

【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方向と前記ミラーからの出射光線方向の中間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、 $0.8 \times 10^{-5} (1/K)$ 以上 $3.0 \times 10^{-5} (1/K)$ 以下であることを特徴とする、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、 $0.8 \times 10^{-5} (1/K)$ 以上 $2.2 \times 10^{-5} (1/K)$ 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

10

20

30

40

50

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。 10

【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。 20

【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。 30

【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。 40

【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。 50

【請求項 2 1】

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 2 0 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 2 2】

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方向と前記ミラーからの出射光線方向の中間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、 $0.8 \times 10^{-5} (1/K)$ 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通の第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。

10

【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。

20

【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 $0.8 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-5}$ (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。

30

【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。

40

【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

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。

10

【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。

20

30

【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。

40

【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

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】

例えば、加熱手段が電熱線である場合、温度検出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。

10

【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、冷却手段はペルチエ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。

20

【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てもよい。温度検出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】

例えば、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。

30

【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角と前記ミラーからの出射光線の方角の間の方角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、 $0.8 \times 10^{-5} (1/K)$ 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を提供する。

40

【発明の効果】

【0035】

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角とミラーからの出射光線の方角の中間の方角である特定方向についての台座部品の線膨張係数を、 $0.8 \times 10^{-5} (1/K)$ 以上 $3.0 \times 10^{-5} (1/K)$ 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。

【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。

【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ＴＶ）１を示す。リアプロＴＶ１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。

【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对の載置部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、例えば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 $0.8 \times 10^{-5} (1/K)$ 以上 $3.0 \times 10^{-5} (1/K)$ 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。

【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

10

20

30

40

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。

【 0 0 4 3 】

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、例えば超高圧水銀ランプからなる放電ランプ 1 5、放物面鏡 1 6、コンデンサーレンズ 1 7 A、1 7 B、カラーホイール 1 9、インテグレートロッド 1 8、リレーレンズ 2 0 A、2 0 B、2 0 C、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 1 1 に示すエントランスレンズ 2 1 を備える。

【 0 0 4 4 】

放電ランプ 1 5 から放射された光は放物面鏡 1 6 により平行光に変換され、コンデンサーレンズ 1 7 A、1 7 B によりインテグレートロッド 1 8 の入射面に集光される。インテグレートロッド 1 8 の入射面近傍に配置されたカラーホイール 1 9 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 1 9 が回転することで、インテグレートロッド 1 8 への入射光は時分割で色分解される。インテグレートロッド 1 8 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。インテグレートロッド 1 8 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 2 0 A ~ 2 0 C、図示しない絞りとミラー、及び図 5、図 1 1 に示すエントランスレンズ 2 1 により、インテグレートロッド 1 8 の射出面の像が D M D 3 上に形成される。これにより、D M D 3 は均

10

20

【 0 0 4 5 】

図 1 及び図 1 1 を参照すると、投射光学系 6 は 4 枚の曲面ミラー 2 5、2 8、3 0、3 1、2 枚の収差補正板 2 7、2 9、及び 1 個の可変絞り機構 2 6 を備える。詳細には、D M D 3 側から順に、凹面ミラー（第 1 のミラー）2 5、可変絞り機構 2 6、第 1 収差補正板 2 7、凸面ミラー（第 2 のミラー）2 8、第 2 収差補正板 2 9、第 1 自由曲面ミラー（第 3 のミラー）3 0、及び第 2 自由曲面ミラー（第 4 のミラー）3 1 が配置されており、D M D 3 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 2 5 は球面ミラーで、凸面ミラー 2 8 は回転対称非球面ミラーである。また、凹面ミラー 2 5 と凸面ミラー 2 8 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 3 0 は凹面ミラーであり、第 2 自由曲面ミラー 3 1 は凸面ミラーである。第 1 及び第 2 収差補正板 2 7、2 9 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 3 0、3 1 と第 1 及び第 2 収差補正板 2 7、2 9 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 2 5、可変絞り機構 2 6、第 1 収差補正板 2 7、凸面ミラー 2 8、及び第 2 収差補正板 2 9 が下側台座部品 1 1 に保持され、第 1 及び第 2 自由曲面ミラー 3 0、3 1 が上側台座部品 1 2 に保持されている。

30

【 0 0 4 6 】

D M D 3 と凹面ミラー 2 5 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 D M D 3 を保持する画像形成素子保持板 3 8 と凹面ミラー 2 5 を保持するミラー保持部品 4 2 とを共通の下側台座部品 1 1 に固定することにより、D M D 3 に対する凹面ミラー 2 5 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 D M D 3 や凹面ミラー 2 5 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。

40

【 0 0 4 7 】

D M D 3 と凹面ミラー 2 5 の位置関係と同様に、凹面ミラー 2 5 と凸面ミラー 2 8 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 2 8 を保持するミラー保持部品 4 5 を D M D 3 及び凹面ミラー 2 5 と共通の下側台座部品 1 1 に固定することにより、凹面ミラー 2 5 に対する凸面ミラー 2 8 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 2 5 に対する凸面ミラー 2 8 の傾きや距離のずれを防止ないしは抑制できる。

50

【 0 0 4 8 】

次に、図 4 から図 1 2 を参照して下側台座部品 1 1 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 1 1 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 3 5 及び第 2 筒状部 3 6 を備える。第 2 筒状部 3 6 は第 1 筒状部 3 5 と連続して形成されており、第 1 筒状部 3 5 よりも図 1 1 において左側上方に位置している。

【 0 0 4 9 】

図 1 1 に示すように、第 1 筒状部 3 5 は、頂壁 3 5 a、底壁 3 5 b、互いに対向する一对の側壁 3 5 c、一方の端部（図 1 1 において左側）の下側部を閉じる下側端部壁 3 5 d、及び一方の端部の上側部を閉じる上側端部壁 3 5 e を備え、他方の端部（図 1 1 において右側）に開口部（第 1 の開口部）3 5 f が形成されている。

10

【 0 0 5 0 】

一方、第 2 筒状部 3 6 は、頂壁 3 6 a、底壁 3 6 b、互いに対向する一对の側壁 3 6 c、及び一方の端部（図 1 1 において右側）の上側部を閉じる端部壁 3 6 d を備え、他方の端部（図 1 1 において左側）に開口部（第 2 の開口部）3 6 e が形成されている。また、第 2 筒状部 3 6 の上部外側に前述の載置部 3 7 が設けられている。第 2 筒状部 3 6 の底壁 3 6 b は第 1 筒状部 3 5 の内部に僅かに突出しており、その下側に第 1 筒状部 3 5 の下側端部壁 3 5 d があり、上側に第 1 筒状部 3 5 の上側端部壁 3 5 e がある。一方、第 1 筒状部 3 5 の頂壁 3 5 a は第 2 筒状部 3 6 の端部壁 3 6 d まで延びている。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 において右側に位置する第 1 筒状部 3 5 の開口部 3 5 f は、D M D 3 を保持した画像形成素子保持板（画像形成素子保持部品）3 8 により密閉状態で閉鎖されている。D M D 3 はその背面側が基板 3 9 に実装されている。また、D M D 3 にはヒートシンク（放熱部材）4 0 が連結されている。

20

【 0 0 5 2 】

図 6 及び図 1 2 を参照して第 1 筒状部 3 5 に対する画像形成素子保持板 3 8 の取り付け構造を説明する。第 1 筒状部 3 5 の開口部 3 5 f を取り囲む端縁（第 1 の端縁）3 5 i には左右 2 個ずつで合計 4 個のねじ止め部 8 0 と、左右 1 個ずつで合計 2 個の位置決め突起 8 1 が形成されている。ねじ止め部 8 0 は開口部 3 5 f 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 8 0 には雌ねじ部 8 0 a が形成されている。画像形成素子保持板 3 8 には、ねじ止め部 8 0 の雌ねじ部 8 0 a 及び位置決め突起 8 1 と対応する位置に 6 個の貫通孔 3 8 a が形成されている。位置決め突起 8 1 を貫通孔 3 8 a に挿入し、かつ貫通孔 3 8 a に挿通したねじをねじ止め部 8 0 に螺合することで画像形成素子保持板 3 8 が第 1 筒状部 3 5 に対して固定されている。画像形成素子保持板 3 8 の四隅付近が 4 個のねじ止め部 8 0 の先端に当接し、それによって画像形成素子保持板 3 8 は第 1 筒状部 3 5 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 3 8 と開口部 3 5 f を囲む端縁 3 5 i との間には、矩形棒状の弾性部材 8 2 が圧縮状態で介装されている。画像形成素子保持板 3 8 は弾性部材 8 2 を介して端縁 3 5 i に密接している。

30

【 0 0 5 3 】

第 1 筒状部 3 5 の端縁 3 5 i に対して画像形成素子保持板 3 8 を密接させることで、D M D 3 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 3 8 を下側台座部品 1 1 に対して固定できる。また、下側台座部品 1 1 に対する画像形成素子保持板 3 8 の取り付け強度が高まるので、衝撃に起因する D M D 3 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 3 5 f を取り囲む端縁 3 5 i に画像形成素子保持板 3 8 を取り付けることで下側台座部品 1 1 の剛性が向上するので、衝撃による下側台座部品 1 1 の変形を防止ないしは抑制できる。

40

【 0 0 5 4 】

図 1 1 において下側台座部品 1 1 の左下側の部分に設けられた第 1 筒状部 3 5 の下側端部壁 3 5 d にも、開口部 3 5 g が形成されている。この開口部 3 5 g には照明光学系 4 のエントランスレンズ 2 1 が取り付けられている。

【 0 0 5 5 】

50

図 1 1 において右側に位置する第 1 筒状部 3 5 の上側端部壁 3 5 e には、第 1 筒状部 3 5 の内部と第 2 筒状部 3 6 の内部を連通させる開口部（第 3 の開口部）3 5 h が形成されている。D M D 3 から投射光学系 6 の最初の光学部品である凹面ミラー 2 5 に到る光路は、この開口部 3 5 h を通る。この開口部 3 5 h は防塵用のカバーガラス 4 1 で閉鎖されている。

【 0 0 5 6 】

第 2 筒状部 3 6 の開口部 3 6 e には凹面ミラー 2 5 が取り付けられている。詳細には、凹面ミラー 2 5 はミラー保持部品（第 1 のミラー保持部品）4 2 に固定されており、このミラー保持部品 4 2 によって開口部 3 6 e が密閉状態で閉鎖されている。ミラー保持部品 4 2 は、凹面ミラー 2 5 を保持している保持部品本体 4 2 a と、この保持部品本体 4 2 a が位置及び傾きを調整可能に取り付けられた保持板 4 2 b を備える。本実施形態では、ミラー保持部品 4 2 の保持部品本体 4 2 a は、繊維強化樹脂からなる。具体的には、保持部材本体 4 2 a は、ガラス強化繊維 4 3 を含み、基材 4 4 はポリカーボネイトからなる（図 1 4 参照）。

10

【 0 0 5 7 】

図 5 及び図 7 から図 1 1 を参照すると、開口部 3 6 e を取り囲む端縁（第 2 の端縁）3 6 h には左右 2 個ずつで合計 4 個のねじ止め部 8 3 と、左右 1 個ずつで合計 2 個の位置決め突起 8 4 が形成されている。ねじ止め部 8 3 は開口部 3 6 e 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 8 3 には雌ねじ部が形成されている。ミラー保持部品 4 2 の保持板 4 2 b には、ねじ止め部 8 3 の雌ねじ部と位置決め突起 8 4 に対応する位置に 6 個の貫通孔 4 2 c が形成されている。位置決め突起 8 4 を貫通孔 4 2 c に挿通し、かつ貫通孔 4 2 c に挿通したねじをねじ止め部 8 3 に螺合することで保持板 4 2 b が第 2 筒状部 3 6 に対して固定されている。保持板 4 2 b の四隅付近が 4 個のねじ止め部 8 3 の先端に当接し、それによって保持板 4 2 b は第 2 筒状部 3 6 に対して所定の位置及び姿勢で保持される。

20

【 0 0 5 8 】

第 2 筒状部 3 6 の端縁 3 6 h に対してミラー保持部品 4 2 を密接させることで、凹面ミラー 2 5 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 4 2 を下側台座部品 1 1 に対して固定できる。また、下側台座部品 1 1 に対する凹面ミラー保持部品 4 2 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 2 5 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 3 6 e を取り囲む端縁 3 6 h にミラー保持部品 4 2 を取り付けすることで下側台座部品 1 1 の剛性が向上するので、衝撃による下側台座部品 1 1 の変形を防止ないしは抑制できる。

30

【 0 0 5 9 】

第 2 筒状部 3 6 の内部には可変絞り機構 2 6 が配設されている。また、第 2 筒状部 3 6 の端部壁 3 6 d にも開口部 3 6 f が形成され、この開口部 3 6 f に第 1 収差補正板 2 7 が取り付けられている。

【 0 0 6 0 】

第 2 筒状部 3 6 の第 1 収差補正板 2 7 よりも外側には凸面ミラー 2 8 が取り付けられている。以下、凸面ミラー 2 8 の取付構造を詳説する。図 1 0 及び図 1 2 を参照すると、下側台座部品 1 1 は開口部 3 6 f の左右両側から外側に突出する一对の取付部（固定部）3 2 を備える。図 1 1 を併せて参照すると、取付部 3 2 の先端の取付面 3 2 a は開口 3 5 f , 3 6 h と平行であり、D M D 3 が取り付けられた端縁 3 5 i と同じ側部（図 1 1 において下側台座部品 1 1 の右側）にある。また、各取付面 3 2 a には 2 個のねじ部 3 3 と 1 個の位置決め突起 3 4 が設けられている。凸面ミラー 2 8 はミラー保持部品 4 5 に固定されている。前述のミラー保持部品 4 2 と同様に、凸面ミラー 2 8 のミラー保持部品 4 5 は、ポリカーボネイトの基材 4 4 内にガラス強化繊維 4 3 を含む（図 1 5 参照）。ミラー保持部品 4 5 はねじ部 3 3 にねじを螺合することで取付面 3 2 a 上に固定されている。ミラー保持部品 4 5 の取付面 3 2 a と D M D 3 が取り付けられる端縁 3 5 i は下側台座部品 1 1 と同じ側部に設けられているので、下側台座部品 1 1 の製作時には取付面 3 2 a と端縁 3

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对の支持部 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。

10

【 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。

20

【 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。

30

【 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

40

50

れる画像は高画質である。

【 0 0 6 6 】

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 $4.13\text{ mm} \times 7.43\text{ mm}$ 、スクリーン 9 の寸法を $790\text{ mm} \times 1405\text{ mm}$ とした。さらに、スクリーン 9 と平面ミラー 8 の距離を 150 mm とした。

【 0 0 6 7 】

【表 1】

光学部品	線膨張係数 (1/K)
凹面ミラー 2 5	7.8×10^{-6}
第 1 収差補正板 2 7	6.0×10^{-5}
凸面ミラー 2 8	9.4×10^{-6}
第 2 収差補正板 2 9	6.0×10^{-5}
第 1 自由曲面ミラー 3 0	7.0×10^{-5}
第 2 自由曲面ミラー 3 1	7.0×10^{-5}

10

【 0 0 6 8 】

シミュレーションの結果を表 2 及び図 1 3 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 3 0 , 3 1 の熱膨張によるパワーの変化、凹面ミラー 2 5 と第 1 自由曲面ミラー 3 0 の距離、及び第 1 自由曲面ミラー 3 0 と第 2 自由曲面ミラー 3 1 の距離はバックフォーカスずれ量 B F に及ぼす影響は少ない。また、第 1 及び第 2 収差補正板 2 7 , 2 9 も殆どパワーを持たないため、バックフォーカスずれ量 B F に殆ど影響を及ぼさない。一方、DMD 素子 3 と凹面ミラー 2 5 の距離の変化は最もバックフォーカスずれ量 B F に影響を及ぼす。

20

【 0 0 6 9 】

【表 2】

線膨張係数 α_1 (1/K)	BFずれ量 ΔBF の計算 値 (mm)	BFずれ量 ΔBF の ΔBF 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

【0070】

バックフォーカスずれ量 ΔBF 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 F4.0 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 α_1 の増加に伴い昇温時の ΔBF ずれ量 ΔBF が増加する。また、 3.0×10^{-5} (1/K) の場合の ΔBF ずれ量 ΔBF は 4.71×10^{-2} であり、F4.0 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 α_1 が 3.0×10^{-5} (1/K) 以下であれば、 ΔBF ずれ量 ΔBF をエフナンバーが F4.0 の焦点深度 ($\pm 4.5 \times 10^{-2}$ mm) 以下にほぼ抑制できる。

40

【0071】

下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 α_1 の減少に伴い、 $1.00 \sim 1.20 \times 10^{-5}$ 付近で ΔBF ずれ量 ΔBF の符号がマイナスに転じる。例えば、線膨張係数 α_1 は 0.8×10^{-5} (1/K) の場合には ΔBF ずれ量 ΔBF は -9.13×10^{-3} mm である

50

。線膨張係数 α 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 α の値がある程度小さくなると、それ以上線膨張係数 α 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 11 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、ガラス繊維を 30% 含有するポリカーボネイトの線膨張係数は、ガラス繊維方向で $1.4 \times 10^{-5} \sim 2.0 \times 10^{-5}$ (1/K) 程度であり、ガラス繊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 α は 0.8×10^{-5} (1/K) 以上に設定される。

【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 から明らかなように、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 α が 2.2×10^{-5} (1/K) の場合、BF ずれ量 ΔBF 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 α 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。

【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。

【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 はガラス強化繊維 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、ガラス強化繊維 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繊維 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。

【0076】

ガラス強化繊維 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。

【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

10

20

30

40

50

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

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 TV 1 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 に取り付けただので、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ずれ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 内にガラス繊維 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 α_2 、 α_3 は、下側台座部品 11 の特定方向 D の線膨張係数 α_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 α_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 α_2 、 α_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 筒状部 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 L_1 、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 L_1 の増加量 ΔL_1 は以下の式 (1) で表される。

【0091】

【数 1】

$$\Delta L_1 = L_1 \times \alpha_1 \times \Delta T \cdots (1)$$

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 L_2 、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 L_3 とすると、突起 45a と突起 42a の間隔 $L_1 + L_2 + L_3$ の熱膨張による増加量 ΔL_{123} は、以下の式 (2) で表される。

【0093】

【数 2】

$$\Delta L_{123} = (L_1 + L_2 + L_3) \times \alpha_1 \times \Delta T \cdots (2)$$

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 L_2, L_3 の増加量 $\Delta L_2, \Delta L_3$ は以下の式 (3), (4) で表される。

【0095】

【数 3】

$$\Delta L_2 = L_2 \times \alpha_2 \times \Delta T \cdots (3)$$

$$\Delta L_3 = L_3 \times \alpha_3 \times \Delta T \cdots (4)$$

【0096】

30

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 L_2 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 L_3 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 L_1 の増加量 $\Delta L_1'$ は、以下の式 (5) に示すように増加量 ΔL_{123} から増加量 $\Delta L_2, \Delta L_3$ 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 L_1 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 L_1 の拡大を効果的に抑制できる。

40

【0097】

【数 4】

$$\Delta L_1' = \Delta L_{123} - \Delta L_2 - \Delta L_3$$

$$= \{(L_1 + L_2 + L_3) \times \alpha_1 \times \Delta T\} - (L_2 \times \alpha_2 \times \Delta T) - (L_3 \times \alpha_3 \times \Delta T)$$

$$= L_1 \times \alpha_1 \times \Delta T - L_2 \times (\alpha_2 - \alpha_1) \times \Delta T - L_3 \times (\alpha_3 - \alpha_1) \times \Delta T$$

... (5)

【0098】

50

例えば距離 L_1 , L_2 , L_3 がそれぞれ 80 mm、15 mm、15 mm、線膨張係数 α_1 , α_2 , α_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 ΔT 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し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収板 (光吸収部材) 65 を利用している。図 19 に示すように、不要光吸収板 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。DMD3 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、不要光吸収板 65 で吸収される。不要光吸収板 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 は不要光吸収板 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 の内部で不要光吸収板 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 5 2 , 5 3 の検出する温度に基づいて送風ファン 7 1 の送風が制御されるので、下側台座部品 1 1 と凹面ミラー 2 5 を温度差が低減された状態で確実に維持できる。

【 0 1 1 3 】

制御装置 5 4 は、温度センサ 5 2 , 5 3 の検出温度から得られる凹面ミラー 2 5 と下側台座部品 1 1 の温度差に応じて送風ファン 7 1 の回転数を制御し、冷却風 7 2 の流量を変えてもよい。具体的には、ミラー保持部品 4 2 が凹面ミラー 2 5 よりも高温の場合、制御装置 5 4 はミラー保持部品 4 2 と下側台座部品 1 1 の温度差の増加に伴って送風ファン 7 1 の回転数を上昇させて冷却風 7 2 の流量を増加させる。これによってミラー保持部品 4 2 と下側台座部品 1 1 の温度差が大きくなる程冷却装置 7 0 の冷却効果が高くなるので、より効果的に凹面ミラー 2 5 と下側台座部品 1 1 の温度差を低減できる。

10

【 0 1 1 4 】

送風ファン 7 1 で凹面ミラー 2 5 とミラー保持部品 4 2 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 1 1 、上側台座部品 1 2 、ミラー保持部品 4 2 、ミラー保持部品 4 5 、曲面ミラー 2 5 , 2 8 , 3 0 , 3 1 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。

【 0 1 1 5 】

なお、温度センサ 5 2 , 5 3 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 5 4 が送風ファン 7 1 を制御してもよい。また、ミラー保持部品 4 2 の温度は凹面ミラー 2 5 の温度と密接に相関するので、ミラー保持部品 4 2 の温度を温度センサで検出してよい。ミラー保持部品 4 2 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 5 4 が利用してもよい。また、ペルチエ素子等の送風ファン 7 1 以外の冷却手段を使用してもよい。

20

【 0 1 1 6 】

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。

【 0 1 1 7 】

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もよい。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 8 】

【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。

【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。

40

【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 1 2】下側台座部品の分解斜視図。

【図 1 3】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 1 4】(A)は凸面ミラーのミラー保持部材内の強化繊維の配置を示す模式図、(B)は比較例の強化繊維の配置を示す模式図。

【図 1 5】(A)は凹面ミラーのミラー保持部材内の強化繊維の配置を示す模式図、(B)は比較例の強化繊維の配置を示す模式図。

【図 1 6】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 1 7】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 1 8】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。

【図 1 9】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。

10

【図 2 0】図 1 9 の XX - XX 線での断面図。

【図 2 1】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 2 2】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】

【0 1 1 9】

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

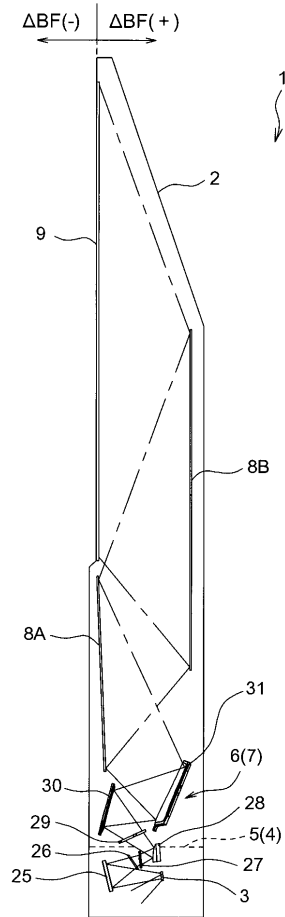
35 d 下側端部壁

35 e 上側端部壁

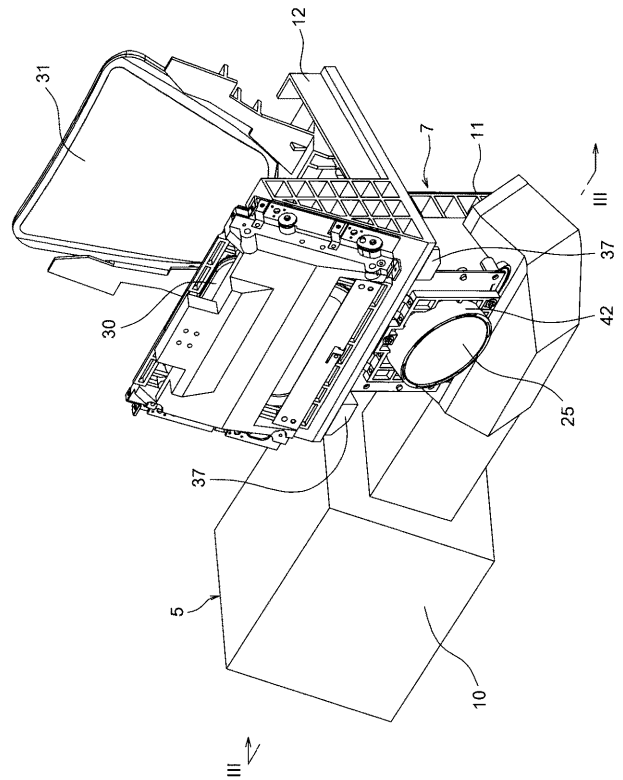
50

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	ガラス強化繊維	
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	楕円鏡	
6 3	点灯回路	
6 5	不要光吸収板	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	

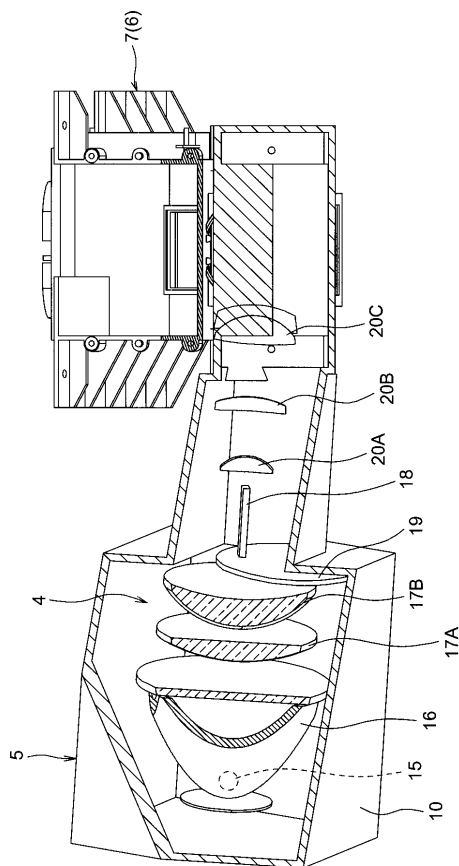
【図 1】



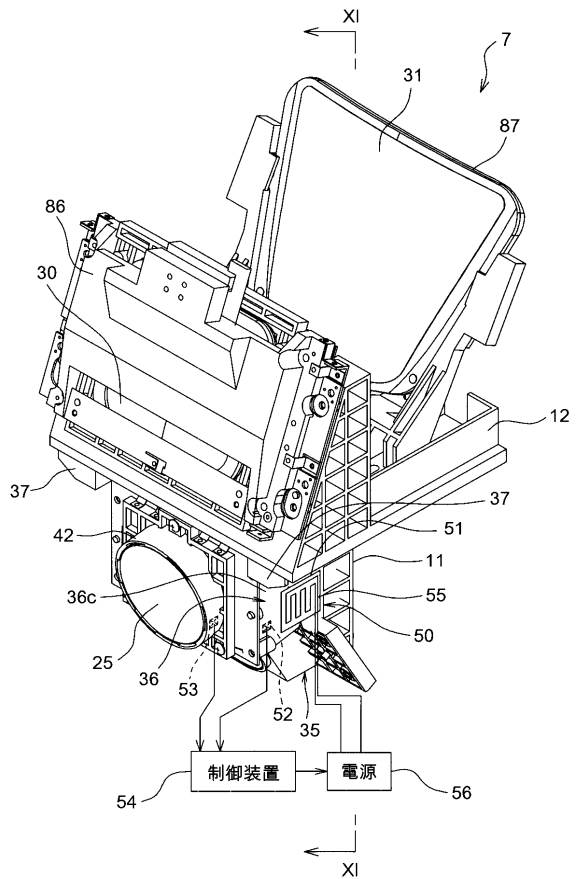
【図 2】



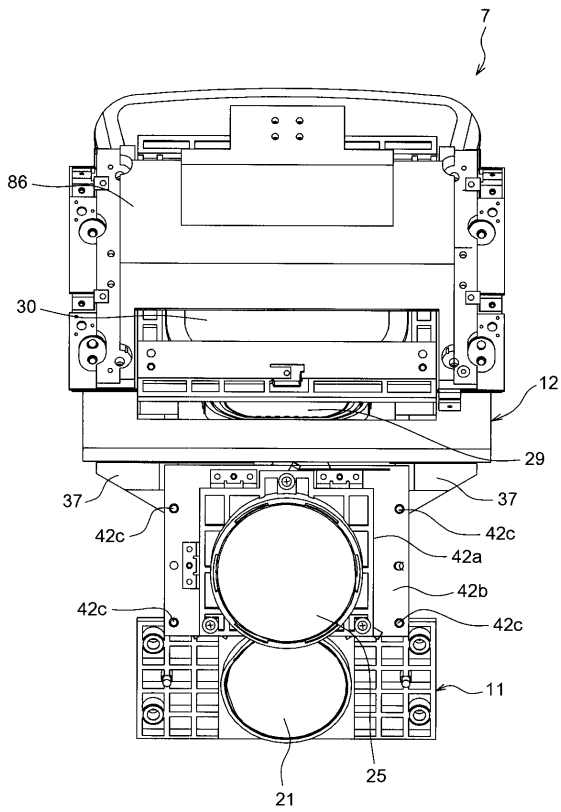
【図 3】



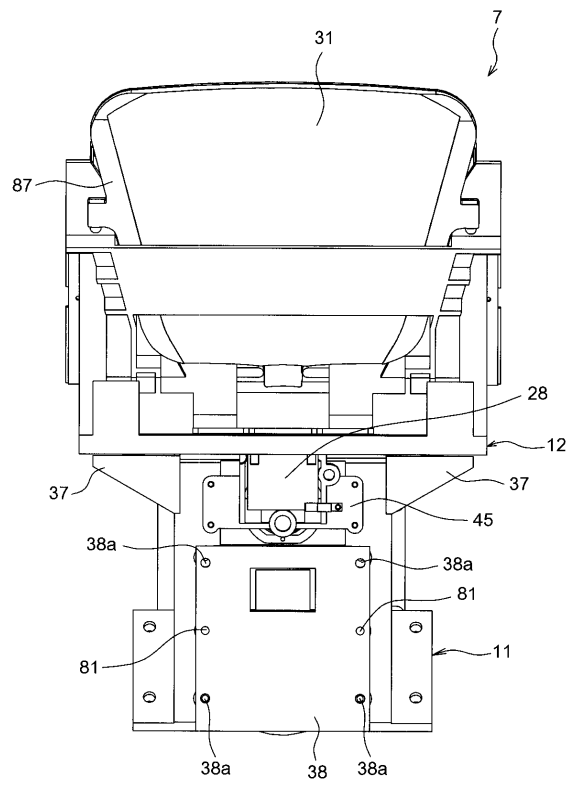
【図 4】



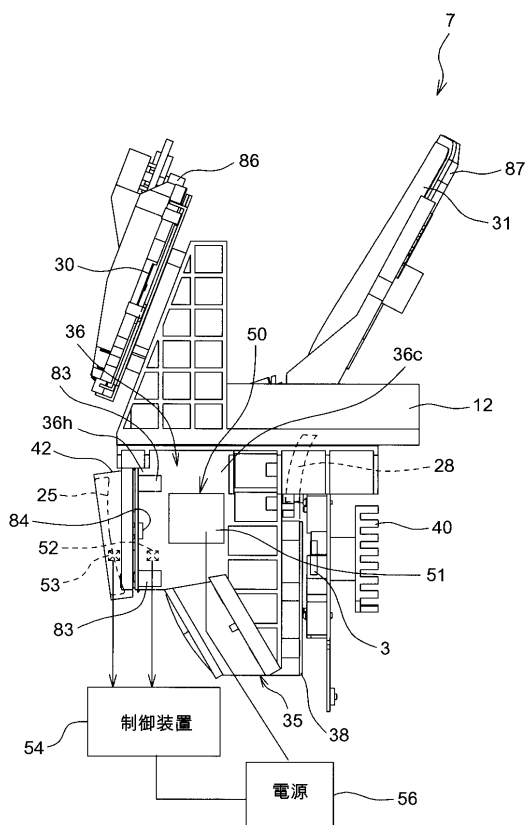
【図 5】



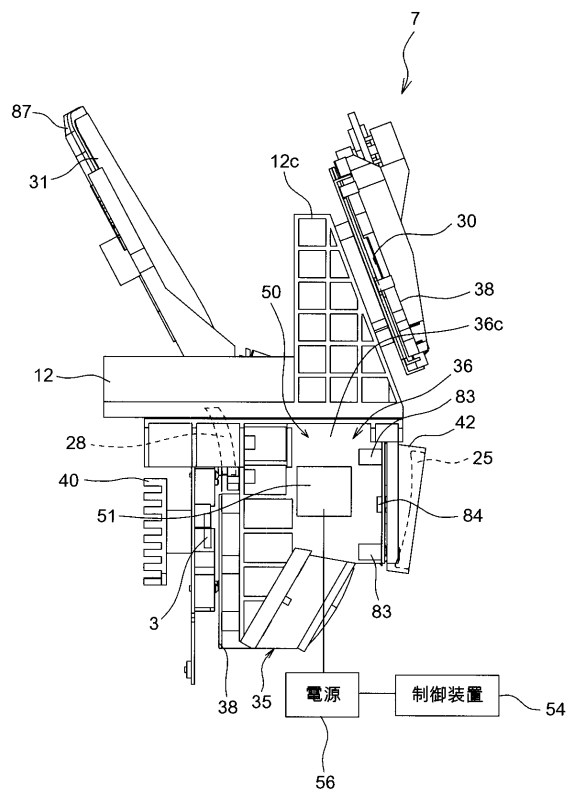
【図 6】



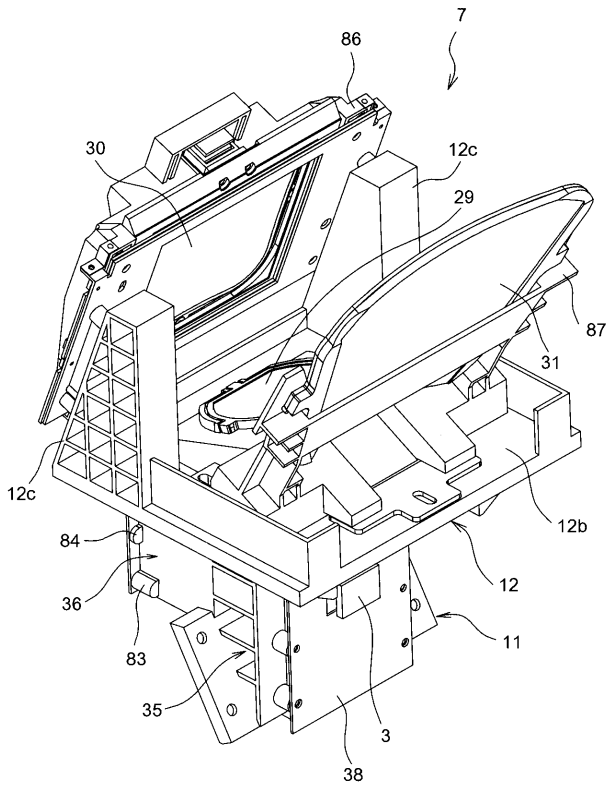
【図 7】



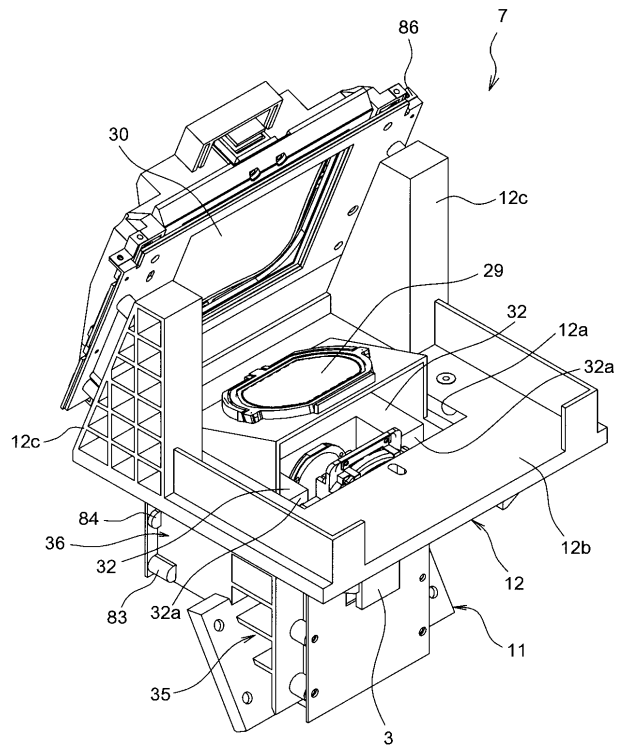
【図 8】



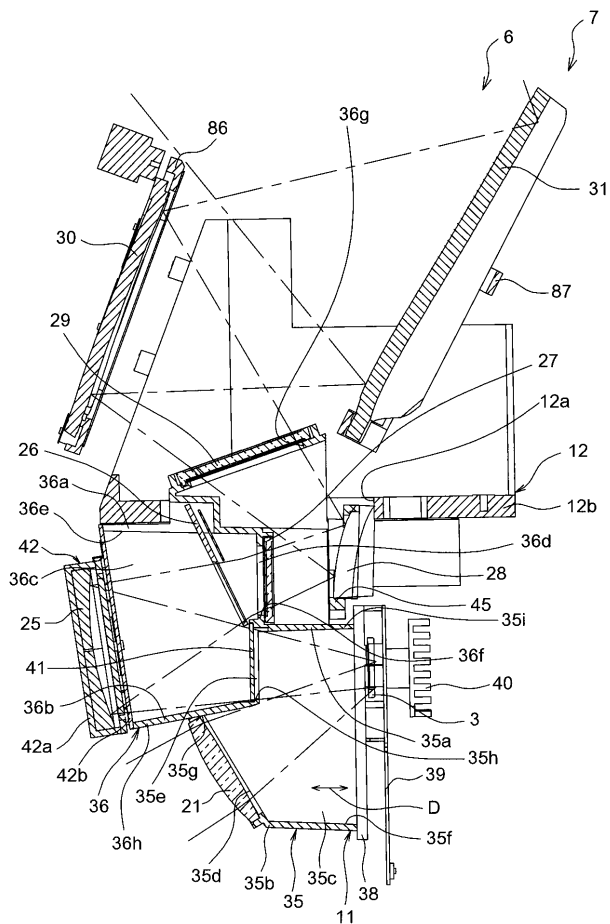
【図 9】



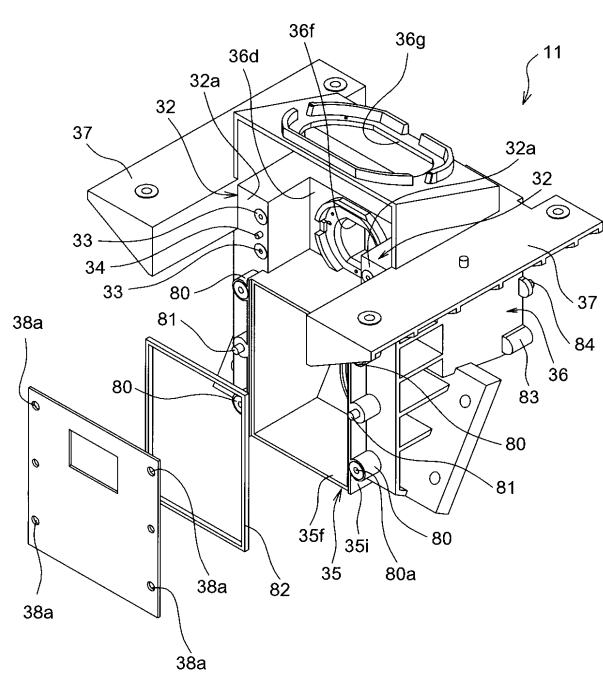
【図 10】



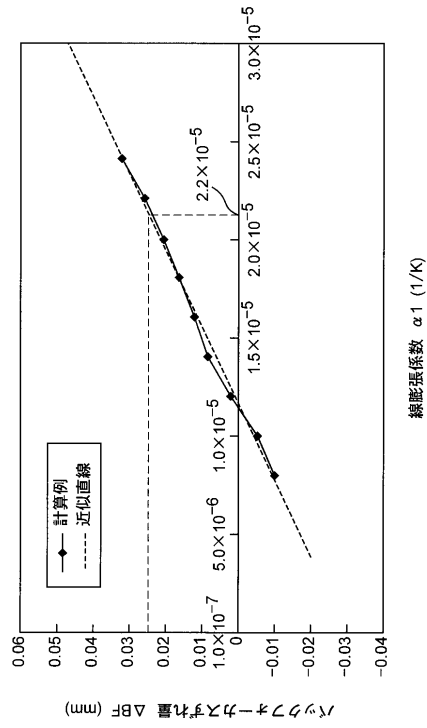
【図 11】



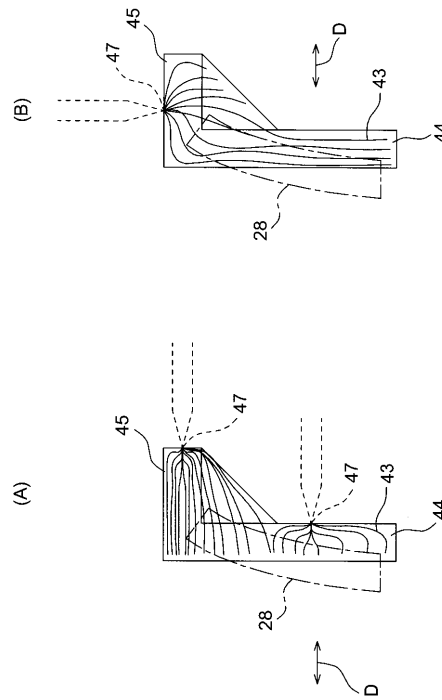
【図 12】



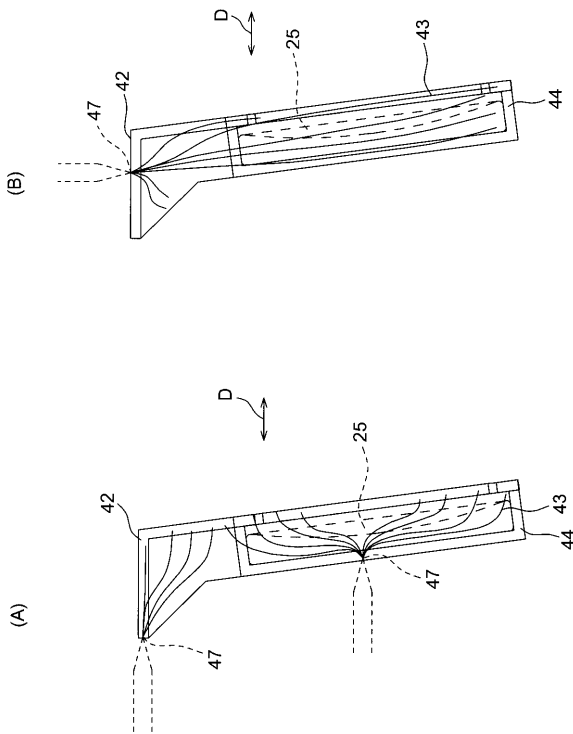
【図 13】



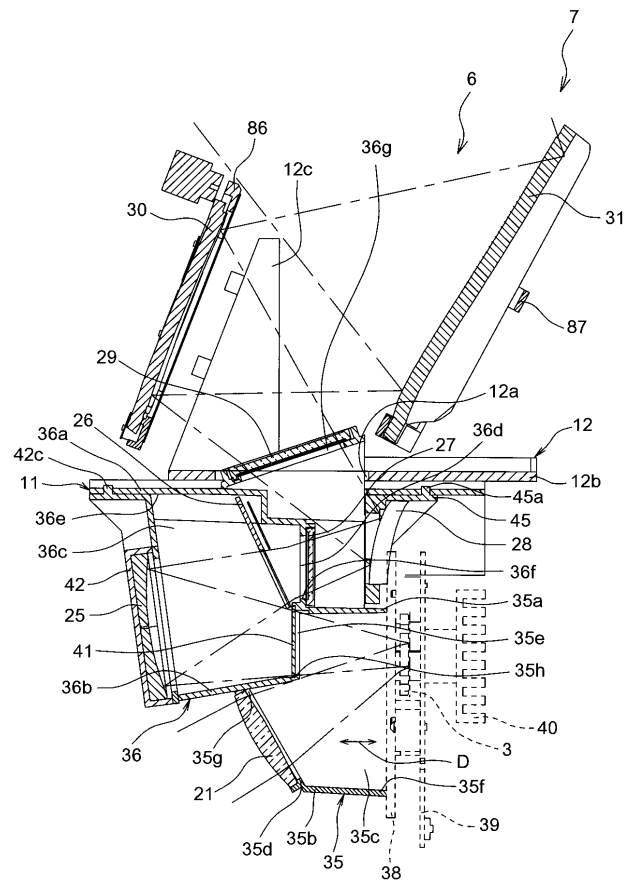
【図 14】



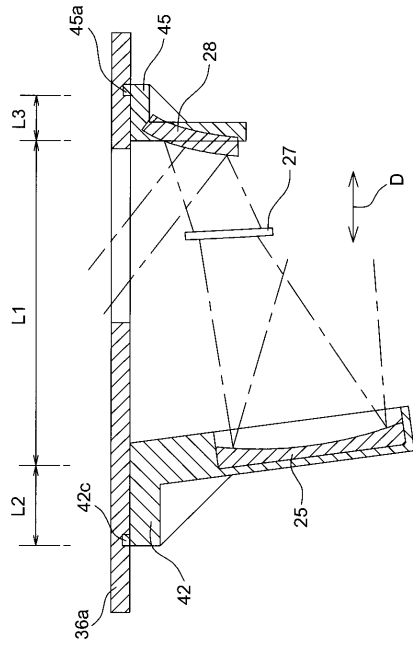
【図 15】



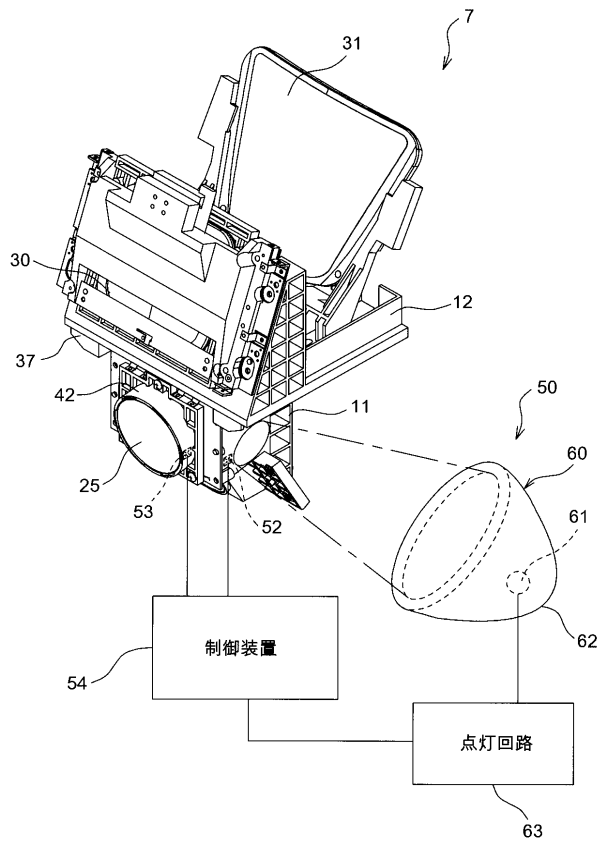
【図 16】



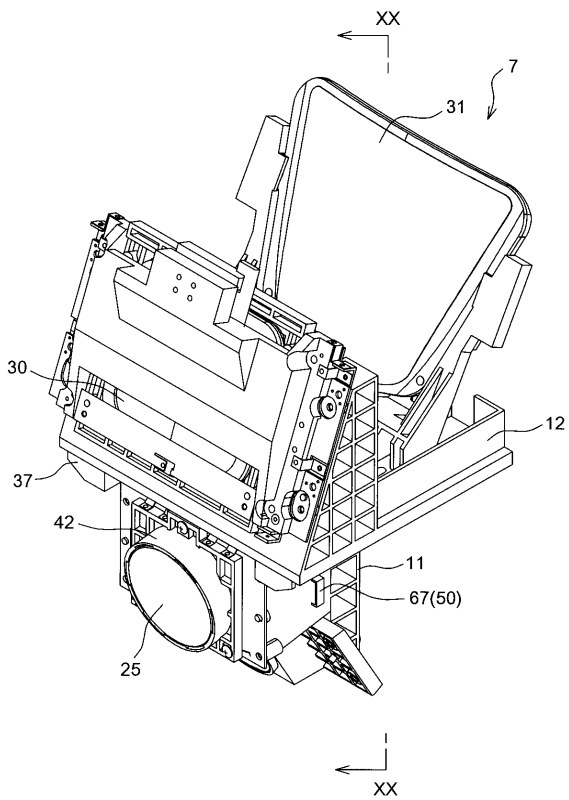
【図 17】



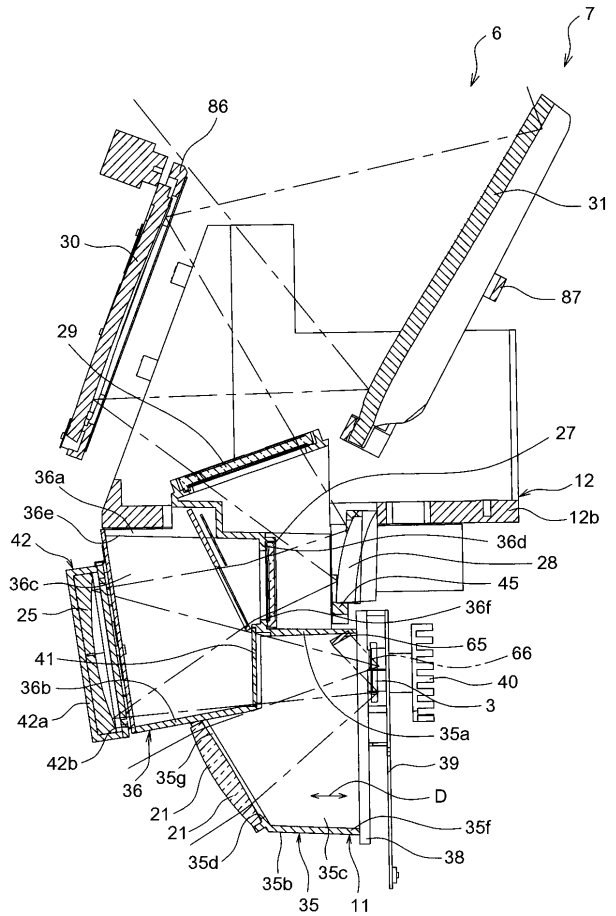
【図 18】



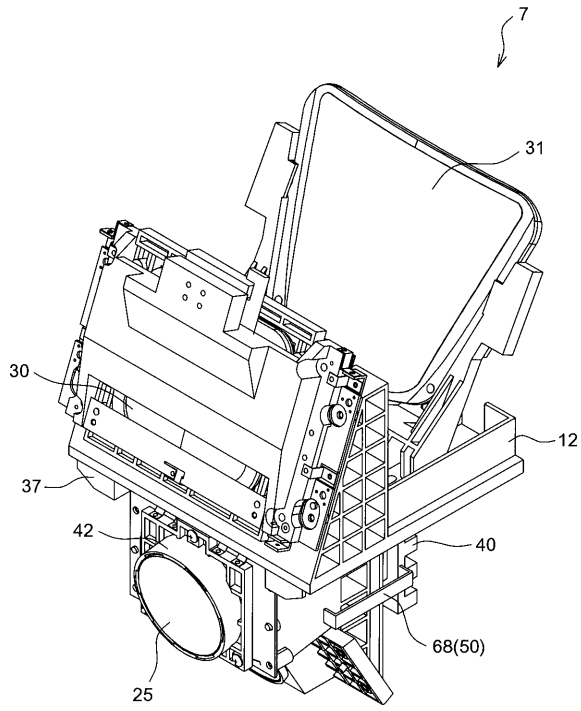
【図 19】



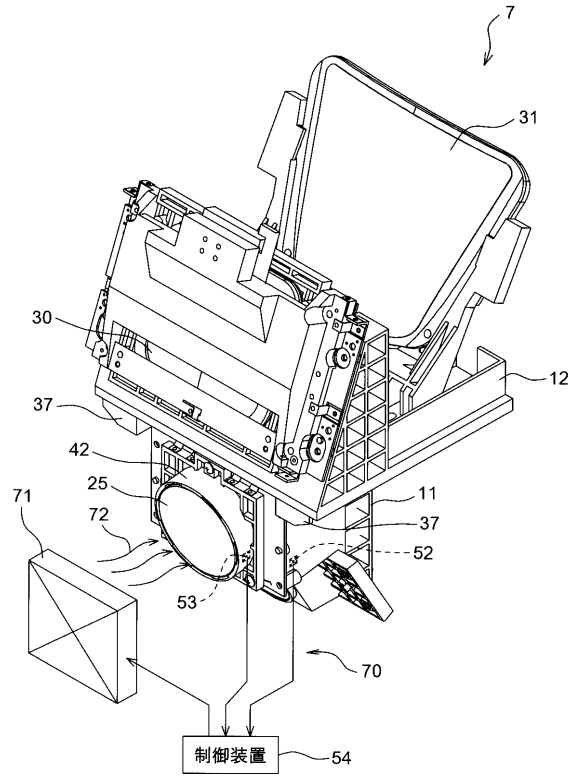
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



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 2 9 7 0 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