

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像形成素子で変調された画像光を複数のミラーで反射してスクリーンに投射する投射光学系を備える投射光学系ユニットにおいて、

前記画像形成素子を保持する画像形成素子保持部品と、それぞれ前記ミラーを保持する複数のミラー保持部品のうちの少なくとも1つとが固定された台座部品を備えることを特徴とする、投射光学系ユニット。

【請求項 2】

前記台座部品は、両端に第1及び第2の開口部が形成された筒状部を有する第1の台座部品を備え、

前記第1の開口部側に前記画像形成素子保持部品が固定され、前記第2の開口部側に前記複数のミラーのうち最も前記画像形成素子側に配置された第1のミラーを保持する第1のミラー保持部品が固定されていることを特徴とする、請求項1に記載の投射光学系ユニット。

【請求項 3】

前記第1の台座部品の前記筒状部は、前記第1の開口部の周囲に形成され、前記画像形成素子保持部品が密接する第1の端縁を備えることを特徴とする、請求項2に記載の投射光学系ユニット。

【請求項 4】

前記第1の台座部品の前記筒状部は、前記第2の開口部の周囲に形成され、前記第1のミラー保持部品が密接する第2の端縁を備えることを特徴とする、請求項3に記載の投射光学系ユニット。

【請求項 5】

前記第1の台座部品の前記筒状部は、
一端に前記第1の開口部が形成され、他端に第3の開口部が形成された第1の筒状部と、
一端が前記第3の開口部を介して前記第1の筒状部と連通し、他端に前記第2の開口部が形成された第2の筒状部と
を備え、

前記第1の台座部品は、前記複数のミラーのうち最も前記第1のミラー側に配置された第2のミラーを保持する第2のミラー保持部品が固定された固定部をさらに備えることを特徴とする、請求項2から請求項4のいずれか1項に記載の投射光学系ユニット。

【請求項 6】

前記台座部品は、前記複数のミラーのうち第3及び第4のミラーをそれぞれ保持する第3及び第4のミラー保持部品が固定され、かつ前記第1の台座部品に連結された第2の台座部品を含むことを特徴とする、請求項2から請求項5のいずれか1項に記載の投射光学系ユニット。

【請求項 7】

前記ミラーへの入射光線の方向と前記ミラーからの出射光線の方向の中間の方向である特定方向についての前記台座部品の線膨張係数が、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の投射光学系ユニット。

【請求項 8】

前記台座部品の前記特定方向の線膨張係数は、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 2.2×10^{-5} (1/K) 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の投射光学系ユニット。

【請求項 9】

前記複数のミラーのうちの第1のミラーを保持して前記台座部品に固定された第1のミラー保持部品と、前記第1のミラーと互いに対向する第2のミラーを保持して前記台座部品に固定された第2のミラー保持部品とを備え、

前記第1のミラー保持部品は前記第2のミラーに対して反対側の部位が前記台座部品に

固定され、かつ

前記第1のミラー保持部品の前記特定方向の線膨張係数は前記台座部品の前記特定方向の線膨張係数よりも大きいことを特徴とする、請求項7又は請求項8に記載の投射光学系ユニット。

【請求項10】

前記複数のミラーのうちの1つのミラーを保持して前記台座部品に固定されたミラー保持部品を備え、

前記ミラー保持部品は線膨張係数が異方性を有する材料からなり、

前記ミラー保持部品の前記特定方向の前記線膨張係数は、前記特定方向と交差する方向の線膨張係数よりも小さいことを特徴とする、請求項7又は請求項8に記載の投射光学系ユニット。

【請求項11】

前記ミラーと前記台座部品の温度差を低減する温度調整手段をさらに備えることを特徴とする、請求項1に記載の投射光学系ユニット。

【請求項12】

前記温度調整手段は前記台座部品を加熱する加熱手段を備えることを特徴とする、請求項11に記載の投射光学系ユニット。

【請求項13】

前記加熱手段は前記台座部品に取り付けられた電熱線を備えることを特徴とする、請求項12に記載の投射光学系ユニット。

【請求項14】

前記加熱手段は前記台座部品に光を照射する加熱用光源を備えることを特徴とする、請求項12に記載の投射光学系ユニット。

【請求項15】

前記画像形成素子は反射型画像形成素子であり、

前記加熱手段は、前記画像形成素子で反射された前記画像光以外の光を吸収する光吸収部材と、前記光吸収部材と前記台座部品を連結する伝熱部材とを備えることを特徴とする、請求項12に記載の投射光学系ユニット。

【請求項16】

前記加熱手段は、前記画像形成素子に連結された放熱部材と、前記放熱部材と前記台座部品を連結する伝熱部材とを備えることを特徴とする、請求項12に記載の投射光学系ユニット。

【請求項17】

前記温度調整手段は、

前記台座部品、前記ミラー、及び前記ミラー保持部品のうちの少なくとも1つの温度を検出する温度検出手段と、

前記温度検出手段で検出された温度に基づいて前記加熱手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする、請求項12に記載の投射光学系ユニット。

【請求項18】

前記温度調整手段は前記ミラーを冷却する冷却手段を備えることを特徴とする、請求項11に記載の投射光学系ユニット。

【請求項19】

前記冷却手段は、前記ミラー及び前記ミラー保持部品に冷却風を送る送風ファンを備えることを特徴とする、請求項18に記載の投射光学系ユニット。

【請求項20】

前記温度調整手段は、

前記台座部品、前記ミラー、及び前記ミラー保持部品のうちの少なくとも1つの温度を検出する温度検出手段と、

前記温度検出手段で検出された温度に基づいて前記冷却手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする、請求項18に記載の投射光学系ユニット。

10

20

30

40

50

【請求項 21】

画像形成素子に照明光を照射する照明光学系を有する照明光学系ユニットと、
請求項 1 から請求項 20 のいずれか 1 項に記載の投射光学系ユニットと、
前記画像形成素子で変調して形成された画像光が前記投射光学系ユニットによって投射
されるスクリーンと
を備えることを特徴とする、投射型画像表示装置。

【請求項 22】

画像形成素子で変調された画像光を複数のミラーで反射してスクリーンに投射する投射
光学系を備える投射光学系ユニットにおいて、

前記投射光学系は、前記画像形成素子側から順に凹面ミラーである第 1 の曲面ミラー、
凸面ミラーである第 2 の曲面ミラー、第 3 の曲面ミラー、及び第 4 の曲面ミラーを備え、
10

それぞれ前記第 1 から第 4 のミラーのうちのいずれか 1 つを保持する複数のミラー保持
部品のうちの少なくとも前記第 1 のミラーを保持する前記ミラー保持部品と、前記画像形
成素子とが共通の台座部品に固定され、かつ

前記ミラーへの入射光線の方向と前記ミラーからの出射光線の方向の中間の方向である
特定方向についての前記台座部品の線膨張係数が、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0
 $\times 10^{-5}$ (1/K) 以下であることを特徴とする、投射光学系ユニット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、投射光学系ユニット及びそれを用いた投射型画像表示装置に関する。詳しく
は、本発明は DMD (デジタルマイクロミラーデバイス) 等の反射型画像形成素子や透過
型液晶素子等の透過型画像形成素子を備えたリアプロジェクションテレビ、ビデオプロジェ
クタ等の投射型画像表示装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

投射型画像表示装置において画像形成素子によって形成された画像を拡大投射する投射
光学系は、主としてレンズ等の屈折型光学素子により構成された屈折光学系と、主として
ミラー等の反射型光学素子により構成された反射光学系に大別される。一般に、反射光学
系は色収差が存在しないため、より高精細な画像が得られるという特徴を有する。また、
反射光学系における画像形成素子とミラーとの位置関係及びミラー相互間の位置関係は、
屈折光学系における画像形成素子とレンズとの位置関係及びレンズ相互間の位置関係と比
較すると、光学性能に対する影響が大幅に大きい。換言すれば、反射光学系は画像形成素
子とミラーとの位置関係及びミラー相互間の位置関係に対して敏感である。

【0003】

特許文献 1 に、投射光学系として反射光学系を採用した投射型画像表示装置が開示され
ている。しかし、この投射型画像表示装置では、画像形成素子と投射光学系を構成するミ
ラーは別個の支持構造によって支持されている。そのため、画像形成素子とミラーを光学
設計通りの適正な位置関係に保持することが困難である。具体的には、画像形成素子に対
するミラーの傾きや距離を適正に設定し、かつ保持することが困難である。特に、衝撃が
作用した際に、画像形成素子に対するミラーの傾きや距離にずれが生じやすい。また、温
度変化時の熱膨張に起因して、画像形成素子に対するミラーの傾きや距離のずれが生じや
すい。画像形成素子に対するミラーの傾きや距離のずれにより投射光学系の光学性能が低
下すると、表示される画像の画質が劣化する。以上のように、画像形成素子とミラーを別
個の支持構造によって支持している投射型画像表示装置は、衝撃や温度変化に対する信頼
性が低い。

【特許文献 1】特開 2004-53658 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

10

20

30

40

50

本発明は、反射光学系からなる投射光学系において、画像形成素子に対するミラーの傾きや距離を適正に設定及び保持可能とし、信頼性を向上することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

第1の発明は、画像形成素子で変調された画像光を複数のミラーで反射してスクリーンに投射する投射光学系を備える投射光学系ユニットにおいて、前記画像形成素子を保持する画像形成素子保持部品と、それぞれ前記ミラーを保持する複数のミラー保持部品のうちの少なくとも1つとが固定された台座部品を備えることを特徴とする、投射光学系ユニットを提供する。

【0006】

具体的には、前記台座部品は、両端に第1及び第2の開口部が形成された筒状部を有する第1の台座部品を備え、前記第1の開口部側に前記画像形成素子保持部品が固定され、前記第2の開口部側に前記複数のミラーのうち最も前記画像形成素子側に配置された第1のミラーを保持する第1のミラー保持部品が固定されている。

【0007】

画像形成素子と第1のミラーの位置関係は、投射光学系の光学性能に大きく影響する。画像形成素子を保持する画像形成素子保持部品と第1のミラーを保持する第1のミラー保持部品とを共通の台座部品に固定することにより、画像形成素子に対する第1のミラーの傾きや距離を適正に設定及び保持し、それによって投射光学系は光学設計通りの光学性能が得られる。特に、衝撃や温度変化時の熱膨張に起因する画像形成素子や第1のミラーの傾きや距離のずれを防止ないしは抑制でき、信頼性が高い。

【0008】

さらに具体的には、前記第1の台座部品の前記筒状部は、前記第1の開口部の周囲に形成され、前記画像形成素子保持部品が密接する第1の端縁を備える。筒状部の第1の端縁に対して画像形成素子保持部品を密接させることで、画像形成素子の傾き及び位置が高精度を有する状態で、画像形成素子保持部品を第1の台座部品に対して固定できる。また、第1の台座部品に対する画像形成素子保持部品の取り付け強度が高まるので、衝撃に起因する画像形成素子の傾きや位置のずれを防止ないしは抑制できる。

【0009】

また、前記第1の台座部品の前記筒状部は、前記第2の開口部の周囲に形成され、前記第1のミラー保持部品が密接する第2の端縁を備える。筒状部の第2の端縁に対して第1のミラー保持部品を密接させることで、第1のミラーの傾き及び位置が高精度を有する状態で、第1のミラー保持部品を第1の台座部品に対して固定できる。また、第1の台座部品に対する第1のミラー保持部品の取り付け強度が高まるので、衝撃に起因する第1のミラーの傾きや位置のずれを防止ないしは抑制できる。

【0010】

さらに詳細には、前記第1の台座部品の前記筒状部は、一端に前記第1の開口部が形成され、他端に第3の開口部が形成された第1の筒状部と、一端が前記第3の開口部を介して前記第1の筒状部と連通し、他端に前記第2の開口部が形成された第2の筒状部とを備える。また、前記第1の台座部品は、前記複数のミラーのうち最も前記第1のミラー側に配置された第2のミラーを保持する第2のミラー保持部品が固定された固定部をさらに備える。

【0011】

画像形成素子と第1のミラーの位置関係と同様に、第1のミラーと第2のミラーの位置関係も投射光学系の光学性能に大きく影響する。第2のミラーを保持する第2のミラー保持部品を画像形成素子保持部品及び第1のミラー保持部品と共に第1の台座部品に固定することにより、第1のミラーに対する第2のミラーの傾きや距離を適正に設定及び保持できる。特に、衝撃や温度変化時の熱膨張に起因する第1のミラーに対する第2のミラーの傾きや距離のずれを防止ないしは抑制できる。

【0012】

10

20

30

40

50

前記台座部品は、前記複数のミラーのうち第3及び第4のミラーをそれぞれ保持する第3及び第4のミラー保持部品が固定され、かつ前記第1の台座部品に連結された第2の台座部品を含むことが好ましい。

【0013】

第3及び第4のミラーを保持する第3及び第4のミラー保持部品を第1の台座部品とは別個の第2の台座部品に固定することにより、台座部品の製作及び組み立てが容易となる。第3及び第4のミラーの傾き及び位置が投射光学系に与える影響は、画像形成素子、第1のミラー、及び第2のミラーと比較して少ない。従って、第3及び第4のミラー保持部品を第1の台座部品とは別個の第2の台座部品に固定しても、投射光学系は所望の光学特性を実現できる。

【0014】

前記ミラーへの入射光線の方向と前記ミラーからの出射光線の方向の中間の方向である特定方向についての前記台座部品の線膨張係数が、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下であることが好ましい。

【0015】

台座部品の特定方向の線膨張係数を 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下に設定することにより、過度なコスト増大を回避しつつ、台座部品の熱膨張やミラーを含む光学部品の熱膨張によって生じる画像形成素子とミラーの距離の拡大、ミラー相互間の距離の拡大、及び光学部品のパワーの変化等に起因する投射光学系の光学性能の低下を防止ないしは抑制し、スクリーンに投射される画像の画質を向上できる。

【0016】

スクリーン側から投射光学系側や光路をとった焦点位置のずれ量（バックフォーカスずれ量）は、投射光学系の焦点深度の範囲内に抑制する必要がある。台座部品の特定方向の線膨張係数が 3.0×10^{-5} (1/K) 以下であれば、バックフォーカスずれ量をエフナンバーが F4.0 の場合の投射光学系の焦点深度 ($\pm 4.5 \times 10^{-2}$ mm) 以下にほぼ抑制できる。

【0017】

線膨張係数が上限値 (3.0×10^{-5} (1/K)) のときのバックフォーカスずれ量はプラスの値である。線膨張係数の減少に伴い、バックフォーカスずれ量が減少してマイナスに転じる。線膨張係数がさらに減少すると、マイナスのバックフォーカスずれ量の絶対値が増加する。従って、線膨張係数の値がある程度小さくなると、それ以上線膨張係数の値を小さくしても投射光学系の光学性能はかえって低下する。一方、台座部品の材料として採用できる一般的な材料の線膨張係数は 0.8×10^{-5} ~ 1.0×10^{-5} (1/K) 程度であり、 1.0×10^{-5} (1/K) よりも大幅に小さい線膨張係数を有する材料は非常に高価で過度にコスト高となる。これらの理由より、台座部品の特定方向の線膨張係数は 0.8×10^{-5} (1/K) 以上に設定される。

【0018】

特定方向の台座部品の線膨張係数が 2.2×10^{-5} (1/K) 以下であれば、エフナンバーが F2.8 の場合の投射光学系の焦点深度 ($\pm 2.5 \times 10^{-2}$ mm) 程度以下にバックフォーカスずれ量を設定できる。従って、台座部品の特定方向の線膨張係数は、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 2.2×10^{-5} (1/K) 以下に設定することがより好ましい。

【0019】

前記複数のミラーのうちの第1のミラーを保持して前記台座部品に固定された第1のミラー保持部品と、前記第1のミラーと互いに対向する第2のミラーを保持して前記台座部品に固定された第2のミラー保持部品とを備え、前記第1のミラー保持部品は前記第2のミラーに対して反対側の部位が前記台座部品に固定されている場合、前記第1のミラー保持部品の前記特定方向の線膨張係数は前記台座部品の前記特定方向の線膨張係数よりも大きいことが好ましい。

【0020】

第1のミラー保持部品は、第2のミラーに対して反対側の部位が台座部品に固定されて

10

20

30

40

50

いる。従って、熱膨張により台座部品が延びて第1のミラーと第2のミラーの間隔が拡大すると、それと同時に第1のミラー保持部品の熱膨張により第1のミラーは第2のミラーに向けて移動する。また、第1のミラー保持部品の線膨張係数は、台座部品の特定方向の線膨張係数よりも大きいので、台座部品の延びの割合よりも、第1のミラー保持部品の延びの割合のほうが大きい。従って、台座部品の熱膨張に起因する第1のミラーと第2のミラーの間隔の拡大を抑制できる。

【0021】

前記複数のミラーのうちの1つのミラーを保持して前記台座部品に固定されたミラー保持部品を備え、前記ミラー保持部品が線膨張係数に異方性を有する材料からなる場合、前記ミラー保持部品の前記特定方向の前記線膨張係数は、前記特定方向と交差する方向の線膨張係数よりも小さいことが好ましい。

【0022】

ミラー保持部品の線膨張係数の小さい方向が特定方向を向いているので、熱膨張による光軸方向のミラー保持部品の延びを抑制し、ミラーの光軸方向の位置ずれを抑制できる。

【0023】

前記ミラーと前記台座部品の温度差を低減する温度調整手段を備えることが好ましい。

【0024】

熱変形によるミラーのパワー変化と台座部品の熱膨張とは、光学性能、特に前述のバックフォーカスずれ量に大きな影響を与える。熱変形によるミラーのパワー変化はバックフォーカスずれ量をプラス側に増加させる傾向がある。逆に、台座部品の熱膨張はバックフォーカス量をマイナス側に増加させる傾向がある。従って、ミラーと台座部品の温度差が小さければ、熱変形によるミラーのパワー変化と台座部品の熱膨張とがバックフォーカスずれ量に与える影響が互いに相殺され、温度上昇に起因するバックフォーカスずれ量の増加は抑制される。しかし、ミラーと台座部品の温度差が大きければ、熱変形によるミラーのパワーの変化と台座部品の熱膨張のうちのいずれか一方がバックフォーカスずれ量に与える影響は、他方がバックフォーカスずれ量に与える影響よりも大きくなる。従って、ミラーと台座部品の温度差が大きいと、温度上昇に起因するバックフォーカスずれ量の増加が顕著となる。以上の理由により、温度調整手段によってミラーと台座部品の温度差を所定範囲内に低減することで、ミラーと台座部品の熱膨張の程度差に起因するバックフォーカスずれ量の増加が低減され、温度上昇時にも投射光学系は光学設計通りの良好な光学性能を維持できる。具体的には、温度調整手段は、温度上昇に起因するバックフォーカスずれ量が投射光学系のエフナンバーに応じた焦点深度の範囲内となるように、ミラーと台座部品の温度差を低減する。

【0025】

例えば、前記温度調整手段は前記台座部品を加熱する加熱手段を備える。

【0026】

具体的には、前記加熱手段は前記台座部品に取り付けられた電熱線を備える。代案としては、前記加熱手段は前記台座部品に光を照射する加熱用光源を備える。他の代案としては、前記画像形成素子は反射型画像形成素子であり、前記加熱手段は、前記画像形成素子で反射された前記画像光以外の光を吸収する光吸収部材と、前記光吸収部材と前記台座部品を連結する伝熱部材とを備える。光吸収部材で発生した熱が伝熱部材を介して台座部品に伝達され、それによって台座部品が加熱される。熱源として光吸収部材を利用するので、発熱用の電源を設ける必要がない。さらに他の代案としては、前記加熱手段は、前記画像形成素子に連結された放熱部材と、前記放熱部材と前記台座部品を連結する伝熱部材とを備える。画像形成素子で発生した熱は放熱部材と伝熱部材を介して台座部品に伝達され、それによって台座部品が加熱される。画像形成素子が熱源であるので、発熱用の電源を設ける必要がない。

【0027】

前記温度調整手段は、前記台座部品、前記ミラー、及び前記ミラー保持部品のうちの少なくとも1つの温度を検出する温度検出手段と、前記温度検出手段で検出された温度に基

10

20

30

40

50

づいて前記加熱手段を制御する制御手段とを備えてもよい。温度検出手手段の検出する温度に基づいて制御手段が加熱手段を制御することで、台座部品とミラーを温度差が低減された状態で確実に維持できる。ミラー保持部品の温度はミラーの温度と密接な相関を有するので、温度検出手手段は台座部品やミラーの温度に代えてミラー保持部品の温度を検出してもよい。

【0028】

例えは、加熱手段が電熱線である場合、温度検出手手段が検出する温度から台座部品の温度がミラーの温度よりも前述の所定範囲を超えて低いと判断されると、制御手段は電源から電熱線に電力を供給して発熱させる。一方、台座部品の温度がミラーの温度よりも前述の所定範囲を超えて高いと判断されると、制御手段は電源から電熱線への電力供給を遮断する。加熱手段が加熱用光源である場合、温度検出手手段が検出する温度から台座部品の温度がミラーの温度よりも前述の所定範囲を超えて低いと判断されると、制御手段は加熱用光源を点灯させる。一方、台座部品の温度がミラーの温度よりも前述の所定範囲を超えて高いと判断されると、制御手段は加熱用光源を消灯させる。

【0029】

前記温度調整手段は前記ミラーを冷却する冷却手段を備えていてもよい。

【0030】

具体的には、前記冷却手段は、前記ミラー及び前記ミラー保持部品に冷却風を送る送風ファンを備える。また、冷却手段はペルチ工素子等の他の手段でミラー保持部品を冷却するものでもよい。

【0031】

前記温度調整手段は、前記台座部品、前記ミラー、及び前記ミラー保持部品のうちの少なくとも1つの温度を検出手手段と、前記温度検出手手段で検出された温度に基づいて前記冷却手段を制御する制御手段とを備えてよい。温度検出手手段の検出する温度に基づいて制御手段が冷却手段を制御することで、台座部品とミラーを温度差が低減された状態で確実に維持できる。

【0032】

例えは、冷却手段が送風ファンである場合、制御手段は温度検出手手段が検出する温度からミラーの温度が台座部品の温度よりも所定範囲を超えて高いと判断すると、送風ファンを駆動して冷却風をミラー及びミラー保持部品に送る。一方、ミラー保持部品の温度が台座部品の温度よりも所定範囲を超えて低いと判断されると、制御手段は送風ファンを停止させる。

【0033】

第2の発明は、画像形成素子に照明光を照射する照明光学系を有する照明光学系ユニットと、第1の発明の投射光学系ユニットと、前記画像形成素子で変調して形成された前記画像光が前記投射光学系ユニットによって投射されるスクリーンとを備える投射型画像表示装置である。

【0034】

第3の発明は、画像形成素子で変調された画像光を複数のミラーで反射してスクリーンに投射する投射光学系を備える投射光学系ユニットにおいて、前記投射光学系は、前記画像形成素子側から順に凹面ミラーである第1の曲面ミラー、凸面ミラーである第2の曲面ミラー、第3の曲面ミラー、及び第4の曲面ミラーを備え、それぞれ前記第1から第4のミラーのうちのいずれか1つを保持する複数のミラー保持部品のうちの少なくとも前記第1のミラーを保持する前記ミラー保持部品と、前記画像形成素子とが共通の台座部品に固定され、かつ前記ミラーへの入射光線の方向と前記ミラーからの出射光線の方向の中間の方向である特定方向についての前記台座部品の線膨張係数が、 0.8×10^{-5} (1/K)以上 3.0×10^{-5} (1/K)以下であることを特徴とする、投射光学系ユニットを提供する。

【発明の効果】

【0035】

10

20

30

40

50

本発明の投射光学系ユニットは、画像形成素子を保持する画像形成素子保持部品と、それぞれミラーを保持する複数のミラー保持部品のうちの少なくとも1つとが固定された台座部品を備えるので、画像形成素子に対するミラーの傾きや距離を適正に設定及び保持し、それによって投射光学系は光学設計通りの良好な光学性能が得られる。特に、衝撃や温度変化時の熱膨張に起因する画像形成素子やミラーの傾きや距離のずれを防止ないしは抑制でき、信頼性が高い。

【0036】

ミラーへの入射光線の方向とミラーからの出射光線の方向の中間の方向である特定方向についての台座部品の線膨張係数を、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下に設定することにより、過度なコスト上昇をもたらすことなく、投射光学系の光学性能に対して顕著な影響を与えない程度に、熱膨張に起因するミラーの光軸方向の位置ずれを抑制し、スクリーンに投射される画像の画質を向上できる。

10

【0037】

また、ミラー保持部品の特定方向の線膨張係数を台座部品の特定方向の線膨張係数よりも大きく設定することで、熱膨張に起因するミラー間の間隔の拡大を抑制できる。

【0038】

さらに、ミラー保持部品の線膨張係数の小さい方向が特定方向を向くことで、熱膨張によるミラーの光軸方向の位置ずれを抑制できる。

【0039】

さらにまた、ミラーと台座部品の温度差を低減する温度調整手段を投射光学系ユニットに設けることで、温度上昇に起因するバックフォーカスずれ量の増加が低減され、温度上昇時にも投射光学系は光学設計通りの良好な光学性能を維持できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

(第1実施形態)

図1は本発明の投射型画像表示装置の実施形態であるリアプロジェクションテレビ(リアプロトV)1を示す。リアプロトV1のケーシング2内には、反射型画像形成素子の一例であるデジタルマイクロミラーデバイス(DMD)3、このDMD3に照明光を照射する照明光学系4を備える照明光学系ユニット5、及びDMD3で反射された投射光、すなわち画像光を拡大投射する投射光学系6を備える投射光学系ユニット7が収容されている。また、ケーシングの前面上方には、投射光学系6で拡大された画像が2枚の平面ミラー8A, 8Bを介して投射されるスクリーン9が配設されている。

30

【0041】

図2を併せて参照すると、ケーシング2内の下部には、照明光学系ユニット5の筐体10に加え、投射光学系ユニット7の下側台座部品(第1の台座部品)11と上側台座部品(第2の台座部品)12が収容されている。筐体10内には、照明光学系4の光学部品が保持されている。また、下側及び上側台座部品11, 12により、DMD3と投射光学系6の光学部品が保持されている。図4から図6を併せて参照すると、下側台座部品11はその上部外側に一対の載置部37を備え、これらの載置部37上に上側台座部品12が載置されている。下側台座部品11及び上側台座部品12は、例えはポリカーボネイト等の材料からなり、後に詳述するように特定方向Dの線膨張係数1は 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下の範囲に設定されている。また、投射光学系ユニット7は後に詳述する下側台座部品11の加熱装置(加熱手段)50を備えている。

40

【0042】

DMD3は、多数の微小なミラー素子を二次元配置してなるミラー面を備え、個々のミラー素子の反射角度は互いに独立して2方向に切り換え可能である。個々のミラー素子がスクリーン9上に投射される画像の画素に対応している。反射角度が2方向のうちの一方に設定されたミラー素子は、「オン」の状態にある。このオン状態のミラー素子で反射された照明光学系4からの光束(画像光)は、投射光学系6及び平面ミラー8A, 8Bを介してスクリーン9上に投射される。一方、反射角度が2方向のうちの他方に設定されたミ

50

ラーは、「オフ」の状態にある。このオフ状態のミラー素子で反射された照明光学系4からの光束は投射光学系6に入射せず、スクリーン9上では黒い画素として表示される。

【0043】

図3を参照すると、照明光学系4は、投射光学系6に対して略垂直な方向に設けられ、例えば超高压水銀ランプからなる放電ランプ15、放物面鏡16、コンデンサーレンズ17A, 17B、カラーホイール19、インテグレータロッド18、リレーレンズ20A, 20B, 20C、及び図示しない絞りとミラーを備える。また、照明光学系4は、図5及び図11に示すエントランスレンズ21を備える。

【0044】

放電ランプ15から放射された光は放物面鏡16により平行光に変換され、コンデンサーレンズ17A, 17Bによりインテグレータロッド18の入射面に集光される。インテグレータロッド18の入射面近傍に配置されたカラーホイール19の円周上には、赤、青、緑の色光をそれぞれ透過するカラーフィルタが配置され、カラーホイール19が回転することで、インテグレータロッド18への入射光は時分割で色分解される。インテグレータロッド18は、直方体のガラスロッドであり、ロッド内面で入射光を全反射させて重ね合わせることで、射出面から均一な強度分布を持つ光束が出射される。インテグレータロッド18は内面に反射面を有する中空ロッドでもよい。リレーレンズ20A～20C、図示しない絞りとミラー、及び図5、図11に示すエントランスレンズ21により、インテグレータロッド18の射出面の像がDMD3上に形成される。これにより、DMD3は均一な光強度で照明される。

【0045】

図1及び図11を参照すると、投射光学系6は4枚の曲面ミラー25, 28, 30, 31、2枚の収差補正板27, 29、及び1個の可変絞り機構26を備える。詳細には、DMD3側から順に、凹面ミラー(第1のミラー)25、可変絞り機構26、第1収差補正板27、凸面ミラー(第2のミラー)28、第2収差補正板29、第1自由曲面ミラー(第3のミラー)30、及び第2自由曲面ミラー(第4のミラー)31が配置されており、DMD3からの画像光はこの順でスクリーン9側へ導かれる。凹面ミラー25は球面ミラーで、凸面ミラー28は回転対称非球面ミラーである。また、凹面ミラー25と凸面ミラー28は光束径が比較的小さい状態の画像光を反射するので、熱変形を生じにくいガラス材料からなる。第1自由曲面ミラー30は凹面ミラーであり、第2自由曲面ミラー31は凸面ミラーである。第1及び第2収差補正板27, 29は光学的に殆どパワーを有しない。第1及び第2自由曲面ミラー30, 31と第1及び第2収差補正板27, 29は樹脂材料からなる。これら投射光学系6が備える光学部品のうち、凹面ミラー25、可変絞り機構26、第1収差補正板27、凸面ミラー28、及び第2収差補正板29が下側台座部品11に保持され、第1及び第2自由曲面ミラー30, 31が上側台座部品12に保持されている。

【0046】

DMD3と凹面ミラー25の位置関係は、投射光学系6の光学性能に大きく影響する。後述するようにDMD3を保持する画像形成素子保持板38と凹面ミラー25を保持するミラー保持部品42とを共通の下側台座部品11に固定することにより、DMD3に対する凹面ミラー25の傾きや距離を適正に設定及び保持し、それによって投射光学系6は光学設計通りの光学性能が得られる。特に、衝撃や温度変化時の熱膨張に起因するDMD3や凹面ミラー25の傾きや距離のずれを防止ないしは抑制でき、信頼性が高い。

【0047】

DMD3と凹面ミラー25の位置関係と同様に、凹面ミラー25と凸面ミラー28の位置関係も投射光学系6の光学性能に大きく影響する。後述するように凸面ミラー28を保持するミラー保持部品45をDMD3及び凹面ミラー25と共に下側台座部品11に固定することにより、凹面ミラー25に対する凸面ミラー28の傾きや距離を適正に設定及び保持できる。特に、衝撃や温度変化時の熱膨張に起因する凹面ミラー25に対する凸面ミラー28の傾きや距離のずれを防止ないしは抑制できる。

10

20

30

40

50

【0048】

次に、図4から図12を参照して下側台座部品11及びこれに保持された光学部品について詳述する。下側台座部品11は単一の部材からなり、全体として水平方向に延びる第1筒状部35及び第2筒状部36を備える。第2筒状部36は第1筒状部35と連続して形成されており、第1筒状部35よりも図11において左側上方に位置している。

【0049】

図11に示すように、第1筒状部35は、頂壁35a、底壁35b、互いに対向する一対の側壁35c、一方の端部(図11において左側)の下側部を閉じる下側端部壁35d及び一方の端部の上側部を閉じる上側端部壁35eを備え、他方の端部(図11において右側)に開口部(第1の開口部)35fが形成されている。

10

【0050】

一方、第2筒状部36は、頂壁36a、底壁36b、互いに対向する一対の側壁36c及び一方の端部(図11において右側)の上側部を閉じる端部壁36dを備え、他方の端部(図11において左側)に開口部(第2の開口部)36eが形成されている。また、第2筒状部36の上部外側に前述の載置部37が設けられている。第2筒状部36の底壁36bは第1筒状部35の内部に僅かに突出しており、その下側に第1筒状部35の下側端部壁35dがあり、上側に第1筒状部35の上側端部壁35eがある。一方、第1筒状部35の頂壁35aは第2筒状部36の端部壁36dまで延びている。

【0051】

図11において右側に位置する第1筒状部35の開口部35fは、DMD3を保持した画像形成素子保持板(画像形成素子保持部品)38により密閉状態で閉鎖されている。DMD3はその背面側が基板39に実装されている。また、DMD3にはヒートシンク(放熱部材)40が連結されている。

20

【0052】

図6及び図12を参照して第1筒状部35に対する画像形成素子保持板38の取り付け構造を説明する。第1筒状部35の開口部35fを取り囲む端縁(第1の端縁)35iには左右2個ずつで合計4個のねじ止め部80と、左右1個ずつで合計2個の位置決め突起81が形成されている。ねじ止め部80は開口部35fの四隅に対応する位置に設けられている。また、個々のねじ止め部80には雌ねじ部80aが形成されている。画像形成素子保持板38には、ねじ止め部80の雌ねじ部80a及び位置決め突起81と対応する位置に6個の貫通孔38aが形成されている。位置決め突起81を貫通孔38aに挿入し、かつ貫通孔38aに挿通したねじをねじ止め部80に螺合することで画像形成素子保持板38が第1筒状部35に対して固定されている。画像形成素子保持板38の四隅付近が4個のねじ止め部80の先端に当接し、それによって画像形成素子保持板38は第1筒状部35に対して所定の位置及び姿勢で保持される。また、画像形成素子保持板38と開口部35fを囲む端縁35iとの間には、矩形枠状の弾性部材82が圧縮状態で介装されている。画像形成素子保持板38は弾性部材82を介して端縁35iに密接している。

30

【0053】

第1筒状部35の端縁35iに対して画像形成素子保持板38を密接させることで、DMD3の傾き及び位置が高精度を有する状態で、画像形成素子保持板38を下側台座部品11に対して固定できる。また、下側台座部品11に対する画像形成素子保持板38の取り付け強度が高まるので、衝撃に起因するDMD3の傾きや位置のずれを防止ないしは抑制できる。さらに、開口部35fを取り囲む端縁35iに画像形成素子保持板38を取り付けることで下側台座部品11の剛性が向上するので、衝撃による下側台座部品11の変形を防止ないしは抑制できる。

40

【0054】

図11において下側台座部品11の左下側の部分に設けられた第1筒状部35の下側端部壁35dにも、開口部35gが形成されている。この開口部35gには照明光学系4のエントランスレンズ21が取り付けられている。

【0055】

50

図11において右側に位置する第1筒状部35の上側端部壁35eには、第1筒状部35の内部と第2筒状部36の内部を連通させる開口部(第3の開口部)35hが形成されている。DMD3から投射光学系6の最初の光学部品である凹面ミラー25に到る光路は、この開口部35hを通る。この開口部35hは防塵用のカバーガラス41で閉鎖されている。

【0056】

第2筒状部36の開口部36eには凹面ミラー25が取り付けられている。詳細には、凹面ミラー25はミラー保持部品(第1のミラー保持部品)42に固定されており、このミラー保持部品42によって開口部36eが密閉状態で閉鎖されている。ミラー保持部品42は、凹面ミラー25を保持している保持部品本体42aと、この保持部品本体42aが位置及び傾きを調整可能に取り付けられた保持板42bを備える。本実施形態では、ミラー保持部品42の保持部品本体42aは、繊維強化樹脂からなる。具体的には、保持部材本体42aは、ガラス強化繊維43を含み、基材44はポリカーボネイトからなる(図14参照)。

【0057】

図5及び図7から図11を参照すると、開口部36eを取り囲む端縁(第2の端縁)36hには左右2個ずつで合計4個のねじ止め部83と、左右1個ずつで合計2個の位置決め突起84が形成されている。ねじ止め部83は開口部36eの四隅に対応する位置に設けられている。また、個々のねじ止め部83には雌ねじ部が形成されている。ミラー保持部品42の保持板42bには、ねじ止め部83の雌ねじ部と位置決め突起84に対応する位置に6個の貫通孔42cが形成されている。位置決め突起84を貫通孔42cに挿通し、かつ貫通孔42cに挿通したねじをねじ止め部83に螺合することで保持板42bが第2筒状部36に対して固定されている。保持板42bの四隅付近が4個のねじ止め部83の先端に当接し、それによって保持板42bは第2筒状部36に対して所定の位置及び姿勢で保持される。

【0058】

第2筒状部36の端縁36hに対してミラー保持部品42を密接させることで、凹面ミラー25の傾き及び位置が高精度を有する状態で、ミラー保持部品42を下側台座部品11に対して固定できる。また、下側台座部品11に対する凹面ミラー保持部品42の取り付け強度が高まるので、衝撃に起因する凹面ミラー25の傾きや位置のずれを防止ないしは抑制できる。さらに、開口部36eを取り囲む端縁36hにミラー保持部品42を取り付けることで下側台座部品11の剛性が向上するので、衝撃による下側台座部品11の変形を防止ないしは抑制できる。

【0059】

第2筒状部36の内部には可変絞り機構26が配設されている。また、第2筒状部36の端部壁36dにも開口部36fが形成され、この開口部36fに第1収差補正板27が取り付けられている。

【0060】

第2筒状部36の第1収差補正板27よりも外側には凸面ミラー28が取り付けられている。以下、凸面ミラー28の取付構造を詳説する。図10及び図12を参照すると、下側台座部品11は開口部36fの左右両側から外側に突出する一対の取付部(固定部)32を備える。図11を併せて参照すると、取付部32の先端の取付面32aは開口35f, 36hと平行であり、DMD3が取り付けられた端縁35iと同じ側部(図11において下側台座部品11の右側)にある。また、各取付面32aには2個のねじ部33と1個の位置決め突起34が設けられている。凸面ミラー28はミラー保持部品45に固定されている。前述のミラー保持部品42と同様に、凸面ミラー28のミラー保持部品45は、ポリカーボネイトの基材44内にガラス強化繊維43を含む(図15参照)。ミラー保持部品45はねじ部33にねじを螺合することで取付面32a上に固定されている。ミラー保持部品45の取付面32aとDMD3が取り付けられる端縁35iは下側台座部品11と同じ側部に設けられているので、下側台座部品11の製作時には取付面32aと端縁35iを合わせて位置決めする。

10

20

30

40

50

5 i を同一金型で同時に形成できる。そのため、取付面 3 2 a と端縁 3 5 i の位置関係の精度が高く、凸面ミラー 2 8 を D M D 3 に対して高精度で位置決めできる。

【 0 0 6 1 】

第 2 筒状部 3 6 の外側上方に形成された開口部 3 6 g に第 2 収差補正板 2 9 が取り付けられている。

【 0 0 6 2 】

前述のように上側台座部品 1 2 には、第 1 及び第 2 自由曲面ミラー 3 0 , 3 1 が取り付けられている。本実施形態では、上側台座部品 1 2 は単一の部材からなる。図 1 0 及び図 1 1 を参照すると、上側台座部品 1 2 は中央に開口部 1 2 a が形成された基板部 1 2 b を備え、この基板部 1 2 b が前述の下側台座部品 1 1 の載置部 3 7 上に固定されている。図 9 及び図 1 0 に最も明瞭に表れているように、下側台座部品 1 1 の第 2 収差補正板 2 9 を取り付けた部分が開口部 1 2 a を貫通して基板部 1 2 b の上方に位置している。第 1 及び第 2 自由曲面ミラー 3 0 , 3 1 は、それぞれミラー保持部品 8 6 , 8 7 に保持されており、これらのミラー保持部品 8 6 , 8 7 が上側台座部品 1 2 に固定されている。詳細には、基板部 1 2 b の前方に設けられた一対の支持部 1 2 c に第 1 自由曲面ミラー 3 0 のミラー保持部品 8 6 が固定され、基板部 1 2 b 上の後方側に部位に第 2 自由曲面ミラー 3 1 のミラー保持部品 8 7 が固定されている。

【 0 0 6 3 】

第 1 及び第 2 自由曲面ミラー 3 0 , 3 1 を保持するミラー保持部品 8 6 , 8 7 を下側台座部品 1 1 とは別個の上側台座部品 1 2 に固定することにより、下側及び上側台座部品 3 0 , 3 1 の製作及び組み立てが容易となる。第 1 及び第 2 の自由曲面ミラー 3 0 , 3 1 の傾き及び位置が投射光学系 6 に与える影響は、D M D 3 、凹面ミラー 2 5 、及び凸面ミラー 2 8 の傾き及び位置と比較して少ない。従って、第 1 及び第 2 の自由曲面ミラー 3 0 , 3 1 のミラー保持部品 8 6 , 8 7 を下側台座部品 1 1 とは別個の上側台座部品 1 2 に固定しても、投射光学系 6 は所望の光学特性を実現できる。

【 0 0 6 4 】

下側台座部品 1 1 の特定方向（図 1 1 において矢印 D で概略的に示す）の線膨張係数 1 は 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下の範囲に設定している。ここで特定方向 D とは、下側台座部品 1 1 で保持された曲面ミラー 2 5 , 2 8 , 3 0 , 3 1 への入射光線の方向とこれらのミラーからの出射光線の方向の中間の方向であり、これらの曲面ミラーの光軸方向と実質的に同方向である。下側台座部品 1 1 の特定方向 D の線膨張係数 1 をこの範囲に設定することで、過度なコスト上昇を回避しつつ、下側台座部品 1 1 の熱膨張やミラーを含む光学部品の熱膨張によって生じる D M D 3 とミラーの距離の拡大、ミラー相互間の距離の拡大、及び光学部品のパワーの変化等に起因する投射光学系 6 の光学性能の低下を防止ないしは抑制し、スクリーン 9 に投射される画像の画質を向上できる。以下、その理由を詳述する。

【 0 0 6 5 】

下側台座部品 1 1 の特定方向 D の線膨張係数 1 を 4.00×10^{-6} から 6.2×10^{-6} の範囲で変化させ、下側台座部品 1 1 、上側台座部品 1 2 、及び 4 枚のミラー 2 5 , 2 8 , 3 0 , 3 1 、2 枚の収差補正板 2 7 , 2 9 を常温（例えば 2 0 ）から 4 0 だけ温度が上昇した場合の投射光学系 6 の光学的性能への影響をシミュレーションした。具体的には、下側及び上側台座部品 1 1 , 1 2 及び投射光学系 6 を構成する光学部品（ミラー 2 5 , 2 8 , 3 0 , 3 1 、と収差補正板 2 7 , 2 9 ）の熱膨張によって生じる D M D 3 と凹面ミラー 2 5 の距離の拡大、ミラー相互間の距離の拡大、及び光学部品のパワーの変化からバックフォーカスずれ量（B F ずれ量） B F を算出した。また、線膨張係数 1 の変化に対する B F ずれ量 B F の変化を表す近似曲線を求めた。B F ずれ量 B F は、スクリーン 9 側から投射光学系 6 側へ光路をとった焦点位置のずれの量である。図 1 に模式的に示すように、スクリーン 9 の背面側に焦点位置がずれる場合は B F ずれ量 B F の符号はプラスであり、スクリーン 9 の前面側に焦点位置がずれる場合は B F ずれ量 B F の符号はマイナスである。B F ずれ量 B F の絶対値が小さい程、スクリーン 9 に投射さ

10

20

30

40

50

れる画像は高画質である。

【0066】

このシミュレーションにおいて、各光学部品の線膨張係数は下記の表1に示す通りである。また、DMD素子3の画像形成領域の寸法を4.13mm×7.43mm、スクリーン9の寸法を790mm×1405mmとした。さらに、スクリーン9と平面ミラー8の距離を150mmとした。

【0067】

【表1】

光学部品	線膨張係数 (1/K)
凹面ミラー25	7.8×10^{-6}
第1収差補正板27	6.0×10^{-5}
凸面ミラー28	9.4×10^{-6}
第2収差補正板29	6.0×10^{-5}
第1自由曲面ミラー30	7.0×10^{-5}
第2自由曲面ミラー31	7.0×10^{-5}

10

20

【0068】

シミュレーションの結果を表2及び図13に示す。本実施形態の投射光学系6では、第1及び第2自由曲面ミラー30, 31の熱膨張によるパワーの変化、凹面ミラー25と第1自由曲面ミラー30の距離、及び第1自由曲面ミラー30と第2自由曲面ミラー31の距離はバックフォーカスずれ量BFに及ぼす影響は少ない。また、第1及び第2収差補正板27, 29も殆どパワーを持たないため、バックフォーカスずれ量BFに殆ど影響を及ぼさない。一方、DMD素子3と凹面ミラー25の距離の変化は最もバックフォーカスずれ量BFに影響を及ぼす。

【0069】

【表2】

線膨張係数 α 1 (1/K)	BFずれ量 Δ BFの計算 値 (mm)	BFずれ量 Δ BFの Δ BF近似直線 (mm)
0.40×10^{-5}	—	-1.94×10^{-2}
0.60×10^{-5}	—	-1.43×10^{-2}
0.80×10^{-5}	-0.01	-9.13×10^{-3}
1.00×10^{-5}	-0.005	-4.02×10^{-3}
1.20×10^{-5}	0.002	1.10×10^{-3}
1.40×10^{-5}	0.008	6.22×10^{-3}
1.60×10^{-5}	0.012	1.13×10^{-2}
1.80×10^{-5}	0.016	1.64×10^{-2}
2.00×10^{-5}	0.021	2.16×10^{-2}
2.20×10^{-5}	0.026	2.67×10^{-2}
2.40×10^{-5}	0.032	3.18×10^{-2}
2.60×10^{-5}	—	3.69×10^{-2}
2.80×10^{-5}	—	4.20×10^{-2}
3.00×10^{-5}	—	4.71×10^{-2}
3.20×10^{-5}	—	5.23×10^{-2}
3.40×10^{-5}	—	5.74×10^{-2}
3.60×10^{-5}	—	6.25×10^{-2}
3.80×10^{-5}	—	6.76×10^{-2}
4.00×10^{-5}	—	7.27×10^{-2}
4.20×10^{-5}	—	7.78×10^{-2}
4.40×10^{-5}	—	8.30×10^{-2}
4.60×10^{-5}	—	8.81×10^{-2}
4.80×10^{-5}	—	9.32×10^{-2}
5.00×10^{-5}	—	9.83×10^{-2}
5.20×10^{-5}	—	1.03×10^{-1}
5.40×10^{-5}	—	1.09×10^{-1}
5.60×10^{-5}	—	1.14×10^{-1}
5.80×10^{-5}	—	1.19×10^{-1}
6.00×10^{-5}	—	1.24×10^{-1}
6.20×10^{-5}	—	1.29×10^{-1}

10

20

30

40

50

【0070】

バックフォーカスずれ量 BF は投射光学系 6 の焦点深度の範囲内に抑制する必要がある。エフナンバーが F 4.0 の場合、焦点深度は $\pm 4.5 \times 10^{-2}$ mm 程度である。表 2 及び図 13 に示すように、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 の増加に伴い昇温時の BF ずれ量 BF が増加する。また、 3.0×10^{-5} (1/K) の場合の BF ずれ量 BF は 4.71×10^{-5} であり、F 4.0 の場合の焦点深度とほぼ同程度である。従って、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 が 3.0×10^{-5} (1/K) 以下であれば、BF ずれ量 BF をエフナンバーが F 4.0 の焦点深度 ($\pm 4.5 \times 10^{-2}$ mm) 以下にほぼ抑制できる。

【0071】

下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 の減少に伴い、 $1.00 \sim 1.20 \times 10^{-5}$ 付近で BF ずれ量 BF の符号がマイナスに転じる。例えば、線膨張係数 1 は 0.8×10^{-5} (1/K) の場合には BF ずれ量 BF は -9.13×10^{-3} mm である

。線膨張係数 1 がさらに減少すると、マイナスのバックフォーカスずれ量の絶対値が増加する。従って、線膨張係数 1 の値がある程度小さくなると、それ以上線膨張係数 1 の値を小さくしても投射光学系 6 の光学性能はかえって低下する。一方、下側台座部品 1 の材料として採用できる一般的な材料の線膨張係数は $0.8 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-5}$ (1/K) 程度である。例えば、SUS430 の線膨張係数は 1.0×10^{-5} (1/K)、ガラスの線膨張係数は 1.0×10^{-5} (1/K) 程度である。また、ガラス纖維を 30 % 含有するポリカーボネイトの線膨張係数は、ガラス纖維方向で $1.4 \times 10^{-5} \sim 2.0 \times 10^{-5}$ (1/K) 程度であり、ガラス纖維に対して垂直な方向で 6.0×10^{-5} (1/K) 程度である。さらに、BMC (Bulk Molding Compound) の線膨張係数は $1.4 \sim 2.2 \times 10^{-5}$ (1/K) 程度である。従って、 1.0×10^{-5} (1/K) よりも大幅に小さい線膨張係数を有する材料は非常に高価であり過度にコスト高となる。これらの理由より、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 は 0.8×10^{-5} (1/K) 以上に設定される。10

【0072】

より明るいエフナンバーである F2.8 の場合、焦点深度は許容値 $\pm 2.5 \times 10^{-2}$ mm 程度である。図 13 から明らかのように、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 が 2.2×10^{-5} (1/K) の場合、BF ずれ量 BF は 2.5×10^{-2} mm である。従って、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 は、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 2.2×10^{-5} (1/K) 以下の範囲に設定することがより好ましい。20

【0073】

下側台座部品 11 と同様の理由により、上側台座部品 12 の特定方向 D の線膨張係数も、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下の範囲に設定している。また、上側台座部品 12 の特定方向 D の線膨張係数は、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 2.2×10^{-5} (1/K) 以下の範囲に設定することがより好ましい。

【0074】

複数の曲面ミラー 25, 28, 30, 31 を有し、かつ DMD3 側から凹面ミラー 25 と凸面ミラー 28 が順に配置されている本実施形態の投射光学系 6 では、光学部品の寸法、特に DMD3 の画像形成領域の寸法が大幅に変化しない限り、前述の下側及び上側台座部品 11, 12 の好ましい線膨張係数の値は殆ど差がない。30

【0075】

図 14 及び図 15 を参照すると、前述のようにミラー保持部品 42, 45 はガラス強化纖維 43 を含むので、線膨張係数について異方性を有する。具体的には、ガラス強化纖維 43 の長辺方向の線膨張係数が他の方向の線膨張係数よりも小さい。図 14 (A) 及び図 15 (A) に示すように、線膨張係数が小さいガラス強化纖維 43 の長辺方向を特定方向 D、すなわち凹面ミラー 25 や凸面ミラー 28 の光軸方向に沿わせている。ミラー保持部品 42, 45 の線膨張係数の小さい方向が特定方向 D を向いていることにより、熱膨張によるミラー保持部品 42, 45 の光軸方向の伸びを抑制し、凹面ミラー 25 や凸面ミラー 28 の光軸方向の位置ずれを抑制できる。30

【0076】

ガラス強化纖維 43 の長辺方向は射出成形時の基材 44 の流れの方向とほぼ一致する。従って、凸面ミラー 28 のミラー保持部品 42 については、図 14 (B) に示すように特定方向 D と直交する方向を向くゲート 47 ではなく、図 14 (A) に示すように特定方向 D を向いたゲート 47 から金型に基材 44 を射出する。同様に、凹面ミラー 25 のミラー保持部品 42 についても、図 15 (B) に示すように特定方向 D と直交する方向を向いたゲートではなく、図 15 (A) に示すように特定方向 D を向いたゲート 47 から金型に基材 44 を射出する。40

【0077】

次に、加熱装置 50 について説明する。図 4、図 7、及び図 8 を参照すると、加熱装置 50 は下側台座部品 11 (第 1 筒状部 35) の一対の側壁 35c の外側に固定された面ヒータ 51、側壁 35c の内部に配設された温度センサ 52、ミラー保持部品 42 の内部に

配設されて凹面ミラー25の温度を検出する温度センサ53、及び制御装置54を備える。図4にのみ模式的に示すように、面ヒータ51は電熱線55をアルミ薄等の熱伝導性の良好な2枚のシート材で挟んでなり、電熱線55は電源56から供給される電力により発熱する。

【0078】

凹面ミラー25が投射光を反射するのに対して、下側台座部品11には投射光は直接照射されないので、ミラー保持部品42は下側台座部品11よりも高温となる傾向がある。例えば、常温下(20程度)であっても、凹面ミラー25は発熱して40程度まで昇温する場合がある。熱変形による凹面ミラー25のパワー変化と下側台座部品11の熱膨張とは、光学性能、特に前述のバックフォーカスずれ量BFに大きな影響を与える。熱変形による凹面ミラー25のパワー変化はバックフォーカスずれ量BFをプラス側(図1参照)に増加させる傾向がある。逆に、下側台座部品11の熱膨張はバックフォーカス量BFをマイナス側に増加させる傾向がある。従って、凹面ミラー25と下側台座部品11の温度差が小さければ、熱変形による凹面ミラー25のパワー変化と下側台座部品11の熱膨張とがバックフォーカスずれ量BFに与える影響が互いに相殺され、温度上昇に起因するバックフォーカスずれ量BFの増加は抑制される。しかし、凹面ミラー25と下側台座部品11の温度差が大きければ、熱変形による凹面ミラー25のパワーの変化と下側台座部品11の熱膨張のうちのいずれか一方がバックフォーカスずれ量BFに与える影響は、他方がバックフォーカスずれ量BFに与える影響よりも大きくなる。従って、凹面ミラー25と下側台座部品11の温度差が大きいと、温度上昇に起因するバックフォーカスずれ量BFの増加が顕著となる。

【0079】

制御装置54は、下側台座部品11とミラー保持部品42との温度差が低減されるように、温度センサ52が検出する下側台座部品11の温度と温度センサ53が検出する凹面ミラー25の温度に基づいて、電源56から面ヒータ51への電力供給を制御し、温度上昇に起因するバックフォーカスずれ量BFが投射光学系6のエフナンバーに応じた焦点深度の範囲内となるように、凹面ミラー25と下側台座部品11の温度差を低減する。具体的には、温度センサ52, 53の検出温度から下側台座部品11の温度が凹面ミラー25の温度より所定範囲を超えて低いと判断されると、制御装置54は電源56から面ヒータ51の電熱線55に電力を供給して発熱させる。一方、温度センサ52, 53の検出温度から下側台座部品11の温度が凹面ミラー25の温度よりも所定範囲を超えて高いと判断されると、制御装置54は電源56から面ヒータ51の電熱線55への電力供給を遮断する。

【0080】

凹面ミラー25と下側台座部品11の温度差を所定範囲内に低減することで、凹面ミラー25と下側台座部品11の熱膨張の程度差に起因するバックフォーカスずれ量BFの増加が低減され、温度上昇時にも投射光学系6は光学設計通りの良好な光学性能を維持できる。また、温度センサ52, 53の検出する温度に基づいて面ヒータ51の発熱が制御されるので、凹面ミラー25と下側台座部品11を温度差が低減された状態で確実に維持できる。

【0081】

面ヒータ51で下側台座部品11を加熱することにより、投射光学系6は常温よりも高い温度で使用される。従って、投射光学系ユニット7を構成する下側台座部品11、上側台座部品12、ミラー保持部品42、ミラー保持部品45、曲面ミラー25, 28, 30, 31等は高温の使用温度により熱膨張した状態で所望の光学性能を発揮するように光学設計がなされている。

【0082】

なお、温度センサ52, 53のいずれか一方のみを設け、その検出温度に基づいて制御装置54が面ヒータ51を制御してもよい。また、ミラー保持部品42の温度は凹面ミラー25の温度と密接に相関するので、ミラー保持部品42の温度を温度センサで検出して

10

20

30

40

50

もよい。凹面ミラー 25 以外の他のミラー（例えば凸面ミラー 28）又はそれを保持するミラー保持部品にも温度センサを設け、その検出温度を制御装置 54 が利用してもよい。

【0083】

本実施形態のリアプロ TV1 の主な特徴は以下の通りである。まず、DMD 素子 3 の画像形成素子保持板 38、凹面ミラー 25 のミラー保持部品 42、及び曲面ミラー 28 のミラー保持部品 45 を共通の下側台座部品 11 に取り付けたので、DMD 3 に対する凹面ミラー 25 や凸面ミラー 28 の傾きや距離を適正に設定及び保持し、それによって投射光学系 6 は光学設計通りの光学性能が得られる。特に、衝撃や温度変化時の熱膨張に起因する DMD 3 やミラー 25, 28 の傾きや距離のずれを防止ないしは抑制でき、信頼性が高い。

10

【0084】

また、下側台座部品 11 及び上側台座部品 12 の特定方向 D の線膨張係数を 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下に設定したので、過度なコスト上昇をもたらすことなく、下側及び上側台座部品 11, 12 の熱膨張やミラーを含む光学部品の熱膨張によって生じる DMD 3 とミラーの距離の拡大、ミラー相互間の距離の拡大、及び光学部品のパワーの変化等に起因する投射光学系の光学性能の低下を防止ないしは抑制し、スクリーン 9 に投射される画像の画質を向上できる。

【0085】

さらに、ミラー保持部品 42, 45 は線膨張係数が小さい方向が特定方向を向くことにより、熱膨張による凹面ミラー 25 や凸面ミラー 28 の光軸方向の位置ずれを抑制できる。

20

【0086】

さらにまた、加熱装置 50 で下側台座部品 11 を加熱することにより、下側台座部品 11 と凹面ミラー 25 の温度差を低減し、これらの熱膨張の差に起因する光学性能低下を防止ないしは抑制できる。加熱装置 50 は、台座部品の構造や材料、投射光学系の構成が本実施形態が異なる場合にも、ミラーと台座部品の温度差を制御することでバックフォーカスズレ量を所定の好ましい範囲内に設定できる。

【0087】

（第2実施形態）

図 16 に示す本発明の第2実施形態は、下側台座部品 11、凹面ミラー 25 のミラー保持部品 42、及び凸面ミラー 28 のミラー保持部品 45 の構造が第1実施形態と異なる。

30

【0088】

第2筒状部 36 の頂壁 36a は、端部壁 36d を超えて水平方向（図 17 において右側）に延びている。また、凹面ミラー 25 のミラー保持部品 42 は、凹面ミラー 25 が対向している凸面ミラー 28 とは反対側である図 11 において上部左側に突起 42c を備え、この突起 42c が第2筒状部 36 の頂壁 36a に固定されている。さらに、ミラー保持部品 45 は、凸面ミラー 28 が対向している凹面ミラー 25 とは反対側である図 17 において上部右側に突起 45a を備え、この突起 45a が第2筒状部 36 の頂壁 36a に固定されている。ミラー保持部品 42, 45 は、第1実施形態と同様にポリカーボネイトの基材 44 内にガラス纖維 43 を含有する（図 14 及び図 15 参照）。

40

【0089】

凹面ミラー 25 を保持するミラー保持部材 42 及び凸面ミラー 28 を保持するミラー保持部品 45 の特定方向 D の線膨張係数 2, 3 は、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 よりも大きい値に設定されている。前述のように下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 1 は、 0.8×10^{-5} (1/K) 以上 3.0×10^{-5} (1/K) 以下の範囲に設定されるので、ミラー保持部品 42 及びミラー保持部品 45 の特定方向 D の線膨張係数 2, 3 は例えば 3.0×10^{-5} (1/K) 以上 6.0×10^{-5} (1/K) 以下の範囲に設定される。また、前述のようにミラー保持部品 42 は凹面ミラー 25 とは反対側の 42a が頂壁 36a に固定され、ミラー保持部品 45 は凸面ミラー 28 とは反対側の突起 45a が頂壁 36a に固定されている。これらの構成により、下側台座部品 11 の熱膨

50

張に起因する凸面ミラー 28 と凹面ミラー 25 の間隔の拡大を抑制できる。以下、図 17 を参照してその理由を説明する。

【0090】

図 17 はミラー保持部品 42, 45 とこれらが固定されている下側台座部品 11 の第 2 简状部 36 の頂壁 36a を模式的に示す。常温 (例えば 20) での凸面ミラー 28 と凹面ミラー 25 の特定方向 D の間隔を L1、温度上昇を T とすると、下側台座部品 11 の熱膨張による間隔 L1 の増加量 L1' は以下の式 (1) で表される。

【0091】

【数 1】

$$\Delta L1' = L1 \times \alpha_1 \times \Delta T \dots (1)$$

10

【0092】

また、常温での凹面ミラー 25 と突起 42a の特定方向 D の間隔 L2、同じく常温での凸面ミラー 28 と 45a 突起の特定方向 D の間隔を L3 とすると、突起 45a と突起 42a の間隔 L1 + L2 + L3 の熱膨張による増加量 L123 は、以下の式 (2) で表される。

【0093】

【数 2】

$$\Delta L123 = (L1 + L2 + L3) \times \alpha_1 \times \Delta T \dots (2)$$

20

【0094】

温度上昇によりミラー保持部品 42, 45 も熱膨張する。温度が T だけ上昇した場合のミラー保持部品 42, 45 の熱膨張による間隔 L2, L3 の増加量 L2', L3' は以下の式 (3), (4) で表される。

【0095】

【数 3】

$$\Delta L2' = L2 \times \alpha_2 \times \Delta T \dots (3)$$

$$\Delta L3' = L3 \times \alpha_3 \times \Delta T \dots (4)$$

30

【0096】

ミラー保持部品 42 は凸面ミラー 28 とは反対側の突起 42a が固定されているので、ミラー保持部品 42 の熱膨張により凹面ミラー 25 は L2' だけ凹面ミラー 25 に向けて移動する。同様に、ミラー保持部品 45 は凹面ミラー 25 とは反対側の突起 45a が固定されているので、ミラー保持部品 45 の熱膨張により凸面ミラー 28 は L3' だけ凹面ミラー 25 に向けて移動する。従って、熱膨張による実際の距離 L1 の増加量 L1' は、以下の式 (5) に示すように増加量 L123 から増加量 L2', L3' を差し引いた値となり、下側台座部品 11 の熱膨張に起因する凹面ミラー 25 と凸面ミラーの間隔 L1 の拡大を抑制できる。特に、ミラー保持部品 42 及びミラー保持部品 45 の線膨張係数 α_2 , α_3 は下側台座部品 11 の線膨張係数 α_1 よりも大きいので、下側台座部品 11 の熱膨張に起因する凹面ミラー 25 と凸面ミラーの間隔 L1 の拡大を効果的に抑制できる。

【0097】

【数 4】

$$\begin{aligned} \Delta L1' &= \Delta L123 - \Delta L2' - \Delta L3' \\ &= \{(L1 + L2 + L3) \times \alpha_1 \times \Delta T\} - (L2 \times \alpha_2 \times \Delta T) \\ &\quad - (L3 \times \alpha_3 \times \Delta T) \\ &= L1 \times \alpha_1 \times \Delta T - L2 \times (\alpha_2 - \alpha_1) \times \Delta T \\ &\quad - L3 \times (\alpha_3 - \alpha_1) \times \Delta T \\ &\quad \dots \quad (5) \end{aligned}$$

40

【0098】

50

例えば距離 L_1 , L_2 , L_3 がそれぞれ 8.0 mm, 1.5 mm, 1.5 mm、線膨張係数 1 , 2 , 3 がそれぞれ 2.0×10^{-5} (1/K) 、 6.0×10^{-5} (1/K) 、 6.0×10^{-5} (1/K) 、温度上昇 T が 40 の場合、式(1)から得られる間隔 L_1 の増加量 L_1 は 6.4×10^{-2} mm となるが、式(5)から得られる実際の増加量 L_1' は 1.6×10^{-2} mm に低減される。

【0099】

以上のように、ミラー保持部品 42 及びミラー保持部品 45 の特定方向 D の線膨張係数を下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数よりも大きく設定することで、熱膨張に起因する凹面ミラー 25 と凸面ミラー 28 間の間隔の拡大を抑制できる。

【0100】

第 2 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0101】

(第 3 実施形態)

図 18 に示す本発明の第 3 実施形態は、加熱装置 50 の構成が第 1 実施形態と異なる。本実施形態の加熱装置 50 は、下側台座部品 11 の第 1 筒状部 35 の側壁 35c に光を照射して加熱する加熱用光源 60 を備える。この加熱用光源 60 は、ランプ 61、ランプ 61 の発する光を側壁 35c 上で集光させるための楕円鏡 62、及びランプ 61 の点灯回路 63 を備える。

【0102】

制御装置 54 は、下側台座部品 11 とミラー保持部品 42 との温度差を低減するために、下側台座部品 11 に取り付けられた温度センサ 52 が検出する下側台座部品 11 の温度、及びミラー保持部品 42 に取り付けられた温度センサ 53 が検出する凹面ミラー 25 の温度に基づいて、加熱用光源 60 の点灯及び消灯を制御する。具体的には、温度センサ 52 , 53 の検出する温度から下側台座部品 11 の温度が凹面ミラー 25 の温度よりも所定範囲を超えて低いと判断されると、制御装置 54 は点灯回路 63 を駆動してランプ 61 を点灯させ、ランプ 61 の発する光によって下側台座部品 11 を加熱する。一方、下側台座部品 11 の温度が凹面ミラー 25 の温度よりも所定範囲を超えて低いと判断されると、制御装置 54 は点灯回路 63 の駆動を停止してランプ 61 を消灯させる。加熱用光源 60 により下側台座部品 11 を加熱して下側台座部品 11 と凹面ミラー 25 の温度差を低減することで、下側台座部品 11 と凹面ミラー 25 の熱膨張の差に起因する光学性能低下を防止ないしは抑制できる。

【0103】

第 3 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施形態は第 2 実施形態と組み合わせることもできる。

【0104】

(第 4 実施形態)

図 19 及び図 20 に示す本発明の第 4 実施形態も加熱装置 50 の構成が第 1 実施形態と異なる。本実施形態の加熱装置 50 は、熱源として不要光吸收板(光吸收部材) 65 を利用している。図 19 に示すように、不要光吸收板 65 は黒色に塗装された金属板であり、第 1 筒状部 35 内の頂壁 35a に固定されている。DMD 3 のミラー素子のうちオフ状態のもので反射された不要光 66 は、投射光学系 6 に入射しないように図 20 において上方に向かい、不要光吸收板 65 で吸収される。不要光吸收板 65 は不要光 66 を吸収することにより発熱する。また、加熱装置 50 は不要光吸收板 65 が発生した熱を下側台座部品 11 に伝達するための伝熱板(伝熱部材) 67 を備える。本実施形態では、伝熱板 67 は細長い帯状の金属板であり、一端が下側台座部品 11 の第 1 筒状部 35 の内部で不要光吸收板 65 に連結されている。また、伝熱板 67 は第 1 筒状部 35 内から下側台座部品 11 の外部へ延び、他端が第 1 筒状部 35 の側壁 35c に連結されている。

【0105】

10

20

30

40

50

不要光吸収板 6 5 で発生した熱は伝熱板 6 7 を介して下側台座部品 1 1 に伝達され、下側台座部品 1 1 が加熱される。その結果、下側台座部品 1 1 と凹面ミラー 2 5 の温度差が低減されるので、下側台座部品 1 1 と凹面ミラー 2 5 の熱膨張の差に起因する光学性能低下を防止ないしは抑制できる。また、熱源として不要光吸収板 6 5 を利用するので、発熱用の電源を設ける必要がない。

【 0 1 0 6 】

第 4 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施形態は第 2 実施形態と組み合わせることもできる。

【 0 1 0 7 】

(第 5 実施形態)

図 2 1 に示す本発明の第 5 実施形態も加熱装置 5 0 の構成が第 1 実施形態と異なる。本実施形態の加熱装置 5 0 は、熱源として D M D 3 のヒートシンク 4 0 を利用している。また、加熱装置 5 0 は下側台座部品 1 1 の外部に配置された伝熱板 6 8 を備える。伝熱板 6 8 は一端がヒートシンク 4 0 に連結され、他端が下側台座部品 1 1 の第 1 筒状部 3 5 の側壁 3 5 c に連結されている。ヒートシンク 4 0 に集められた D M D 3 が発生した熱は、伝熱板 6 8 を介して下側台座部品 1 1 に伝達され、下側台座部品 1 1 が加熱される。その結果、下側台座部品 1 1 と凹面ミラー 2 5 の温度差が低減されるので、下側台座部品 1 1 と凹面ミラー 2 5 の熱膨張の差に起因する光学性能低下を防止ないしは抑制できる。また、熱源として D M D 3 のヒートシンク 4 0 を利用するので、発熱用の電源を設ける必要がない。

【 0 1 0 8 】

第 5 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施形態は第 2 実施形態と組み合わせることもできる。

【 0 1 0 9 】

(第 6 実施形態)

図 2 2 に示す本発明の第 6 実施形態は、第 1 から第 5 実施形態の加熱装置 5 0 に代えて冷却装置（冷却手段）7 0 を備える。前述のように、第 1 から第 5 実施形態の加熱装置 5 0 は、下側台座部品 1 1 を加熱することで凹面ミラー 2 5 と下側台座部品 1 1 の温度差を低減する。これに対して、本実施形態の冷却装置 7 0 は凹面ミラー 2 5 とミラー保持部品 4 2 を冷却することで、凹面ミラー 2 5 と下側台座部品 1 1 の温度差を低減する。

【 0 1 1 0 】

加熱装置 5 0 は凹面ミラー 2 5 及びミラー保持部品 4 2 と対向して配置された送風ファン 7 1 、側壁 3 5 c の内部に配設された温度センサ 5 2 、ミラー保持部品 4 2 の内部に配設された温度センサ 5 3 、及び制御装置 5 4 を備える。送風ファン 7 1 から送られる冷却風 7 2 により、凹面ミラー 2 5 とミラー保持部品 4 2 が冷却される。

【 0 1 1 1 】

制御装置 5 4 は凹面ミラー 2 5 とミラー保持部品 4 2 との温度差が低減されるように、温度センサ 5 2 が検出する下側台座部品 1 1 の温度と、温度センサ 5 3 が検出する凹面ミラー 2 5 の温度に基づいて、送風ファン 7 1 の動作を制御する。具体的には、温度センサ 5 2 、5 3 の検出温度から凹面ミラー 2 5 の温度が下側台座部品 1 1 の温度よりも所定範囲を超えて高いと判断されると、制御装置 5 4 は送風ファン 7 1 を作動させて冷却風 7 2 により凹面ミラー 2 5 とミラー保持部品 4 2 を冷却する。一方、温度センサ 5 2 、5 3 の検出温度から凹面ミラー 2 5 の温度が下側台座部品 1 1 の温度以下であると判断されると、制御装置 5 4 は送風ファン 7 1 を停止させて冷却風 7 2 の送風を止める。

【 0 1 1 2 】

送風ファン 7 1 により凹面ミラー 2 5 とミラー保持部品 4 2 を冷却することで下側台座部品 1 1 と凹面ミラー 2 5 の温度差を低減されるので、側台座部品 1 1 の熱膨張とミラー保持部品 4 2 の熱膨張の差に起因する光学性能低下を防止ないしは抑制できる。また、温

10

20

30

40

50

度センサ 52, 53 の検出する温度に基づいて送風ファン 71 の送風が制御されるので、下側台座部品 11 と凹面ミラー 25 を温度差が低減された状態で確実に維持できる。

【0113】

制御装置 54 は、温度センサ 52, 53 の検出温度から得られる凹面ミラー 25 と下側台座部品 11 の温度差に応じて送風ファン 71 の回転数を制御し、冷却風 72 の流量を変えてよい。具体的には、ミラー保持部品 42 が凹面ミラー 25 よりも高温の場合、制御装置 54 はミラー保持部品 42 と下側台座部品 11 の温度差の増加に伴って送風ファン 71 の回転数を上昇させて冷却風 72 の流量を増加させる。これによってミラー保持部品 42 と下側台座部品 11 の温度差が大きくなる程冷却装置 70 の冷却効果が高くなるので、より効果的に凹面ミラー 25 と下側台座部品 11 の温度差を低減できる。

10

【0114】

送風ファン 71 で凹面ミラー 25 とミラー保持部品 42 を冷却することにより、投射光学系 6 は常温ないしは常温に近い温度で使用される。従って、投射光学系ユニット 7 を構成する下側台座部品 11、上側台座部品 12、ミラー保持部品 42、ミラー保持部品 45、曲面ミラー 25, 28, 30, 31 等は、常温下の熱膨張の少ない状態で所望の光学性能を発揮するように光学設計がなされている。

20

【0115】

なお、温度センサ 52, 53 のいずれか一方のみを設け、その検出温度に基づいて制御装置 54 が送風ファン 71 を制御してもよい。また、ミラー保持部品 42 の温度は凹面ミラー 25 の温度と密接に相關するので、ミラー保持部品 42 の温度を温度センサで検出してもよい。ミラー保持部品 42 以外の他のミラー又はそれを保持するミラー保持部品にも温度センサを設け、その検出温度を制御装置 54 が利用してもよい。また、ペルチ工素子等の送風ファン 71 以外の冷却手段を使用してもよい。

20

【0116】

第 6 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施形態は第 2 実施形態と組み合わせることもできる。

30

【0117】

本発明は前記実施形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、画像形成素子は、反射型液晶表示素子のような DMD 以外の反射型画像形成素子や、透過型液晶表示素子のような透過型画像形成素子であってもよい。また、背面投射型画像表示装置であるリアプロジェクションテレビを例に本発明を説明したが、ビデオプロジェクタのようなスクリーンの前方から画像を投射する前面投射型画像表示装置にも本発明を適用できる。さらに、投射光学系の光学構成は実施形態のものに限定されない。例えば、曲面ミラーの枚数、球面ミラー、非球面ミラー、自由曲面ミラーの配置、あるいは曲面ミラーの面形状が異なっていてもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0118】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係るリアプロジェクションテレビを示す模式図。

40

【図 2】照明光学系ユニット及び投射光学系ユニットの外観斜視図。

【図 3】図 2 の III - III 線での断面図。

【図 4】投射光学系ユニットの前方から見た外観の斜視図。

【図 5】投射光学系ユニットの正面図。

【図 6】投射光学系ユニットの背面図。

【図 7】投射光学系ユニットの右側面図。

【図 8】投射光学系ユニットの左側面図。

【図 9】投射光学系ユニットの後方から見た外観の斜視図。

【図 10】第 2 自由曲面ミラーを除去した状態の投射光学系ユニットの後方から見た外観の斜視図。

【図 11】図 4 の XI - XI 線での断面図。

50

【図12】下側台座部品の分解斜視図。

【図13】線膨張係数とバックフォーカスずれ量の関係を示す線図。

【図14】(A)は凸面ミラーのミラー保持部材内の強化纖維の配置を示す模式図、(B)は比較例の強化纖維の配置を示す模式図。

【図15】(A)は凹面ミラーのミラー保持部材内の強化纖維の配置を示す模式図、(B)は比較例の強化纖維の配置を示す模式図。

【図16】本発明の第2実施形態に係る投射光学系ユニットの断面図。

【図17】凹面ミラー、凸面ミラー、及び下側台座部材の模式的な断面図。

【図18】本発明の第3実施形態に係る投射光学系ユニットの外観斜視図。

10

【図19】本発明の第4実施形態に係る投射光学系ユニットの外観斜視図。

【図20】図19のXX-XX線での断面図。

【図21】本発明の第4実施形態に係る投射光学系ユニットの外観斜視図。

【図22】本発明の第5実施形態に係る投射光学系ユニットの外観斜視図。

【符号の説明】

【0119】

1 リアプロジェクションテレビ

2 ケーシング

3 デジタルマイクロミラーデバイス (DMD)

4 照明光学系

5 照明光学系ユニット

20

6 投射光学系

7 投射光学系ユニット

8 A, 8 B 平面ミラー

9 スクリーン

10 筐体

11 下側台座部品

12 上側台座部品

12 a 開口部

12 b 基板部

12 c 支持部

30

15 放電ランプ

16 放物面鏡

17 A, 17 B コンデンサーレンズ

18 インテグレータロッド

19 カラーホイール

20 A, 20 B, 20 C リレーレンズ

21 エントランスレンズ

25 凹面ミラー

26 可変絞り機構

27 第1収差補正板

40

28 凸面ミラー

29 第2収差補正板

30 第1自由曲面ミラー

31 第2自由曲面ミラー

35 第1筒状部

35 a 頂壁

35 b 底壁

35 c 側壁

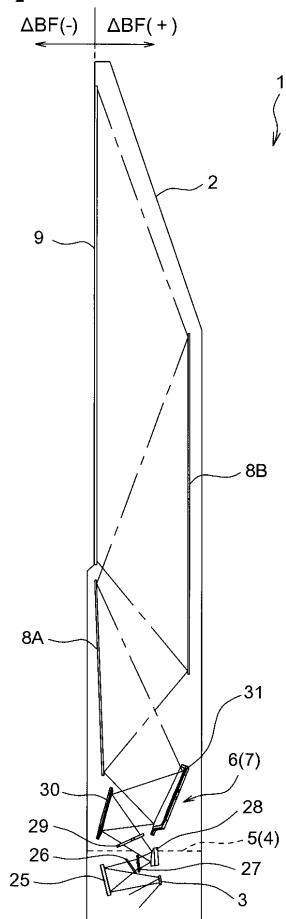
35 d 下側端部壁

35 e 上側端部壁

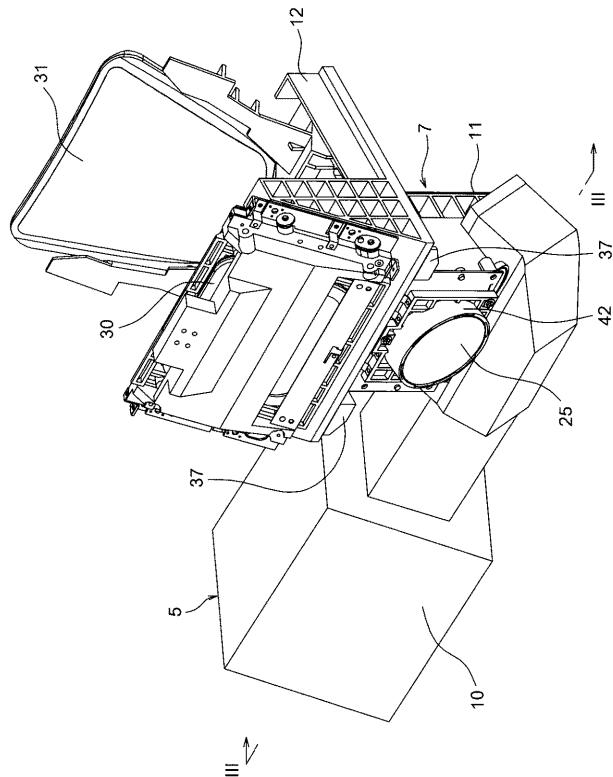
50

3 5 f , 3 5 g , 3 5 h	開口部	
3 6	第2筒状部	
3 6 a	頂壁	
3 6 b	底壁	
3 6 c	側壁	
3 6 d	端部壁	
3 6 e , 3 6 f , 3 6 g	開口部	
3 7	載置部	
3 8	画像形成素子保持板	
3 9	基板	10
4 0	ヒートシンク	
4 1	カバーガラス	
4 2 , 4 5	ミラー保持部品	
4 2 a	保持部品本体	
4 2 b	保持板	
4 2 c , 4 5 a	突起	
4 3	ガラス強化纖維	
4 4	基材	
4 7	ゲート	
5 0	加熱装置	20
5 1	面ヒータ	
5 2 , 5 3	温度センサ	
5 4	制御装置	
5 5	電熱線	
5 6	電源	
6 0	加熱用光源	
6 1	ランプ	
6 2	橢円鏡	
6 3	点灯回路	
6 5	不要光吸收板	30
6 6	不要光	
6 7 , 6 8	伝熱板	
7 0	冷却装置	
7 1	送風ファン	
7 2	冷却風	
8 0	ねじ止め部	
8 1	位置決め突起	
8 2	弾性部材	
8 3	ねじ止め部	
8 4	位置決め突起	40
8 6 , 8 7	ミラー保持部品	
D	特定方向	

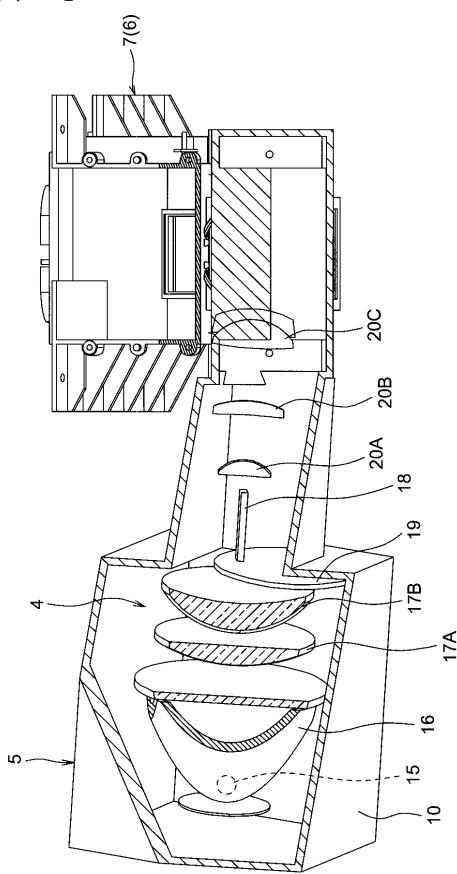
【 図 1 】



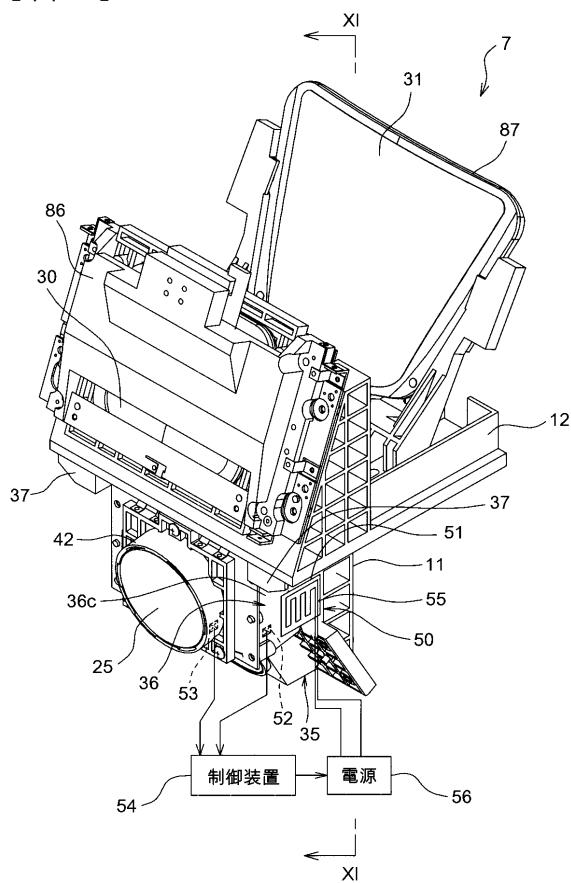
【 図 2 】



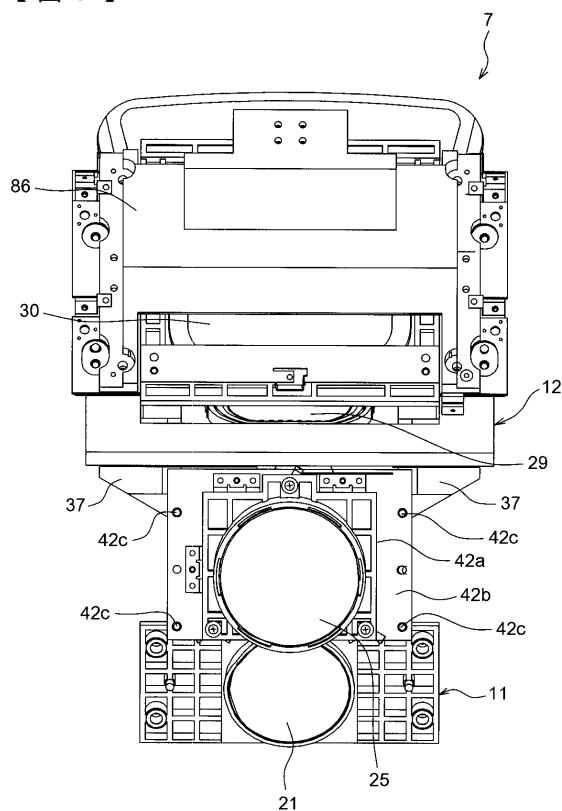
【図3】



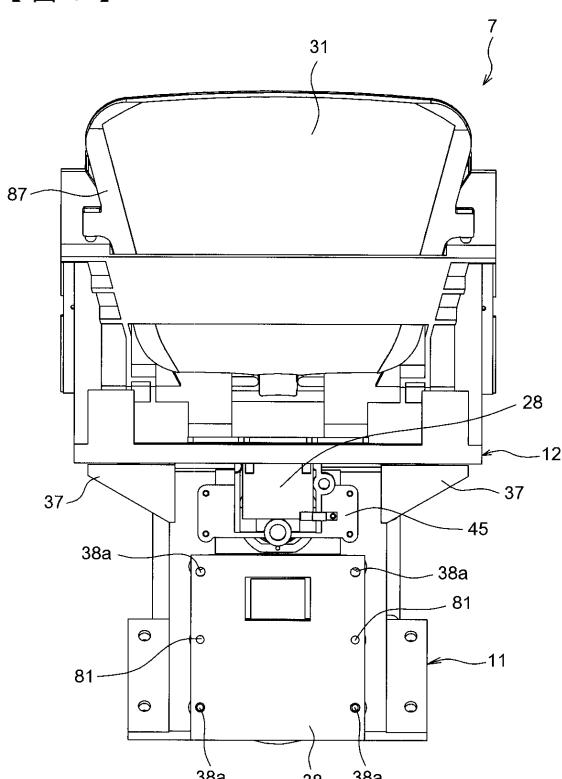
【 図 4 】



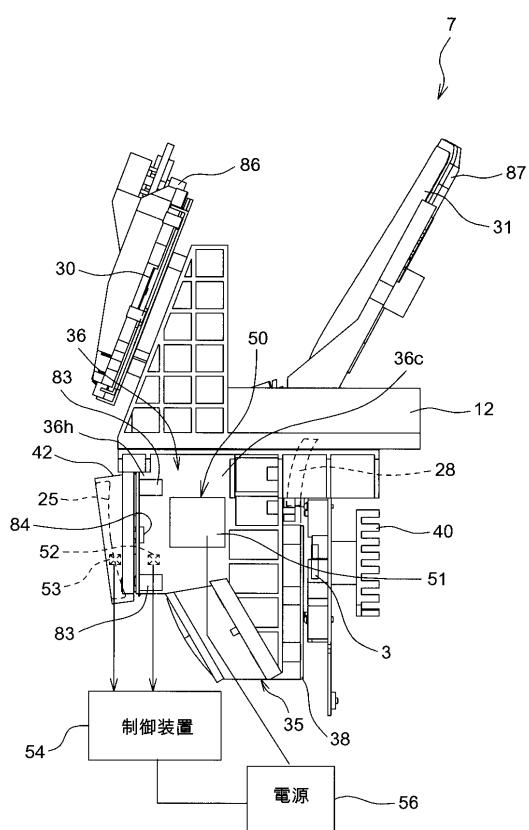
【図5】



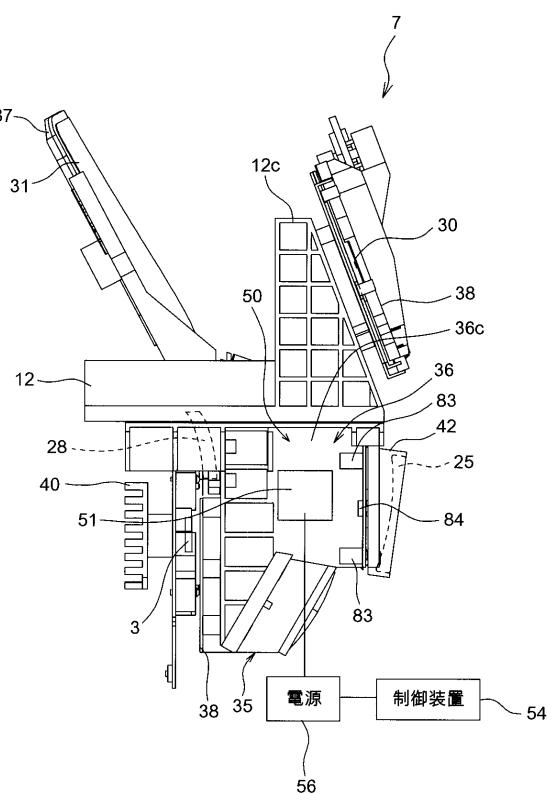
【図6】



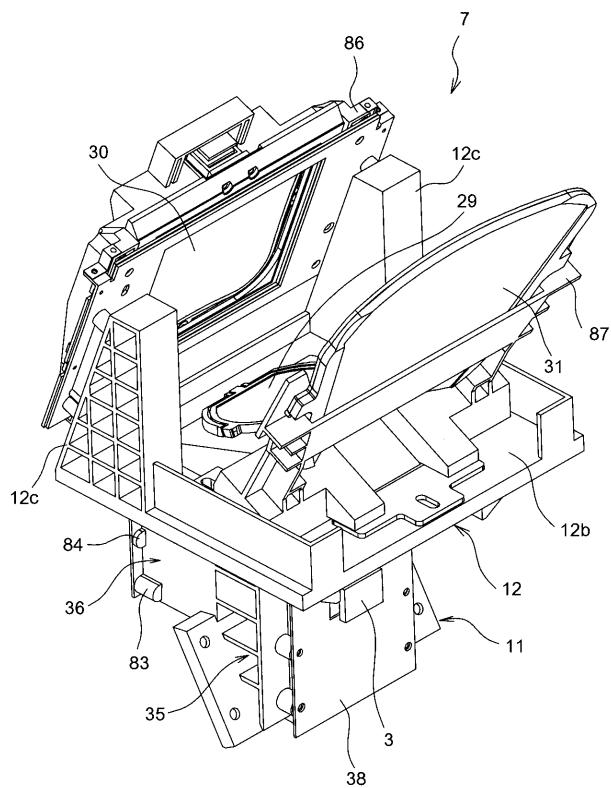
【図7】



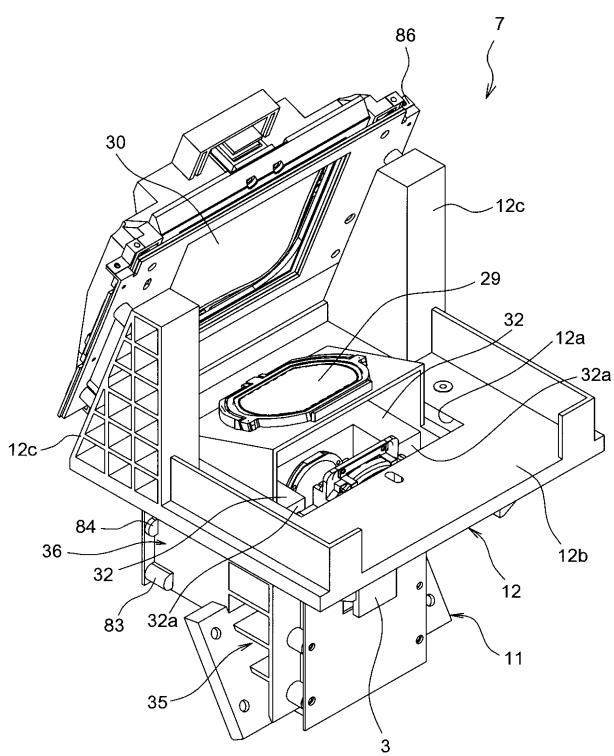
【図8】



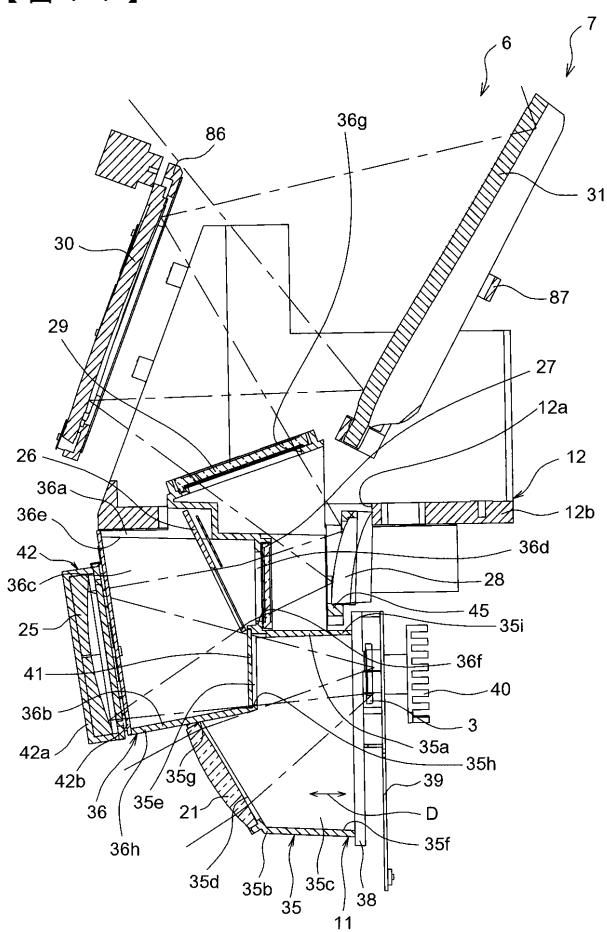
【図9】



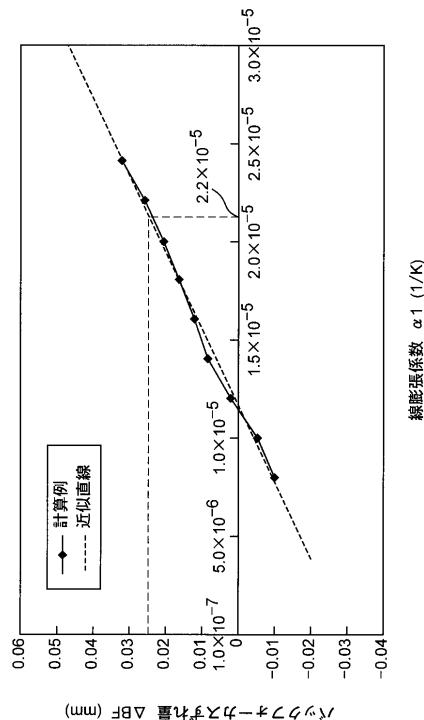
【図10】



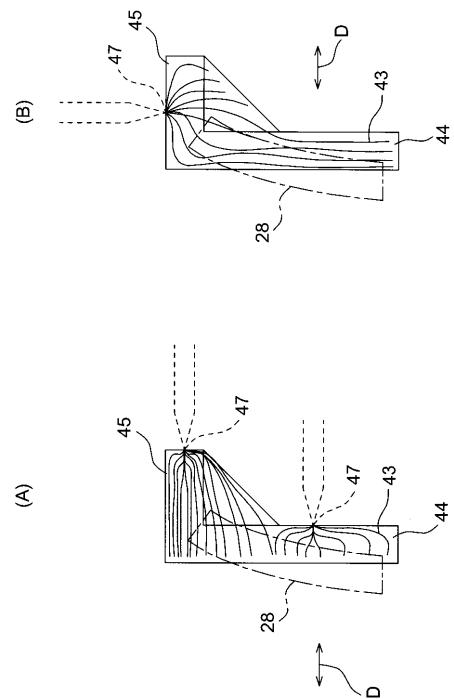
【図11】



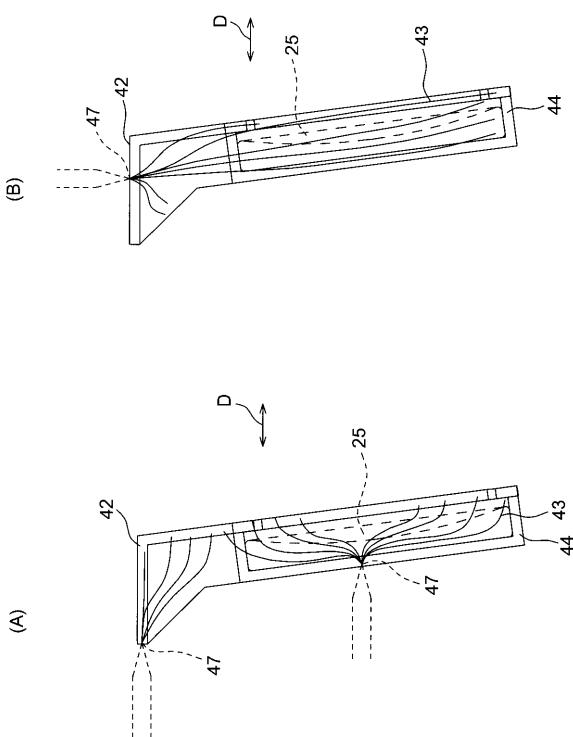
【 図 1 3 】



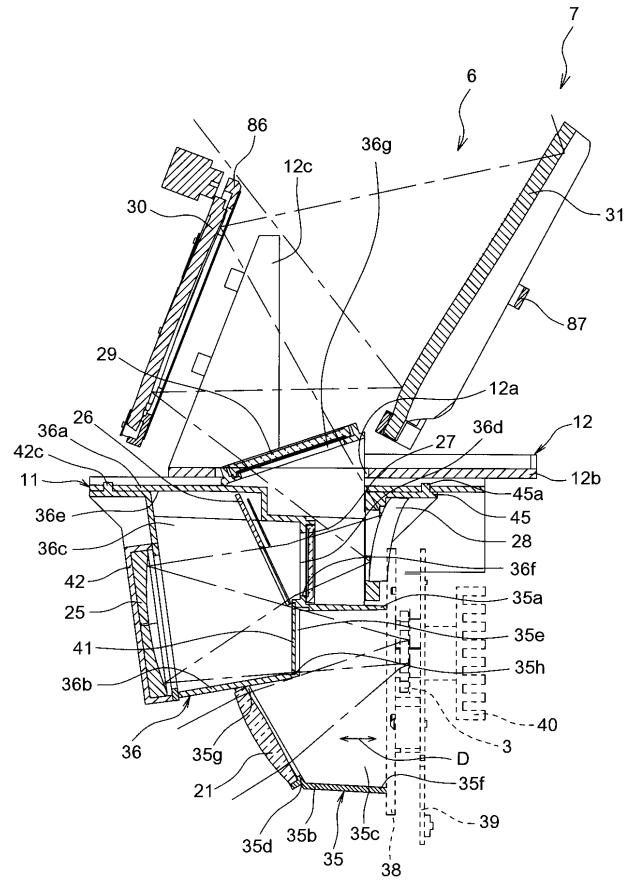
【 図 1 4 】



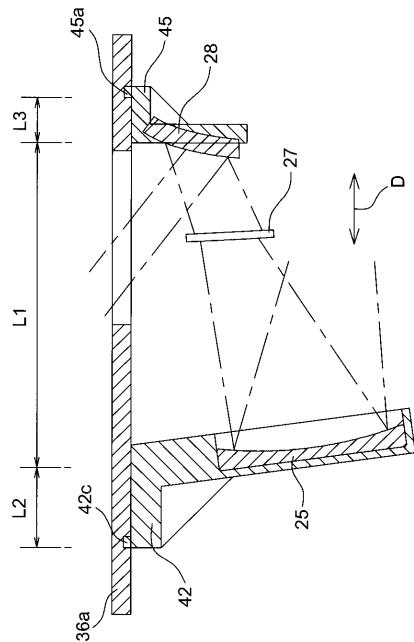
【 図 1 5 】



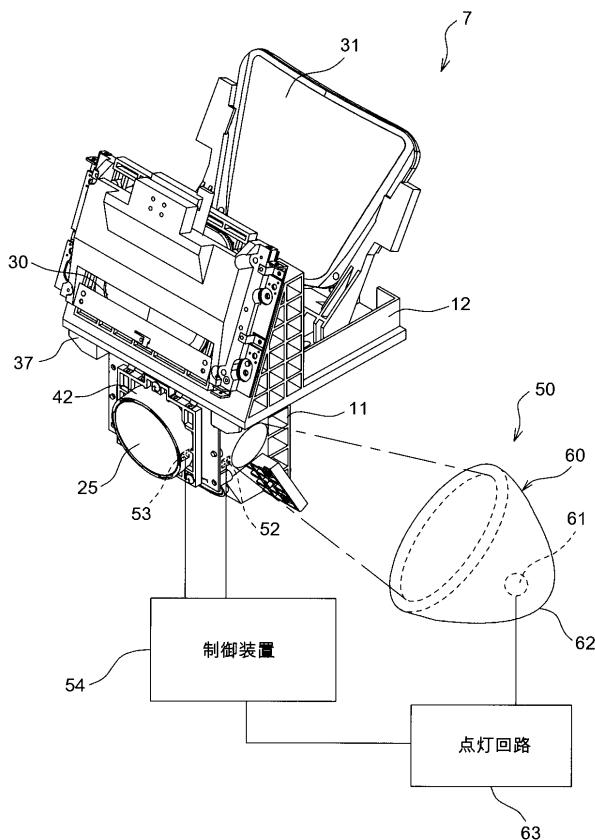
【図16】



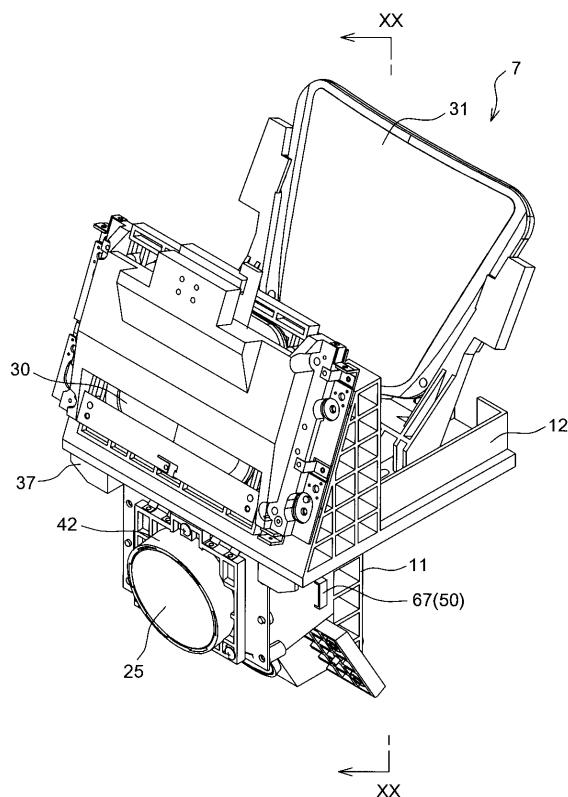
【 図 17 】



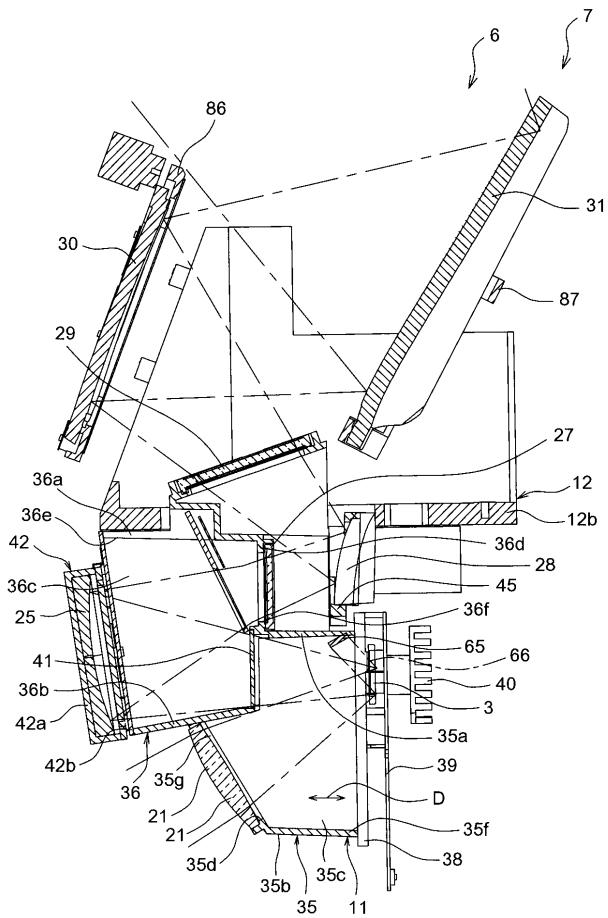
【 図 1 8 】



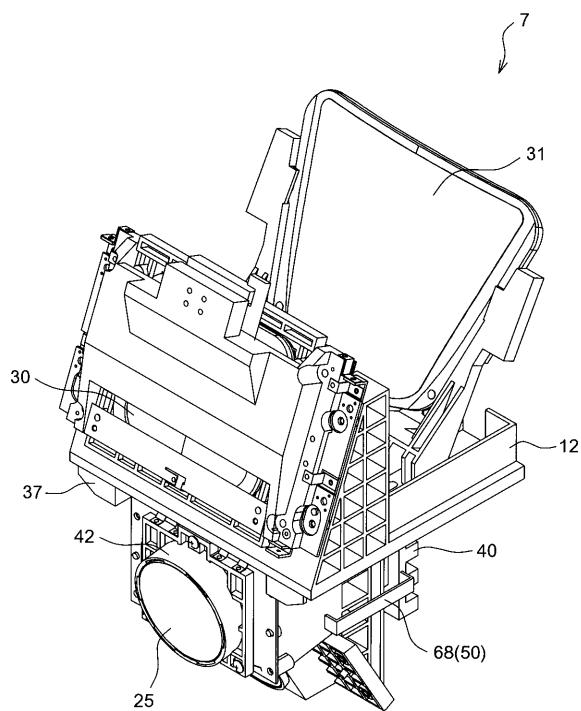
【 図 1 9 】



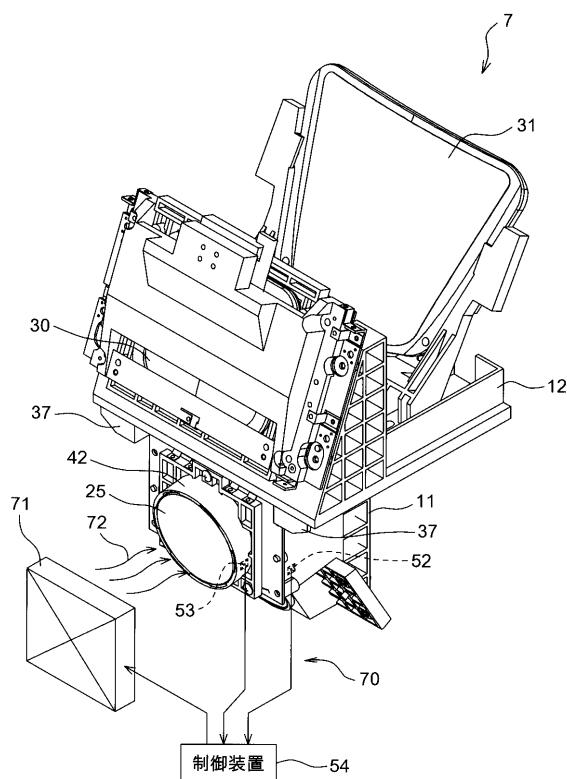
【 図 2 0 】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 亘 孝平

東京都八王子市石川町 2970 番地 コニカミノルタオプト株式会社内

F ターム(参考) 2K103 AA14 AA17 AB10 BC03 BC05 BC39 CA26 CA47 DA06 DA24
DA28