

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4924069号  
(P4924069)

(45) 発行日 平成24年4月25日(2012.4.25)

(24) 登録日 平成24年2月17日(2012.2.17)

(51) Int.Cl.	F 1
G02B 27/48	(2006.01)    G02B 27/48
G03B 21/00	(2006.01)    G03B 21/00    D
G03B 21/14	(2006.01)    G03B 21/14    A
G02F 1/13	(2006.01)    G02F 1/13    505

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-23703 (P2007-23703)  
 (22) 出願日 平成19年2月2日 (2007.2.2)  
 (65) 公開番号 特開2008-191279 (P2008-191279A)  
 (43) 公開日 平成20年8月21日 (2008.8.21)  
 審査請求日 平成21年8月7日 (2009.8.7)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 110000028  
 特許業務法人明成国際特許事務所  
 (72) 発明者 武田 高司  
 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコ  
 エプソン株式会社内

審査官 日夏 貴史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

表示面上に画像を投写する画像表示装置であって、  
 可干涉性を有する光を発する光源と、  
中間像結像光学系を含み、前記光源からの光を用いた前記画像を表す光を、前記中間像  
結像光学系によって結像させて、中間像形成面上に中間像を形成する中間像形成部と、  
前記中間像からの光を、前記表示面上に結像させる結像光学系と、  
前記中間像形成面を基準とする前記中間像結像光学系の焦点深度内に配置された第1の  
拡散面を構成する拡散素子と、

前記中間像形成面からずれた位置であって、前記中間像形成部内を含む前記中間像形成  
部から前記結像光学系までの光の経路のいずれかの位置に第2の拡散面を有し、前記第2  
の拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させる拡散性変動部と、  
 を備え、

前記拡散性変動部は、  
前記第2の拡散面に対応し、前記第2の拡散面に沿って複数の領域に区分された位相制  
御面を有する位相制御デバイスと、

各領域から射出される光の位相特性を変化させることにより、前記位相制御面としての  
前記第2の拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させる位相制御デバイス駆  
動部と、

を備えることを特徴とする画像表示装置。

10

20

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の画像表示装置であって、  
前記拡散素子および前記位相制御デバイスは固定されていることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 記載の画像表示装置であって、  
前記位相制御デバイス駆動部は、  
前記領域ごとに、それぞれ、ランダムに変化する電圧を前記駆動電圧として印加して、  
前記領域ごとに、それぞれ、ランダムに位相特性を変化させることにより、前記位相制御面としての前記第 2 の拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させる 10  
ことを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の画像表示装置であって、  
前記中間像形成部は、前記光源からの光を前記画像に応じて変調することにより前記画像を表す光を射出する光変調デバイスを備え、  
前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路は、前記光変調デバイスから前記結像光学系までの光の経路である  
ことを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の画像表示装置であって、  
前記中間像形成部は、前記光源からの光に基づく前記画像を表す光を走査する走査デバイスを備え、  
前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路は、前記走査デバイスから前記結像光学系までの光の経路である  
ことを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の画像表示装置であって、  
前記中間像結像光学系はテレセントリック光学系であることを特徴とする画像表示装置。  
。

## 【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の画像表示装置であって、  
前記第 2 の拡散面は、前記中間像形成面を中心とする前記結像光学系の焦点深度の外側の近傍位置に配置されることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 8】

請求項 6 記載の画像表示装置であって、  
前記第 2 の拡散面は、前記中間像結像光学系内の瞳の位置に配置されることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の画像表示装置であって、  
前記第 1 の拡散面を構成する拡散素子の拡散粒子サイズは、前記中間像の画素の大きさよりも小さいことを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 10】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の画像表示装置であって、  
前記第 1 の拡散面を構成する拡散素子は、射出する光の拡がりの角度を所望の角度範囲に設定可能な拡散素子により構成されることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 11】

請求項 10 記載の画像表示装置であって、  
前記射出する光の拡がりの角度を所望の角度範囲に設定可能な拡散素子はホログラムを利用した拡散素子であり、前記ホログラムの凹凸ピッチは、前記中間像の画素の大きさよりも小さいことを特徴とする画像表示装置。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、表示面上に画像を投写する画像表示装置、特に、レーザ光のような可干渉性を有する光を用いて画像を投写する画像表示装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

画像を投写する画像表示装置であるプロジェクタ（投写表示装置）において、投写画像の色再現性や、明るさ、コントラスト等の向上を図るために、レーザ光を用いることが提案されている。しかしながら、レーザ光を用いたプロジェクタでは、レーザ光の可干渉性（コピーレンス）に起因して「スペックル」と呼ばれるギラギラしたチラツキが投写画像に発生するという問題がある。

10

**【0003】**

この問題を解決する方法として、例えば、特許文献1に記載の例のように、中間像を形成し、形成した中間像を投写する構成とともに、中間像形成位置に拡散板を配置し、配置した拡散板を拡散面に沿った方向で往復移動（振動）させ、あるいは、拡散面内で回転させることによりスペックルを抑制することが開示されている。

**【0004】**

【特許文献1】特開2006-53495号公報

20

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、中間像形成位置に配置された拡散板を上記のように振動させたり回転させたりした場合には、拡散面の位置が中間像形成面に対して垂直な方向へずれてしまう可能性があり、この結果、投写画像のボケを引き起こす可能性がある。

**【0006】**

本発明は、上記した問題点を解決するためになされたものであり、レーザ光のような可干渉性を有する光を用いて画像を投写する画像表示装置において、投写画像のボケの発生を抑制しつつ、スペックルを抑制することが可能な技術を提供することを目的とする。

30

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記課題の少なくとも一部を解決するため、以下の態様が可能である。

表示面上に画像を投写する画像表示装置であって、

可干渉性を有する光を発する光源と、

中間像結像光学系を含み、前記光源からの光を用いた前記画像を表す光を、前記中間像結像光学系によって結像させて、中間像形成面上に中間像を形成する中間像形成部と、

前記中間像からの光を、前記表示面上に結像させる結像光学系と、

前記中間像形成面を基準とする前記中間像結像光学系の焦点深度内に配置された第1の拡散面を構成する拡散素子と、

前記中間像形成面からずれた位置であって、前記中間像形成部内を含む前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路のいずれかの位置に第2の拡散面を有し、前記第2の拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させる拡散性変動部と、

を備え、

前記拡散性変動部は、

前記第2の拡散面に対応し、前記第2の拡散面に沿って複数の領域に区分された位相制御面を有する位相制御デバイスと、

各領域から射出される光の位相特性を変化させることにより、前記位相制御面としての前記第2の拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させる位相制御デバイス駆動部と、

を備えることを特徴とする画像表示装置。

40

50

上記画像表示装置では、中間像形成面からずれた位置に有する位相制御面としての第2の拡散面に沿ったア面内における拡散性を時間的に変化させることにより、従来技術で問題となった投写画像のボケの発生を抑制しつつ、スペックルを抑制することが可能となる。また、第1の拡散面を構成する拡散素子により、結像光学系から射出される光の強度が所望の強度範囲となるようにすることができる。

上記画像表示において、前記拡散素子および前記位相制御デバイスは固定されていることを特徴とする。

また、上記画像表示装置において、前記位相制御デバイス駆動部は、前記領域ごとに、それぞれ、ランダムに変化する電圧を前記駆動電圧として印加して、前記領域ごとに、それぞれ、ランダムに位相特性を変化させることにより、前記位相制御面としての前記第2の拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させることを特徴とする。

また、上記画像表示装置において、前記中間像形成部は、前記光源からの光を前記画像に応じて変調することにより前記画像を表す光を射出する光変調デバイスを備え、

前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路は、前記光変調デバイスから前記結像光学系までの光の経路であることを特徴とする。

また、上記画像表示装置において、前記中間像形成部は、前記光源からの光に基づく前記画像を表す光を走査する走査デバイスを備え、

前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路は、前記走査デバイスから前記結像光学系までの光の経路であることを特徴とする。

また、上記画像表示装置において、前記中間像結像光学系はテレセントリック光学系であることを特徴とする。

また、上記画像表示装置において、前記第2の拡散面は、前記中間像形成面を中心とする前記結像光学系の焦点深度の外側の近傍位置に配置されることを特徴とする。

また、テレセントリック光学系である中間像結像光学系を備える画像表示装置において、前記第2の拡散面は、前記中間像結像光学系内の瞳の位置に配置されることを特徴とする。

また、上記画像表示装置において、前記第1の拡散面を構成する拡散素子の拡散粒子サイズは、前記中間像の画素の大きさよりも小さいことを特徴とする。

また、上記画像表示装置において、前記第1の拡散面を構成する拡散素子は、射出する光の拡がりの角度を所望の角度範囲に設定可能な拡散素子により構成されることを特徴とする。なお、前記射出する光の拡がりの角度を所望の角度範囲に設定可能な拡散素子はホログラムを利用した拡散素子であり、前記ホログラムの凹凸ピッチは、前記中間像の画素の大きさよりも小さいことを特徴とする。

また、以下の態様も可能である。

本発明の画像表示装置は、表示面上に画像を投写する画像表示装置であって、可干渉性を有する光を発する光源と、前記光源からの光を用いて中間像を形成する中間像形成部と、前記中間像からの光を、前記表示面上に結像させる結像光学系と、前記中間像が形成される中間像形成面からずれた位置であって、前記中間像形成部内を含む前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路のいずれかの位置に拡散面を有し、前記拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させる拡散性変動部と、を備えることを特徴とする。

【0008】  
上記画像表示装置では、中間像形成面からずれた位置に有する拡散面の拡散性を時間的に変化させることにより、従来技術で問題となった投写画像のボケの発生を抑制しつつ、スペックルを抑制することが可能となる。

## 【0009】

上記画像表示装置において、  
前記拡散性変動部は、  
前記拡散面を構成する拡散素子と、  
前記拡散素子を前記拡散面に沿った方向で揺動させる拡散面揺動部と、  
を備えることにより実現できる。

## 【0010】

ここで、前記拡散面揺動部による前記拡散素子の揺動は、前記拡散面に沿った面内における前記いずれかの方向に沿って前記拡散板を振動させることにより実現されるようにしてもよい。あるいは、前記拡散面揺動部による前記拡散素子の揺動は、前記拡散面に沿った面内において前記拡散素子を回転させることにより実現されるようにしてもよい。10

## 【0011】

いずれのようにもしても、容易に、拡散面の拡散性を時間的に変化させることができる。

## 【0012】

なお、前記拡散面を構成する拡散素子は前記拡散面に沿った面内においてランダムな位相特性を有するランダム位相板を適用することができる。また、アンチグレアフィルムを用いた拡散素子を適用するようにしてもよい。

## 【0013】

上記画像表示装置において、

前記拡散性変動部は、20  
前記拡散面に対応し、前記拡散面に沿って複数の領域に区分された位相制御面を有し、各領域の電極に印加される駆動電圧に応じて、前記各領域から射出される光の位相特性を制御する位相制御デバイスと、  
前記各領域の電極に前記駆動電圧を印加する位相制御デバイス駆動部と、を備え、

前記位相制御デバイス駆動部は、

前記領域ごとに、それぞれ、ランダムに変化する電圧を前記駆動電圧として印加して、前記領域ごとに、それぞれ、ランダムに位相特性を変化させることにより、前記位相制御面としての前記拡散面に沿った面内における拡散性を時間的に変化させることによっても実現できる。

## 【0014】

ここで、前記位相制御デバイスは、液晶デバイスあるいは透明圧電デバイスを適用することにより実現可能である。30

## 【0015】

上記いずれかの画像表示装置において、

前記中間像形成部は  
前記光源からの光を前記画像に応じて変調することにより前記画像を表す光を射出する光変調デバイスと、  
前記光変調デバイスからの光を前記中間像形成面上で前記中間像として結像させる中間像結像光学系と、を備え、

前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路は、前記光変調デバイスから前記結像光学系までの光の経路であるようにすればよい。40

## 【0016】

あるいは、

前記中間像形成部は、前記光源からの光に基づく前記画像を表す光を走査する走査デバイスを備え、  
前記中間像形成部から前記結像光学系までの光の経路は、前記走査デバイスから前記結像光学系までの光の経路であるようにしてもよい。

## 【0017】

また、前記走査デバイスを備える前記中間像形成部は、さらに、前記走査デバイスからの光を前記中間像形成面上で前記中間像として結像させる中間像結像光学系を備えるよう50

にしてもよい。

【0018】

上記いずれのようにもしても、容易に中間像形成部を構成することができる。

【0019】

なお、中間像結像光学系はテレセントリック光学系であることが好ましい。

【0020】

中間像結像光学系をテレセントリック光学系とすれば、光の利用効率を向上させることが可能である。

【0021】

上記いずれかの画像表示装置において、

10

前記拡散面は、前記中間像形成面を中心とする前記結像光学系の焦点深度の外側の近傍位置に配置されることが好ましい。

【0022】

また、テレセントリック光学系である中間像結像光学系を備える画像表示装置において

、

前記拡散面は、前記中間像結像光学系内の瞳の位置に配置されることも好ましい。

【0023】

上記のように、結像光学系の焦点深度の外側の近傍位置あるいは結像光学系の瞳の位置に拡散面が配置されることにより、より効果的にスペックルを抑制することが可能となる。

20

【0024】

上記いずれかの画像表示装置において、

前記拡散面を第2の拡散面とし、

前記中間像形成面の位置に、第1の拡散面を構成する拡散素子を備えることも好ましい

。

【0025】

上記のように、中間像形成面の位置に第1の拡散面を構成する拡散素子を備えることにより、より効果的にスペックルを抑制することが可能となる。

【0026】

なお、前記第2の拡散面の拡散性は前記第1の拡散面の拡散性より小さくすることができる。

30

【0027】

また、前記第1の拡散面を構成する拡散素子の拡散粒子サイズは、前記中間像の画素の大きさよりも小さいことが好ましい。

【0028】

このようにすれば、中間像形成面に形成された中間像から射出される光を効果的に拡散することが可能である。

【0029】

また、前記第1の拡散面を構成する拡散素子は、射出する光の拡がりの角度を所望の角度範囲に設定可能な拡散素子により構成されることが好ましい。

40

【0030】

このようにすれば、結像光学系から射出される光の損失の低減と、結像光学系から射出される光の強度の低減とのバランスや、利用可能な結像光学系の条件等を考慮した構成が容易となる。

【0031】

なお、前記射出する光の拡がりの角度を所望の角度範囲に設定可能な拡散素子はホログラムを利用した拡散素子であり、前記ホログラムの凹凸ピッチは、前記中間像の画素の大きさよりも小さいことが好ましい。

【0032】

このようにすれば、中間像形成面に形成された中間像から射出される光を効果的に拡散

50

するとともに、結像光学系から射出される光の損失の低減と、結像光学系から射出される光の強度の低減とのバランスや、利用可能な結像光学系の条件等を考慮した構成が容易となる。

【0033】

以上説明した態様は、表示面上に画像を投写する画像表示装置の態様について示したが、これに限定されるものではなく、この画像表示装置を構成するための表示光学系の態様等の種々の態様でも実現可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

10

A. 第1実施例：

B. 第2実施例：

C. 第3実施例：

D. 変形例：

【0035】

A. 第1実施例：

図1は、本発明の第1実施例としてのプロジェクタ10Aの概略構成を示す説明図である。このプロジェクタ10Aは、赤(R), 緑(G), 青(B)の各色の液晶ライトバルブ120R, 120G, 120Bと、各色のレーザ光照明装置110R, 110G, 110Bと、クロスダイクロイックプリズム130と、2つの投写光学系140, 150と、2つの拡散素子160, 170と、を備えている。各構成要素は、それぞれの中心軸(図中に点鎖線で示す。)を含む面が互いに平行となるように配置されている。なお、図中においては、簡略化のため、プロジェクタ10Aの構成要素のうち本発明の説明に関係する光学要素のみを示し、他の要素は省略している。

20

【0036】

各色のレーザ光照明装置110R, 110G, 110Bは、それぞれ対応する色の液晶ライトバルブ120R, 120G, 120Bに、それぞれ対応する色のレーザ光を照明光として照射する機能を有している。

【0037】

赤色レーザ光照明装置110Rは、赤色レーザ光LB<sub>r</sub>を射出する赤色レーザ光源装置111Rと、赤色レーザ光源装置111Rから射出された赤色レーザ光LB<sub>r</sub>の照度分布を均一化させるためのインテグレータ光学系112Rと、インテグレータ光学系112Rから射出された赤色レーザ光LB<sub>r</sub>を、その主光線が赤色液晶ライトバルブ120Rの光入射面(中心軸に垂直な面)に垂直となるように、入射させるためのフィールドレンズ113Rと、を備えている。同様に、緑色レーザ光照明装置110Gは緑色レーザ光源装置111Gとインテグレータ光学系112Gとフィールドレンズ113Gとを備え、青色レーザ光照明装置110Bは青色レーザ光源装置111Bとインテグレータ光学系112Bとフィールドレンズ113Bとを備えている。

30

【0038】

各色のレーザ光源装置111R, 111G, 111Bは、半導体レーザおよび対応する色の波長のレーザ光のみを射出する波長変換素子により構成される。なお、波長変換素子は必須の構成要素ではなく、半導体レーザの出力波長に応じて適宜備えられる構成要素である。また、半導体レーザを構成するレーザダイオードの出力は単体では小さいので、通常は、複数のレーザダイオードをアレイ状に並べたレーザダイオードアレイを半導体レーザとして用いる。

40

【0039】

赤色液晶ライトバルブ120Rは、赤色レーザ光照明装置110Rから射出された赤色レーザ光LB<sub>r</sub>を、表示する画像の各色の画像情報に応じて変調し、各色の画像を表す光学像を形成するための画像光を射出する機能を有している。緑色液晶ライトバルブ120Gおよび青色液晶ライトバルブ120Bも同様である。すなわち、各色の液晶ライトバル

50

ブ120R, 120G, 120Bは本発明の光変調デバイスに相当する。

【0040】

クロスダイクロイックプリズム130は、各色の液晶ライトバルブ120R, 120G, 120Bから射出された各色の画像光を合成する色光合成光学系としての機能を有しており、合成した画像光を第1の投写光学系140に導く。

【0041】

第1の投写光学系(「投写レンズ」とも呼ばれる。)140は、クロスダイクロイックプリズム130から射出された画像光を結像させて中間像を形成する機能を有している。この第1の投写光学系140は本発明の中間像結像光学系に相当する。

【0042】

第2の投写光学系150は、中間像形成面IPS上に形成された中間像から射出された画像光をスクリーンSC上で結像させる機能を有している。この第2の投写光学系150は本発明の結像光学系に相当する。

【0043】

なお、光変調デバイスである液晶ライトバルブ120R, 120G, 120B、クロスダイクロイックプリズム130、および、第1の投写光学系140が、本実施例における本発明の中間像形成部に相当する。

【0044】

2つの拡散素子160, 170は、例えば、透過型の拡散板により構成される。

【0045】

図2は、2つの拡散素子160, 170の配置について示す説明図である。図2(A)は2つの拡散素子160, 170の配置を光の進行方向に沿って示す平面図であり、図2(B)は第2の投写光学系150側から見た正面図である。

【0046】

図2(A)に示すように、第1の拡散素子160は、拡散面162が中間像形成面IPSに一致するように固定配置されている。なお、中間像形成面IPSに一致する位置には、中間像形成面IPSの近傍位置、すなわち、中間像形成面IPSを基準とする第1の投写光学系140の焦点深度内にある位置も含まれる。

【0047】

また、第2の拡散素子170は、拡散面172が中間像形成面IPSよりも第1の投写光学系140側にずれた位置に配置されている。より具体的には、第2の投写光学系150の物点側の焦点位置に相当する中間像形成面IPSを基準とする焦点深度外であって、第1の拡散素子160側に極力近い位置に、その拡散面172が第1の拡散素子160の拡散面162に対向するように配置されている。

【0048】

第2の拡散素子170は、図2(A)に示すように、回転駆動部180の回転軸182に接続されており、図2(B)に示すように、回転駆動部180が回転軸182を回転させることにより、第2の拡散素子170の拡散面172が拡散面内において回転する。この回転によって、第1の投写光学系140から射出される画像光が通過する拡散面172内の位置が変化し、第2の拡散素子170を通過する画像光の拡散性が時間的に変化し続けることになる。これにより、スクリーンSC上の投写画像に発生するスペックルパターンが時々刻々と変化するため、スペックルが時間的に平滑化されて均一化されることにより、レーザ光の可干渉性に起因して発生するスペックルを低減することが可能となる。ただし、時々刻々と変化するスペックルパターンを時間的に平滑化して均一化するためには、第2の拡散素子170の回転速度を人間の目の応答速度よりも高速に設定することが好みしい。なお、回転駆動部180が本実施例における本発明の拡散面振動部に相当し、第2の拡散素子170および回転駆動部180が本実施例における本発明の拡散性変動部に相当する。

【0049】

ここで、上記したように、第2の拡散素子170の拡散面172は、第2の投写光学系

10

20

30

40

50

150の焦点深度外に配置されている。このため、第2の拡散素子170の拡散面172上において、仮に、中間像が結像されたとしても、その中間像をスクリーンSC上で結像しないため、投写画像に対してボケを発生させてしまう可能性は低い。

#### 【0050】

以上説明したように、本実施例のプロジェクト10Aは、中間像形成面IPSに一致するように拡散面162を配置した第1の拡散素子160によって、中間像形成面IPS上の中間像から射出される光の角度（拡散角度）の範囲を拡げるとともに、第2の拡散素子170の拡散面172を拡散面内で回転させることにより、拡散面172を通過する光の拡散性を時々刻々と変化させることができるので、投写画像に発生するスペックルを効果的に低減することが可能となる。また、第2の拡散素子170の配置位置は中間像形成面IPSからはずれた位置であり、第2の拡散素子170を回転させても、従来例において問題となっていた投写画像のボケの発生を抑制することができる。10

#### 【0051】

ところで、第2の投写光学系150から射出される画像光は、レーザ光を光源とするものであるため、その強度が人間の可視可能な強度範囲内であることが望ましい。このため、第2の投写光学系150から射出される画像光は、所望の強度範囲内となるように、拡散性を高めたほうが好ましい。一方、投写画像の明るさは、一般に明るいほうが望ましい。

#### 【0052】

このため、第1の拡散素子160は、第2の投写光学系150から射出される画像光の強度が所望の強度範囲内となるように、できるだけ拡散性（拡散角度）を大きくする一方、投写画像を形成するための画像光の損失をできるだけ小さくするために、第2の投写光学系150として呑み込み角の大きい投写光学系、すなわち、Fナンバが小さく、かつ、入射瞳の口径が大きい投写光学系を用いることが好ましい。ただし、あまり拡散性を大きくしすぎると、投写光学系の製造が難しくなり、高額となる。したがって、第1の拡散素子160の拡散性は、スクリーンSC上に投写画像を結像するために第2の投写光学系150から射出される画像光の損失の低減と、第2の投写光学系150から射出される画像光の強度の低減との相反する関係のバランスや、利用可能な投写光学系のFナンバおよびレンズ口径等を考慮しつつ、可能な限り大きくすることが好ましい。20

#### 【0053】

なお、一般的な拡散板では、入射する光の角度に対して射出する光の角度（拡散角度）の範囲を所望の範囲に設定することが困難であるため、この要望を満たす拡散素子として、例えば、ホログラムや回折格子を利用した拡散素子を用いることが好ましい。このような拡散素子を用いれば、射出する光の拡散角度の範囲を所望の範囲に設定することが可能であり、第2の投写光学系150から射出される画像光の損失の低減と、第2の投写光学系150から射出される画像光の強度の低減とのバランスや、利用可能な投写光学系のFナンバや口径等の種々の条件を考慮した構成が実現可能となる。30

#### 【0054】

また、第1の拡散素子160として用いられる拡散板は、拡散面162を構成する拡散粒子やホログラム、回折格子の大きさが、中間像形成面IPS上に結像される中間像の画素の大きさよりも小さいことが好ましい。このようにすれば、中間像の各画素から射出される光を効果的に拡散することが可能である。40

#### 【0055】

一方、第2の拡散素子170の目的は、第1の投写光学系140から射出された画像光が通過する拡散面の拡散性を時間的に変化させて、発生するスペックルパターンを時間的に重畠して均一化することにあるため、第2の拡散素子170の拡散面172における拡散性は時間的に変化すればよく、その大きさは第1の拡散素子160の拡散性よりも小さくてよい。逆に、第1の拡散素子160の拡散性よりも大きくすると、光の損失を招く可能性がある。したがって、第2の拡散素子170は、第1の拡散素子160の拡散性よりも小さい拡散性を有するものであればよい。例えば、アンチグレアフィルムを用いた拡散50

板やランダム位相板等を用いることができる。

【0056】

なお、第1の拡散素子160は省略することも可能であるが、スペックルをより効果的に低減しつつ、従来技術において問題となっていた投写画像のボケの発生を抑制するため、および、第2の投写光学系150から射出される画像光を所望の強度範囲内とするためには、第1の拡散素子160を省略しないほうが望ましい。

【0057】

また、第1の投写光学系140の投写倍率は、装置の小型化を考慮して2倍以下とすることが好ましく、第2の投写光学系150の投写倍率よりも小さくすることが好ましい。また、第1の投写光学系140のFナンバは、構成するレンズ枚数の低減および製造コストの低減を考慮すれば、第2の投写光学系150のFナンバよりも大きく、小型なものを用いることが好ましい。

10

【0058】

また、上記実施例のプロジェクタ10Aでは、光変調デバイスとして透過型の液晶デバイスを用いた液晶ライトバルブを例に説明したが、反射型の液晶デバイスを用いた液晶ライトバルブや、デジタルマイクロミラーデバイス（「DMD」と呼ばれる。テキサスインスツルメント社の商標）等の種々の光変調デバイスを用いることができる。

【0059】

また、上記実施例のプロジェクタ10Aは、第2の拡散素子170を拡散面内で回転させる構成としたが、これに限定されるものではなく、例えば、拡散面振動部を備えて、拡散面内のいずれかの方向で振動させる構成等、拡散面揺動部を備えて、第2の拡散素子を拡散面に沿った方向で揺動させる構成とすればよい。ただし、振動では、振動方向が切り換わる際に、拡散性の変動が一旦停止する期間が発生するため、回転のほうがスペックルの低減には有利である。

20

【0060】

また、上記実施例のプロジェクタ10Aでは、第2の拡散素子170の配置位置を第2の投写光学系150の焦点深度外であって、第1の拡散素子160の入射側の近傍に配置する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、第2の投写光学系150の焦点深度外であって、光変調デバイスである各色の青色液晶ライトバルブ120R, 120G, 120Bから第1の拡散素子160までの光の経路のいずれかの位置に配置されていてもよい。また、第1の拡散素子160の入射側に限定されるものではなく、第2の投写光学系150の焦点深度外であって、第2の投写光学系150までの光の経路のいずれかの位置に配置されていてもよい。ただし、可能な限り、第1の拡散素子160に近い位置に配置するほうが、スペックルを低減する効果が高い。また、第1の投写レンズ140内にある瞳の位置に第2の拡散素子170を配置するようにしてもよい。

30

【0061】

B. 第2実施例：

図3は、本発明の第2実施例としてのプロジェクタ10Bの概略構成を示す説明図である。このプロジェクタ10Bは、第1実施例のプロジェクタ10A（図1）の第2の拡散素子170および回転駆動部180で構成される拡散性変動部を、位相制御デバイス210および位相制御デバイス210の動作を制御する位相制御デバイス駆動部220で構成される拡散性変動部に置き換えた点を除いて、第1実施例のプロジェクタ10Aの構成と同じである。そこで、以下では、構成の異なる位相制御デバイス210およびその位相制御デバイス駆動部220について説明を加えることとする。

40

【0062】

図4は、位相制御デバイス210の位相制御面212を拡大して示す説明図である。位相制御デバイス210は、拡散面に相当する位相制御面212がその面方向に沿って複数の領域に区分されている。図の例は、位相制御面212が6行8列のマトリクス状の領域A11～A68に区分されている例を示している。ただし、区分領域の数は、図示および説明を容易にするための例示であって、これに限定されるものではない。各領域A11～

50

A 6 8 の図示しない電極には、それぞれ、位相制御デバイス駆動部 2 2 0 において生成される制御電圧 V 1 1 ~ V 6 8 が印加される。各領域 A 1 1 ~ A 6 8 は、印加された制御電圧 V 1 1 ~ V 6 8 の大きさに応じて、通過する光の位相を制御することができる。このような位相制御デバイスとしては、例えば、液晶デバイスや透明圧電デバイス等を用いることができる。

【 0 0 6 3 】

ここで、各領域 A 1 1 ~ A 6 8 に印加する制御電圧 V 1 1 ~ V 6 8 の値をそれぞれランダムに時間的に変化させることにより、各領域の位相特性を時間的にランダムに変化させることができ、この結果として、拡散面としての位相制御面 2 1 2 から射出される光の拡散性を時間的に変化させることができる。これにより、第 1 実施例で説明した第 2 の拡散素子を拡散面に沿った方向で揺動させた場合と同様の効果を得ることができる。この結果、位相制御デバイス 2 1 0 を通過する第 1 の投写光学系 1 4 0 から射出された画像光(図中クロスハッチで示す。)の拡散性を時々刻々と変化させて、投写画像に発生するスペックルを効果的に低減することができる。また、位相制御デバイス 2 1 0 および第 1 の拡散素子 1 6 0 は固定されているので、従来例において問題となっていた投写画像のボケを発生させることはない。

【 0 0 6 4 】

なお、本実施例においても、第 1 実施例において説明した第 1 および第 2 の拡散面における拡散性に関する制限や、第 1 および第 2 の投写光学系に関する制限は、同様に適用される。

【 0 0 6 5 】

C. 第 3 実施例 :

図 5 は、本発明の第 3 実施例としてのプロジェクタ 1 0 C の概略構成を示す説明図である。このプロジェクタ 1 0 C は、第 1 実施例のプロジェクタ 1 0 A (図 1) の R , G , B 各色に対応する、レーザ光照明装置 1 1 0 R , 1 1 0 G , 1 1 0 B 、および、液晶ライトバルブ 1 2 0 R , 1 2 0 G , 1 2 0 B と、クロスダイクロイックプリズム 1 3 0 を、R , G , B 各色に対応するレーザ光源装置 1 1 0 R C , 1 1 0 G C , 1 1 0 B C と、2 次元スキャナ 2 3 0 とに置き換えた構成を有しており、その他の、第 1 の投写光学系 1 4 0 、第 2 の拡散素子 1 7 0 、第 1 の拡散素子 1 6 0 、および、第 2 の投写光学系 1 5 0 の構成は同じである。なお、第 2 の投写光学系 1 5 0 は図示を省略している。

【 0 0 6 6 】

このプロジェクタ 1 0 C は、R , G , B 各色に対応するレーザ光源装置 1 1 0 R C , 1 1 0 G C , 1 1 0 B C から射出された各色の略平行なレーザ光が、2 次元スキャナ 2 3 0 によって、水平方向および垂直方向の 2 次元方向に高速に走査され、2 次元方向に走査された各レーザ光が、それぞれ、第 1 の投写光学系 1 4 0 によって、第 1 の拡散素子 1 6 0 の拡散面 1 6 2 に対応する中間像形成面 I P S 上で結像されて、中間像形成面 I P S 上に中間像が形成されるものである。すなわち、本実施例のプロジェクタ 1 0 C は、走査型の中間像形成部を用いた構成のプロジェクタである。

【 0 0 6 7 】

なお、R , G , B 各色のレーザ光源装置 1 1 0 R C , 1 1 0 G C , 1 1 0 B C には変調回路 2 5 0 が接続されており、この変調回路 2 5 0 は、図示しない制御回路から供給される画像情報に応じて、各色のレーザ光源装置 1 1 0 R C , 1 1 0 G C , 1 1 0 B C が発するレーザ光の強度を変調する。これにより、中間像形成面 I P S 上で結像される中間像は、画像情報に応じた画像となる。

【 0 0 6 8 】

また、2 次元スキャナ 2 3 0 は、2 次元スキャナの走査方向を制御する制御回路 2 4 0 によって制御される。

【 0 0 6 9 】

なお、2 次元スキャナ 2 3 0 としては、例えば、1 つのミラーを 2 次元方向に振動させることができる MEMS (Micro Electro Mechanical Sys

10

20

30

40

50

tem) ミラーデバイスを用いることにより実現できる。また、1次元のMEMSミラーデバイスを2つ組み合わせて構成することも可能である。

【0070】

本実施例のプロジェクタ10Cのように走査型の中間像形成部を用いた構成のプロジェクタにおいても、第1実施例のプロジェクタ10Aと同様に、投写画像のボケを抑制しつつ投写画像に発生するスペックルを効果的に低減することができる。

【0071】

なお、本実施例のプロジェクタ10Cは、第1実施例のプロジェクタ10AのR, G, B各色に対応する、レーザ光照明装置110R, 110G, 110B、および、液晶ライトバルブ120R, 120G, 120Bと、クロスダイクロイックプリズム130を、R, G, B各色に対応するレーザ光源装置110RC, 110GC, 110BCと、2次元スキャナ230とに置き換えた構成を例に説明したが、第2実施例のプロジェクタ10BのR, G, B各色に対応する、レーザ光照明装置110R, 110G, 110B、および、液晶ライトバルブ120R, 120G, 120Bと、クロスダイクロイックプリズム130を、R, G, B各色に対応するレーザ光源装置110RC, 110GC, 110BCと、2次元スキャナ230とに置き換えることも可能である。  
10

【0072】

また、本実施例のプロジェクタ10Cは、2次元スキャナによる走査型の中間像形成部を用いたプロジェクタを例に説明したが、走査方向に垂直な方向に並ぶ1列の画素を有する光変調デバイスと、1次元スキャナによる走査型の中間像形成部を用いることも可能である。  
20

【0073】

また、本実施例においても、第1実施例において説明した第1および第2の拡散面における拡散性に関する制限や、第1および第2の投写光学系に関する制限は、同様に適用される。ただし、第2の拡散素子の配置位置に関する制限のうち、第1の拡散素子160の入射側に配置する場合の制限に関しては、第2の投写光学系150の焦点深度外であって、2次元スキャナ230から第1の拡散素子160までの光の経路のいずれかの位置に制限される。

【0074】

D. 変形例：  
30

なお、この発明は上記の実施例や実施の形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の形態において実施することが可能である。

【0075】

例えば、上記実施例では、第1の拡散素子160として、通過する光の角度を拡げる透過型の拡散素子を例に説明したが、反射する光の角度を拡げる反射型の拡散素子を用いる構成としてもよい。

【0076】

また、上記実施例では、可干渉性を有する光としてレーザ光を用いた場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、LEDの発光光等、可干渉性を有する光を用いる場合にも本発明を適用可能である。  
40

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本発明の第1実施例としてのプロジェクタ10Aの概略構成を示す説明図である。  
。

【図2】2つの拡散素子160, 170の配置について示す説明図である。

【図3】本発明の第2実施例としてのプロジェクタ10Bの概略構成を示す説明図である。  
。

【図4】位相制御デバイス210の位相制御面212を拡大して示す説明図である。

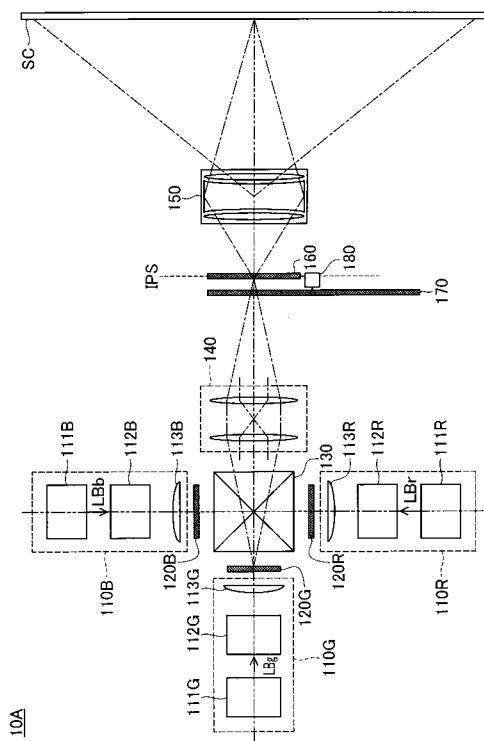
【図5】本発明の第3実施例としてのプロジェクタ10Cの概略構成を示す説明図である。  
。

## 【符号の説明】

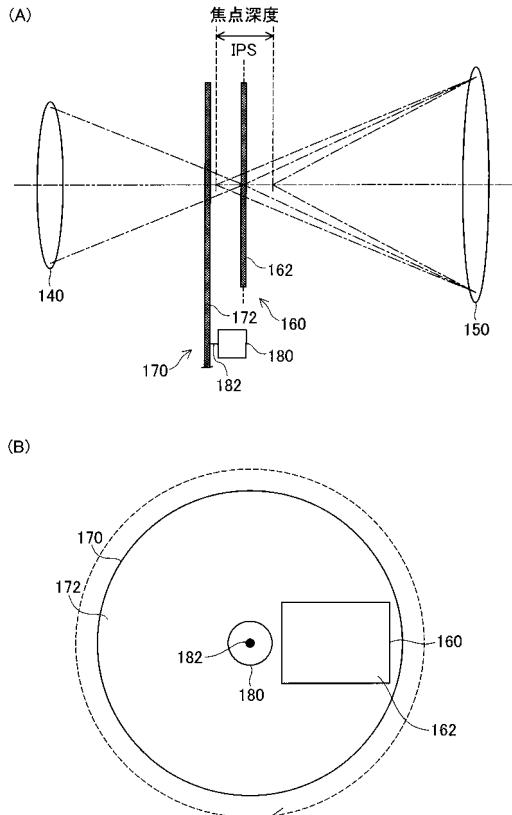
## 【0078】

10A, 10B, 10C ... プロジェクタ	
110R, 110G, 110B ... レーザ光照明装置	
110RC, 110GC, 110BC ... レーザ光源装置	
112R, 112G, 112B ... インテグレータ光学系	
113R, 113G, 113B ... フィールドレンズ	
120R, 120G, 120B ... 液晶ライトバルブ	
130 ... クロスダイクロイックプリズム	10
140 ... 第1の投写光学系	
150 ... 第2の投写光学系	
160 ... 第1の拡散素子	
162 ... 拡散面	
170 ... 第2の拡散素子	
172 ... 拡散面	
180 ... 回転駆動部	
182 ... 回転軸	
210 ... 位相制御デバイス	
212 ... 位相制御面	
220 ... 制御回路	20
240 ... 制御回路	
250 ... 変調回路	
SC ... スクリーン	
IPS ... 中間像形成面	

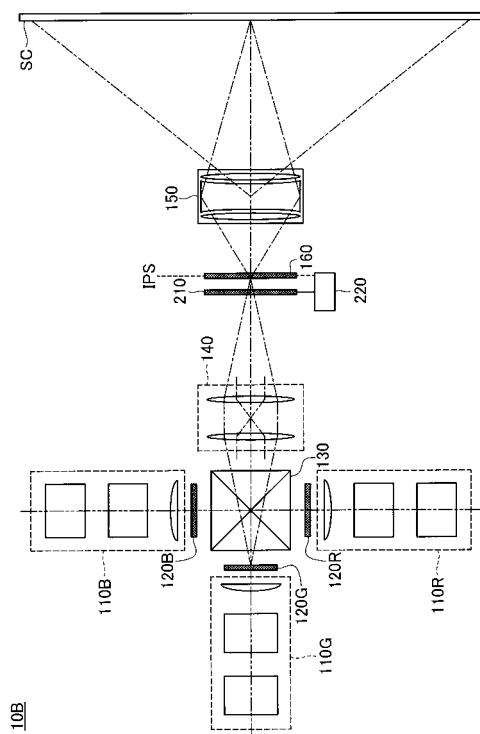
【図1】



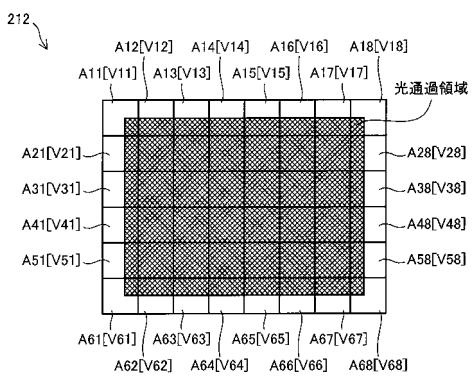
【図2】



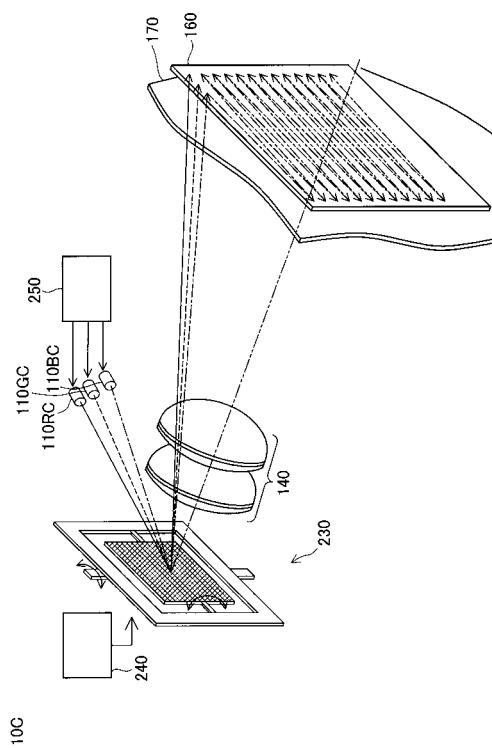
【図3】



【図4】



【図5】



10C

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特表2004-534265(JP,A)

特開2003-98476(JP,A)

特開2006-53495(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	2 7 / 0 0	-	2 7 / 4 8
G 03 B	2 1 / 0 0	-	2 1 / 1 4
G 02 F	1 / 1 3	-	1 / 1 3 3 5 7
G 02 B	2 6 / 0 0	-	2 6 / 1 0