

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7601083号
(P7601083)

(45)発行日 令和6年12月17日(2024.12.17)

(24)登録日 令和6年12月9日(2024.12.9)

(51)国際特許分類

G 0 3 B	21/14 (2006.01)	F I	G 0 3 B	21/14	Z
G 0 3 B	21/00 (2006.01)		G 0 3 B	21/00	E
G 0 2 B	26/08 (2006.01)		G 0 2 B	26/08	D
H 0 4 N	5/74 (2006.01)		H 0 4 N	5/74	A
G 0 2 B	7/00 (2021.01)		G 0 2 B	7/00	B

請求項の数 11 (全29頁)

(21)出願番号 特願2022-206384(P2022-206384)
(22)出願日 令和4年12月23日(2022.12.23)
(65)公開番号 特開2024-90458(P2024-90458A)
(43)公開日 令和6年7月4日(2024.7.4)
審査請求日 令和5年11月15日(2023.11.15)

(73)特許権者 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74)代理人 100179475
弁理士 仲井 智至
100216253
弁理士 松岡 宏紀
100225901
弁理士 今村 真之
上間 喬斗
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
コーエプソン株式会社内
高橋 竜矢
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
コーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画素シフトデバイスおよびプロジェクター

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

光学部材と、

前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、

前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、

前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、

前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、

前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、

前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、

前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有し、

前記第2フレームおよび前記ベースに、一対の前記アクチュエーター保持部が設けられ

10

前記第2アクチュエーターは、前記一対のアクチュエーター保持部にそれぞれ配置された一対のアクチュエーターで構成され、

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第2揺動軸を中心として対称に配置され、

前記一対の梁の各々における前記第2揺動軸に沿う方向の長さは、前記第1フレームの前記第2揺動軸に沿う方向の長さに対応した長さである、

ことを特徴とする画素シフトデバイス。

【請求項2】

光学部材と、

前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、

前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、

前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、

前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、

前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、

前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、

前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有し、

前記第2フレームおよび前記ベースに、一対の前記アクチュエーター保持部が設けられ、

前記第2アクチュエーターは、前記一対のアクチュエーター保持部にそれぞれ配置された一対のアクチュエーターで構成され、

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第2揺動軸を中心として対称に配置され、

前記一対の梁の各々は、前記第1揺動軸を中心として対称に配置される、

ことを特徴とする画素シフトデバイス。

【請求項3】

光学部材と、

前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、

前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、

前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、

前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、

前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、

前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、

前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有し、

前記一対の梁は、前記第2フレームの前記表面の法線方向に沿って立ち上がり前記第2揺動軸に沿う方向に延びる、立ち上がり壁部を有する、

ことを特徴とする画素シフトデバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 4】

前記立ち上がり壁部は、前記一对の梁の各々における前記ベース側の端部に設けられ、
前記第2フレームの前記表面の法線方向に平面視した際、前記一对の梁の各々における
前記第2揺動軸に沿う方向の両端部は、前記第1フレーム側から前記ベース側に向けて前
記第2揺動軸に沿う方向の長さが長くなる斜辺を有する、
ことを特徴とする請求項3に記載の画素シフトデバイス。

【請求項 5】

光学部材と、

前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、
前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺
動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、
前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、
前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレ
ームおよび前記第2フレームを連結する一对の第1揺動軸形成部と、
前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フ
レームを揺動させる第1アクチュエーターと、
前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動
させる第2アクチュエーターと、を備え、
前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前
記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、
前記一对の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前
記第2フレームを連結する一对の連結軸と、前記一对の連結軸の各々から前記第2揺動軸
に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一对の梁と、有し、
前記第1フレームは、ステンレスで構成され、
前記第2フレームは、アルミニウムで構成され、
前記ベースは、アルミニウムで構成される、
ことを特徴とする画素シフトデバイス。

【請求項 6】

前記第2フレームおよび前記ベースに、一对の前記アクチュエーター保持部が設けられ
、
前記第2アクチュエーターは、前記一对のアクチュエーター保持部にそれぞれ配置され
た一对のアクチュエーターで構成される、
ことを特徴とする請求項3から請求項5のうちのいずれか一項に記載に記載の画素シフ
トデバイス。

【請求項 7】

前記一对の第1揺動軸形成部は、前記第2揺動軸を中心として対称に配置される、
ことを特徴とする請求項6に記載の画素シフトデバイス。

【請求項 8】

前記一对の梁の各々は、前記第1揺動軸を跨ぐように配置される、
ことを特徴とする請求項7に記載の画素シフトデバイス。

【請求項 9】

画像光を生成する画像生成部と、
前記画像光を投射する投射光学系と、
前記画像生成部と前記投射光学系との間に配置され、前記画像生成部からの前記画像光
の光路をシフトさせる、請求項1または請求項2に記載の画素シフトデバイスと、を備え
る、
ことを特徴とするプロジェクター。

【請求項 10】

前記画像生成部は、
第1光射出面を有し、前記第1光射出面を前記投射光学系側に向けて配置された第1光

10

20

30

40

50

変調装置と、

第2光射出面を有し、前記第2光射出面を前記第1光変調装置と前記投射光学系とが並ぶ方向に直交する方向に向けて配置された第2光変調装置と、

第3光射出面を有し、前記第3光射出面を前記第2光変調装置の前記第2光射出面と対向させるように配置された第3光変調装置と、

前記第1光変調装置、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置から射出された光を合成して前記画像光を生成し、前記画像光を前記投射光学系に向けて射出する光合成素子と、

を備え、

前記画素シフトデバイスの前記光学部材は、前記投射光学系と前記光合成素子との間の前記画像光の光路上に配置され、

前記第1光変調装置および前記投射光学系が並ぶ方向において、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置の前記投射光学系側の端部は、それぞれ前記画素シフトデバイスと重なる、

ことを特徴とする請求項9に記載のプロジェクター。

【請求項11】

光学部材と、

前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、

前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、

前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、

前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、

前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、

前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有する画素シフトデバイスと、

画像光を生成する画像生成部と、

前記画像光を投射する投射光学系と、

を備え、

前記画素シフトデバイスは、前記画像生成部と前記投射光学系との間に配置され、前記画像生成部からの前記画像光の光路をシフトさせ、

前記画像生成部は、

第1光射出面を有し、前記第1光射出面を前記投射光学系側に向けて配置された第1光変調装置と、

第2光射出面を有し、前記第2光射出面を前記第1光変調装置と前記投射光学系とが並ぶ方向に直交する方向に向けて配置された第2光変調装置と、

第3光射出面を有し、前記第3光射出面を前記第2光変調装置の前記第2光射出面と対向させるように配置された第3光変調装置と、

前記第1光変調装置、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置から射出された光を合成して前記画像光を生成し、前記画像光を前記投射光学系に向けて射出する光合成素子と、

を備え、

前記画素シフトデバイスの前記光学部材は、前記投射光学系と前記光合成素子との間の

10

20

30

40

50

前記画像光の光路上に配置され、

前記第1光変調装置および前記投射光学系が並ぶ方向において、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置の前記投射光学系側の端部は、それぞれ前記画素シフトデバイスと重なる、

ことを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画素シフトデバイスおよびプロジェクターに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、液晶パネル等の光変調装置から射出された画像光の光路をシフトさせる画素シフトデバイスを備えたプロジェクターがある（例えば、下記特許文献1参照）。

上記プロジェクターにおける画素シフトデバイスは、光学部材を保持する第1フレームと、第1フレームの周囲に配置され第1フレームを連結する第2フレームと、第2フレームの周囲に配置され第2フレームを連結するベース部材と、第1フレームを第2フレームに対して第1揺動軸回りに揺動させる第1アクチュエーターと、第2フレームをベース部材に対して第2揺動軸回りに揺動させる第2アクチュエーターと、を備えている。

【0003】

上記画素シフトデバイスでは、第1アクチュエーターおよび第2アクチュエーターを第2揺動軸の軸方向に沿う一方側に集めて配置することで、駆動時の熱源となるアクチュエーターを効率良く冷却できるレイアウトを採用している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2020-91343号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、プロジェクターのさらなる軽量化が望まれているため、例えば、上記画素シフトデバイスについても第1フレームの外側に延びる第2フレームの形成材料として軽量な材料が用いることが考えられる。

また、プロジェクターとしてより明るい画像を投射可能とすることが要求されており、例えば、液晶パネルのサイズをできるだけ大きくすることも考えられる。液晶パネルのサイズを大きくする際、液晶パネルのサイズに合わせて画素シフトデバイスの光学部材のサイズも大型化するため、結果的に第2フレームも大型化させる必要が生じる。

【0006】

このように上記画素シフトデバイスをプロジェクターに用いる場合、軽量かつ大型の第2フレームを採用することが望まれる。しかしながら、軽量かつ大型の第2フレームは、例えば、運搬時や落下時に生じた衝撃による負荷が加わると、変形や破損し易いといった新たな課題が生じる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明の1つの態様によれば、光学部材と、前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレーム

10

20

30

40

50

レームを揺動させる第1アクチュエーターと、前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、前記第2フレームおよび前記ベースは、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部を有し、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿って前記第2フレームの表面に沿って延在する一対の梁と、有する、ことを特徴とする画素シフトデバイスが提供される。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の別の態様によれば、画像光を生成する画像生成部と、前記画像光を投射する投射光学系と、前記画像生成部と前記投射光学系との間に配置され、前記画像生成部からの前記画像光の光路をシフトさせる、上記態様の画像シフトデバイスと、を備える、プロジェクターが提供される。

また、本発明の1つの態様によれば、光学部材と、前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有し、前記第2フレームおよび前記ベースに、一対の前記アクチュエーター保持部が設けられ、前記第2アクチュエーターは、前記一対のアクチュエーター保持部にそれぞれ配置された一対のアクチュエーターで構成され、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第2揺動軸を中心として対称に配置され、前記一対の梁の各々における前記第2揺動軸に沿う方向の長さは、前記第1フレームの前記第2揺動軸に沿う方向の長さに対応した長さである、ことを特徴とする画素シフトデバイスが提供される。

また、本発明の1つの態様によれば、光学部材と、前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有し、前記第2フレームおよび前記ベースに、一対の前記アクチュエーター保持部が設けられ、前記第2アクチュエーターは、前記一対のアクチュエーター保持部にそれぞれ配置された一対のアクチュエーターで構成され、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第2揺動軸を中心として対称に配置され、前記一対の梁の各々は、前記第1揺動軸を中心として対称に配置される、ことを特徴とする画素シフトデバイスが提供される

10

20

30

40

50

また、本発明の1つの態様によれば、光学部材と、前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有し、前記一対の梁は、前記第2フレームの前記表面の法線方向に沿つて立ち上がり前記第2揺動軸に沿う方向に延びる、立ち上がり壁部を有する、ことを特徴とする画素シフトデバイスが提供される。

また、本発明の1つの態様によれば、光学部材と、前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有し、前記第1フレームは、ステンレスで構成され、前記第2フレームは、アルミニウムで構成され、前記ベースは、アルミニウムで構成される、ことを特徴とする画素シフトデバイスが提供される。

また、本発明の1つの態様によれば、光学部材と、前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有する画素シフトデバイスと、画像光を生成する画像生成部と、前記画像光を投射する投射光学系と、を備え、前記画素シフトデバイスは、前記画像生成部と前記投射光学系との間に配置され、前記画像生成部からの前記画像光の光路をシフトさせ、前記画像生成部は、第1光射出面を有し、前記第1光射出面を前記投射光学系側に向けて

配置された第1光変調装置と、第2光射出面を有し、前記第2光射出面を前記第1光変調装置と前記投射光学系とが並ぶ方向に直交する方向に向けて配置された第2光変調装置と、第3光射出面を有し、前記第3光射出面を前記第2光変調装置の前記第2光射出面と対向させるように配置された第3光変調装置と、前記第1光変調装置、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置から射出された光を合成して前記画像光を生成し、前記画像光を前記投射光学系に向けて射出する光合成素子と、を備え、前記画素シフトデバイスの前記光学部材は、前記投射光学系と前記光合成素子との間の前記画像光の光路上に配置され、前記第1光変調装置および前記投射光学系が並ぶ方向において、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置の前記投射光学系側の端部は、それぞれ前記画素シフトデバイスと重なる、ことを特徴とするプロジェクターが提供される。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】一実施形態のプロジェクターの概略構成を示す図である。

【図2】画素シフトデバイスによる画像の高解像度化の原理を示す説明図である。

【図3】画素シフトデバイスの平面図である。

【図4】図3のIV-IV線矢視による断面図である。

【図5】画素シフトデバイスと画像生成部との位置関係を示した図である。

【図6】第2フレームの要部構成を示した斜視図である。

【図7】第1変形例の画素シフトデバイスの要部構成を示す拡大図である。

【図8】第2変形例の画素シフトデバイスの概略構成を示す平面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

【0011】

図1は本実施形態のプロジェクターの概略構成を示す図である。

図1に示すように、本実施形態のプロジェクター1は、光源2と、色分離光学系3と、画像生成部4と、投射光学系6と、画素シフトデバイス10と、を備えている。

【0012】

以下、図面中に示すXYZ座標系を用いて各部材の配置関係を説明する場合がある。各図面において、Y軸はプロジェクター1におけるスクリーンSCRに対する画像光LTの投射方向に沿う軸である。X軸はY軸に直交し、スクリーンSCRの横幅方向に沿う軸である。Z軸はX軸およびY軸に直交する軸であり、スクリーンSCRの上下方向に沿う軸である。

30

【0013】

本実施形態では、例えば、Z軸に沿う両方向をまとめてプロジェクター1における「上下方向Z」、+Z方向に向かう方向を「上側」、-Z方向に向かう方向を「下側」と称す。また、X軸に沿う両方向をまとめてプロジェクター1における「左右方向X」、+X方向に向かう方向を「右側」、-X方向に向かう方向を「左側」と称す。また、Y軸に沿う両方向をまとめてプロジェクター1における「前後方向Y」、+Y方向に向かう方向を「前側」、-Y方向に向かう方向を「後側」と称する。

40

なお、上下方向Z、左右方向Xおよび前後方向Yとは、単にプロジェクター1の各構成部材の配置関係を説明するための名称であって、プロジェクター1における実際の設置姿勢や向きを規定するものではない。

【0014】

光源2は、例えばレーザー光源、波長変換素子等の構成を有する。光源2は、レーザー光源から射出される青色のレーザー光を励起光として集光レンズで集光し、蛍光体を含む波長変換素子に入射させ、青色のレーザー光と黄色の蛍光とからなる白色光WLを射出する。なお、光源2は、レーザー光源と波長変換素子とを用いた構成に限定されず、例えば

50

レーザー光源を単独で用いる構成、LED (Light Emitting Diode)、放電型の光源ランプを用いる構成を適用してもよい。

【0015】

画像生成部4は、赤色の画像光を射出する光変調装置4Rと、緑色の画像光を射出する光変調装置4Gと、青色の画像光を射出する光変調装置4Bと、光合成素子5と、を有する。画像生成部4は、光源2から射出される光を画像情報に基づいて変調し、画像光LTを生成する。

【0016】

色分離光学系3は、第1ダイクロイックミラー7aと、第2ダイクロイックミラー7bと、第1反射ミラー8aと、第2反射ミラー8bと、第3反射ミラー8cと、リレーレンズ9aと、リレーレンズ9bと、を備えている。色分離光学系3は、光源2から射出された白色光WLを赤色光LRと緑色光LGと青色光LBとに分離する。

10

【0017】

第1ダイクロイックミラー7aは、光源2から射出される白色光WLを、赤色光LRと、緑色光LGと青色光LBとに分離する。第1ダイクロイックミラー7aは、赤色光LRを透過するとともに、緑色光LGおよび青色光LBを反射させる。第2ダイクロイックミラー7bは、緑色光LGと青色光LBとが混合された光を緑色光LGと青色光LBとに分離する。第2ダイクロイックミラー7bは、緑色光LGを反射するとともに、青色光LBを透過させる。

20

【0018】

第1反射ミラー8aは、赤色光LRの光路中に配置されている。第1反射ミラー8aは、第1ダイクロイックミラー7aによって透過された赤色光LRを光変調装置4Rに向けて反射する。第2反射ミラー8bおよび第3反射ミラー8cは、青色光LBの光路中に配置されている。第2反射ミラー8bおよび第3反射ミラー8cは、第2ダイクロイックミラー7bを透過した青色光LBを光変調装置4Bに導く。

【0019】

光変調装置4Gは、緑色用液晶パネル4GPと緑色用液晶パネル4GPの入射側および射出側にそれぞれ設けられた偏光板(図示略)とで構成される。光変調装置4Gは第1光射出面40Gを有し、第1光射出面40Gを投射光学系6側に向けて配置される。

30

【0020】

光変調装置4Rは、赤色用液晶パネル4RPと赤色用液晶パネル4RPの入射側および射出側にそれぞれ設けられた偏光板(図示略)とで構成される。光変調装置4Rは第2光射出面40Rを有し、第2光射出面40Rを光変調装置4Gと投射光学系6とが並ぶ前後方向Yに直交する左右方向Xの右側(+X)に向けて配置される。

【0021】

光変調装置4Bは、青色用液晶パネル4BPと青色用液晶パネル4BPの入射側および射出側にそれぞれ設けられた偏光板(図示略)とで構成される。光変調装置4Bは第3光射出面40Bを有し、第3光射出面40Bを光変調装置4Rの第2光射出面40Rと対向させるように配置される。つまり、光変調装置4Bは、第3光射出面40Bを左右方向Xの左側(-X)に向けて配置される。

40

特に本実施形態のプロジェクター1では、より明るい画像を表示するため、各光変調装置4R, 4G, 4Bの各液晶パネル4RP, 4GP, 4BPとして上述のように大型パネルを用いている。

【0022】

本実施形態の場合、光変調装置4Gは「第1光変調装置」に相当し、光変調装置4Rは「第2光変調装置」に相当し、光変調装置4Bは「第3光変調装置」に相当する。

以下、赤色用液晶パネル4RP、緑色用液晶パネル4GPおよび青色用液晶パネル4BPを総称し、各液晶パネル4RP, 4GP, 4BPと呼ぶ場合もある。

【0023】

光変調装置4Rは、光源2から射出された白色光WLのうち、赤色光LRを画像信号に

50

応じて赤色用液晶パネル 4 R P により変調する。光変調装置 4 G は、光源 2 から射出された白色光 W L のうち、緑色光 L G を画像信号に応じて緑色用液晶パネル 4 G P により変調する。光変調装置 4 B は、光源 2 から射出された白色光 W L のうち、青色光 L B を画像信号に応じて青色用液晶パネル 4 B P により変調する。これにより、各光変調装置 4 R , 4 G , 4 B は、各色光に対応した画像光を生成する。

【 0 0 2 4 】

光変調装置 4 R の光入射側には、光変調装置 4 R に入射する赤色光 L R を平行化するフィールドレンズ 1 1 R が配置されている。光変調装置 4 G の光入射側には、光変調装置 4 G に入射する緑色光 L G を平行化するフィールドレンズ 1 1 G が配置されている。光変調装置 4 B の光入射側には、光変調装置 4 B に入射する青色光 L B を平行化するフィールドレンズ 1 1 B が配置されている。10

【 0 0 2 5 】

光合成素子 5 は、略立方体状のクロスダイクロイックプリズムから構成されている。光合成素子 5 は、各光変調装置 4 R , 4 G , 4 B の各光射出面 4 0 R , 4 0 G , 4 0 B から射出された各色光を合成して画像光 L T を生成する。

【 0 0 2 6 】

投射光学系 6 は複数の投射レンズから構成されている。投射光学系 6 は画像生成部 4 により合成された画像光 L T をスクリーン S C R に向けて拡大投射する。これにより、スクリーン S C R 上にカラー画像が表示される。

【 0 0 2 7 】

画素シフトデバイス 1 0 は、画像生成部 4 の光合成素子 5 と投射光学系 6 との間の画像光 L T の光路上に配置される。プロジェクター 1 は、画素シフトデバイス 1 0 によって画像光 L T の光路をシフトさせ、いわゆる画素シフトを生じさせることにより、各液晶パネル 4 R P , 4 G P , 4 B P の解像度よりも高い解像度の画像をスクリーン S C R に表示することができる。例えば、各液晶パネル 4 R P , 4 G P , 4 B P がフルハイビジョン対応の液晶パネルであれば、4 K の画像を表示することができる。20

【 0 0 2 8 】

ここで、光路シフトによる高解像度化の原理について図 2 を用いて簡単に説明する。図 2 は、画像光 L T の光路シフトによる高解像度化の原理を示す説明図である。

後述するように、画素シフトデバイス 1 0 は、画像光 L T を透過させる透光性基板である光学部材 2 0 を有しており、この光学部材 2 0 の姿勢を変更することで、屈折を利用して画像光 L T の光路をシフトさせる。30

【 0 0 2 9 】

画素シフトデバイス 1 0 は、光学部材 2 0 を光軸 A X と交差する第 1 摆動軸 J 1 回りの第 1 摆動方向、および、光軸 A X と交差し、かつ、第 1 摆動軸 J 1 と交差する第 2 摆動軸 J 2 回りの第 2 摆動方向、の 2 つの方向に揺動させる。光学部材 2 0 が第 1 摆動方向に揺動すると、光学部材 2 0 に入射する光の光路は、図 2 に示す第 1 方向 F 1 にシフトする。光学部材 2 0 が第 2 摆動方向に揺動すると、光学部材 2 0 に入射する光の光路は、図 2 に示す第 1 方向 F 1 と交差する第 2 方向 F 2 にシフトする。これにより、スクリーン S C R 上に表示される画素 P x は、第 1 方向 F 1 および第 1 方向 F 1 と交差する第 2 方向 F 2 にずれた位置に表示される。本実施形態の場合、第 1 方向 F 1 は左右方向 X に対応し、第 2 方向 F 2 は上下方向 Z に対応する。40

【 0 0 3 0 】

プロジェクター 1 は、第 1 方向 F 1 の光路のシフトと、第 2 方向 F 2 の光路のシフトと、を組み合わせることにより、見掛け上の画素数を増加させ、スクリーン S C R に投射される画像光 L T を高解像度化する。例えば、図 2 に示すように、第 1 方向 F 1 および第 2 方向 F 2 にそれぞれ 1 / 2 画素分ずれた位置に画素 P x を移動させる。これにより、スクリーン S C R 上の画像表示位置を、画像表示位置 P 1 から第 1 方向 F 1 に沿って 1 / 2 画素分ずれた画像表示位置 P 2 、画像表示位置 P 1 から第 1 方向 F 1 および第 2 方向 F 2 に沿ってそれぞれ 1 / 2 画素分ずれた画像表示位置 P 3 、および、画像表示位置 P 1 から第

2 方向 F 2 に沿って 1 / 2 画素分ずれた画像表示位置 P 4 に移動させることができる。図 2 では、画素 P x の 1 / 4 の領域を注目して、A B C D とシフト動作の流れを示している。

【 0 0 3 1 】

図 2 に示すように、画像表示位置 P 1、P 2、P 3、P 4 にそれぞれ一定時間ずつ画像を表示させるように光路シフト動作を行い、光路シフト動作に同期させて各液晶パネル 4 R P , 4 G P , 4 B P における表示内容を変化させる。これにより、見掛け上、画素 P x よりも小さいサイズの画素 A、B、C、D を表示させることができる。例えば画素 A、B、C、D の表示を全体として 60 Hz の周波数で行う場合、画像表示位置 P 1、P 2、P 3、P 4 に対応して、各液晶パネル 4 R P , 4 G P , 4 B P に 4 倍の速度で表示を実行させる必要がある。つまり、各液晶パネル 4 R P , 4 G P , 4 B P における表示の周波数、いわゆるリフレッシュレートは、240 Hz となる。10

【 0 0 3 2 】

なお、図 2 に示す例では、第 1 方向 F 1 および第 2 方向 F 2 は、互いに直交する方向であり、スクリーン S C R にマトリクス状に表示される画素 P x の配列方向である。この構成に代えて、第 1 方向 F 1 と第 2 方向 F 2 とは、互いに直交する方向でなくてもよく、画素 P x の配列方向に対して傾いた方向であってもよい。このようなずらし方向であっても、第 1 方向 F 1 および第 2 方向 F 2 への画素ずらしを適宜組み合わせることにより、図 2 に示す画像表示位置 P 1、P 2、P 3、P 4 に画素 P x を移動させることができる。また、画像表示位置のずれ量は、1 / 2 画素分に限定されず、例えば、画素 P x の 1 / 4 であってもよいし、3 / 4 であってもよい。20

【 0 0 3 3 】

続いて、画素シフトデバイス 10 の構成について説明する。図 3 は画素シフトデバイス 10 の平面図である。図 3 は画素シフトデバイス 10 を - Y 側から + Y 側に向かって見た平面図である。

図 3 に示すように、画素シフトデバイス 10 は、光学部材 20 と、第 1 フレーム 21 と、第 2 フレーム 22 と、ベース 23 と、一対の第 1 搖動軸形成部 24 と、一対の第 1 アクチュエーター 25 と、一対の第 2 アクチュエーター 26 と、フレーム補強部材 30 と、を備えている。

図 3 では、画素シフトデバイス 10 が光学部材 20 の姿勢を変化させていない状態、つまり、画素シフトデバイス 10 が動作していない状態を示している。30

【 0 0 3 4 】

画素シフトデバイス 10 は、画像生成部 4 から入射した画像光 L T が入射する光学部材 20 の姿勢に応じて画像光 L T の光路をシフトさせる。画像光 L T の光路のシフト量は光学部材 20 の姿勢変化の度合いに応じて規定される（図 2 参照）。

【 0 0 3 5 】

光学部材 20 は屈折を利用して画像生成部 4 から入射する画像光 L T の光路をシフトさせる部材である。画素シフトデバイス 10 は、光学部材 20 に対する画像光 L T の入射角度が 0° である基準位置にあるとき、光学部材 20 の法線方向は前後方向 Y と一致する。40

【 0 0 3 6 】

光学部材 20 としては、例えば、略正方形の白板ガラスを用いた。強度に優れた白板ガラスを採用することで、光学部材 20 全体の剛性が高まるため、光学部材 20 に生じる歪みを抑制することができる。

なお、光学部材 20 の材料は白板ガラスに限定するものではなく、光透過性を有し、光を屈折可能な材料であれば良く、ホウケイ酸ガラス、石英ガラスなどの各種ガラス材料を用いても良い。または、水晶、サファイアなどの各種結晶材料、ポリカーボネート系樹脂、アクリル系樹脂などの各種樹脂材料を用いても良い。なお、光学部材 20 の形状は、略正方形に限定するものではなく、長方形や、菱形、橢円形状であっても良い。

【 0 0 3 7 】

第 1 フレーム 21 は光学部材 20 を保持し第 1 搖動軸 J 1 回りに揺動するフレームであ50

る。第1フレーム21の第1揺動軸J1は第1フレーム21に支持された光学部材20の中心を通る仮想軸である。

【0038】

第1フレーム21は金属製の額縁状のフレームであり、光学部材20の周囲に配置される。第1フレーム21は光学部材20の外周縁を支持することで、表裏面を露出した状態の光学部材20を収納している。第1フレーム21の材質としては所定の剛性を有する金属材料として、例えばステンレスを用いた。光学部材20は接着剤により第1フレーム21に固定されている。なお、第1フレーム21は額縁形状に限らず、光学部材20の少なくとも一部を支持する部材であればよい。

【0039】

第2フレーム22は第1揺動軸と直交する第2揺動軸J2回りに揺動するフレームである。第2フレーム22の第2揺動軸J2は、第1揺動軸J1と直交し、かつ、第1フレーム21に支持された光学部材20の中心を通る仮想軸である。

【0040】

第2フレーム22は、平面視、略八角形状の板材から構成され、略八角形状の開口部22Hを有する。第2フレーム22の開口部22Hの内側には、光学部材20を保持する第1フレーム21が配置されている。すなわち、第2フレーム22は、第1フレーム21を囲む枠状の部材から構成され、第1フレーム21の周囲に配置されるとともに第1フレーム21と連結している。

【0041】

第2フレーム22は、一対の第1揺動軸形成部24を介して第1フレーム21と連結される。また、第2フレーム22は、後述するベース連結部材28の第1連結軸部28bおよびフレーム補強部材30の第2連結軸部34bを介してベース23と連結する。なお、一対の第1揺動軸形成部24、ベース連結部材28およびフレーム補強部材30の構成については後述する。

このような構成に基づき、本実施形態の画素シフトデバイス10は、第1フレーム21を介して第2フレーム22に支持された光学部材20は、ベース23に対して第2揺動軸J2回りに回転することで姿勢を変更可能である。

【0042】

本実施形態の場合、第2フレーム22および第1フレーム21は前後方向Yにおいて少なくとも一部が重なるように配置されている。すなわち、第2フレーム22および第1フレーム21は互いの少なくとも一部がXZ面に平行な同一面上に配置されている。なお、第2フレーム22は、前後方向Yに平面視した際、第1フレーム21の周囲を囲んで配置される形状であればよく、第1フレーム21に対する位置が前後方向Yにおいてずれてもよい。つまり、第2フレーム22および第1フレーム21は前後方向Yにおいて互いの位置がずれた状態で配置されていてもよい。

【0043】

ベース23は、例えばアルミニウム等の金属部材で構成される。ベース23は、開口部230と、第1の第2フレーム固定部231と、第2の第2フレーム固定部232と、一対の第2コイルホルダー234と、を有する。

【0044】

開口部230は、互いに連通する第1開口230aおよび第2開口230bで構成される。第2フレーム22は開口部230の第1開口230aの内側に位置し、フレーム補強部材30は開口部230の第2開口230bの内側に位置する。

第1の第2フレーム固定部231は、第2フレーム22の上下方向Zの上側(+Z)に位置するベース連結部材28を固定する。

第2の第2フレーム固定部232は、第2フレーム22の上下方向Zの下側(-Z)に位置するフレーム補強部材30を固定する。

一対の第2コイルホルダー234は、後述する一対の第2アクチュエーター26の各コイルをそれぞれ保持する。一対の第2コイルホルダー234は、ベース23のうち第2摇

10

20

30

40

50

動軸 J 2 に直交する方向において後述するフレーム補強部材 3 0 に設けられた一対の第 2 マグネットホルダー 3 5 とそれぞれ対向するように設けられる。

すなわち、ベース 2 3 は、第 2 フレーム 2 2 の周囲に配置されるとともに第 2 フレーム 2 2 と連結する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の場合、第 2 フレーム 2 2 およびベース 2 3 は前後方向 Y において少なくとも一部が重なるように配置されている。すなわち、第 2 フレーム 2 2 およびベース 2 3 は互いの少なくとも一部が X Z 面に平行な同一面上に配置されている。なお、ベース 2 3 は、前後方向 Y に平面視した際、第 2 フレーム 2 2 の周囲を囲んで配置される形状であればよく、前記第 2 フレーム 2 2 に対する位置が前後方向 Y においてずれていてもよい。つまり、第 2 フレーム 2 2 およびベース 2 3 は前後方向 Y において互いの位置がずれた状態で配置されていてもよい。

【 0 0 4 6 】

一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 は、第 1 搖動軸 J 1 に沿う方向である左右方向 X において第 1 フレーム 2 1 の両側に配置され、第 1 フレーム 2 1 および第 2 フレーム 2 2 を連結する。本実施形態の場合、一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 は第 1 フレーム 2 1 と一緒に形成されるが、一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 と第 1 フレーム 2 1 とは別体で形成されていてもよい。

【 0 0 4 7 】

一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 は、ねじ部材 2 2 3 を介して第 2 フレーム 2 2 の表面 2 2 b に固定される。第 2 フレーム 2 2 の表面 2 2 b は前後方向 Y の後側 (-Y) を向く面であり、画素シフトデバイス 1 0 に対して画像生成部 4 が配置される側の面である。

【 0 0 4 8 】

本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 において、一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 は、第 2 搖動軸 J 2 を中心として対称に配置される。本実施形態において、一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 が対称に配置されるとは、各第 1 搖動軸形成部 2 4 が同様の形状を有し、第 2 搖動軸 J 2 を基準として一方の形成部を折り返した際に他方の形成部に重なることを意味する。本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 によれば、第 1 フレーム 2 1 と第 2 フレーム 2 2 とが一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 によってバランス良く連結されるため、光学部材 2 0 を第 1 搖動軸 J 1 回りに安定した状態で揺動させることができる。

【 0 0 4 9 】

一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 は、一対の連結軸部 2 4 0 と、一対の梁 2 4 1 と、を有する。一対の連結軸部 2 4 0 は、第 1 フレーム 2 1 の第 1 搖動軸 J 1 上に位置し、第 1 フレーム 2 1 の外側面 2 1 a と第 2 フレーム 2 2 の内側とを揺動可能に連結する。一対の連結軸部 2 4 0 は、矩形枠状の第 1 フレーム 2 1 の 4 つの外側面 2 1 a のうち互いに反対を向く面からそれぞれ突出し、第 1 フレーム 2 1 と第 2 フレーム 2 2 とを連結する。

このような構成に基づき、本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 は、第 1 フレーム 2 1 に支持された光学部材 2 0 は、第 2 フレーム 2 2 に対して第 1 搖動軸 J 1 回りに回転することで姿勢を変更可能である。

【 0 0 5 0 】

一対の梁 2 4 1 は、一対の連結軸部 2 4 0 の各々から第 2 搖動軸 J 2 に沿って第 2 フレーム 2 2 の表面 2 2 b に沿って延在する。第 2 フレーム 2 2 は、一対の梁 2 4 1 が設けられた部分の強度が高められている。本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 によれば、一対の第 1 搖動軸形成部 2 4 の梁 2 4 1 を第 2 フレーム 2 2 の表面 2 2 b に設けることで、第 2 フレーム 2 2 における第 1 フレーム 2 1 との連結部分の周辺領域の強度を高めることができる。

【 0 0 5 1 】

本実施形態において、一対の梁 2 4 1 の各々は、第 1 搖動軸 J 1 を跨ぐように配置される。各梁 2 4 1 の各々は第 1 搖動軸 J 1 の両側に配置される。本実施形態の場合、一対の梁 2 4 1 の各々は、第 1 搖動軸 J 1 を中心として対称に配置される。

10

20

30

40

50

このような構成に基づき、第1揺動軸形成部24の各梁241は、第2フレーム22のうち第1揺動軸J1に対して直交する上下方向Zに延びる部分の強度をバランス良く高めることができる。

【0052】

各梁241の各々における第2揺動軸J2に沿う上下方向Zの第1長さL1は、第1フレーム21の第2揺動軸J2に沿う上下方向Zの第2長さL2に対応した長さである。

本明細書において、第1長さL1および第2長さL2が対応する長さであるとは、第1長さL1および第2長さL2が略等しいことを意味する。なお、第1長さL1および第2長さL2が略等しいとは、第1長さL1および第2長さL2の長さが完全に一致している状態のみならず、第1長さL1および第2長さL2の一方が他方に比べて数ミリ程度だけ大きいあるいは小さい状態も含む。なお、梁241の上下方向Zの第1長さL1は、第1フレーム21に保持された光学部材20の上下方向Zの長さと等しくてもよい。

10

【0053】

この構成によれば、第1フレーム21に相当する長さを持つ一対の梁241が第2フレーム22上に重ねて配置されることで第2フレーム22の剛性を十分に高めることができる。よって、本実施形態の画素シフトデバイス10は、厚みの小さい軽量材料で構成した第2フレーム22を用いた場合でも、第2フレーム22として十分な剛性を確保できるので、デバイス自体の小型化および軽量化を実現できる。

【0054】

図4は画素シフトデバイス10の要部の断面図である。図4は図3のIV-IV線矢視による断面図である。

20

図4に示すように、一対の梁241は、第2揺動軸J2に沿う上下方向Zに延び、第2フレーム22の表面22bの法線方向である前後方向Yに沿って立ち上がり、第2揺動軸J2に沿う上下方向Zに延びる、立ち壁部243を有する。本実施形態において、立ち壁部243は「立ち上がり壁部」に相当する。

【0055】

立ち壁部243は、一対の梁241の各々におけるベース23側の端部241aに設けられる。本実施形態の場合、立ち壁部243は、第2フレーム22の外側面22cに沿って投射光学系6側に延びる。一対の梁241は立ち壁部243を備えることでXY面に沿う断面が略L字形状となり、立ち壁部243を設けない構造に比べて断面二次モーメントを大きくできる。よって、一対の梁241は上下方向Zの第1長さL1を最小限に抑えつつ、第2フレーム22の剛性を高めることができる。よって、本実施形態の画素シフトデバイス10は、一対の梁241の長さを抑えることで重量増加を抑制しつつ、第2フレーム22の剛性を効率良く高めることができる。

30

【0056】

図3に戻り、第2フレーム22の表面22bの法線方向である前後方向Yに平面視した際、一対の梁241の各々における第2揺動軸J2に沿う上下方向Zの両端部245は、第1フレーム21側からベース23側に向けて上下方向Zの長さが長くなる斜辺246を有している。すなわち、各梁241の各々の両端部245は、斜辺246により第2フレーム22の内側から外側に向かうにつれて上下方向Zの幅がテーパー状に拡がる形状を有する。

40

【0057】

本発明者らは、各梁241の各々の平面形状を長方形とした場合、すなわち各梁241の各々の両端部をテーパー形状としない場合についてシミュレーションを行った。本シミュレーションにより、各梁241の各々の平面形状を長方形とすることは、各梁241の剛性に寄与しないことが確認できた。

これに対して、本実施形態の画素シフトデバイス10では、上述のように各梁241の両端部245に斜辺246を設けることで各梁241の剛性を確保しつつ軽量化を図ることが可能である。

【0058】

50

ここで、第2フレーム22の共振周波数は一対の梁241の長さに応じて変化する。本実施形態の画素シフトデバイス10では、一対の梁241の長さを適宜調整することで第2フレーム22の共振周波数を所望の値に設定している。具体的に本実施形態の画素シフトデバイス10は、一対の梁241の長さを適切に調整することで第2フレーム22の共振周波数を高周波数にシフトさせている。これにより、第2フレーム22は、サイズを大きくする、あるいは、厚さを大きくすることなく、共振の発生を抑制することが可能である。よって、本実施形態の画素シフトデバイス10によれば、装置構成の小型化を図りつつ、共振による不具合の発生を抑制した信頼性の高い画素シフトデバイスを提供することができる。

【0059】

このように本実施形態の画素シフトデバイス10は、第1フレーム21と第2フレーム22とを連結する一対の第1揺動軸形成部24の一対の梁241が第2フレーム22の表面22bに沿って形成されるため、各梁241が配置されている第2フレーム22の強度を高めることができる。

【0060】

一対の第1揺動軸形成部24は、第1揺動軸J1において光学部材20を支持する第1フレーム21と第2フレーム22とを連結する連結軸部240から第2揺動軸J2に沿う上下方向Zに第2フレーム22の表面22b上に延出する梁241を備えるため、第2フレーム22のうち第1フレーム21との連結部分の近傍の強度を効率良く高めることができる。

【0061】

例えば、プロジェクター1を運搬する際の振動やプロジェクター1を誤って落下させてしまうことで衝撃による負荷が加わった際、第2フレーム22のうち光学部材20を支持する第1フレーム21との連結部の周辺に特に大きな負荷が生じる。これに対して、本実施形態の画素シフトデバイス10は、上述のように一対の第1揺動軸形成部24によって第2フレーム22における第1フレーム21との連結部分の強度を高めることで、第2フレーム22の変形や破損を抑制することができる。よって、本実施形態の画素シフトデバイス10は、衝撃の負荷に対する耐性を向上させた信頼性の高いものとなる。

【0062】

ベース連結部材28は、第2揺動軸J2において、第2フレーム22とベース23とを連結する部材である。ベース連結部材28は、ベース固定部28aと、第1連結軸部28bと、フレーム固定部28cと、を有する。ベース連結部材28は、ねじ部材223を介してベース23および第2フレーム22に固定される。

【0063】

フレーム固定部28cは、ベース連結部材28を第2フレーム22の上下方向Zの上側(+Z)に位置する上端部に固定する。ベース固定部28aは、ベース連結部材28をベース23の第1の第2フレーム固定部231に固定する。第1連結軸部28bは、フレーム固定部28cとベース固定部28aとの間を連結し、ベース23に対して第2フレーム22を第2揺動軸J2回りに揺動させる。

なお、ベース連結部材28は、第2フレーム22と一体に形成されていてもよい。

【0064】

一対の第1アクチュエーター25の各々は、第1フレーム21と第2フレーム22との間で、第2フレーム22に対して第1フレーム21を揺動させる駆動力を発生させる。

一対の第1アクチュエーター25の各々は、第1揺動軸J1に直交する第2揺動軸J2上に配置された、第1フレーム21に配置された第1マグネット25aと、ベース23に配置され第1マグネット25aに対向する第1コイル25bと、を有する。

【0065】

一対の第1アクチュエーター25は、第1フレーム21が保持する光学部材20に対して第1揺動軸J1を中心として上下方向Zの両側に対称となるように配置されている。一対の第1アクチュエーター25は第1揺動軸J1から等距離に位置するため、光学部材2

10

20

30

40

50

0を保持する第1フレーム21に対して各々の駆動力をバランス良く伝達可能となっている。このため、本実施形態の画素シフトデバイス10は、一対の第1アクチュエーター25により第1フレーム21を第1揺動軸J1回りに偏りなく回転させることができる。

【0066】

第1マグネット25aはマグネット保持プレート27を介して第1フレーム21に配置される。具体的に第1マグネット25aは、第1フレーム21の外側面21aのうち第2揺動軸J2上に位置する部位に設けられた第1マグネットホルダー21bに配置される。

マグネット保持プレート27は鉄などの金属から構成されており、バックヨークとして機能する。第1マグネット25aに用いるマグネットとしてはネオジムマグネットの他、所定の磁力を有する永久マグネットであれば良く、サマリウムコバルトマグネット、フェライトマグネット、アルニコマグネットであっても良い。

10

【0067】

第1コイル25bはコイルホルダー材36を介して第2フレーム22の内側面22aに配置されている。コイルホルダー材36はベース23に固定され、間隙を介して第1コイル25bと第1マグネット25aとを対向配置させる。コイルホルダー材36は鉄などの金属から構成されており、バックヨークとして機能する。第1コイル25bはコイルホルダー材36に巻回したコイル線により構成される。

【0068】

なお、第1マグネット25aおよび第1コイル25bの位置は入れ替えててもよく、第1マグネット25aがベース23から延びるマグネットホルダーに配置され、第1コイル25bが第1フレーム21の外側面21aに設けられたコイルホルダー材に配置されてもよい。

20

【0069】

一対の第2アクチュエーター26の各々は、第2フレーム22とベース23との間で、ベース23に対して第2フレーム22を揺動させる装置である。

一対の第2アクチュエーター26は、第1アクチュエーター25と同様、第2フレーム22が第1フレーム21を介して保持する光学部材20に対して第2揺動軸J2を中心として左右方向Xの両側に対称となるように配置することで各々の駆動力の伝達効率を高めることができ望ましい。つまり、一対の第2アクチュエーター26を第1揺動軸J1上に配置することが望ましい。

30

【0070】

ここで、本実施形態のプロジェクター1における画素シフトデバイス10と画像生成部4との位置関係について説明する。

図5は、画素シフトデバイス10と画像生成部4との位置関係を示した図である。図5はXY平面に沿う面による断面図である。

図5に示すように、画像生成部4は光変調装置4R, 4G, 4Bと光合成素子5とがフレーム部材Fを介して一体に保持されることでユニット化されている。

本実施形態のプロジェクター1では、光変調装置4R, 4G, 4Bのうち光変調装置4R, 4Bは画素シフトデバイス10に対して接近した状態とされる。

本実施形態の画像生成部4では、光変調装置4R, 4G, 4Bの横幅が光合成素子5の横幅よりも大きくなっている。

40

本実施形態の画素シフトデバイス10では、光変調装置4Gおよび投射光学系6が並ぶ前後方向Yにおいて、光変調装置4Rおよび光変調装置4Bの投射光学系6側に位置する前端部4R1, 4B1がそれぞれ画素シフトデバイス10と重なる。このため、光変調装置4Rおよび光変調装置4Bの前端部4R1, 4B1は画素シフトデバイス10と非常に近接している。より具体的に光変調装置4R, 4Bの前端部4R1, 4B1はそれぞれ画素シフトデバイス10の第1フレーム21、第2フレーム22およびベース23に近接して配置されている。

【0071】

本実施形態の画素シフトデバイス10は、第1揺動軸形成部24を備えることで第2フ

50

レーム 2 2 の強度が高められているため、第 2 フレーム 2 2 を大型化させる場合でも強度の向上を目的として厚みを厚くする必要が無い。このように本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 は、第 2 フレーム 2 2 の厚さを薄くできるため、光変調装置 4 R , 4 B の前端部 4 R 1 , 4 B 1 と画素シフトデバイス 1 0 とを前後方向 Y において近づけて配置することで装置構成の小型化を図ることができる。

【 0 0 7 2 】

一方、本実施形態のプロジェクター 1 では、光変調装置 4 R , 4 B の前端部 4 R 1 , 4 B 1 が画素シフトデバイス 1 0 のうち第 2 フレーム 2 2 およびベース 2 3 に対して近接して配置されるため、第 1 摆動軸 J 1 上に第 2 アクチュエーターを配置することは難しい。

【 0 0 7 3 】

そこで本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 では、第 1 摆動軸 J 1 に対して第 2 摆動軸 J 2 に沿う上下方向 Z の一方側である下側 (- Z) に設けたアクチュエーター保持部 2 9 に一対の第 2 アクチュエーター 2 6 を保持している。アクチュエーター保持部 2 9 は、各第 2 アクチュエーター 2 6 と対をなすように設けられる。

【 0 0 7 4 】

一対のアクチュエーター保持部 2 9 は、第 1 アクチュエーター 2 5 に対して第 1 摆動軸 J 1 と反対側である下側 (- Z) に位置する。本実施形態の場合、一対の第 2 アクチュエーター 2 6 は、光学部材 2 0 の下側 (- Z) に位置する第 1 アクチュエーター 2 5 よりもさらに下側 (- Z) に配置される。

【 0 0 7 5 】

一対のアクチュエーター保持部 2 9 は、第 2 フレーム 2 2 およびベース 2 3 のうち、上下方向 Z の下側 (- Z) に延出する領域に設けられる。一対のアクチュエーター保持部 2 9 は、後述するフレーム補強部材 3 0 の一対の第 2 マグネットホルダー 3 5 と、ベース 2 3 の一対の第 2 コイルホルダー 2 3 4 とで構成される。

【 0 0 7 6 】

各第 2 アクチュエーター 2 6 は、第 1 摆動軸 J 1 に沿う方向に所定の間隔をおいて配置されたマグネットとコイルとを有する。具体的に、各第 2 アクチュエーター 2 6 は、第 2 摆動軸 J 2 に交差する第 1 摆動軸 J 1 に沿う方向において、アクチュエーター保持部 2 9 を構成する第 2 フレーム 2 2 の第 2 マグネットホルダー 3 5 に配置された第 2 マグネット 2 6 a と、アクチュエーター保持部 2 9 を構成するベース 2 3 の第 2 コイルホルダー 2 3 4 に配置され第 2 マグネット 2 6 a に対向する第 2 コイル 2 6 b と、を有する。

【 0 0 7 7 】

第 2 マグネット 2 6 a はバックヨークとして機能するマグネット保持プレート 2 7 を介して第 2 マグネットホルダー 3 5 に配置される。第 2 コイル 2 6 b を保持する第 2 コイルホルダー 2 3 4 はバックヨークとして機能する。

第 2 マグネット 2 6 a および第 2 コイル 2 6 b は、第 1 アクチュエーター 2 5 を構成する第 1 マグネット 2 5 a および第 1 コイル 2 5 b と同様の構成を有するため、説明を省略する。

【 0 0 7 8 】

なお、第 2 マグネット 2 6 a および第 2 コイル 2 6 b の位置は入れ替えてよく、第 2 マグネット 2 6 a がベース 2 3 側に配置され、第 2 コイル 2 6 b が第 2 フレーム 2 2 側に配置されてもよい。

【 0 0 7 9 】

このように本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 は、第 2 アクチュエーター 2 6 が第 2 フレーム 2 2 の第 1 アクチュエーター 2 5 が配置される側の領域に設けられている。より具体的に本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 は、光学部材 2 0 に対して第 2 摆動軸 J 2 に沿う上下方向 Z の下側 (- Z) に第 1 アクチュエーター 2 5 および第 2 アクチュエーター 2 6 を集約して配置した構造を採用している。

【 0 0 8 0 】

本実施形態のプロジェクター 1 によれば、第 2 アクチュエーター 2 6 を第 1 アクチュエ

10

20

30

40

50

ーター 25 の一方側に集約させたことで、前後方向 Y において画素シフトデバイス 10 を画像生成部 4 に対して近接した状態で配置することができる。このため、本実施形態のプロジェクター 1 は前後方向 Y の寸法を小型化することができる。また、画素シフトデバイス 10 は、画像生成部 4 の投射光学系 6 から射出される画像光 LT を効率良く取り込むことができ、画像光 LT の光利用効率を向上できる。

【0081】

一方、本実施形態の画素シフトデバイス 10 では上述のように第 1 アクチュエーター 25 の下側 (-Z) に第 2 アクチュエーター 26 を配置する必要がある。このため、本実施形態の第 2 フレーム 22 は、図 3 および図 6 に示すように、第 1 アクチュエーター 25 に対して第 1 摆動軸 J1 と反対側、かつ、第 2 摆動軸 J2 に沿う軸方向一方側 (-Z) に延出する延出部 220 を有し、延出部 220 に固定したフレーム補強部材 30 を介して第 2 アクチュエーター 26 の構成部品であるマグネットを保持している。10

【0082】

このように本実施形態の画素シフトデバイス 10 では、第 2 アクチュエーター 26 から光学部材 20 までの距離が第 1 アクチュエーター 25 から光学部材 20 までの距離に比べて大きいため、第 2 アクチュエーター 26 の駆動力を光学部材 20 側に伝わり難い構造となっている。

【0083】

これに対して本実施形態の画素シフトデバイス 10 は、第 2 アクチュエーター 26 の駆動力を光学部材 20 側へ効率良く伝わることで第 2 フレーム 22 が容易に揺動可能とするため、第 2 フレーム 22 を例えばアルミニウム等の軽量部材で構成するようにした。20

【0084】

一般的にアルミニウム等の軽量部材は剛性が低い。このため、軽量部材で構成された第 2 フレーム 22 は第 1 アクチュエーター 25 および第 2 アクチュエーター 26 の駆動力に伴って発生した応力が集中することで耐久性の低下や変形等を生じる恐れがある。

特に本実施形態のプロジェクター 1 では、上述のように明るい画像を表示するため、各光変調装置 4R, 4G, 4B の各液晶パネル 4RP, 4GP, 4BP として大型パネルを用いるため、光学部材 20 のサイズが大型化するため、結果的に第 1 フレーム 21 や第 2 フレーム 22 のサイズも大型化することになる。このような大型の第 2 フレーム 22 を上述のような軽量部材で構成すると、上述した耐久性の低下や変形等のリスクがさらに高める恐れがある。30

【0085】

本実施形態の画素シフトデバイス 10 は、第 2 フレーム 22 における第 1 アクチュエーター 25 および第 2 アクチュエーター 26 が集約して配置される側の領域、具体的には延出部 220 にフレーム補強部材 30 を設けることで、第 2 フレーム 22 の剛性を高めるようにした。以下、フレーム補強部材 30 およびフレーム補強部材 30 が設けられた第 2 フレーム 22 の周辺構成について説明する。

【0086】

図 6 はフレーム補強部材 30 が設けられた第 2 フレーム 22 の要部構成を示した斜視図である。40

図 6 に示すように、フレーム補強部材 30 は、例えば、オーステナイト系ステンレス鋼からなる板金部材で構成され、所定の剛性を有している。フレーム補強部材 30 は、第 2 フレーム 22 の剛性を十分に高めるという目的を達成できるのであれば一枚の板材で構成されていてもよいし二枚の板材に分割されていてもよい。

【0087】

フレーム補強部材 30 は、第 2 フレーム 22 の上下方向 Z の下側 (-Z) に位置する延出部 220 にねじ部材 223 を介して固定される。フレーム補強部材 30 は、平面視、略 U 字状の形状からなる本体部 31 と、後述する第 2 アクチュエーター 26 のマグネットを保持する第 2 マグネットホルダー 35 と、ベース 23 の第 2 の第 2 フレーム固定部 232 と連結されるベース連結部 34 と、を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

フレーム補強部材 3 0 の本体部 3 1 は、第 2 フレーム 2 2 の表面 2 2 b に接する第 1 面 3 1 a と第 1 面 3 1 a と反対の第 2 面 3 1 b とを有する。フレーム補強部材 3 0 の本体部 3 1 は、左右方向 X に延びる第 1 壁部 3 2 と、第 1 壁部 3 2 の左右方向 X の両端から上下方向 Z の下側 (- Z) に延びる一対の第 2 壁部 3 3 と、を含む。

【 0 0 8 9 】

本実施形態において、第 1 壁部 3 2 には、第 2 フレーム 2 2 の表面 2 2 b に設けられた一対のピン 2 2 P を挿入する一対のピン孔 3 2 a が設けられている。なお、一対のピン孔 3 2 a の一方を長孔で形成することで、一対のピン 2 2 P 間の寸法ばらつきによらず、フレーム補強部材 3 0 と第 2 フレーム 2 2 との位置決め時の作業性を向上させることができる。10

【 0 0 9 0 】

第 2 マグネットホルダー 3 5 は、本体部 3 1 の第 2 面 3 1 b のうち各第 2 壁部 3 3 の端部 3 3 a から前後方向 Y の後側 (- Y) に立ち上がり、上下方向 Z に延びる部位である。本実施形態の場合、第 2 マグネットホルダー 3 5 の一部は第 2 壁部 3 3 に対して上下方向 Z の下側 (- Z) に突出する。つまり、第 2 マグネットホルダー 3 5 の前後方向 Y の長さは、第 2 壁部 3 3 の前後方向 Y の長さよりも長い。

このため、フレーム補強部材 3 0 の第 2 マグネットホルダー 3 5 は、より大型のマグネットを保持可能である。

【 0 0 9 1 】

第 2 マグネットホルダー 3 5 は、マグネットを支持する支持板 3 5 a と、支持板 3 5 a に支持されたマグネットを係止する係止爪 3 5 b と、を有し、マグネットを安定して保持することが可能となっている。

本実施形態の場合、立ち上がり壁部として第 2 マグネットホルダー 3 5 を設けることでフレーム補強部材 3 0 の大型化することなく、強度を向上させることができる。また、立ち上がり壁部をマグネットホルダーとして利用することでフレーム補強部材の大型化を抑制できる。

【 0 0 9 2 】

ベース連結部 3 4 は、ベース固定部 3 4 a および第 2 連結軸部 3 4 b を含む。

ベース固定部 3 4 a は、フレーム補強部材 3 0 をベース 2 3 の第 2 の第 2 フレーム固定部 2 3 2 に固定する部位である。第 2 の第 2 フレーム固定部 2 3 2 は、ベース固定部 3 4 a を支持する支持面 2 3 2 a と、支持面 2 3 2 a から突出する位置決めピン 2 3 2 b と、を有する。30

第 2 連結軸部 3 4 b は、第 2 摆動軸 J 2 上に位置し、上下方向 Z の下側 (- Z) において第 2 フレーム 2 2 をベース 2 3 に対して揺動可能に連結する。

本実施形態の場合、フレーム補強部材 3 0 が第 2 連結軸部 3 4 b を含むため、部品点数の削減を図ることができる。また、フレーム補強部材 3 0 で第 2 連結軸部 3 4 b を構成することで第 2 連結軸部 3 4 b の耐久性を向上させることができる。

【 0 0 9 3 】

本実施形態において、ベース固定部 3 4 a には、第 2 の第 2 フレーム固定部 2 3 2 の支持面 2 3 2 a に設けられた位置決めピン 2 3 2 b を挿通させる切欠き 3 4 a 1 が設けられている。フレーム補強部材 3 0 は、ベース固定部 3 4 a の切欠き 3 4 a 1 に位置決めピン 2 3 2 b を挿入することでベース 2 3 に対する位置が規制される。40

【 0 0 9 4 】

このように本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 は、第 2 フレーム 2 2 における第 1 アクチュエーター 2 5 および第 2 アクチュエーター 2 6 が集約された延出部 2 2 0 にフレーム補強部材 3 0 を設けることで第 2 フレーム 2 2 の剛性を高めることができる。

【 0 0 9 5 】

これにより、本実施形態の画素シフトデバイス 1 0 は、第 2 摆動軸 J 2 回りに揺動する第 2 フレーム 2 2 の変形が抑制されるため、第 1 フレーム 2 1 を介して保持する光学部材50

20の姿勢を精度良く制御することができる。

また、第2フレーム22の変形が生じ難いため、例えば、第2フレーム22或いは第2フレーム22に第1フレーム21を介して保持する光学部材20が前後方向Yにおいて動いて画像生成部4と接触することを抑制できる。よって、本実施形態の画素シフトデバイス10は、前後方向Yにおいて画素シフトデバイス10を画像生成部4に対して近接した状態で配置可能となる。このため、実施形態のプロジェクター1は前後方向Yの寸法をより小型化することができる。よって、本実施形態の画素シフトデバイス10は、画像生成部4の投射光学系6から射出される画像光LTを効率良く取り込むので、画像光LTの光利用効率を向上できる。

【0096】

10

また、第2フレーム22の変形が生じ難いため、第2アクチュエーター26の駆動力を第2フレーム22の回転に効率良く利用することができる。よって、光学部材20と同じ角度だけ傾けるために第2アクチュエーター26へ供給する電流が小さくなるので、第2アクチュエーター26の消費電力を抑制できる。

【0097】

続いて、本実施形態の画素シフトデバイス10の動作について説明する。

本実施形態の画素シフトデバイス10は、各第1アクチュエーター25において、不図示の回路基板を用いて第1コイル25bに通電することで磁界を発生させて第1マグネット25aと反発または引き合わせることにより、第1マグネット25aおよび第1コイル25b間に第1揺動軸J1に交差する方向の力を生じさせる。これにより、第1フレーム21は第1揺動軸J1回りに揺動する。第1フレーム21は、上述のように第1揺動軸J1に沿う方向の両端に位置する一対の第1揺動軸形成部24の連結軸部240が第2フレーム22と連結されるため、第1フレーム21に固定された光学部材20は第1揺動軸J1回りに第2フレーム22に対して揺動することができる。

20

【0098】

また、本実施形態の画素シフトデバイス10は、各第2アクチュエーター26において、不図示の回路基板を用いて第2コイル26bに通電することで磁界を発生させて第2マグネット26aと反発または引き合わせることにより、第2マグネット26aおよび第2コイル26b間に第2揺動軸J2に交差する方向の力を生じさせる。これにより、第2フレーム22は第2揺動軸J2回りに揺動する。第2フレーム22は、上述のように第2揺動軸J2に沿う方向の両端に位置する第1連結軸部28bおよび第2連結軸部34bがベース23と連結されるため、第1フレーム21および第1揺動軸形成部24を介して第2フレーム22に固定された光学部材20は第2揺動軸J2回りにベース23に対して揺動することができる。

30

【0099】

このようにして本実施形態の画素シフトデバイス10は、一対の第1アクチュエーター25および一対の第2アクチュエーター26による駆動力をを利用して光学部材20の姿勢を2軸で制御することができる。画素シフトデバイス10は、光学部材20の姿勢を変化させることで画像生成部4から射出した画像光LTの光路を2軸に沿う方向にシフトさせることができる。

40

【0100】

本実施形態の場合、第1フレーム21が第1揺動軸J1周りに揺動すると、光学部材20に対する画像光LTの入射角度が変化し、画像光LTの光路が第2方向F2(図2参照)に移動する。また、第1フレーム21を保持する第2フレーム22が第2揺動軸J2周りに揺動すると、第1揺動軸J1周りに揺動した場合とは異なる方向で、光学部材20に対する画像光LTの入射角度が変化し、画像光LTの光路が第1方向F1(図2参照)に移動する。

【0101】

以上のように本実施形態の画素シフトデバイス10は、光学部材20と、光学部材20を保持し、第1揺動軸J1回りに揺動する第1フレーム21と、第1フレーム21の周囲

50

に配置されるとともに第1フレーム21と連結し、第1揺動軸J1と直交する第2揺動軸J2回りに揺動する第2フレーム22と、第2フレーム22の周囲に配置されるとともに第2フレーム22と連結するベース23と、第1揺動軸J1に沿う方向において第1フレーム21の両側に配置され、第1フレーム21および第2フレーム22を連結する一対の第1揺動軸形成部24と、第1フレーム21と第2フレーム22との間で、第2フレーム22に対して第1フレーム21を揺動させる第1アクチュエーター25と、第2フレーム22とベース23との間で、ベース23に対して第2フレーム22を揺動させる第2アクチュエーター26と、を備える。第2フレーム22およびベース23に、第2揺動軸J2に沿う上下方向Zの下側(-Z)に延在し第2アクチュエーター26を保持するアクチュエーター保持部29が設けられ、一対の第1揺動軸形成部24は、第1揺動軸J1上に位置し第1フレーム21および第2フレーム22を連結する一対の連結軸部240と、一対の連結軸部240の各々から第2揺動軸J2に沿う上下方向Zに第2フレーム22の表面22b上を延在する一対の梁241と、有する。

【0102】

本実施形態の画素シフトデバイス10によれば、第1フレーム21と第2フレーム22とを連結する一対の第1揺動軸形成部24の一対の梁241が第2フレーム22の表面22bに沿って形成されるため、第2フレーム22の強度を高めることができる。このため、本実施形態の画素シフトデバイス10は、例えば、運搬時の振動や落下による衝撃による負荷が加わった場合でも、一対の第1揺動軸形成部24によって第2フレーム22における第1フレーム21との連結部分の強度を高めることで、第2フレーム22の変形や破損を抑制することができる。

よって、画素シフトデバイス10の光学部材20のサイズを大きくすることで第2フレーム22として大型かつ軽量部材で構成されたものを採用する場合でも、第2フレーム22の強度を高めることで衝撃の負荷に対する耐性を持たせることができる。したがって、本実施形態の画素シフトデバイス10によれば、軽量かつ大型の第2フレーム22の一方側に第1アクチュエーター25および第2アクチュエーター26を集約した構造を採用する場合でも、第2フレーム22に衝撃の負荷に対する耐性を持たせた信頼性の高いデバイスを提供できる。

【0103】

また、本実施形態の画素シフトデバイス10において、第1アクチュエーター25および第2アクチュエーター26が第1揺動軸J1に対して第2フレーム22の片側に集約され、第2フレーム22に第1アクチュエーター25および第2アクチュエーター26の駆動力に伴って発生した応力が集中し易くなる。これに対して、本実施形態の画素シフトデバイス10は、フレーム補強部材30により剛性を高めることで第2フレーム22の変形が抑制されるため、第1フレーム21を介して保持する光学部材20の姿勢を精度良く制御することができる。

また、第2フレーム22の変形が生じ難いため、例えば、第2フレーム22或いは第2フレーム22に第1フレーム21を介して保持された光学部材20が前後方向Yにおいて動いて画像生成部4と接触することを抑制できる。よって、本実施形態の画素シフトデバイス10は、前後方向Yにおいて画素シフトデバイス10を画像生成部4に対して近接した状態で配置できる。このため、実施形態のプロジェクター1は前後方向Yの寸法を小型化できる。

【0104】

また、本実施形態の画素シフトデバイス10は、フレーム補強部材30により剛性を高めることで第2フレーム22の応力による歪量が低減され、第2アクチュエーター26の振動の減衰を抑制して第2フレーム22を効率的に揺動させることができる。このため、第2アクチュエーター26の駆動力を第2フレーム22の回転に効率良く利用できるので、第2アクチュエーター26を省エネルギーで駆動させることができる。

【0105】

また、本実施形態のプロジェクター1によれば、上記画素シフトデバイス10を備える

10

20

30

40

50

ので、運搬時の振動や落下による衝撃による負荷に耐性に優れたものとなる。また、画素シフトデバイス 10 の光学部材 20 としてサイズの大きいものを採用できるので、各液晶パネル 4RP, 4GP, 4BP として大型パネルを用いることができ、明るい画像をスクリーン SCR に投射することができる。

また、本実施形態のプロジェクター 1 は、第 2 フレーム 22 を省エネルギーで駆動できる画素シフトデバイス 10 を備えるので、プロジェクターの消費電力を小さく抑えることができる。

【0106】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

その他、光源装置を構成する各種構成要素の数、配置、形状および材料等の具体的な構成は、上記実施形態に限らず、適宜変更が可能である。

【0107】

上記実施形態の画素シフトデバイス 10 は、第 1 アクチュエーター 25 および第 2 アクチュエーター 26 を一対ずつ備える場合を例に挙げたが、第 1 アクチュエーター 25 および第 2 アクチュエーター 26 を 1 つずつ備える構成を採用してもよい。

【0108】

図 7 は第 1 变形例の画素シフトデバイスの要部構成を示す拡大図である。なお、本变彙例において上記実施形態と共に構成については同じ符号を付し、詳細については説明を省略する。

【0109】

例えば、上記実施形態の画素シフトデバイス 10 において、フレーム補強部材 30 は第 2 マグネットホルダー 35 を備えていたが、マグネットホルダーはフレーム補強部材と一体ではなく、第 2 フレーム 22 の一部で構成されてもよい。

【0110】

図 7 に示すように、本变彙例の画素シフトデバイス 10A において、第 2 アクチュエーター 26 の第 2 マグネットを保持する第 2 マグネットホルダー 222 はフレーム補強部材 30A と別体であり、第 2 フレーム 22 と一緒に形成されている。

【0111】

フレーム補強部材 30A は、第 2 フレーム 22 に設けられた一対の第 2 マグネットホルダー 222 と交差する方向に延び、一対の第 2 マグネットホルダー 222 間に配置されたリブ 130 を備えている。リブ 130 は本体部 31 の第 2 面 31b から前後方向 Y の後側 (-Y) に立ち上がり、左右方向 X に延びる部位である。

【0112】

フレーム補強部材 30A のリブ 130 は、第 2 フレーム 22 の一対の第 2 マグネットホルダー 222 が左右方向 X において互いに近づくように変形を抑制することができる。すなわち、本变彙例のフレーム補強部材 30A はリブ 130 を備えることで、第 2 マグネットホルダー 222 を有する第 2 フレーム 22 の剛性を高めることができる。

【0113】

また、上記実施形態の画素シフトデバイス 10 のフレーム補強部材 30 に設けられた一対の第 2 マグネットホルダー 35 と交差する方向に延びるリブを設けてもよい。これにより、フレーム補強部材 30 の剛性をより高めることで、一対の第 2 マグネットホルダー 35 が左右方向 X において互いに近づくように変形を抑制できる。

【0114】

また、上記実施形態のフレーム補強部材 30 は、第 2 連結軸部 34b を含むベース連結部 34 が一体に設けられていた。すなわち、上記実施形態のフレーム補強部材 30 は第 2 フレーム 22 とベース 23 とを連結するベース連結部を一体とする構成を採用したが、フレーム補強部材は連結軸部を別体とする構成を採用してもよい。

【0115】

(第 2 变形例)

10

20

30

40

50

図8は変形例の画素シフトデバイスの概略構成を示す平面図である。なお、本変形例において上記実施形態と共通の構成については同じ符号を付し、詳細については説明を省略する。

【0116】

図8に示すように、本変形例の画素シフトデバイス10Bは、光学部材20と、第1フレーム121と、第2フレーム122と、ベース123と、一対の第1揺動軸形成部24と、一つの第1アクチュエーター25と、一つの第2アクチュエーター26と、を備える。

【0117】

本変形例において、第1アクチュエーター25は、第2揺動軸J2上における第1フレーム121と第2フレーム122との隙間のうち下側(-Z)の隙間に配置される。

第2フレーム122は、第1フレーム121の周囲に配置されるとともに第1フレーム121と第2揺動軸J2上に位置する一対の連結軸124を介して連結される。

【0118】

第2アクチュエーター26は、第2フレーム122およびベース123の左側(-X)かつ下側(-Z)から延在する部分に設けられたアクチュエーター保持部129に保持される。本変形例のアクチュエーター保持部129は、第2フレーム122の左下端部122aから下側(-Z)に延びるマグネットホルダー125とベース123の左下端部123aから下側(-Z)に延びるコイルホルダー126とで構成される。本変形例において、第2フレーム122とベース123とは前後方向Yにおける位置がずれて配置されている。このため、第2フレーム122のマグネットホルダー125は、ベース123を跨いで下側(-Z)に延出するので、ベース123と干渉することがない。

【0119】

本変形例の画素シフトデバイス10Bは、光学部材20に対して第2揺動軸J2に沿う上下方向Zの下側(-Z)に第1アクチュエーター25および第2アクチュエーター26を集約して配置した構造を有している。本変形例の画素シフトデバイス10Bにおいても、一対の第1揺動軸形成部24によって大型かつ軽量部材で構成した第2フレーム122の剛性を高めることができる。

このため、本変形例の画素シフトデバイス10Bにおいても第2フレーム122の剛性が高められるため、落下などの衝撃の負荷に対する耐性を向上させることができる。これにより、画素シフトデバイス10Aのサイズを大きくして軽量かつ大型の第2フレーム122を採用する場合でも、落下などの衝撃の負荷による変形や破損を抑制した信頼性の高い画素シフトデバイスを提供できる。

【0120】

以下、本開示のまとめを付記する。

(付記1)

光学部材と、

前記光学部材を保持し、第1揺動軸回りに揺動する第1フレームと、

前記第1フレームの周囲に配置されるとともに前記第1フレームと連結し、前記第1揺動軸と直交する第2揺動軸回りに揺動する第2フレームと、

前記第2フレームの周囲に配置されるとともに前記第2フレームと連結するベースと、

前記第1揺動軸に沿う方向において前記第1フレームの両側に配置され、前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の第1揺動軸形成部と、

前記第1フレームと前記第2フレームとの間で、前記第2フレームに対して前記第1フレームを揺動させる第1アクチュエーターと、

前記第2フレームと前記ベースとの間で、前記ベースに対して前記第2フレームを揺動させる第2アクチュエーターと、を備え、

前記第2フレームおよび前記ベースに、前記第2揺動軸に沿う軸方向一方側に延在し前記第2アクチュエーターを保持するアクチュエーター保持部が設けられ、

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第1揺動軸上に位置し前記第1フレームおよび前記第2フレームを連結する一対の連結軸と、前記一対の連結軸の各々から前記第2揺動軸

10

20

30

40

50

に沿う方向に前記第2フレームの表面上を延在する一対の梁と、有する、
ことを特徴とする画素シフトデバイス。

【0121】

この構成の画素シフトデバイスによれば、第1フレームと第2フレームとを連結する一対の第1揺動軸形成部の一対の梁が第2フレームの表面に沿って形成されるため、第2フレームの強度を高めることができる。この画素シフトデバイスは、例えば、運搬時の振動や落下による衝撃による負荷が加わった場合でも、一対の第1揺動軸形成部によって第2フレームにおける第1フレームとの連結部分の強度を高めることで、第2フレームの変形や破損を抑制することができる。よって、衝撃の負荷に対する耐性を向上させた信頼性の高い画素シフトデバイスを提供できる。

10

また、画素シフトデバイスの光学部材のサイズを大きくすることで第2フレームとして大型かつ軽量部材で構成されたものを採用する場合でも、第2フレームの強度を高めることで衝撃の負荷に対する耐性を持たせることができる。

したがって、この画素シフトデバイスによれば、軽量かつ大型の第2フレームの一方側に第1アクチュエーターおよび第2アクチュエーターを集約した構造を採用する場合でも、第2フレームにおける衝撃の負荷に対する耐性を持たせた信頼性の高いデバイスを提供できる。

【0122】

(付記2)

前記第2フレームおよび前記ベースに、一対の前記アクチュエーター保持部が設けられ、
前記第2アクチュエーターは、前記一対のアクチュエーター保持部にそれぞれ配置された一対のアクチュエーターで構成される、

20

ことを特徴とする付記1に記載の画素シフトデバイス。

【0123】

この構成によれば、一対の第2アクチュエーターにより第2揺動軸回りの揺動力を安定して確保することで光学部材の姿勢変化を安定させることで画像光の光路を精度良くシフトできる。

【0124】

(付記3)

前記一対の第1揺動軸形成部は、前記第2揺動軸を中心として対称に配置される、
ことを特徴とする付記2に記載の画素シフトデバイス。

30

【0125】

この構成によれば、第1フレームと第2フレームとが一対の第1揺動軸形成部によってバランス良く連結されるため、光学部材を第1揺動軸回りに安定した状態で揺動させることができる。

【0126】

(付記4)

前記一対の梁の各々は、前記第1揺動軸を跨ぐように配置される、
ことを特徴とする付記3に記載の画素シフトデバイス。

【0127】

この構成によれば、各梁の各々が第1揺動軸の両側に配置されるため、第2フレームのうち第1揺動軸に対して直交する方向に延びる部分の強度をバランス良く向上できる。

40

【0128】

(付記5)

前記一対の梁の各々における前記第2揺動軸に沿う方向の長さは、前記第1フレームの前記第2揺動軸に沿う方向の長さに対応した長さである、

ことを特徴とする付記4に記載の画素シフトデバイス。

【0129】

この構成によれば、第1フレームに相当する長さを持つ一対の梁が第2フレーム上に重ねて配置されることで第2フレームの剛性を十分に高めることができる。よって、厚みの

50

小さい軽量材料で構成した第2フレームを用いた場合でも、第2フレームとして十分な剛性を確保できるので、デバイス自体の小型化および軽量化を実現できる。

【0130】

(付記6)

前記一対の梁の各々は、前記第1揺動軸を中心として対称に配置される、ことを特徴とする付記4に記載の画素シフトデバイス。

【0131】

この構成によれば、各梁の各々が第1揺動軸の両側に対称に配置されるため、第2フレームのうち第1揺動軸に対して直交する方向に延びる部分の強度を均等に向上させることができる。

10

【0132】

(付記7)

前記一対の梁は、前記第2フレームの前記表面の法線方向に沿って立ち上がり前記第2揺動軸に沿う方向に延びる、立ち上がり壁部を有する、

ことを特徴とする付記1から付記6のうちのいずれか一項に記載の画素シフトデバイス。

【0133】

この構成によれば、立ち上がり壁部を備えることで第2フレームの断面二次モーメントを大きくできる。よって、一対の梁は第2揺動軸に沿う方向の長さを最小限に抑えつつ、第2フレームの剛性を高めることができる。したがって、この構成によれば、一対の梁の長さを抑えることで重量増加を抑制しつつ、第2フレームの剛性を効率良く高めることができる。

20

【0134】

(付記8)

前記立ち上がり壁部は、前記一対の梁の各々における前記ベース側の端部に設けられ、前記第2フレームの前記表面の法線方向に平面視した際、前記一対の梁の各々における前記第2揺動軸に沿う方向の両端部は、前記第1フレーム側から前記ベース側に向けて前記第2揺動軸に沿う方向の長さが長くなる斜辺を有する、

ことを特徴とする付記7に記載の画素シフトデバイス。

【0135】

この構成によれば、各梁の両端部に斜辺を設けることで各梁の剛性を確保しつつ軽量化を図ることができる。

30

【0136】

(付記9)

前記第1アクチュエーターは、前記第2揺動軸上に配置され、

前記アクチュエーター保持部は、前記第1アクチュエーターに対して前記第1揺動軸と反対側に位置する、

ことを特徴とする付記1から付記8のうちのいずれか一つに記載の画素シフトデバイス。

【0137】

第2揺動軸に沿う方向に延びた第2フレームは変形が生じ易くなる。これに対して、本構成の画素シフトデバイスによれば、一対の第1揺動軸形成部によって第2フレームを強度が高められるため、第2揺動軸に延びた形状でも変形を抑制できる。

40

【0138】

(付記10)

画像光を生成する画像生成部と、

前記画像光を投射する投射光学系と、

前記画像生成部と前記投射光学系との間に配置され、前記画像生成部からの前記画像光の光路をシフトさせる、付記1から付記9のうちのいずれか一つに記載の画素シフトデバイスと、を備える、

ことを特徴とするプロジェクター。

【0139】

50

この構成のプロジェクターによれば、画素シフトデバイスを備えるので、運搬時の振動や落下による衝撃による負荷に耐性に優れたものとなる。また、画素シフトデバイスの光学部材としてサイズの大きいものを採用することで、例えば、画像生成部の各液晶パネルとして大型パネルを用いることができ、明るい画像を投射することができる。

【0140】

(付記11)

前記画像生成部は、

第1光射出面を有し、前記第1光射出面を前記投射光学系側に向けて配置された第1光変調装置と、

第2光射出面を有し、前記第2光射出面を前記第1光変調装置と前記投射光学系とが並ぶ方向に直交する方向に向けて配置された第2光変調装置と、

第3光射出面を有し、前記第3光射出面を前記第2光変調装置の前記第2光射出面と対向させるように配置された第3光変調装置と、

前記第1光変調装置、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置から射出された光を合成して前記画像光を生成し、前記画像光を前記投射光学系に向けて射出する光合成素子と、

を備え、

前記画素シフトデバイスの前記光学部材は、前記投射光学系と前記光合成光学素子との間の前記画像光の光路上に配置され、

前記第1光変調装置および前記投射光学系が並ぶ方向において、前記第2光変調装置および前記第3光変調装置の前記投射光学系側の端部は、それぞれ前記画素シフトデバイスと重なる、

ことを特徴とする付記10に記載のプロジェクター。

【0141】

この構成によれば、画素シフトデバイスの第1揺動軸形成部の一対の梁を備えることで、大型化する際の強度の向上を目的として第2フレームの厚みを厚くする必要が無い。

よって、第2フレームの厚さが薄くなるため、第2光変調装置および第3光変調装置を画素シフトデバイスに対してより近づけて配置することで装置構成のさらなる小型化を図ることができる。

【符号の説明】

【0142】

1...プロジェクター、4...画像生成部、4B...光変調装置（第1光変調装置）、4R...光変調装置（第2光変調装置）、4G...光変調装置（第3光変調装置）、5...光合成素子、6...投射光学系、10, 10A, 10B...画素シフトデバイス、20...光学部材、21, 121...第1フレーム、22, 122...第2フレーム、22b...表面（第2フレームの表面）、23, 123...ベース、24...第1揺動軸形成部、25...第1アクチュエーター、26...第2アクチュエーター、29, 129...アクチュエーター保持部、241a...端部（ベース側の端部）、40B...第3光射出面、40G...第1光射出面、40R...第2光射出面、240...連結軸、241...梁、243...壁部、245...両端部、246...斜辺、J1...第1揺動軸、J2...第2揺動軸、LT...画像光。

10

20

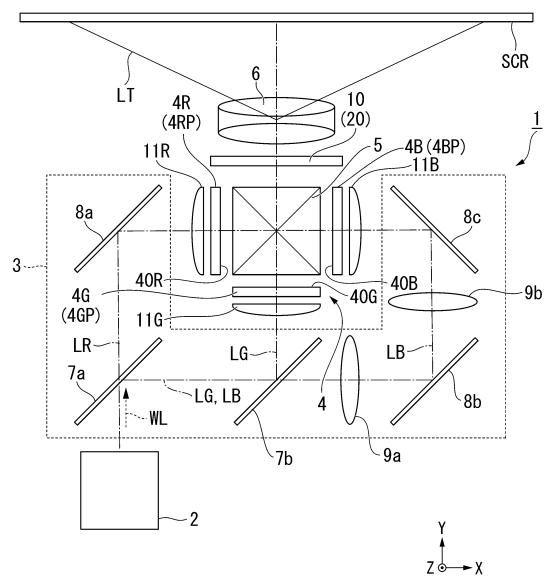
30

40

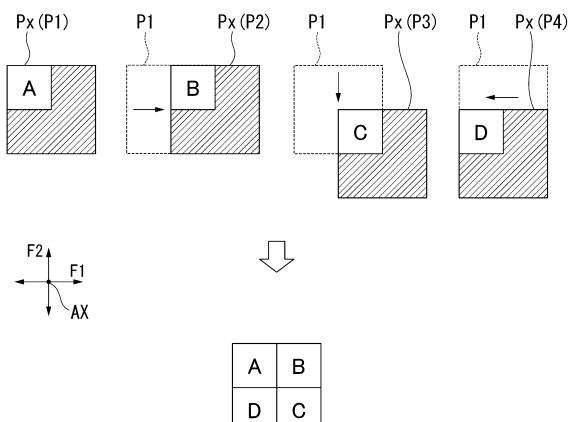
50

【四面】

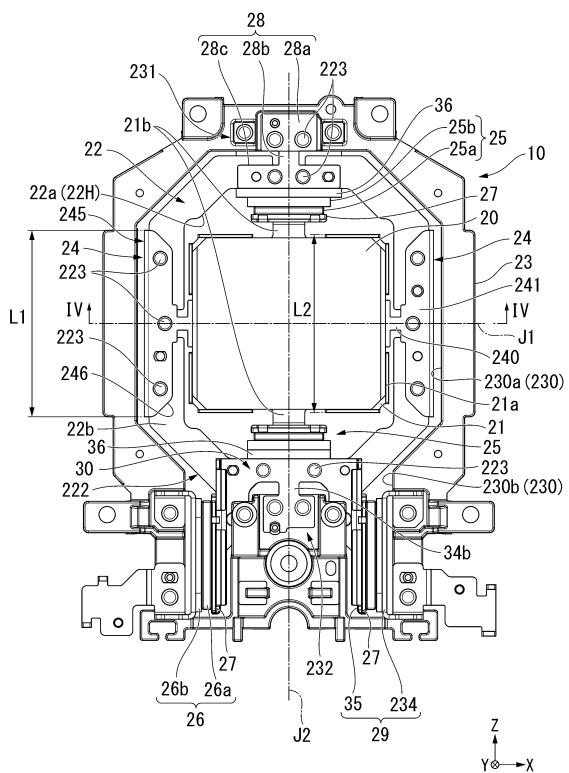
【 四 1 】



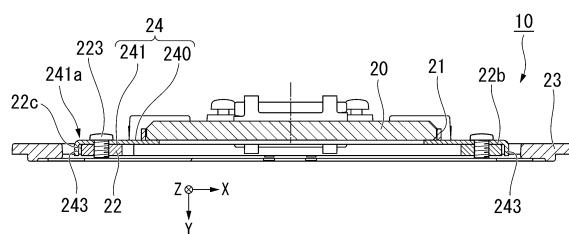
【 図 2 】



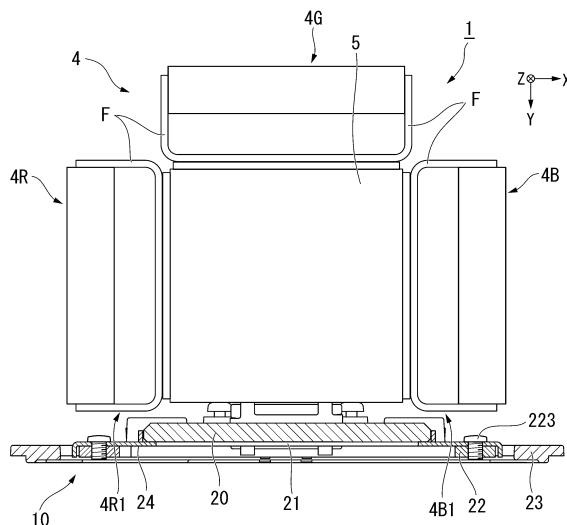
【 図 3 】



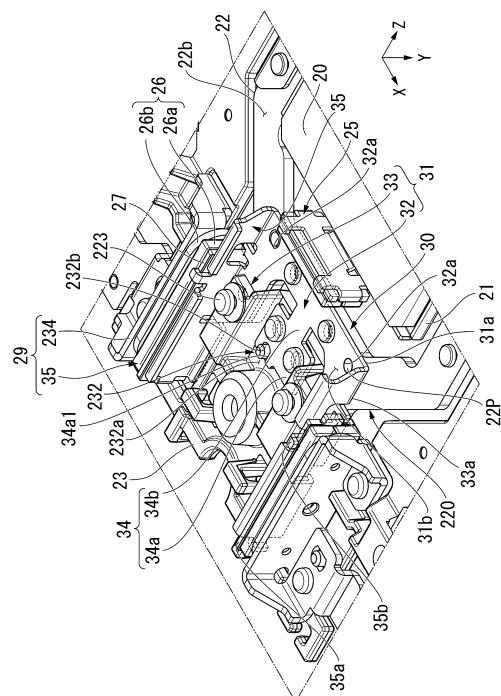
【 四 4 】



【図5】



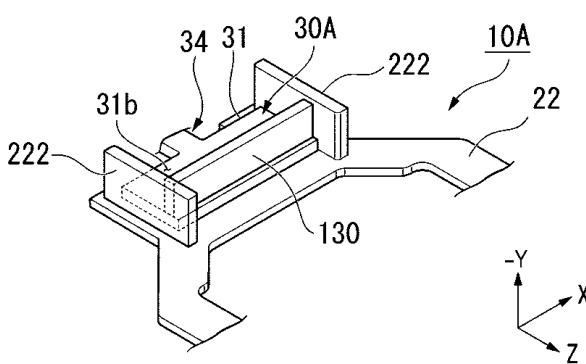
【 四 6 】



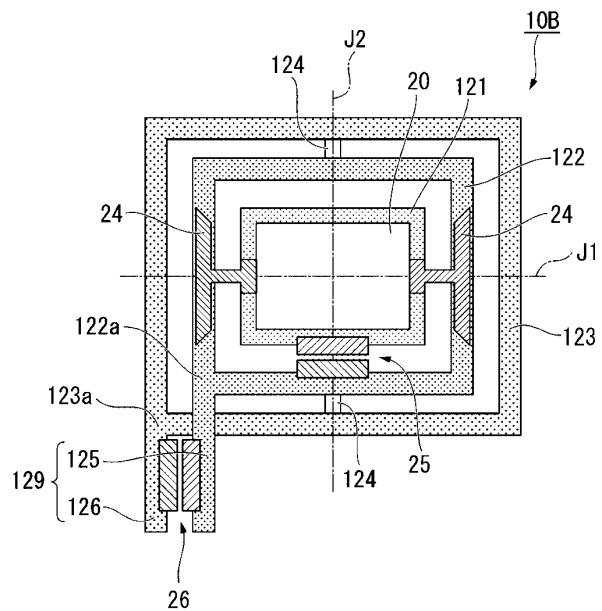
10

20

【図7】



【 四 8 】



30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 雅俊
長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 武田 知晋

(56)参考文献 特開 2020 - 091343 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 03 B 21 / 14

G 03 B 21 / 00

G 02 B 26 / 08

H 04 N 5 / 74

G 02 B 7 / 00