外の液晶デバイスを用いたプロジェクタや、リア投射型のプロジェクタ等に広く適用することができる。

【0036】

さらに上記実施の態様では、サイズの異なるアパーチャーを 4 つ示したが、アパーチャーのサイズ、形状、数は、設計事情に合わせて当業者によって適宜選択される。

【0037】

さらに、フォトセンサー 70 の受光エリアの入射スポット径と、アパーチャー変換装置の

50

回転円盤の入射スポット径とが同じとなるような関係に光路長を設定したが、これに限らず、両者のスポット径は異なるものであっても良い。例えば、両者のスポット径の大きさが、1:nの関係にし、その関係の基づき最適なアパーチャーを選択しても良い。

【0038】

さらに上記実施の態様では、光伝送部材として内部に空間が形成されたライトトンネルを例に説明したが、これ以外の形状のライトトンネルや他のインテグレートを用いてもよい。ライトトンネル等の光伝送部材の断面形状、大きさ、材質等は、使用されるプロジェクタの環境、大きさ、設計状態等に応じて当業者であれば容易に変更することができる。

【0039】

【発明の効果】

本発明の照明光学系によれば、放電ランプのアーケ長が経時変化により延び、それによって集光面における入射光のサイズ（あるいはスポット径）が変わった場合でも、その入射光のサイズに最適なアパーチャーを選択することで、放電ランプからの光の損失を極力低減し、光利用効率の低下を抑制することができる。

さらに、このような照明光学系を用いたプロジェクタでは、経時変化に伴う明るさの低下を極力低減することが可能となる。特に、SCRによるプロジェクタの場合には、入射光に応じたアパーチャー径を選択できるようにすることで、カラーホイールからの光を反射する反射面の反射効率の低減を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る照明光学系の構成を示す図である。

【図2】アパーチャー径の位置をサイズの関係を示すテーブルである。

【図3】受光エリアと照射面積との関係を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る照明光学系の構成を示す図である。

【図5】本実施の形態の照明光学系を適用したプロジェクタの構成を示すブロック図である。

【図6】放電ランプからカラーホイールまでの光学系を示す図である。

【図7】カラーホイールの構成を示す図である。

【図8】カラーホイールから透過される光を示す図である。

【図9】従来照明光学系を示す図である。

【符号の説明】

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| 10 : 照明光学系                   | 20 : 放電ランプ     |
| 30 : 反射鏡                     | 40 : ライトトンネル   |
| 50 : アパーチャー変換装置              | 51 : 回転円盤      |
| 52 a、52 b、52 c、52 d : アパーチャー |                |
| 55 : 反射面                     | 60 : ビームスプリッター |
| 70 : フォトセンサー                 | 72 : 受光エリア     |
| 80 : 制御部                     | 82 : メモリ       |
| 90 : 駆動回路                    | 100 : プロジェクタ   |
| 150 : DMD                    | 160 : カラーホイール  |
| 170 : レンズ光学系                 | 180 : 投射光学系    |

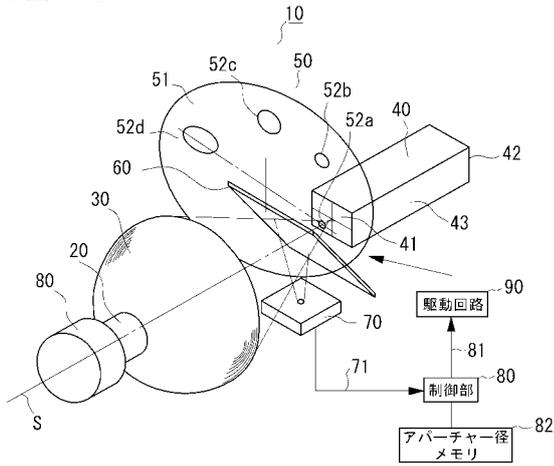
10

20

30

40

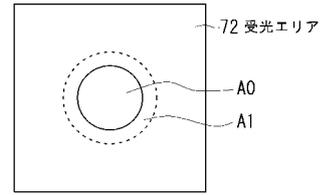
【図1】



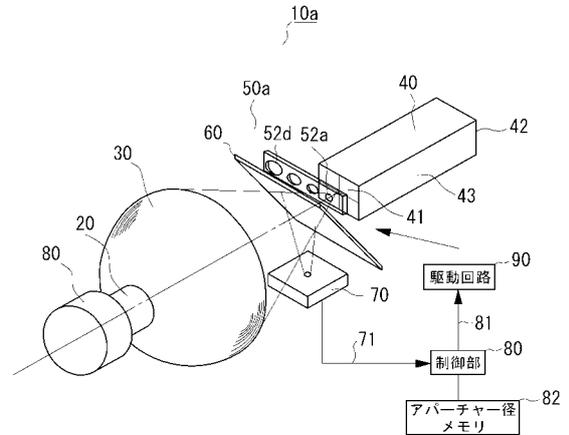
【図2】

| 位置   | サイズ |
|------|-----|
| 0°   | ra  |
| 45°  | rb  |
| 90°  | rc  |
| 135° | rd  |

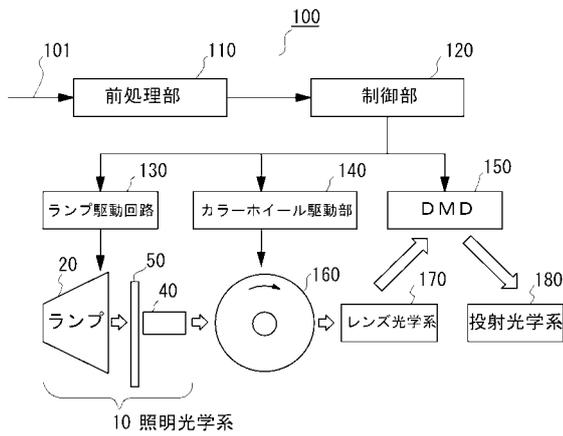
【図3】



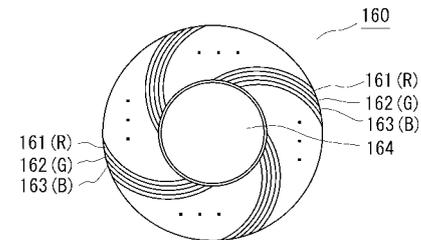
【図4】



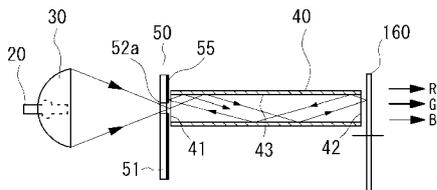
【図5】



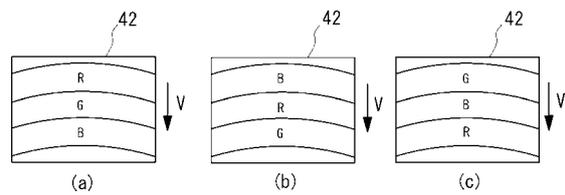
【図7】



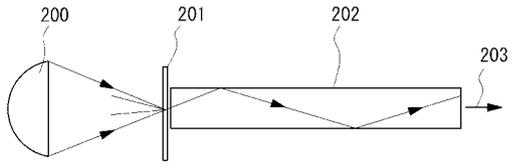
【図6】



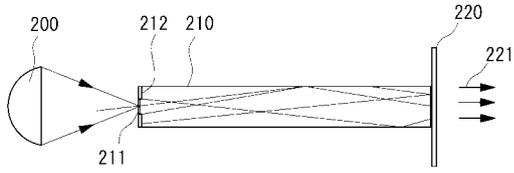
【図8】



【 図 9 】



(a)



(b)