(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6881415号
(P6881415)
(45)発行日　令和3年6月2日(2021.6.2)　(24)登録日　令和3年5月10日(2021.5.10)

(51)Int.Cl.　F I
G03B 21/00 (2006.01)　G03B 21/00 D

請求項の数 6　(全 28 頁)

(21)出願番号　特願2018-201565(P2018-201565)
(22)出願日　平成30年10月26日(2018.10.26)
(65)公開番号　特開2019-133131(P2019-133131A)
(43)公開日　令和1年8月8日(2019.8.8)
審査請求日　令和1年9月19日(2019.9.19)
(31)優先権主張番号　特願2018-13824(P2018-13824)
(32)優先日　平成30年1月30日(2018.1.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(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　100116665
弁理士　渡辺　和昭
(74)代理人　100179475
弁理士　仲井　智至
(74)代理人　100216253
弁理士　松岡　宏紀
(72)発明者　柳澤　佳幸
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　田中　秀直

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プロジェクター

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光源装置と、
前記光源装置から出射された光を変調する光変調装置と、
前記光変調装置によって変調された光を投射する投射光学装置と、
前記光変調装置の少なくとも一部を収容し、内部に冷却液体が充填された筐体と、
前記筐体の内部に配置され、前記冷却液体を撹拌する流通装置と、
前記流通装置の動作を制御する制御装置と、を備え、
前記流通装置は、前記冷却液体を撹拌することで、前記光変調装置における変調部位の少なくとも光出射側に前記冷却液体を流通させ、
前記制御装置は、前記光源装置の点灯開始から所定期間の間第１動作レベルで前記流通装置の動作を制御する第１制御と、第２動作レベルで前記流通装置の動作を制御する第２制御と、を交互に実行し、
前記第２動作レベルで前記流通装置を制御する場合に前記変調部位の前記光出射側を流通する前記冷却液体の速度は、前記第１動作レベルで前記流通装置を制御する場合に前記変調部位の前記光出射側を流通する前記冷却液体の速度よりも大きくなり、
前記所定時間の長さは、前記光変調装置に入力される画像情報に応じた画像の階調に基づいて変化されることを特徴とするプロジェクター。
【請求項２】
請求項１に記載のプロジェクターにおいて、

前記制御装置は、前記所定期間において実行される前記第１制御において、前記流通装置の動作を停止させることを特徴とするプロジェクター。
【請求項３】
請求項１または２に記載のプロジェクターにおいて、
前記制御装置は、前記光源装置の点灯開始から経過した経過時間に基づいて、前記動作レベルを変化させることを特徴とするプロジェクター。
【請求項４】
請求項３に記載のプロジェクターにおいて、
前記制御装置は、前記経過時間と、前記光変調装置に入力される画像情報に応じた画像の階調との両方に基づいて、前記動作レベルを変化させることを特徴とするプロジェクター。
【請求項５】
請求項１から請求項４のいずれか一項に記載のプロジェクターにおいて、
前記制御装置は、前記冷却液体の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記動作レベルを変化させることを特徴とするプロジェクター。
【請求項６】
請求項１から請求項５のいずれか一項に記載のプロジェクターにおいて、
複数の前記流通装置を備え、
前記複数の前記流通装置は、前記筐体内の異なる位置に配置されてい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、プロジェクターに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、光源装置と、当該光源装置から出射された光を変調して画像情報に応じた画像を形成する光変調装置と、形成された画像を拡大投射する投射光学装置と、を備えたプロジェクターが知られている。このようなプロジェクターとして、液体である冷媒によって冷却対象を冷却する冷却構造を備えたプロジェクターが知られている（例えば、特許文献１参照）。
【０００３】
この特許文献１に記載のプロジェクターは、赤、緑及び青の各色光が入射される３つの液晶表示部と、当該３つの液晶表示部により形成された画像を合成するプリズムと、これらが内部に配置される四角箱状の冷却容器と、当該冷却容器内に封入される冷媒と、当該冷媒を強制的に循環させる撹拌手段と、を備える。
これらのうち、それぞれの液晶表示部は、液晶パネルと、入射側偏光素子及び出射側偏光素子と、を有する。入射側偏光素子は、液晶パネルの光入射側に位置し、出射側偏光素子は、当該液晶パネルの光出射側に位置して、プリズムにおいて対応する色光の入射面（側面）に配置される。
このようなプロジェクターでは、冷媒は、入射側偏光素子、液晶パネル及び出射側偏光素子にて発生した熱を吸収しながら、撹拌手段が発生させた流れによって移動される。このようにして、冷媒がそれぞれ冷却対象である各偏光素子及び液晶パネルに沿って流通することによって、各液晶表示部が冷却される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００２－１３１７３７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【０００５】
ここで、冷媒の屈折率は、当該冷媒の温度によって変化する。一方、プロジェクターの使用開始時では、冷媒の温度は低く、使用開始時から時間が経過すると冷媒の温度は高くなる。すなわち、プロジェクターの使用開始時と、当該使用開始時から時間が経過したタイミングとでは、冷媒の屈折率が異なる。このため、プロジェクターの使用開始時から比較的近い時点にて、プロジェクターにより投射された画像のフォーカス調整を実施しても、冷媒の温度上昇に伴う屈折率の変化によって、フォーカスがずれて、投射画像がぼやけるという問題がある。
【０００６】
本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決することを目的としたものであり、フォーカスずれの発生を抑制できるプロジェクター及び動作制御方法を提供することを目的の１つとする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の第１態様に係るプロジェクターは、光源装置と、前記光源装置から出射された光を変調する光変調装置と、前記光変調装置によって変調された光を投射する投射光学装置と、前記光変調装置の少なくとも一部を収容し、内部に冷却液体が充填された筐体と、前記光変調装置における変調部位の少なくとも光出射側に前記冷却液体を流通させる流通装置と、前記流通装置の動作を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記流通装置の動作レベルを変化させることを特徴とする。
【０００８】
なお、流通装置の動作レベルが高い場合には、筐体内の冷却液体が比較的速い流速にて流通し、当該動作レベルが低い場合には、比較的遅い流速にて流通する。
上記構成によれば、例えば制御装置が、光源装置の点灯開始時に流通装置の動作レベルを下げ、筐体内の冷却液体が大きく流動しないようにすることによって、光源装置からの光が入射されて温度が上昇する変調部位近傍の冷却液体の温度を速やかに上昇させることができる。このため、当該点灯開始時に近いタイミングにて、投射光学装置による投射画像のフォーカス調整が行われた場合でも、当該タイミングでの冷却液体の温度と、光変調装置を安定して冷却しているタイミングでの冷却液体の温度との差を小さくすることができる。これにより、それぞれのタイミングでの冷却液体の屈折率の差を小さくすることができる。従って、投射光学装置に入射される光が通過する領域における、それぞれのタイミングでの冷却液体の屈折率の差を小さくすることができるので、上記フォーカスずれが顕著に発生することを抑制できる。
【０００９】
上記第１態様では、前記制御装置は、第１動作レベルで前記流通装置の動作を制御する第１制御と、第２動作レベルで前記流通装置の動作を制御する第２制御と、を交互に実行し、前記第２動作レベルで前記流通装置を制御する場合に前記変調部位の前記光出射側を流通する前記冷却液体の速度は、前記第１動作レベルで前記流通装置を制御する場合に前記変調部位の前記光出射側を流通する前記冷却液体の速度よりも大きいことが好ましい。
このような構成によれば、制御装置によって第１制御と第２制御とが交互に実行されて、流通装置によって流通される冷却液体の速度が変更されるので、環境温度等に依らずに、変調部位の温度、ひいては、変調部位近傍の冷却液体の温度を維持しやすくすることができる。従って、光変調装置を安定して動作させることができる。
【００１０】
上記第１態様では、前記制御装置は、前記光源装置の点灯開始から所定期間の間、前記第１制御を実行することが好ましい。
このような構成によれば、光変調装置の変調部位には、低い流速の冷却液体が流通するので、変調部位近傍の冷却液体の温度を上昇させやすくすることができる。従って、変調部位近傍の冷却液体の温度を速やかに上昇させることができ、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。

【００１１】
上記第１態様では、前記制御装置は、前記所定期間において実行される前記第１制御において、前記流通装置の動作を停止させることが好ましい。
このような構成によれば、変調部位近傍の冷却液体の温度を上昇させやすくすることができる。従って、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。
【００１２】
上記第１態様では、前記制御装置は、前記光変調装置に入力される画像情報に応じた画像の階調に基づいて、前記所定期間の長さを変化させることが好ましい。
ここで、光変調装置として、液晶パネルと、当該液晶パネルの光路後段に配置される偏光板とを備える構成が採用される場合、当該光変調装置の温度は、入射される光束の光量だけでなく、形成される画像の階調によっても変化する。例えば、形成される画像の階調が黒に近い階調である場合には、偏光板によって吸収される光量が大きくなるので、光変調装置の温度は高くなりやすく、ひいては、変調部位近傍の冷却液体の温度は高くなりやすい。一方、形成される画像の階調が白に近い階調である場合には、偏光板によって吸収される光量が小さくなるので、光変調装置の温度は高くなりにくく、ひいては、変調部位近傍の冷却液体の温度は高くなりにくい。
これに対し、上記構成によれば、例えば、光変調装置によって形成される画像の階調が白に近い階調である場合に、上記所定期間の長さを長くでき、これにより、光源装置の点灯開始から流通装置の動作レベルが第１動作レベルである期間を長くすることができる。この場合、上記のように、冷却液体の温度を上昇させやすくすることができ、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。
【００１３】
上記第１態様では、前記制御装置は、前記光源装置の点灯開始から経過した経過時間に基づいて、前記動作レベルを変化させることが好ましい。
ここで、光源装置の点灯開始時からの冷却液体の温度上昇率は、実験等に基づいて予め取得できる。
このため、上記構成によれば、経過時間を計時することによって、冷却液体の温度を推測できる。従って、冷却液体の状態や投射画像の状態を計測するセンサー等の検出装置を設けることなく、当該冷却液体の温度を管理できる。
【００１４】
上記第１態様では、前記制御装置は、前記経過時間と、前記光変調装置に入力される画像情報に応じた画像の階調との両方に基づいて、前記動作レベルを変化させることが好ましい。
このような構成によれば、例えば、形成される画像の階調が白に近い階調である場合には、光源装置の点灯開始から、流通装置の動作レベルが第１動作レベルである期間を長くすることにより、冷却液体の温度を上昇させやすくすることができる。従って、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。
【００１５】
上記第１態様では、前記冷却液体の温度を検出する検出装置を備え、前記制御装置は、前記検出装置によって検出された前記冷却液体の温度に基づいて、前記動作レベルを変化させることが好ましい。
このような構成によれば、冷却液体の温度に応じて流通装置の動作を制御できるので、当該冷却液体の温度管理を適切に実施できる。従って、上記フォーカスずれの発生を抑制できるだけでなく、光変調装置の冷却を実施できる。
【００１６】
上記第１態様では、前記制御装置は、前記冷却液体の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記動作レベルを変化させることが好ましい。
このような構成によれば、冷却液体によって冷却される光変調装置の温度を略一定に維持できる。従って、当該光変調装置、ひいては、プロジェクターを安定して動作させることができる。

【００１７】
本発明の第２態様に係る動作制御方法は、光源装置と、前記光源装置から出射された光を変調する光変調装置と、前記光変調装置の少なくとも一部を収容し、内部に冷却液体が充填された筐体と、前記光変調装置における変調部位の少なくとも光出射側に前記冷却液体を流通させる流通装置と、を備えるプロジェクターの動作制御方法であって、前記流通装置の動作レベルを変化させることを特徴とする。
上記第２態様によれば、上記構成を有するプロジェクターが当該動作制御方法を実施することにより、上記第１態様に係るプロジェクターと同様の効果を奏することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１８】
【図１】本発明の第１実施形態に係るプロジェクターの構成を示す模式図。
【図２】上記第１実施形態における冷却装置の構成を示す模式図。
【図３】上記第１実施形態における制御装置の構成を示すブロック図。
【図４】上記第１実施形態における動作制御処理を示すフローチャート。
【図５】上記第１実施形態における冷却液体の温度変化の一例、及び、流通装置に印加される電圧変化の一例を示すグラフ。
【図６】本発明の第２実施形態に係るプロジェクターが備える制御装置の構成を示すブロック図。
【図７】上記第２実施形態における動作制御処理を示すフローチャート。
【図８】本発明の第３実施形態に係るプロジェクターが備える制御装置及び検出装置の構成を示すブロック図。
【図９】上記第３実施形態における動作制御処理を示すフローチャート。
【図１０】本発明の第４実施形態に係るプロジェクターが備える冷却装置及び制御装置の構成を示すブロック図。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
［第１実施形態］
以下、本発明の第１実施形態について、図面に基づいて説明する。
［プロジェクターの概略構成］
図１は、本実施形態に係るプロジェクター１の構成を示す模式図である。
本実施形態に係るプロジェクター１は、内部に設けられた光源装置４１から出射された光を変調して画像情報に応じた画像を形成し、当該画像をスクリーン等の被投射面上に拡大投射する投射型表示装置である。このプロジェクター１は、図１に示すように、外観を構成する外装筐体２と、当該外装筐体２内に収容される装置本体３と、を備える。
このようなプロジェクター１は、詳しくは後述するが、冷却装置５Ａの構成に特徴の１つを有する。
以下、プロジェクター１の構成について詳述する。
【００２０】
［外装筐体の構成］
外装筐体２は、略直方体形状に形成されている。この外装筐体２は、正面部２３、背面部２４、左側面部２５及び右側面部２６を有する他、それぞれ図示を省略するが、これら面部２３～２６の一端側を接続する天面部と、これら面部２３～２６の他端側を接続する底面部と、を有する。なお、底面部は、プロジェクター１の設置面に対向する面であり、複数の脚部が配設されている。
また、正面部２３は、開口部２３１を有する。この開口部２３１を介して、後述する投射光学装置４６の一部が露出され、当該投射光学装置４６によって画像が投射される。
【００２１】
［装置本体の構成］
装置本体３は、画像投射装置４、冷却装置５Ａ及び制御装置６Ａ（図３参照）を備える。この他、図示を省略するが、装置本体３は、プロジェクター１を構成する電子部品に電

力を供給する電源装置を備える。
【００２２】
［画像投射装置の構成］
画像投射装置４は、制御装置から入力される画像情報（画像信号を含む）に応じて形成される画像光を上記被投射面上に投射して、当該画像光に応じた画像を表示する。この画像投射装置４は、光源装置４１、均一化装置４２、色分離装置４３、リレー装置４４、画像形成装置４５、投射光学装置４６及び光学部品用筐体４７を備える。
【００２３】
光源装置４１は、均一化装置４２に照明光を出射する。このような光源装置４１の構成としては、例えば、励起光である青色光を出射するＬＤ（Laser Diode）等の固体光源と、当該固体光源から出射された青色光のうち一部の青色光を、緑色光及び赤色光を含む蛍光に波長変換する波長変換素子と、を有する構成を例示できる。なお、光源装置４１の他の構成としては、超高圧水銀ランプ等の光源ランプを光源として有する構成や、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）等の他の固体光源を有する構成を例示できる。
【００２４】
均一化装置４２は、光源装置４１から入射される光束の中心軸に対する直交面内の照度を均一化する。この均一化装置４２は、第１レンズアレイ４２１、第２レンズアレイ４２２、偏光変換素子４２３及び重畳レンズ４２４を備える。なお、均一化装置４２は、均一化装置４２を通過する光束の一部を遮蔽して透過光量を調整する調光装置を更に備えていてもよい。
これらのうち、偏光変換素子４２３は、第２レンズアレイ４２２から入射される光束を、１種類の直線偏光に揃えて出射する。
【００２５】
色分離装置４３は、均一化装置４２から入射される光束を、赤色光ＬＲ、緑色光ＬＧ及び青色光ＬＢに分離する。この色分離装置４３は、赤色光ＬＲ及び緑色光ＬＧを反射させて、青色光ＬＢを透過させるダイクロイックミラー４３１と、赤色光ＬＲを透過させて、緑色光ＬＧを反射させるダイクロイックミラー４３２と、分離された青色光ＬＢを後述する青用のフィールドレンズ４５１に向けて反射させる反射ミラー４３３と、を有する。なお、ダイクロイックミラー４３２にて反射された緑色光ＬＧは、緑用のフィールドレンズ４５１に入射される。
リレー装置４４は、分離された赤色光ＬＲの光路上にそれぞれ設けられる入射側レンズ４４１、反射ミラー４４２、リレーレンズ４４３及び反射ミラー４４４を備え、当該赤色光ＬＲを赤用のフィールドレンズ４５１に導く。なお、本実施形態では、画像投射装置４は、リレー装置４４に赤色光ＬＲを通す構成としたが、これに限らず、例えば青色光ＬＢを通す構成としてもよい。
【００２６】
画像形成装置４５は、入射される光を色光毎に変調し、変調された各色光を合成して、上記画像情報に応じた画像を形成する。この画像形成装置４５は、上記した３つの色光ＬＲ，ＬＧ，ＬＢ毎にそれぞれ設けられるフィールドレンズ４５１、入射側偏光板４５２、液晶パネル４５３及び出射側偏光板４５４と、１つの光合成装置４５５と、を備える。
入射側偏光板４５２及び出射側偏光板４５４は、本実施形態では、ワイヤーグリッド型の無機偏光板である。しかしながら、これに限らず、偏光板４５２，４５４として採用される偏光板は、他の偏光板であってもよい。
【００２７】
液晶パネル４５３は、光源装置４１から出射された光を画像情報に応じて変調する。液晶パネル４５３は、赤色光ＬＲに対応する液晶パネル４５３Ｒ、緑色光ＬＧに対応する液晶パネル４５３Ｇ、及び、青色光ＬＢに対応する液晶パネル４５３Ｂを含む。液晶パネル４５３は、本実施形態では、光入射面と光出射面とが異なる透過型の液晶パネルが採用されている。
そして、光変調装置ＬＶは、液晶パネル４５３と、当該液晶パネル４５３を光入射側及

び光出射側にて挟む位置に配置された入射側偏光板４５２及び出射側偏光板４５４とを備えて構成される。光変調装置ＬＶは、赤色光ＬＲに対応する光変調装置ＬＶＲ、緑色光ＬＧに対応する光変調装置ＬＶＧ、及び、青色光ＬＢに対応する光変調装置ＬＶＢを含む。本実施形態では、光変調装置ＬＶにおける変調部位とは、液晶パネル４５３における変調部位（液晶分子が封入された部位）を指す。なお、変調部位は、液晶パネル４５３の内部に位置しているため、光変調装置ＬＶにおける変調部位は、液晶パネル４５３における光出射面と言うことができる。

【００２８】

光合成装置４５５は、各液晶パネル４５３によって変調されて出射側偏光板４５４を通過した各色光を合成する。この光合成装置４５５は、本実施形態では、略直方体形状のクロスダイクロイックプリズムにより構成されており、各液晶パネル４５３よって変調された色光がそれぞれ入射される３つの光入射面４５５Ｂ，４５５Ｇ，４５５Ｒ（図２参照）と、これら色光を合成した画像を形成する画像光が出射される１つの光出射面４５５Ｅ（図２参照）と、を有する。この光出射面４５５Ｅから出射された画像光は、投射光学装置４６に入射される。

【００２９】

このような画像形成装置４５を構成する３つの液晶パネル４５３及び３つの出射側偏光板４５４は、光合成装置４５５において対応する光入射面４５５Ｂ，４５５Ｇ，４５５Ｒに、図示しない保持部材によって保持され、一体化されている。

なお、以下の説明では、入射側偏光板４５２、液晶パネル４５３、出射側偏光板４５４及び光合成装置４５５を、画像形成ユニットＦＵと呼称する。この画像形成ユニットＦＵは、後述する冷却装置５Ａの筐体５１内に配置される。

【００３０】

投射光学装置４６は、光合成装置４５５から入射される画像光を上記被投射面上に拡大投射して、当該画像光により形成される画像を当該被投射面上に表示させる。すなわち、投射光学装置４６は、光変調装置ＬＶＲ，ＬＶＧ，ＬＶＢによって変調された光を投射する。この投射光学装置４６は、複数のレンズが鏡筒内に配置された組レンズとして構成されている。

これらのうち、複数のレンズには、投射される画像光のフォーカスを調整するフォーカスレンズが含まれており、当該フォーカスレンズは、鏡筒の中心軸に沿って移動可能に当該鏡筒に保持されている。そして、ユーザーは、当該フォーカスレンズの位置を調整することによって、画像光のフォーカスを手動にて調整できる。

【００３１】

光学部品用筐体４７は、上記した装置４２～４４及びフィールドレンズ４５１を保持する。

ここで、画像投射装置４には、設計上の光軸である照明光軸Ａｘが設定されており、光学部品用筐体４７は、当該照明光軸Ａｘにおける所定位置に、各装置４２～４４及びフィールドレンズ４５１を保持する。この光学部品用筐体４７には、各フィールドレンズ４５１によって三方が囲まれる位置に、上記画像形成ユニットＦＵと冷却装置５Ａの筐体５１とが配置される空間Ｓが形成されている。

また、光源装置４１及び投射光学装置４６は、当該照明光軸Ａｘにおける所定位置に配置される。

【００３２】

以下の説明においては、背面部２４から正面部２３に向かう方向を＋Ｚ方向とし、当該＋Ｚ方向に交差し、かつ、互いに交差する方向を＋Ｘ方向及び＋Ｙ方向とする。これら＋Ｘ方向及び＋Ｙ方向のうち、＋Ｘ方向を左側面部２５から右側面部２６に向かう方向とし、＋Ｙ方向を、上記底面部から上記天面部に向かう方向とする。すなわち、＋Ｚ方向は、＋Ｙ方向側から見た場合に、投射光学装置４６の中心軸に沿って、当該投射光学装置４６が画像光を投射する方向である。また、図示を省略するが、＋Ｚ方向の反対方向を－Ｚ方向とする。－Ｘ方向及び－Ｙ方向も同様である。なお、本実施形態では、＋Ｘ方向、＋Ｙ

方向及び＋Ｚ方向は、互いに直交する方向として規定している。

【００３３】

［冷却装置の構成］

図２は、冷却装置５Ａの構成を示す模式図であり、ＸＺ平面に沿う冷却装置５Ａの断面を模式的に示す図である。

冷却装置５Ａは、プロジェクター１の冷却対象の１つである画像形成ユニットＦＵを冷却する。この冷却装置５Ａは、図１及び図２に示すように、上記空間Ｓ内に配置される筐体５１を有する他、図２に示すように、流通装置５２を有する。

【００３４】

［筐体の構成］

筐体５１は、図２に示すように、画像形成ユニットＦＵが内部に配置される筐体であり、略直方体形状に形成されている。すなわち、筐体５１は、入射側偏光板４５２、液晶パネル４５３及び出射側偏光板４５４を有する光変調装置ＬＶと、光合成装置４５５と、を収容する。この筐体５１は、それぞれ異なる側面部に、開口部５１１Ｂ，５１１Ｇ，５１１Ｒ，５１１Ｅを有する。

開口部５１１Ｂ，５１１Ｇ，５１１Ｒは、それぞれ対応する入射側偏光板４５２に対向する位置に形成されている。これら開口部５１１Ｂ，５１１Ｇ，５１１Ｒは、それぞれ対応するフィールドレンズ４５１（図１参照）を透過した青色光ＬＢ、緑色光ＬＧ及び赤色光ＬＲが通過する開口部である。

【００３５】

開口部５１１Ｅは、光合成装置４５５の光出射面４５５Ｅに対向する位置に形成されている。この開口部５１１Ｅは、当該光出射面４５５Ｅから出射された上記画像光が通過する開口部である。

これら開口部５１１Ｂ，５１１Ｇ，５１１Ｒ，５１１Ｅには、透光性部材５１２が嵌め込まれており、これら開口部５１１Ｂ，５１１Ｇ，５１１Ｒ，５１１Ｅは、当該透光性部材５１２によって閉塞されている。なお、透光性部材５１２は、対応する開口部を筐体５１の内側から閉塞してもよく、筐体５１の外側から閉塞してもよい。

【００３６】

このような筐体５１は、内部に冷却液体が封入される密閉筐体として構成されている。すなわち、筐体５１の内部には、当該冷却液体が充填されており、上記画像形成ユニットＦＵは、当該冷却液体に浸漬される。

なお、密閉筐体とは、例えば、パッキン等を介して筐体５１の一部の側面部が着脱可能に取り付けられている構造等、筐体５１内の冷却液体が筐体５１の外部に漏れ出ることが抑制されている範囲内で、簡素な密閉構造も含む。

また、冷却液体としては、電源及び画像情報が供給されて駆動される液晶パネル４５３の動作に影響を与えない不活性液体（特に、フッ素系の不活性液体）を利用できる。このような不活性液体としては、例えば、フロリナート（スリーエム社の商標）やＮＯＶＥＣ（スリーエム社の登録商標）を採用できる。

【００３７】

［流通装置の構成］

流通装置５２は、後述する制御装置６Ａによって動作が制御される。この流通装置５２は、筐体５１内の冷却液体を撹拌して、当該筐体５１内にて冷却液体を循環させる。これにより、流通装置５２は、当該冷却液体を画像形成ユニットＦＵに流通させる。

このような流通装置５２は、本実施形態では、モーター（図示省略）と、当該モーターによって回転されるシャフト５２１と、当該シャフト５２１の外周に設けられたインペラ５２２と、を有する。このような構成であれば、冷却液体を撹拌するシャフト５２１及びインペラ５２２を筐体５１内に配置し、発熱源となるモーターを筐体５１外に配置することも可能である。この場合には、冷却液体の温度が流通装置５２によって上昇することが抑制される。しかしながら、流通装置５２の構成は、上記に限定されない。

【００３８】

本実施形態では、シャフト５２１及びインペラ５２２は、筐体５１内のデッドスペースに複数設けられている。具体的に、各シャフト５２１及びインペラ５２２は、＋Ｙ方向側から筐体５１内を見た場合に、略正方形状の筐体５１において投射光学装置４６に入射される画像光がほぼ通過しない四隅部分に配設されている。

すなわち、４つの流通装置５２のうちの２つの流通装置５２が有するシャフト５２１及びインペラ５２２は、液晶パネル４５３Ｂを＋Ｚ方向において挟む位置に配置され、他の２つの流通装置５２が有するシャフト５２１及びインペラ５２２は、液晶パネル４５３Ｒを＋Ｚ方向において挟む位置に配置されている。換言すると、４つの流通装置５２のうちの２つの流通装置５２が有するシャフト５２１及びインペラ５２２は、液晶パネル４５３Ｇを＋Ｘ方向において挟む位置に配置され、他の２つの流通装置５２が有するシャフト５２１及びインペラ５２２は、光合成装置４５５の光出射面４５５Ｅを＋Ｘ方向において挟む位置に配置されている。なお、これに限らず、流通装置５２の位置及び数は、適宜変更可能である。

【００３９】

［冷却液体の流れ］

このような冷却装置５Ａにおいて、流通装置５２が駆動されると、筐体５１内の冷却液体は、図２に示すように、筐体５１の内面と入射側偏光板４５２との間、入射側偏光板４５２と液晶パネル４５３との間、液晶パネル４５３と出射側偏光板４５４との間、及び、出射側偏光板４５４と光合成装置４５５との間を、これらに沿って流通する。これにより、入射側偏光板４５２、液晶パネル４５３及び出射側偏光板４５４が冷却される。

すなわち、筐体５１内には、各液晶パネル４５３Ｂ，４５３Ｇ，４５３Ｒに対する色光の光路後段において、当該液晶パネル４５３と出射側偏光板４５４との間、出射側偏光板４５４と光合成装置４５５の光入射面４５５Ｂ，４５５Ｇ，４５５Ｒとの間、及び、光合成装置４５５の光出射面４５５Ｅと開口部５１１Ｅを閉塞する透光性部材５１２との間、のそれぞれに冷却液体が流通可能な流路が形成されている。

【００４０】

なお、流通装置５２が動作することによって入射側偏光板４５２のそれぞれ、液晶パネル４５３のそれぞれ、及び、出射側偏光板４５４のそれぞれに沿って流通する冷却液体の流速は、略同じである。すなわち、各入射側偏光板４５２に流通する冷却液体の流速は、それぞれ略同じであり、各液晶パネル４５３に流通する冷却液体の流速は、それぞれ略同じである。同様に、各出射側偏光板４５４に流通する冷却液体の流速は、それぞれ略同じである。このため、それぞれの入射側偏光板４５２、液晶パネル４５３及び出射側偏光板４５４は、略同じ冷却効率で冷却される。しかしながら、これに限らず、例えば温度が高くなりやすい構成や、熱によって劣化しやすい構成に流通する冷却液体の流速を、他の構成に比べて高くしてもよい。

【００４１】

［投射画像に生じるフォーカスずれの要因］

上記のように、画像形成ユニットＦＵは、筐体５１内の冷却液体に浸漬されて冷却される。そして、当該冷却液体は、筐体５１に設けられた流通装置５２が動作することによって撹拌されて、当該筐体５１内を循環する。

このような冷却液体は、温度によって密度が変化し、これに伴って屈折率が変化する。例えば、上記フッ素系の不活性液体は、温度が高くなるに従って屈折率が低下する特性を有する。

【００４２】

ここで、プロジェクター１の使用開始時には、画像形成ユニットＦＵだけでなく、冷却液体の温度も低いことが考えられる。すなわち、プロジェクター１の使用開始時には、冷却液体の温度は低く、当該冷却液体の屈折率が高い。一方、プロジェクター１を使用し続けると、液晶パネル４５３及び偏光板４５２，４５４の温度は上昇することから、液晶パネル４５３及び偏光板４５２，４５４を冷却することによって冷却液体の温度は高くなり、当該冷却液体の屈折率は低下する。

このため、プロジェクター１の使用開始時に近いタイミング、すなわち、冷却液体の屈折率が比較的高いタイミングにて、ユーザーが上記フォーカスレンズを操作して投射画像のフォーカスを調整した場合、時間経過とともに冷却液体の温度が高くなると、当該冷却液体の屈折率が低下して、投射画像のフォーカスがずれてくる。

【００４３】

これに対し、本実施形態に係るプロジェクター１では、制御装置６Ａが、上記流通装置５２の動作を制御して、プロジェクター１の使用開始時から冷却液体の温度を速やかに上昇させることで、時間経過に伴う冷却液体の温度の変化量を小さくし、時間経過に伴う冷却液体の屈折率の変化を小さくする。これにより、投射画像のフォーカスずれが発生することを抑制する。

このような制御を行う制御装置６Ａについて、以下に説明する。

【００４４】

［制御装置の構成］

図３は、制御装置６Ａの構成を示すブロック図である。

制御装置６Ａは、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等の演算処理回路を有し、プロジェクター１全体の動作を制御する。例えば、制御装置６Ａは、ユーザーによる電源投入操作に応じてプロジェクター１を起動させる。そして、制御装置６Ａは、上記光源装置４１の点灯を制御する他、外部から入力される画像情報を処理し、処理した画像情報に応じた画像信号を上記液晶パネル４５３に出力する。

この他、制御装置６Ａは、図３に示すように、記憶部６１、計時部６２及び動作制御部６３Ａを有する。

【００４５】

記憶部６１は、制御装置６Ａによるプロジェクター１の動作制御に必要なプログラム及びデータを記憶している。そして、制御装置６Ａは、記憶部６１に記憶された駆動制御プログラム及びデータに基づいて、計時部６２及び動作制御部６３Ａによって、プロジェクター１の電源投入時からの経過時間を計時するとともに、当該経過時間に応じて冷却装置５Ａの流通装置５２を動作させる動作制御処理を実行する。すなわち、制御装置６Ａは、本発明の動作制御方法が含まれる動作制御処理を実施する。

【００４６】

本実施形態において、制御装置６Ａは、上記動作制御処理において、低レベル制御と、高レベル制御と、を実行可能である。

低レベル制御は、流通装置５２の動作レベルを低レベルである第１動作レベルとする制御方式である。すなわち、制御装置６Ａは、低レベル制御において、第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する。低レベル制御は、第１制御に相当する。

高レベル制御は、流通装置５２の動作レベルを高レベルである第２動作レベルとする制御方式である。すなわち、制御装置６Ａは、高レベル制御において、第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する。高レベル制御は、第２制御に相当する。

ここで、動作レベルとは、例えば、流通装置５２のモーターに印加される電圧に基づく流通装置５２の動作状態の度合いを示す。換言すると、動作レベルは、流通装置５２によって冷却対象に沿って流通する冷却液体の速度を示す。そして、第２動作レベルは、冷却対象に沿って流通する冷却液体の速度が第１動作レベルでの速度よりも大きい流通装置５２の動作レベルを示す。詳述すると、第２動作レベルは、液晶パネル４５３の変調部位の光出射側を流通する冷却液体の速度が第１動作レベルでの速度よりも大きい動作レベルである。

【００４７】

図４は、制御装置６Ａによる流通装置５２の動作制御処理を示すフローチャートである。

制御装置６Ａによって実行される動作制御処理は、例えばプロジェクター１の電源投入時に実行される。動作制御処理では、図４に示すように、まず、制御装置６Ａは、ユーザーによるプロジェクター１の電源投入操作に応じて、光源装置４１の点灯を開始する（ス

テップＳＡ１）。この時、計時部６２は、光源装置４１の点灯開始からの経過時間を計時する。

【００４８】

動作制御部６３Ａは、流通装置５２の動作を制御する。

具体的に、動作制御部６３Ａは、計時部６２によって計時される計時時間（上記経過時間）に基づいて、記憶部６１に記憶された所定期間である始動期間が経過したか否かを判定する。すなわち、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始から所定時間が経過したか否かを判定する（ステップＳＡ２）。ここで、所定時間は、始動期間（所定期間）の長さを示す。

そして、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始からの始動期間が経過していないと判定した場合（ステップＳＡ２：ＮＯ）、動作制御部６３Ａは、低レベル（第１動作レベル）で流通装置５２の動作を制御する低レベル制御を実行する（ステップＳＡ３）。すなわち、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始から所定時間が経過するまでの始動期間（所定期間）において、低レベル制御を実行する。本実施形態において、制御装置６Ａの動作制御部６３Ａは、始動期間（所定期間）において実行される低レベル制御において、流通装置５２の動作を停止させる。この後、動作制御部６３Ａは、処理をステップＳＡ２に戻す。

【００４９】

一方、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始から始動期間が経過したと判定した場合（ステップＳＡ２：ＹＥＳ）、動作制御部６３Ａは、高レベル制御と低レベル制御とを交互に繰り返す交互制御を実行する（ステップＳＡ４）。交互制御では、動作制御部６３Ａによって、流通装置５２の動作レベルが、高レベルである第２動作レベルと低レベルである第１動作レベルとの間で交互に切り替えられ、切り替えられた動作レベルに応じて流通装置５２の動作が制御される。

このように、制御装置６の動作制御部６３Ａは、流通装置５２の動作レベルを変化させる。本実施形態において、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始から経過した経過時間に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。

【００５０】

なお、ステップＳＡ４にて交互制御が実行される期間を、交互制御期間とする。交互制御期間には、ステップＳＡ４にて動作制御部６３Ａが第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する期間である高レベル制御期間（第２制御期間）と、ステップＳＡ４にて動作制御部６３Ａが第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御期間（第１制御期間）とが含まれる。そして、交互制御期間は、プロジェクター１の電源がＯＮである間、継続される。

【００５１】

第１動作レベル及び第２動作レベル、並びに、高レベル制御期間の長さ及び低レベル制御期間の長さは、上記記憶部６１に記憶されている。

このため、交互制御期間において、流通装置５２の動作レベルが第２動作レベルとなる高レベル制御期間と、流通装置５２の動作レベルが第１動作レベルとなる低レベル制御期間との切替周期は、適宜設定できる。しかしながら、切替周期は、画像形成ユニットＦＵを冷却する冷却液体の温度を予め設定された一定の温度範囲内に維持できる周期であることが好ましい。なお、高レベル制御期間と低レベル制御期間とは、同じ長さの期間であってもよく、高レベル制御期間及び低レベル制御期間のうちの一方が、他方に比べて長くてもよい。

【００５２】

また、上記始動期間は、例えば、上記低レベル制御が実行されることによって、光源装置４１の点灯開始から上昇する冷却液体の温度が上記温度範囲に達するまでの期間とすることができる。このような始動期間は、冷却液体の温度上昇率を実験等によって算出可能であることから、当該温度上昇率及び液晶パネル４５３のサイズ等に基づいて同様に算出可能である。なお、上記温度範囲に含まれる目標温度は、液晶パネル４５３を含む光変調

装置ＬＶが安定して動作可能な冷却液体の温度を例示できる。また、所定の温度範囲としては、目標温度を含む１０℃程度の幅を有する温度範囲を例示できるが、これに限らず、適宜変更可能である。

更に、高レベルである第２動作レベルでの流通装置５２の動作状態は、低レベルである第１動作レベルでの流通装置５２の動作状態に比べて、流通装置５２によって流通される冷却液体の流量が大きい動作状態であればよい。一方、第１動作レベルでの流通装置５２の動作状態には、流通装置５２の動作が停止されることも含まれる。本実施形態では、動作制御部６３Ａによって行われる低レベル制御は、上記のように、流通装置５２を停止させることである。

【００５３】

図５は、光源装置４１の点灯開始からの冷却液体の温度Ｔの変化の一例、及び、光源装置４１の点灯開始から流通装置５２に印加される電圧の変化の一例を示すグラフである。具体的に、図５の上段には、光源装置４１の点灯開始からの冷却液体の温度Ｔの変化の一例を示す温度変化グラフが示されている。温度変化グラフの縦軸は冷却液体の温度Ｔを示し、温度変化グラフの横軸は時間ｔを示している。また、図５の下段には、光源装置４１の点灯開始からの流通装置５２のモーターに印加される電圧の変化の一例を示す電圧変化グラフが示されている。電圧変化グラフの縦軸は流通装置５２のモーターに印加する電圧Ｖを示し、電圧変化グラフの横軸は時間ｔを示している。

まず、図５の上段に示される温度変化グラフにおいて、時間ｔ０は、光源装置４１の点灯が開始されるタイミング、例えばユーザーによってプロジェクター１の電源がＯＦＦからＯＮに切り替えられるタイミングを示している。時間ｔ０における冷却液体の温度Ｔは、例えば、プロジェクター１が設置される環境の温度に応じた所定の温度となっている。更に、図５の下段に示される電圧変化グラフにおいて、時間ｔ０における電圧Ｖは、０Ｖとなっている。本実施形態において、時間ｔ０は０秒を示す。

【００５４】

ここで、光源装置４１が点灯されると、光源装置４１から出射された光束が冷却液体を通過する他、冷却液体に浸漬された光学部品に光束が入射されて熱を帯びることから、冷却液体の温度は徐々に上昇する。

これに対し、図５上段の温度変化グラフに点線にて示すように、光源装置４１の点灯開始からの流通装置５２の動作レベルが高レベルである場合には、冷却液体の温度Ｔは、所定の温度上昇率にて上昇し、時間ｔａにおいて上記温度範囲に含まれる目標温度Ｔｓに達し、その後、当該温度範囲内の温度に維持される。この場合、画像形成ユニットＦＵの冷却を充分に行うことができる。

しかしながら、流通装置５２の動作レベルが高レベルである間の冷却液体の温度上昇率は、比較的小さいことから、冷却液体の温度Ｔが、例えば目標温度Ｔｓに達するまでの時間が長い。換言すると、冷却液体の温度Ｔが光源装置４１の点灯開始から目標温度Ｔｓに達するまでに、時間ｔａを要する。このため、光源装置４１の点灯開始時に近いタイミングにて投射画像のフォーカス調整を行うと、当該タイミングでの冷却液体の温度Ｔと目標温度Ｔｓとの温度差が大きく、冷却液体の屈折率の差も大きいので、光源装置４１の点灯開始からの時間経過に伴って、フォーカスにずれが生じる。

【００５５】

一方、図５上段の温度変化グラフに一点鎖線にて示すように、光源装置４１の点灯開始から流通装置５２の動作レベルが第１動作レベルである場合、すなわち、流通装置５２が停止されている場合には、冷却液体の温度Ｔは、流通装置５２の動作レベルが第２動作レベルである場合の温度上昇率より大きい温度上昇率にて上昇する。そして、光源装置４１の点灯開始から或る時間が経過した時点で、冷却液体の温度Ｔは、上記所定の温度範囲より高い温度Ｔ０に到達する。

流通装置５２の動作レベルが第１動作レベルである間の冷却液体の温度上昇率は、比較的高いことから、光源装置４１の点灯開始から流通装置５２の動作レベルが第２動作レベルより低い第１動作レベルである場合には、冷却液体の温度Ｔを上記目標温度Ｔｓに比較

的短時間で到達させることができる。しかしながら、光源装置４１の点灯開始から流通装置５２の動作レベルが第１動作レベルのままであると、上記或る時間後に、冷却液体の温度Ｔは、上記温度範囲より高い温度Ｔ０で維持されてしまう。そして、光源装置４１の点灯開始時に近いタイミングにて投射画像のフォーカス調整を行うと、上記の場合と同様に、当該タイミングでの冷却液体の温度Ｔと上記温度Ｔ０との温度差が大きく、冷却液体の屈折率の差も大きいことから、光源装置４１の点灯開始からの時間経過に伴って、フォーカスにずれが生じる。更に、この場合には、冷却液体の温度Ｔが高いことから、画像形成ユニットＦＵの冷却を充分に行うことができない可能性がある。

【００５６】

これに対し、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始から時間ｔ１が経過するまでの期間である始動期間ＰＡの間、低レベルである第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御を実行する。

本実施形態において、始動期間ＰＡでの低レベル制御は、上記のように、流通装置５２を停止させることである。すなわち、図５下段の電圧変化グラフに示されるように、始動期間ＰＡにて実行される低レベル制御において流通装置５２に印加される電圧は、０Ｖである。これにより、図５上段の温度変化グラフに実線にて示すように、始動期間ＰＡにおいて、冷却液体の温度Ｔは速やかに上昇する。これにより、冷却液体の温度Ｔは、時間ｔ１において目標温度Ｔｓより高い温度Ｔ１となる。

【００５７】

そして、始動期間ＰＡが経過すると、すなわち、光源装置４１の点灯開始から時間ｔ１が経過すると、動作制御部６３Ａは、高レベルである第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する高レベル制御と、低レベルである第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御とを交互に行う交互制御を実行して、冷却液体の温度Ｔを、目標温度Ｔｓが含まれる上記温度範囲内に維持する。すなわち、始動期間ＰＡの経過後の期間は、流通装置５２の動作が第２動作レベルで制御される高レベル制御期間ＰＨと、流通装置５２の動作が第１動作レベルで制御される低レベル制御期間ＰＬとが交互に繰り返される交互制御期間ＰＢである。

【００５８】

具体的に、始動期間ＰＡが経過して交互制御期間ＰＢに入ると、動作制御部６３Ａは、始動期間ＰＡの後に設定された高レベル制御期間ＰＨ１の間、高レベルである第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する高レベル制御を実行する。すなわち、交互制御期間ＰＢの最初には高レベル制御期間ＰＨ１が設けられ、時間ｔ１から時間ｔ１より長い時間ｔ２までの高レベル制御期間ＰＨ１の間、動作制御部６３Ａは、流通装置５２の動作レベルを第２動作レベルにする。更に換言すると、動作制御部６３Ａは、始動期間ＰＡから交互制御期間ＰＢへ移行した場合に、低レベルである第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御から、高レベルである第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する高レベル制御へ切り替える。本実施形態において、高レベル制御期間ＰＨ１にて実行される高レベル制御において流通装置５２に印加される電圧は、０Ｖよりも大きい電圧Ｖ１である。これにより、冷却液体の温度Ｔは、時間ｔ１において始動期間ＰＡの経過時に到達していた温度Ｔ１から、時間ｔ２において、温度Ｔ１より低く、更に、目標温度Ｔｓより低い温度Ｔ２に到達する。なお、高レベル制御期間ＰＨ１は、始動期間ＰＡより短い。

【００５９】

高レベル制御期間ＰＨ１が経過すると、動作制御部６３Ａは、高レベル制御期間ＰＨ１の後に設定された低レベル制御期間ＰＬ１の間、低レベルである第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御を実行する。すなわち、時間ｔ２から時間ｔ２より長い時間ｔ３までの低レベル制御期間ＰＬ１の間、動作制御部６３Ａは、流通装置５２の動作レベルを第１動作レベルにする。本実施形態において、低レベル制御期間ＰＬ１にて実行される低レベル制御において流通装置５２に印加される電圧は、０Ｖである。これにより、冷却液体の温度Ｔは、時間ｔ２において高レベル制御期間ＰＨ１の経過時に到達し

ていた温度Ｔ２から、時間ｔ３において、温度Ｔ１より低く、目標温度Ｔｓより高い温度Ｔ３に到達する。なお、期間ＰＬ１は、期間ＰＨ１より短い。

【００６０】

低レベル制御期間ＰＬ１が経過すると、動作制御部６３Ａは、低レベル制御期間ＰＬ１の後に設定された高レベル制御期間ＰＨ２の間、高レベルである第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する高レベル制御を実行する。すなわち、時間ｔ３から時間ｔ３より長い時間ｔ４までの高レベル制御期間ＰＨ２の間、動作制御部６３Ａは、流通装置５２の動作レベルを第２動作レベルにする。本実施形態において、高レベル制御期間ＰＨ２にて実行される高レベル制御において流通装置５２に印加される電圧は、上記電圧Ｖ１である。これにより、冷却液体の温度Ｔは、時間ｔ３において低レベル制御期間ＰＬ１の経過時に到達していた温度Ｔ３から、時間ｔ４において、温度Ｔ２より高く、目標温度Ｔｓより低い温度Ｔ４に到達する。なお、期間ＰＨ２は、期間ＰＬ１より短い。

【００６１】

高レベル制御期間ＰＨ２が経過すると、動作制御部６３Ａは、高レベル制御期間ＰＨ２の後に設定された低レベル制御期間ＰＬ２の間、低レベルである第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御を実行する。すなわち、時間ｔ４から時間ｔ４より長い時間ｔ５までの低レベル制御期間ＰＬ２の間、動作制御部６３Ａは、流通装置５２の動作レベルを第１動作レベルにする。本実施形態において、低レベル制御期間ＰＬ２にて実行される低レベル制御において流通装置５２に印加される電圧は０Ｖである。これにより、冷却液体の温度Ｔは、時間ｔ４において高レベル制御期間ＰＨ２の経過時に到達していた温度Ｔ４から、時間ｔ５において、目標温度Ｔｓと略一致する温度に到達する。なお、期間ＰＬ２は、期間ＰＨ２より短い。

【００６２】

図５では、詳しい図示を省略するが、低レベル制御期間ＰＬ２の後、動作制御部６３Ａは、引き続き、高レベル制御と、低レベル制御とを、所定周期で交互に切り替える。すなわち、図５上段に示した温度変化グラフにおいて、低レベル制御期間ＰＬ２の後も、高レベル制御期間ＰＨと低レベル制御期間ＰＬとが、所定周期で交互に繰り返される。このため、図５下段に示した電圧変化グラフでは太い点線にて示したが、低レベル制御期間ＰＬ２の後に流通装置５２に印加される電圧は、電圧Ｖ１と０Ｖとの間で交互に切り替わる。なお、低レベル制御期間ＰＬ２の後に繰り返される高レベル制御期間ＰＨ及び低レベル制御期間ＰＬのそれぞれの長さは、低レベル制御期間ＰＬ２の長さより短い。

【００６３】

これによれば、光源装置４１の点灯開始に近いタイミングにて投射画像のフォーカス調整を行った場合でも、当該タイミングでの冷却液体の温度と目標温度Ｔｓとの差は小さく、冷却液体の屈折率の差も小さい。このため、光源装置４１の点灯開始から時間が経過しても、投射画像のフォーカスにずれが生じることを抑制できる。更に、この場合には、冷却液体の温度が目標温度Ｔｓを含む上記温度範囲内に保たれることから、画像形成ユニットＦＵを充分に冷却できる。

【００６４】

［第１実施形態の効果］

以上説明した本実施形態に係るプロジェクター１によれば、以下の効果を奏することができる。

制御装置６Ａにおいて、流通装置５２の動作を制御する動作制御部６３Ａは、流通装置５２の動作レベルを変化させる。すなわち、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始から所定期間である始動期間ＰＡが経過するまでの間、流通装置５２の動作レベルが高レベルである第２動作レベルである場合に比べて、流通装置５２の動作レベルを下げる。これにより、筐体５１内の冷却液体が大きく流動しないことから、光源装置４１からの光が入射されて温度が上昇する光変調装置ＬＶの変調部位近傍の冷却液体の温度を速やかに上昇させることができる。このため、当該点灯開始時に近いタイミングにて、投射画像のフォーカス調整が行われた場合でも、当該タイミングでの冷却液体の温度Ｔと、目標温度

Ｔｓとの温度差を小さくすることができる。これにより、それぞれのタイミングでの冷却液体の屈折率の差を小さくすることができる。従って、上記フォーカスずれが発生することを抑制できる。

【００６５】

制御装置６Ａの動作制御部６３Ａは、第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する第１制御である低レベル制御と、第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する第２制御である高レベル制御と、を交互に実行する。第２動作レベルで流通装置５２を制御する場合に光変調装置ＬＶの変調部位の光出射側を流通する冷却液体の速度は、第１動作レベルで流通装置５２を制御する場合に光変調装置ＬＶの変調部位の光出射側を流通する冷却液体の速度よりも大きい。これによれば、制御装置６Ａによって低レベル制御と高レベル制御とが交互に実行されて、流通装置５２によって流通される冷却液体の速度が変更されるので、環境温度等に依らずに、変調部位近傍の冷却液体の温度を上記温度範囲内に維持できる。従って、光変調装置ＬＶを安定して動作させることができる。

【００６６】

制御装置６Ａの動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始から所定期間である始動期間ＰＡの間、流通装置５２の動作レベルを低レベルである第１動作レベルとする低レベル制御を実行する。これによれば、光変調装置ＬＶの変調部位には、低い流速の冷却液体が流通するので、変調部位近傍の冷却液体の温度を上昇させやすくすることができる。従って、変調部位近傍の冷却液体の温度を速やかに上昇させることができ、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。

【００６７】

制御装置６Ａの動作制御部６３Ａは、上記始動期間において実行される低レベル制御において、流通装置５２を停止させる。これによれば、光変調装置ＬＶの変調部位近傍の冷却液体の温度を上昇させやすくすることができる。従って、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。

【００６８】

制御装置６Ａの動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始からの経過時間に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。これによれば、冷却液体の状態や投射画像の状態を計測するセンサー等の検出装置を設けることなく、当該冷却液体の温度を管理できる。

【００６９】

制御装置６Ａの動作制御部６３Ａは、目標温度Ｔｓを含む上記温度範囲内に冷却液体の温度が収まるように、流通装置５２の動作レベルを変化させる。これによれば、冷却液体の温度を略一定に維持でき、冷却液体によって冷却される光変調装置ＬＶの温度を略一定に維持できる。従って、当該光変調装置ＬＶ、ひいては、プロジェクターを安定して動作させることができる。

【００７０】

［第２実施形態］

次に、本発明の第２実施形態について説明する。

本実施形態に係るプロジェクターは、上記プロジェクター１と同様の構成を有する。しかしながら、本実施形態に係るプロジェクターでは、制御装置が、光源装置４１の点灯開始からの経過時間と、光変調装置ＬＶによって形成される画像の階調との両方に基づいて、流通装置５２の動作を制御する。この点で、本実施形態に係るプロジェクターと上記プロジェクター１とは相違する。なお、以下の説明では、既に説明した部分と同一又は略同一である部分については、同一の符号を付して説明を省略する。

【００７１】

図６は、本実施形態に係るプロジェクターが備える制御装置６Ｂの構成を示すブロック図である。

本実施形態に係るプロジェクターは、制御装置６Ａに代えて制御装置６Ｂを有する他は、上記プロジェクター１と同様の構成を有する。

【００７２】
［制御装置の構成］
制御装置６Ｂは、上記制御装置６Ａと同様の機能を有する。この他、制御装置６Ｂは、後述する動作制御処理を実行するために、図６に示すように、記憶部６１、計時部６２、階調取得部６４及び動作制御部６３Ｂを有する。
【００７３】
ここで、出射側偏光板４５４は、液晶パネル４５３を通過した光のうち、画像を形成しない光を吸収する。このため、例えば白に近い階調の画像が形成される場合には、出射側偏光板４５４を通過する光量が大きく、吸収される光量が小さいので、当該出射側偏光板４５４にて生じる熱量は相対的に小さく、冷却液体の温度上昇は小さくなる。一方、例えば黒に近い階調の画像が形成される場合には、出射側偏光板４５４を通過する光量は小さく、吸収される光量は大きくなるため、当該出射側偏光板４５４にて生じる熱量は相対的に大きく、冷却液体の温度上昇は大きくなる。
【００７４】
これに対し、制御装置６Ｂは、上記経過時間に加えて、各液晶パネル４５３によって形成される画像の階調に基づいて、上記始動期間ＰＡの長さを補正する。すなわち、制御装置６Ｂは、経過時間と、光変調装置ＬＶの液晶パネル４５３に入力される画像情報に応じた画像の階調との両方に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。
具体的に、制御装置６Ｂの構成のうち、階調取得部６４は、各光変調装置ＬＶに入力される画像情報に基づいて、当該各光変調装置ＬＶによって形成される画像の階調を取得する。詳述すると、階調取得部６４は、１フレームの階調を取得する。この１フレームの階調は、例えば、１フレームの階調の平均値であり、以下で平均階調と呼ぶ場合がある。
【００７５】
動作制御部６３Ｂは、上記動作制御部６３Ａと同様に、流通装置５２の動作を制御する。この他、動作制御部６３Ｂは、始動期間ＰＡの長さを補正する。
具体的に、動作制御部６３Ｂは、階調取得部６４によって取得された平均階調に基づく係数を予め設定された上記始動期間ＰＡの長さに乗算して、当該始動期間ＰＡの長さを補正する。このような係数は、例えば、平均階調が白に近い階調である場合には、始動期間ＰＡは長くなり、平均階調が黒に近い階調である場合には、始動期間ＰＡは短くなる係数である。すなわち、当該係数は、例えば、平均階調が白に近い階調である場合には１．０よりも大きい数値に設定され、平均階調が黒に近い階調である場合には１．０よりも小さい数値が設定される。このように、制御装置６Ｂは、形成される画像の階調に基づいて、上記始動期間ＰＡ（所定期間）の長さを変化させる。
【００７６】
そして、動作制御部６３Ｂは、光源装置４１の点灯開始から、補正された始動期間ＰＡ（所定期間）が経過していない場合、すなわち、光源装置４１の点灯開始から所定時間が経過していない場合には、低レベル制御を実行する。
一方で、動作制御部６３Ｂは、光源装置４１の点灯開始から、補正された始動期間ＰＡが経過した場合、すなわち、光源装置４１の点灯開始から所定時間が経過した場合には、上記のように、高レベル制御と低レベル制御とを交互に繰り返す交互制御を実行する。
なお、上記のように、低レベル制御は、動作制御部６３Ｂが、流通装置５２の動作レベルを低レベルである第１動作レベルとし、設定された第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する制御方式である。また、高レベル制御は、動作制御部６３Ｂが、流通装置５２の動作レベルを高レベルである第２動作レベルとし、設定された第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する制御方式である。そして、第２動作レベルは、冷却対象である液晶パネル４５３の変調部位の光出射側を流通する冷却液体の速度が第１動作レベルでの速度よりも大きい流通装置５２の動作レベルである。
【００７７】
なお、動作制御部６３Ｂは、交互制御期間ＰＢにおける高レベル制御期間ＰＨと低レベル制御期間ＰＬとの周期も、平均階調、及び、光源装置４１の点灯開始からの経過時間に

応じて変化させてもよい。また、動作制御部６３Ｂは、高レベル制御時の動作レベルである第２動作レベル及び低レベル制御時の動作レベルである第１動作レベルも、平均階調及び経過時間に応じて変化させてもよい。更に、動作制御部６３Ｂは、高レベル制御期間ＰＨ及び低レベル制御期間ＰＬの各長さ、及び、高レベル制御期間ＰＨと低レベル制御期間ＰＬとの比率も、平均階調及び経過時間に応じて変化させてもよい。

【００７８】

［動作制御処理］

図７は、制御装置６Ｂによる動作制御処理を示すフローチャートである。

制御装置６Ｂは、記憶部６１に記憶された駆動制御プログラム及びデータに基づいて、以下の動作制御処理を実行する。すなわち、制御装置６Ｂは、本発明の動作制御方法を含む動作制御処理を実施する。

この動作制御処理では、図７に示すように、まず、制御装置６Ｂが、例えばユーザーによるプロジェクターの電源投入操作に応じて、光源装置４１の点灯を開始する（ステップＳＡ１）。この時、計時部６２が、上記と同様に、光源装置４１の点灯開始時からの経過時間を計時する。

また、階調取得部６４が、光変調装置ＬＶに入力される画像情報に応じた画像の平均階調を取得する（ステップＳＢ１）。

次に、動作制御部６３Ｂが、取得された平均階調に基づいて、上記始動期間（所定期間）の長さを補正する（ステップＳＢ２）。

【００７９】

この後、動作制御部６３Ｂは、上記ステップＳＡ２～ＳＡ４を実行する。なお、本実施形態における動作制御処理では、動作制御部６３Ｂは、ステップＳＡ３の後、処理をステップＳＢ１に戻す。

このように、制御装置６Ｂの動作制御部６３Ｂは、光源装置４１の点灯開始からの経過時間と、光変調装置ＬＶに入力される画像情報に応じた画像の階調と、の両方に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。

このような動作制御処理により、上記プロジェクター１での動作制御処理と同様に、光源装置４１の点灯開始から速やかに冷却液体の温度を上昇させることができるだけでなく、冷却液体の温度を、上記目標温度Ｔｓを中心とした所定の温度範囲内に収めることができるので、画像形成ユニットＦＵ（特に光変調装置ＬＶ）を略一定の温度に維持できる。

【００８０】

［第２実施形態の効果］

以上説明した本実施形態に係るプロジェクターによれば、上記プロジェクター１と同様の効果を奏することができる他、以下の効果を奏することができる。

制御装置６Ｂの動作制御部６３Ｂは、光変調装置ＬＶによって形成される画像の階調に基づいて、所定期間である始動期間ＰＡの長さを変化させる。具体的に、動作制御部６３Ｂは、形成される画像の階調が白に近い階調である場合には、上記始動期間ＰＡを長くする。これによれば、光源装置４１の点灯開始から冷却液体の温度を上昇させやすくすることができる。従って、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。

【００８１】

制御装置６Ｂの動作制御部６３Ｂは、光源装置４１の点灯開始からの経過時間と、光変調装置ＬＶに入力される画像情報に応じた画像の階調との両方に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。これによれば、形成される画像の階調が白に近い階調である場合には、光源装置４１の点灯開始から、流通装置５２の動作レベルを低レベルである第１動作レベルにする始動期間ＰＡを長くすることにより、冷却液体の温度を上昇させやすくすることができる。従って、上記フォーカスずれの発生を抑制できる。

なお、動作制御部６３Ｂは、交互制御期間における低レベル制御期間にて流通装置５２に印加される電圧より低い電圧を、始動期間ＰＡにて流通装置５２に印加することによって、始動期間ＰＡでの流通装置５２の動作レベルを低下させてもよい。この場合でも、始動期間ＰＡにおいて、光変調装置ＬＶの変調部位近傍の冷却液体の温度を上昇させやすく

することができるので、上記と同様の効果を奏することができる。

【００８２】

［第３実施形態］

次に、本発明の第３実施形態について説明する。

本実施形態に係るプロジェクターは、上記プロジェクター１と同様の構成を有する。ここで、当該プロジェクター１における制御装置６Ａは、光源装置４１の点灯開始からの経過時間に基づいて、流通装置５２の動作レベルを制御した。これに対し、本実施形態に係るプロジェクターでは、制御装置は、筐体５１内の冷却液体の温度に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。この点で、本実施形態に係るプロジェクターと上記プロジェクター１とは相違する。なお、以下の説明では、既に説明した部分と同一又は略同一である部分については、同一の符号を付して説明を省略する。

【００８３】

図８は、本実施形態に係るプロジェクターが備える制御装置６Ｃ及び検出装置７Ｃの構成を示すブロック図である。

本実施形態に係るプロジェクターは、図８に示すように、制御装置６Ａに代えて制御装置６Ｃを備え、更に検出装置７Ｃを備える他は、上記プロジェクター１と同様の構成及び機能を有する。

【００８４】

［検出装置の構成］

検出装置７Ｃは、筐体５１に設けられて、当該筐体５１内の冷却液体の温度を検出するセンサーを備えて構成され、当該センサーによる検出結果を制御装置６Ｃに出力する。なお、検出装置７Ｃが冷却液体の温度を検出する部位は、当該冷却液体の温度を検出可能であれば、いずれの部位でもよい。しかしながら、当該部位は、液晶パネル４５３から投射光学装置４６に入射される光の光路上の部位であることが、投射光学装置４６のバックフォーカス位置のずれに影響する冷却液体の温度を検出する上で、より好ましい。

【００８５】

［制御装置の構成］

制御装置６Ｃは、上記制御装置６Ａ，６Ｂと同様に、プロジェクター全体の動作を制御する。制御装置６Ｃは、記憶部６１、温度取得部６５及び動作制御部６３Ｃを有する。

温度取得部６５は、検出装置７Ｃのセンサーによる検出結果、すなわち、筐体５１内の冷却液体の温度を取得する。

【００８６】

動作制御部６３Ｃは、上記動作制御部６３Ａ，６３Ｂと同様に、上記流通装置５２の動作レベルを変化させて、当該流通装置５２の動作を制御する。換言すると、動作制御部６３Ｃは、筐体５１内の冷却液体の温度が速やかに目標温度Ｔｓに達し、かつ、当該目標温度Ｔｓを中心とする所定の温度範囲内に冷却液体の温度が維持されるように、流通装置５２の動作を制御する。

具体的に、上記した図５を参照して動作制御部６３Ｃの機能を説明すると、温度取得部６５によって取得された冷却液体の温度が目標温度Ｔｓ未満である場合には、当該動作制御部６３Ｃは、流通装置５２の動作レベルを低レベルである第１動作レベルとし、第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御を実行して、変調部位近傍の冷却液体の温度を上昇させる。

【００８７】

一方、取得された冷却液体の温度が目標温度Ｔｓ以上である場合には、動作制御部６３Ｃは、流通装置５２の動作レベルを高レベルである第２動作レベルとし、第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する高レベル制御を実行して、変調部位近傍の冷却液体の温度を低下させる。これにより、冷却液体の温度が目標温度Ｔｓを含む所定の温度範囲より大きくなることを抑制する。そして、動作制御部６３Ｃが高レベル制御を実行することによって、冷却液体の温度が目標温度Ｔｓ未満となると、動作制御部６３Ｃは、低レベル制御を実行する。これにより、冷却液体の温度が、目標温度Ｔｓに近い値、すなわち、所定

の温度範囲内となる。

【００８８】

このような動作制御部６３Ｃによる動作制御によって、光源装置４１の点灯開始から第１動作レベルで流通装置５２の動作が制御されるので、冷却液体の温度は、速やかに目標温度Ｔｓに達する。そして、冷却液体の温度が目標温度Ｔｓに達した後、動作制御部６３Ｃは、高レベル制御及び低レベル制御を交互に繰り返す交互制御を実行するので、冷却液体の温度を、目標温度Ｔｓを含む所定の温度範囲内に維持できる。

なお、上記のように、第２動作レベルは、冷却対象である液晶パネル４５３の変調部位に沿って流通する冷却液体の速度が第１動作レベルでの速度よりも大きい流通装置５２の動作レベルである。詳述すると、第２動作レベルは、液晶パネル４５３の変調部位の光出射側を流通する冷却液体の速度が、第１動作レベルでの速度よりも大きい流通装置５２の動作レベルである。また、本実施形態においても、動作制御部６３Ｃは、低レベル制御において流通装置５２の動作を停止させる。

【００８９】

［動作制御処理］

図９は、制御装置６Ｃによる動作制御処理を示すフローチャートである。

制御装置６Ｃは、上記と同様に、記憶部６１に記憶された駆動制御プログラム及びデータに基づいて、以下の動作制御処理を実行する。すなわち、制御装置６Ｃは、本発明の動作制御方法を含む動作制御処理を実施する。

この動作制御処理では、図９に示すように、まず、制御装置６Ｃが、例えばユーザーによるプロジェクターの電源投入操作に応じて、光源装置４１の点灯を開始する（ステップＳＡ１）。次に、検出装置７Ｃが、冷却液体の温度を検出する（ステップＳＣ１）。そして、温度取得部６５が、検出装置７Ｃによって検出された冷却液体の温度を取得する。

【００９０】

この後、動作制御部６３Ｃが、取得された冷却液体の温度が上記目標温度Ｔｓよりも低いか否かを判定する（ステップＳＣ２）。

ここで、動作制御部６３Ｃが、冷却液体の温度が目標温度Ｔｓよりも低いと判定した場合（ステップＳＣ２：ＹＥＳ）、動作制御部６３Ｃは、低レベルである第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する低レベル制御を実行する（ステップＳＣ３）。この後、制御装置６Ｂは、処理をステップＳＣ１に戻す。

一方、動作制御部６３Ｃが、冷却液体の温度が目標温度Ｔｓ以上であると判定した場合（ステップＳＣ２：ＮＯ）、動作制御部６３Ｃは、高レベルである第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御する高レベル制御を実行する（ステップＳＣ４）。この後、制御装置６Ｃは、処理をステップＳＣ１に戻す。

このように、制御装置６Ｃの動作制御部６３Ｃは、検出装置７Ｃによって検出された冷却液体の温度に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。このような動作制御処理は、プロジェクターの電源がオンされてからオフされるまでの間、繰り返し実行される。なお、制御装置６Ｃは、ステップＳＣ２の判定処理にて、取得された冷却液体の温度が所定の温度範囲より低いか否かを判定し、所定の温度範囲より低い場合には、ステップＳＣ３を実行し、所定の温度範囲以上である場合には、ステップＳＣ４を実行してもよい。

【００９１】

［第３実施形態の効果］

以上説明した本実施形態に係るプロジェクターによれば、上記プロジェクター１と同様の効果を奏することができる他、以下の効果を奏することができる。

本実施形態に係るプロジェクターは、冷却液体の温度を検出する検出装置７Ｃを備える。そして、制御装置６Ｃの動作制御部６３Ｃは、検出装置７Ｃによって検出された冷却液体に温度に基づいて、流通装置５２の動作レベルを変化させる。これによれば、冷却液体の温度に応じて流通装置５２の動作を制御できるので、当該冷却液体の温度管理を適切に実施できる。従って、上記フォーカスずれの発生を抑制できるだけでなく、光変調装置Ｌ

Ｖの冷却を実施できる。

【００９２】

［第４実施形態］

次に、本発明の第４実施形態について説明する。

本実施形態に係るプロジェクターは、上記プロジェクター１と同様の構成を有する他、筐体５１内の冷却液体を当該筐体５１の外部にて冷却する外部冷却機構を有する。この点で、本実施形態に係るプロジェクターと当該プロジェクター１とは相違する。なお、以下の説明では、既に説明した部分と同一又は略同一である部分については、同一の符号を付して説明を省略する。

【００９３】

図１０は、本実施形態に係るプロジェクターが備える冷却装置５Ｄ及び制御装置６Ａを示すブロック図である。

本実施形態に係るプロジェクターは、冷却装置５Ａに代えて冷却装置５Ｄを有する他は、上記プロジェクター１と同様の構成及び機能を有する。

冷却装置５Ｄは、上記冷却装置５Ａと同様に、上記冷却液体が充填された筐体５１及び流通装置５２を有する他、図１０に示すように、当該筐体５１内の冷却液体を当該筐体５１の外部にて冷却する外部冷却機構５３を有する。

この外部冷却機構５３は、複数の配管５３１、貯留部５３２、圧送部５３３及び受熱部５３４を有する。

【００９４】

複数の配管５３１（５３１１～５３１４）は、内部を冷却液体が流通し、筐体５１、貯留部５３２、圧送部５３３及び受熱部５３４を、冷却液体が流通可能に接続する。具体的に、配管５３１１は、筐体５１と貯留部５３２とを接続し、配管５３１２は、貯留部５３２と圧送部５３３とを接続する。また、配管５３１３は、圧送部５３３と受熱部５３４とを接続し、配管５３１４は、受熱部５３４と筐体５１とを接続する。

【００９５】

貯留部５３２は、いわゆるタンクであり、筐体５１の外部に設けられ、筐体５１から配管５３１１を介して流入する冷却液体を内部に一時的に貯留する。この貯留部５３２は、冷却液体中に気泡が混入した場合に、当該気泡を確保する機能も有する。

圧送部５３３は、いわゆるポンプであり、筐体５１の外部に設けられ、貯留部５３２に貯留された冷却液体を、配管５３１３を介して受熱部５３４に圧送する。

受熱部５３４は、いわゆる熱交換器（ラジエーター）であり、筐体５１の外部に設けられ、配管５３１３を介して流入される冷却液体の熱を受熱し、当該熱を外部に放熱することによって当該冷却液体を冷却する。このような受熱部５３４によって冷却された冷却液体は、配管５３１４を介して筐体５１に流通される。なお、受熱部５３４を冷却する冷却ファンを設けてもよい。

【００９６】

ここで、詳しい図示を省略するが、例えば、一端が受熱部５３４に接続される配管５３１４の他端は、筐体５１における－Ｙ方向の側面部に接続される。また、一端が貯留部５３２に接続される配管５３１１の他端は、筐体５１における＋Ｙ方向の側面部に接続される。このため、受熱部５３４によって冷却された冷却液体は、筐体５１における－Ｙ方向の側面部から供給されて、当該筐体５１における＋Ｙ方向の側面部から外部冷却機構５３に排出される。従って、筐体５１内を冷却液体にて満たすことができ、画像形成ユニットＦＵを冷却液体中に浸漬させることができる。

【００９７】

このような冷却装置５Ｄにおいて、圧送部５３３が駆動されると、筐体５１から貯留部５３２に流入されて貯留された冷却液体が、受熱部５３４に供給される。この受熱部５３４によって冷却された冷却液体は、筐体５１に供給される。これにより、温度が低い冷却液体が筐体５１内に供給され、当該冷却液体は、流通装置５２によって画像形成ユニットＦＵの各構成に流通して、当該画像形成ユニットＦＵを冷却する。

このように、受熱部５３４にて冷却された冷却液体によって画像形成ユニットＦＵを冷却できるので、当該画像形成ユニットＦＵをより効果的に冷却できる。

【００９８】

なお、筐体５１から配管５３１によって当該筐体５１の外部を流通する外部冷却機構５３における貯留部５３２、圧送部５３３及び受熱部５３４を冷却液体が流通する順序は、適宜変更可能である。また、筐体５１内の構成は、上記した構成のいずれかと同じであってもよく、冷却液体の流通方向も、上記した構成のいずれと同じであってもよく、異なっていてもよい。また、筐体５１内の流通装置５２の数及び配置も適宜変更可能である。

【００９９】

また、例えば、一端が受熱部５３４に接続される配管５３１４の他端は、筐体５１の±Ｘ方向及び±Ｚ方向の側面部のうちいずれかの側面部の－Ｙ方向側の部位に接続され、一端が貯留部５３２に接続される配管５３１１の他端は、筐体５１の±Ｘ方向及び±Ｚ方向の側面部のうちいずれかの側面部の＋Ｙ方向側の部位に接続されてもよい。この場合、配管５３１４の上記他端が、±Ｘ方向及び±Ｚ方向の側面部のうち１つの側面部の－Ｙ方向側の部位に接続され、配管５３１１の上記他端が、±Ｘ方向及び±Ｚ方向の側面部のうち当該１つの側面部以外の側面部の＋Ｙ方向側の部位に接続されてもよい。また、配管５３１４の上記他端が接続される側面部と同じ側面部であって、配管５３１４の上記他端が接続される部位より＋Ｙ方向側の部位に、配管５３１１の上記他端が接続されてもよい。更に例えば、－Ｙ方向が鉛直方向と平行である場合に、筐体５１に冷却液体を流入させる配管５３１４は、筐体５１における鉛直方向における下方側の部位に接続され、筐体５１から冷却液体を流出させる配管５３１１は、筐体５１における鉛直方向における上方側の部位に接続されていてもよい。

【０１００】

そして、本実施形態では、上記始動期間ＰＡの間、及び、交互制御期間ＰＢにおける低レベル制御期間ＰＬの間、動作制御部６３Ａは、圧送部５３３の動作レベルを低レベルとし、低レベルで圧送部５３３の動作を制御する。また、上記高レベル制御期間の間、動作制御部６３Ａは、圧送部５３３の動作レベルを高レベルとし、高レベルで圧送部５３３の動作を制御する。すなわち、動作制御部６３Ａは、流通装置５２及び圧送部５３３の動作を制御し、流通装置５２の動作レベルと、圧送部５３３の動作レベルとを対応させる。これにより、高レベル制御期間ＰＨでは、圧送部５３３が高レベルで動作されて、圧送部５３３から送出される冷却液体の流量は、低レベル制御期間ＰＬにて圧送部５３３が低レベルで動作されて、圧送部５３３から送出される冷却液体の流量より大きくなる。

なお、本実施形態では、動作制御部６３Ａは、圧送部５３３を低レベルで動作させる際に、当該圧送部５３３を停止させるが、高レベル動作時の冷却液体の圧送量より低ければ、動作制御部６３Ａは、必ずしも圧送部５３３を停止させなくてもよい。

また、本実施形態では、プロジェクターは、制御装置６Ａを備えることとしたが、制御装置６Ｂ又は制御装置６Ｃを備えていてもよい。この場合でも、動作制御部６３Ｂ，６３Ｃが、上記のように、流通装置５２の動作レベルと圧送部５３３の動作レベルとを対応させればよい。なお、上記検出装置７Ｃが設けられる場合、当該検出装置７Ｃは、筐体５１内を流通する冷却液体の温度を検出可能であれば、外部冷却機構５３に設けられていてもよい。

【０１０１】

［第４実施形態の効果］

以上説明した本実施形態に係るプロジェクターによれば、上記プロジェクター１と同様の効果を奏することができる他、以下の効果を奏することができる。

冷却装置５Ｄが、上記外部冷却機構５３を備えることにより、筐体５１内に流通する冷却液体の温度を下げることができる。従って、筐体５１内に配置される画像形成ユニットＦＵ（特に光変調装置ＬＶ）を効果的に冷却できる。

また、当該外部冷却機構５３を構成する圧送部５３３は、流通装置５２とともに、動作制御部６３Ａによって動作が制御される。これによれば、冷却液体の温度を上昇させる際

に、圧送部５３３によって冷却液体が外部冷却機構５３及び筐体５１内を循環して、冷却液体の温度上昇を妨げてしまうことを抑制できる。従って、冷却液体の温度上昇を速やかに実施できる。

【０１０２】

［実施形態の変形］

本発明は、上記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

上記第１及び第４実施形態では、動作制御部６３Ａは、光源装置４１の点灯開始からの経過時間に基づいて、流通装置５２の動作を制御した。また、上記第２実施形態では、動作制御部６３Ｂは、当該経過時間と、形成される画像の階調（平均階調）とに基づいて、流通装置５２の動作を制御した。更に、上記第３実施形態では、動作制御部６３Ｃは、冷却液体の温度に基づいて、流通装置５２の動作を制御した。しかしながら、動作制御部が流通装置５２の動作を制御する際の指標は、これらに限定されない。

【０１０３】

例えば、プロジェクターが投射画像を撮像するカメラ等の撮像装置を備える場合には、当該投射画像の撮像画像における画素サイズの変化、すなわち、投射画像における画素サイズの変化に基づいて、流通装置５２の動作を制御してもよい。

ここで、上記のように、冷却液体の温度変化に応じて屈折率変化が生じることから、当該冷却液体の温度が比較的高い場合には、画素サイズが大きくなり、当該冷却液体の温度が比較的低い場合には、画素サイズが小さくなる。

このため、当該画素サイズが大きくなったと判定される場合には、動作制御部は、冷却液体の温度が高くなっていると判断して、制御装置は、第２制御である上記高レベル制御を実行し、当該画素サイズが小さくなったと判定される場合には、冷却液体の温度が低くなっていると判断して、制御装置は、第１制御である上記低レベル制御を実行してもよい。

【０１０４】

上記各実施形態では、冷却液体の温度が相対的に低くなっていると判定される場合には、動作制御部６３Ａ，６３Ｂ，６３Ｃは、第１制御である低レベル制御を実行することによって、当該冷却液体の温度を上昇させた。しかしながら、これに限らず、筐体５１内にヒーター等の加熱装置を設け、動作制御部が、当該加熱装置を動作させることによって、冷却液体の温度を上昇させてもよい。この場合の加熱装置の位置は、筐体５１に設けられていてもよく、第４実施形態にて示した外部冷却機構５３が設けられる場合には、当該外部冷却機構５３に設けてもよい。また、加熱装置による冷却液体の加熱と併せて、上記のような流通装置５２の動作制御を実施してもよい。

【０１０５】

上記各実施形態では、目標温度Ｔｓは、上記温度範囲における中心の温度とした。しかしながら、これに限らず、目標温度Ｔｓは、所定の温度範囲に含まれていれば、必ずしも当該所定の温度範囲に中心の温度である必要はない。換言すると、目標温度Ｔｓが含まれるように、上記温度範囲が設定されていればよく、目標温度Ｔｓが、所定の温度範囲における中心の温度より高くてもよく、低くてもよい。

【０１０６】

上記各実施形態では、画像形成ユニットＦＵは、入射側偏光板４５２、液晶パネル４５３及び出射側偏光板４５４を有する光変調装置ＬＶと、光合成装置４５５とを備えて構成され、当該画像形成ユニットＦＵは、筐体５１内に配置されて、冷却液体に浸漬されるとした。しかしながら、これに限らず、入射側偏光板４５２や光合成装置４５５は、必ずしも筐体内に配置されて冷却液体に浸漬されていなくてもよい。

【０１０７】

また、光変調装置ＬＶは、１つでもよい。この場合、光合成装置４５５を省略できる。なお、複数の光変調装置ＬＶが設けられる場合でも、上記冷却液体が光出射側を流通する光変調装置ＬＶは、複数の光変調装置ＬＶのうち全てに限らず、例えば１つでもよい。

更に、流通装置５２の駆動によって、冷却液体は、筐体５１の内面と入射側偏光板４５２との間、入射側偏光板４５２と液晶パネル４５３との間、液晶パネル４５３と出射側偏光板４５４との間、出射側偏光板４５４と光合成装置４５５との間、及び、光合成装置４５５（光出射面４５５Ｅ）と筐体５１の内面との間を、それぞれに沿って流通するとした。しかしながら、これに限らず、光変調装置ＬＶから投射光学装置４６までの間に位置する２つの部品間、特に、液晶パネル４５３に対する光出射側に位置する２つの部品間に冷却液体が流通すればよく、必ずしもこれらの全て部品間に冷却液体が流通しなくてもよい。

【０１０８】

上記各実施形態では、動作制御部６３Ａ，６３Ｂ，６３Ｃは、光源装置４１の点灯開始から流通装置５２の動作レベルを低レベルである第１動作レベルとし、第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御する、第１制御としての低レベル制御を実行するとした。具体的には、動作制御部６３Ａ，６３Ｂ，６３Ｃは、当該点灯開始から流通装置５２を停止させるとした。しかしながら、これに限らず、光源装置４１の点灯開始から冷却液体の温度が上記目標温度Ｔｓに達するまでの間に、動作制御部は、流通装置５２の動作レベルを一時的に第１動作レベルより高いレベルに設定し、設定されたレベルで流通装置５２の動作を制御してもよい。なお、光源装置４１の点灯開始から、例えば冷却液体の温度が上記目標温度Ｔｓに達するまでの間、低レベル制御期間ＰＬの長さの合計が高レベル制御期間ＰＨの長さの合計より長ければ、上記のように、冷却液体の温度を速やかに上昇させることができる。

また、上記のように、動作制御部は、始動期間ＰＡ及び低レベル制御期間ＰＬに実行される低レベル制御において、流通装置５２を停止させる構成に限らない。例えば、動作制御部は、流通装置５２の停止を含まない動作レベルであり、かつ、高レベル制御時の動作レベル（第２動作レベル）より低い動作レベルで、流通装置５２の動作を制御してもよい。

【０１０９】

上記各実施形態では、動作制御部６３Ａ，６３Ｂ，６３Ｃは、流通装置５２の低レベル制御において、１つの第１動作レベルで流通装置５２の動作を制御するとした。具体的には、動作制御部６３Ａ，６３Ｂ，６３Ｃは、低レベル制御では、流通装置５２の動作を停止させるとした。しかしながら、これに限らず、始動期間ＰＡ及び各低レベル制御期間ＰＬの間で、設定される動作レベルが、高レベル制御期間ＰＨにて設定される動作レベルよりも小さい範囲で、互いに異なっていてもよい。

また、上記各実施形態では、動作制御部６３Ａ，６３Ｂ，６３Ｃは、流通装置５２の高レベル制御において、１つの第２動作レベルで流通装置５２の動作を制御するとした。しかしながら、これに限らず、各高レベル制御期間ＰＨの間で、設定される動作レベルが、始動期間ＰＡ及び低レベル制御期間ＰＬにて設定される動作レベルよりも大きい範囲で、互いに異なっていてもよい。

【０１１０】

上記各実施形態では、筐体５１の開口部５１１Ｂ，５１１Ｇ，５１１Ｒは、透光性部材５１２によって閉塞されているとした。しかしながら、これに限らず、当該開口部５１１Ｂ，５１１Ｇ，５１１Ｒは、フィールドレンズ４５１や入射側偏光板４５２、更には、カラーフィルター等の他の光学部品によって閉塞されていてもよい。開口部５１１Ｅにおいても同様である。

【０１１１】

上記各実施形態において採用される光変調装置ＬＶの液晶パネル４５３は、制御装置６Ａ，６Ｂ，６Ｃと接続されるそれぞれの信号線に、当該液晶パネル４５３に入力される画像情報に応じて液晶パネル４５３における複数の表示素子（画素）を駆動させる駆動部（例えば、駆動ＩＣ（Integrated Circuit））を有していてもよい。特に、４Ｋや８Ｋ等の高解像度の画像を形成可能な液晶パネルは、このような構成を有している場合がある。これらの駆動部は、液晶パネルの表示素子を駆動させる際に発熱する。従って、上記各実施

形態における冷却装置によれば、このような液晶パネルが上記液晶パネル４５３として採用されている場合でも、当該液晶パネル４５３の信号線に取り付けられた駆動部も効率的に冷却することができる。

【０１１２】

上記各実施形態では、プロジェクターは、それぞれ３つの液晶パネル４５３（４５３Ｂ，４５３Ｇ，４５３Ｒ）を備えるとした。しかしながら、これに限らず、２つ以下、あるいは、４つ以上の液晶パネルを備えるプロジェクターにも、本発明を適用可能である。

上記各実施形態では、画像投射装置４は、図１に示すレイアウト及び光学部品を有する構成を例示した。しかしながら、これに限らず、他のレイアウト及び光学部品を有する画像投射装置４を採用してもよい。

【０１１３】

上記各実施形態では、液晶パネル４５３は、光入射面と光出射面とが異なる透過型の液晶パネルであるとした。しかしながら、これに限らず、液晶パネル４５３は、光入射面と光出射面とが同一となる反射型の液晶パネルであってもよい。

また、光変調装置ＬＶは、入射側偏光板４５２、液晶パネル４５３及び出射側偏光板４５４を備えて構成されるとした。しかしながら、これに限らず、光変調装置ＬＶは、更に光学補償板等の他の光学素子を備えていてもよい。

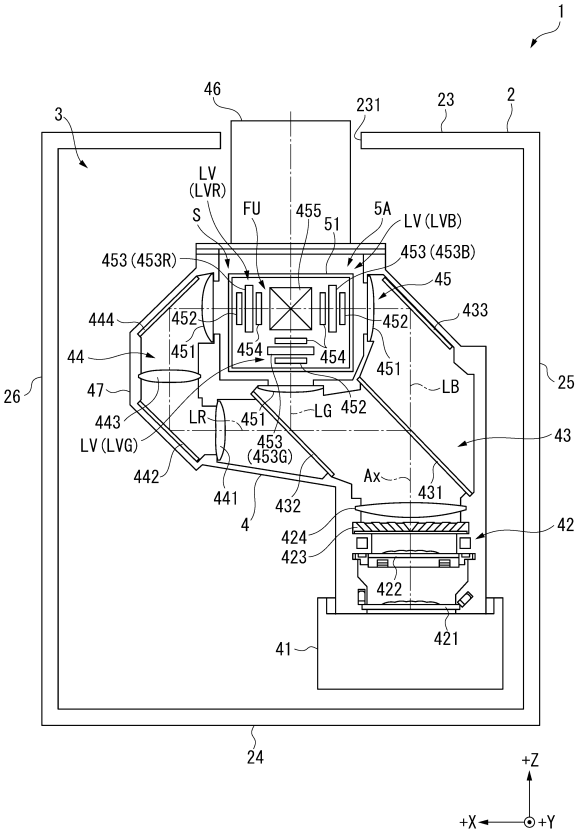
更に、入射光束を変調して画像情報に応じた画像を形成可能な光変調装置であれば、マイクロミラーを用いたデバイス、例えば、ＤＭＤ（Digital Micromirror Device）等を利用したものなど、液晶以外の光変調装置を用いてもよい。

【符号の説明】

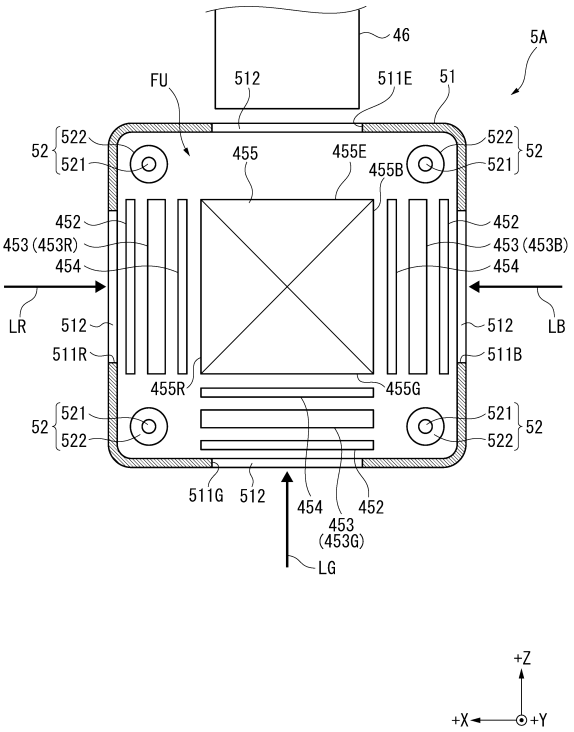
【０１１４】

１…プロジェクター、４１…光源装置、４６…投射光学装置、５１…筐体、５２…流通装置、６Ａ，６Ｂ，６Ｃ…制御装置、６１…記憶部、６２…計時部、６３Ａ，６３Ｂ，６３Ｃ…動作制御部、６４…階調取得部、６５…温度取得部、７Ｃ…検出装置、ＬＶ（ＬＶＢ，ＬＶＧ，ＬＶＲ）…光変調装置。

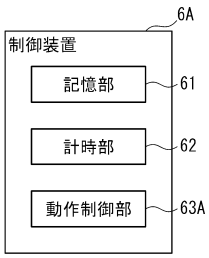
【図１】


1
46
231
23
2
3
LV
(LVR)
S
FU
455
51
5A
LV (LVB)
453 (453R)
453 (453B)
45
444
452
452
433
44
451
454
454
451
LB
25
26
47
443
LR
451
LG
452
43
LV (LVG)
453
(453G)
442
Ax
441
432
431
4
424
42
423
422
421
41
24
+Z
+X
+Y

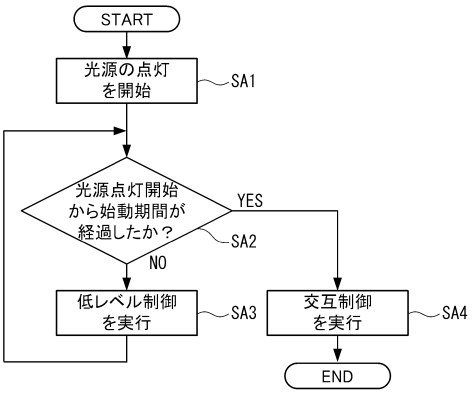
【図２】


46
5A
FU
512
511E
51
52
522
521
455
455E
455B
522
521
52
452
453 (453R)
454
452
453 (453B)
454
LR
512
511R
455R
455G
512
511B
LB
52
521
522
521
522
52
511G
512
454
452
453
(453G)
LG
+Z
+X
+Y

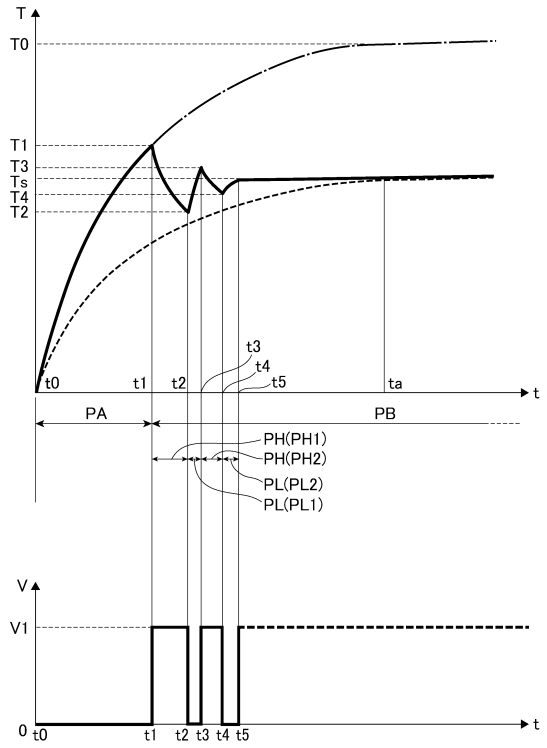
【図３】


6A
制御装置
記憶部
61
計時部
62
動作制御部
63A

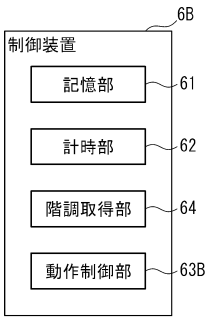
【図４】


START
光源の点灯
を開始
SA1
光源点灯開始
から始動期間が
経過したか？
YES
SA2
NO
低レベル制御
を実行
SA3
交互制御
を実行
SA4
END

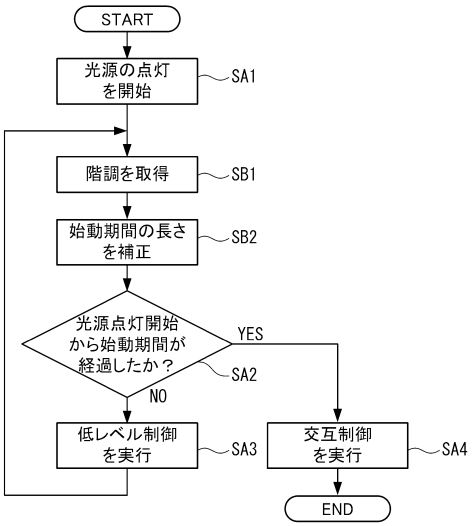
【図５】


T
T0
T1
T3
Ts
T4
T2
t3
t4
t5
t0
t1
t2
ta
t
PA
PB
PH(PH1)
PH(PH2)
PL(PL2)
PL(PL1)
V
V1
0
t0
t1
t2
t3
t4
t5
t

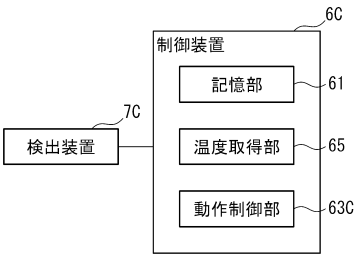
【図６】


6B
制御装置
記憶部
61
計時部
62
階調取得部
64
動作制御部
63B

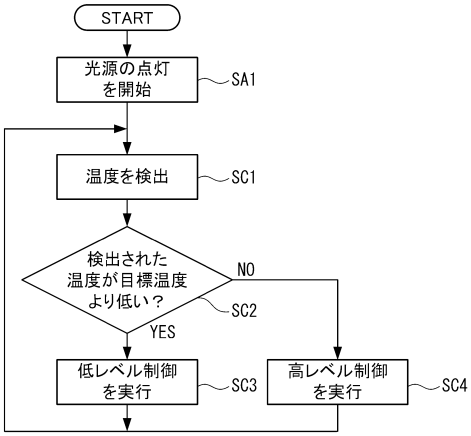
【図７】


START
光源の点灯を開始
SA1
階調を取得
SB1
始動期間の長さを補正
SB2
光源点灯開始から始動期間が経過したか？
YES
NO
SA2
低レベル制御を実行
SA3
交互制御を実行
SA4
END

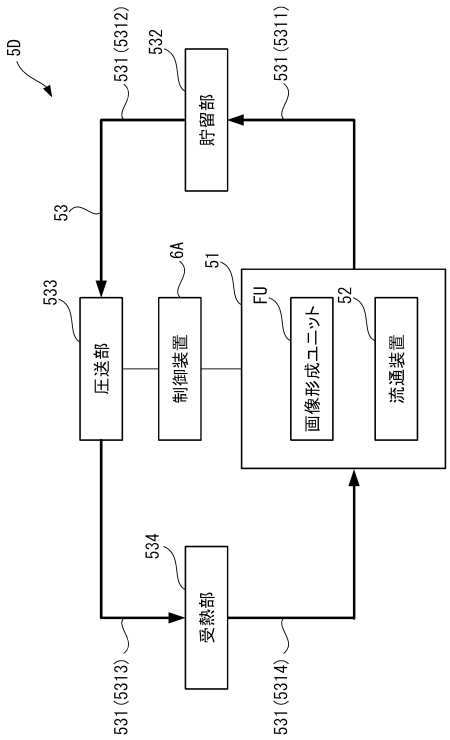
【図８】


6C
制御装置
記憶部
61
7C
検出装置
温度取得部
65
動作制御部
63C

【図９】


START
光源の点灯を開始
SA1
温度を検出
SC1
検出された温度が目標温度より低い？
SC2
NO
YES
低レベル制御を実行
SC3
高レベル制御を実行
SC4

【図１０】


5D
531(5312)
532
貯留部
531(5311)
53
6A
51
533
FU
52
圧送部
制御装置
画像形成ユニット
流通装置
534
531(5313)
受熱部
531(5314)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００２－１３１７３７（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１０６０９０（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２３３３１１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３０１００３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－３２１４５６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００２／０１９０２７（WO，Ａ１）
特開２００６－１１９４９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０３Ｂ　２１／００－２１／６４