(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6805751号
(P6805751)
(45)発行日　令和2年12月23日(2020.12.23)　(24)登録日　令和2年12月8日(2020.12.8)

(51)Int.Cl.　F I
G03B 21/16 (2006.01)　G03B 21/16
G03B 21/00 (2006.01)　G03B 21/00　D
H05K 7/20 (2006.01)　H05K 7/20　N
H05K 7/20　P

請求項の数 8　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願2016-228642(P2016-228642)
(22)出願日　平成28年11月25日(2016.11.25)
(65)公開番号　特開2018-84728(P2018-84728A)
(43)公開日　平成30年5月31日(2018.5.31)
審査請求日　令和1年9月19日(2019.9.19)

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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学装置およびプロジェクター

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
入射する光の光軸上に配置された光学素子と、
前記光学素子を保持する保持部と、
を備え、
前記保持部は、
前記保持部の外部から供給された液体が流入する流入部と、
前記光学素子の周縁に沿って環状に配設され、内部に前記流入部からの前記液体が流通する流路を有する流路形成部と、
前記流路を流れた前記液体を前記保持部の外部に流出させる流出部と、
前記光軸に沿う方向において互いに対向して配置された第１フレームおよび第２フレームと、
を備え、
前記流路は、前記第１フレームと前記第２フレームとが接合されて形成され、
前記第１フレームは、
前記光学素子に入射する光が通過する第１開口部を有し、前記光軸に対して交差する方向に延出する第１枠部と、
前記第１開口部の縁部から前記第２フレーム側に起立して形成された第１起立部と、
を有し、
前記第２フレームは、

前記第１起立部が挿通される第２開口部を有し、前記第１枠部に空間を介して対向して配置される第２枠部と、
前記第２開口部の縁部から前記第１フレーム側に起立して形成され、前記光軸に対して交差する方向において前記第１起立部と重なって配置される第２起立部と、
を有することを特徴とする光学装置。
【請求項２】
請求項１に記載の光学装置であって、
前記流路形成部は、前記光学素子の光入射側に配置され、
前記流路は、前記光軸に沿う方向から見て、少なくとも一部が前記光学素子に重なるように設けられていることを特徴とする光学装置。
【請求項３】
請求項１または２に記載の光学装置であって、
前記流路は、
第１方向に延出し、前記流入部から流入された前記液体の一部を前記第１方向に流入させる第１流路部と、
前記第１方向に交差する第２方向に延出し、前記流入部から流入された前記液体の残部を前記第２方向に流通させる第２流路部と、
前記第２方向に延出し、前記第１流路部を流れた液体を前記第２方向に流通させる第３流路部と、
前記第１方向とは反対側の第３方向に延出し、前記第３流路部を流れた液体を前記第３方向に流通させる第４流路部と、
を有し、
前記流出部は、前記第２流路部を流通した液体と前記第４流路部を流通した液体とが合流した液体を流出させることを特徴とする光学装置。
【請求項４】
請求項１から３のいずれか一項に記載の光学装置であって、
前記流路が延出する延出方向は、前記光学素子に入射する光の前記光軸に沿う方向に対して交差していることを特徴とする光学装置。
【請求項５】
請求項１から４のいずれか一項に記載の光学装置であって、
前記流路は、前記第１枠部と前記第２枠部との間に設けられ、
前記第２起立部は、環状の前記流路形成部の内周を構成することを特徴とする光学装置。
【請求項６】
請求項１から５のいずれか一項に記載の光学装置であって、
前記第１フレームおよび前記第２フレームは、ろう付けまたは溶接によって接合されていることを特徴とする光学装置。
【請求項７】
請求項１から６のいずれか一項に記載の光学装置であって、
前記光学素子は、入射する光を変調する光変調装置であることを特徴とする光学装置。
【請求項８】
光を射出する光源と、
前記光源から射出された光が入射する請求項１から７のいずれか一項に記載の光学装置と、
前記光学装置から射出された光に応じた画像を投写する投写光学装置と、
前記光学装置に液体を循環させる液冷装置と、
を備え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、光学装置およびプロジェクターに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、光源装置から射出された光を画像情報に応じて変調し、スクリーン等の投写面に画像を投写するプロジェクターが知られている。また、近年、より明るい画像の投写を可能とするために、より高輝度の光を射出する光源装置を備えたプロジェクターが知られている。そして、このようなプロジェクターにおいては、光源装置から射出された光が入射する光学素子の発熱が顕著になるため、液体を用いてこの光学素子を冷却する技術が提案されている（例えば、特許文献１参照）。
【０００３】
特許文献１に記載のプロジェクターは、光学素子（液晶パネル）を有する光学装置と、液冷装置とを備える。光学装置は、液晶パネルに加え、この液晶パネルを保持する光学素子保持体を備える。
光学素子保持体は、開口部を有し、液晶パネルを支持するパネル支持枠と、液体流通管と、を備える。液体流通管は、Ｕ字状に屈曲され、液晶パネルの画像形成領域を平面視で３方向において囲むように形成され、内部に液体が流通する。パネル支持枠は、液体流通管を挟持する入射側支持枠および出射側支持枠を備える。
液冷装置は、液体圧送部と、タンクと、熱交換ユニットと、複数の液体循環部材と、を備え、液体流通管に液体を循環させる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１１－１９７３９０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、特許文献１に記載の技術では、液体流通管が液晶パネルの画像形成領域を３方向において囲むように形成されていることにより、残りの１方向においては、液体が流通されないため、冷却が不十分になるという課題がある。そこで、冷却の能力を向上させるために、液体流通管を太くして液体の流量を増やす方法や、液体流通管の曲げか所を増やして画像形成領域を略４方向において囲むように構成する方法があるが、以下の課題がある。すなわち、液体流通管を太くすると、光学素子保持体、ひいては光学装置が大型化するという課題がある。液体流通管の曲げか所を増やすと、加工が難しいことや、高圧で液体を流通させる必要があり、液体圧送部に高パワーのものが求められると共に圧力損失が大きくなる。圧力損失が大きくなると、液体を循環させるための接続部材間からの液体の揮発や漏れが生じ易くなるため、漏れた液体がプロジェクター内の他の部材に付着して不具合が発生する恐れがあることや、蓄積する液体を多くする必要があるため、タンクが大型化するという課題がある。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。
【０００７】
［適用例１］本適用例に係る光学装置は、入射する光の光軸上に配置された光学素子と、前記光学素子を保持する保持部と、を備えた光学装置であって、前記保持部は、当該保持部の外部から供給された液体が流入する流入部と、前記光学素子の周縁に沿って環状に配設され、内部に前記流入部からの前記液体が流通する流路を有する流路形成部と、前記流路を流れた前記液体を当該保持部の外部に流出させるための流出部と、を備えることを特徴とする。
【０００８】

この構成によれば、光学装置は、光学素子を保持する保持部が上述した流入部、流路を有する流路形成部、および流出部を備えているので、流入部に液体が供給されることで、流路に液体を流通させることができる。これによって、入射する光によって発熱する光学素子が効率よく冷却される。すなわち、流路が光学素子の周縁に沿って環状に構成されているので、光学素子の光が入射する光学有効領域を囲む領域から光学素子の熱を液体に伝えることが可能となる。また、保持部とは異なる部材（パイプ状の部材等）を用いて液体を流通させる構成に比べ、光学素子と液体との間に介在する部材が減るので、光学素子の熱を効率よく液体に伝えることが可能となる。

よって、光学素子の温度上昇が効率よく抑えられるので、光学素子の劣化が抑制され、光学素子が有する光学特性を確実に発揮できる光学装置の提供が可能となる。

また、保持部とは異なる部材を用いて液体を流通させる構成に比べて少ない部品点数で構成できるので、製造工数や部品コストの低減、および小型化が可能な光学装置の提供が可能となる。

【０００９】

［適用例２］上記適用例に係る光学装置において、前記流路形成部は、前記光学素子の光入射側に配置され、前記流路は、前記光軸に沿う方向から見て、少なくとも一部が前記光学素子に重なるように設けられていることが好ましい。

【００１０】

この構成によれば、流路形成部が光学素子の光入射側に配置されているので、光学装置に向かう光の一部は、流路形成部にも照射される。また、流路が上述したように設けられているので、流路形成部の光が照射された部位（被照射部）と光学素子との間に、流路の少なくとも一部、すなわち液体が介在していることとなる。これによって、照射された光によって発熱する被照射部（流路形成部）の熱が光学素子に伝わりにくくなるので、光学素子の発熱がさらに抑えられた光学装置の提供が可能となる。

【００１１】

［適用例３］上記適用例に係る光学装置において、前記流路は、前記流入部から流入された前記液体の一部が第１方向に分流される第１流路部と、前記流入部から流入された前記液体の残部が前記第１方向に交差する第２方向に分流される第２流路部と、前記第１流路部を流れた液体が前記第２方向に流通する第３流路部と、前記第３流路部を流れた液体が前記第１方向とは反対側となる第３方向に流通し、前記第２流路部を流通した液体が合流する第４流路部と、を有し、前記流出部は、前記第４流路部を流通した液体が流出することが好ましい。

【００１２】

この構成によれば、第１流路部～第４流路部で環状の流路が形成されている。これによって、矩形状の光学有効領域を有する光学素子に対し、この光学有効領域に近づけて流路を設けることが可能となる。よって、光学素子の熱をさらに効率よく液体に伝えることが可能となるので、光学素子の温度上昇をさらに抑制可能な光学装置の提供が可能となる。

また、流路形成部に対して流入部および流出部を同一側（第３方向側）に形成することが可能となるので、液体を流路に循環させるために、流入部および流出部それぞれに接続される部材をコンパクトに配置することが可能となる。よって、この光学装置を搭載する装置や機器の小型に寄与できる光学装置の提供が可能となる。

【００１３】

［適用例４］上記適用例に係る光学装置において、前記保持部は、前記光軸に沿う方向において互いに対向して配置された第１フレームおよび第２フレームを備え、前記流路は、前記第１フレームと前記第２フレームとが接合されて形成されていることが好ましい。

【００１４】

この構成によれば、第１フレームおよび第２フレームの少なくともいずれか一方に凹部を設け、第１フレームと第２フレームとを接続することで流路を有する保持部を形成することができる。よって、内部に液体が流通する流路を有する構成であっても、容易な加工で、また、製造工数の増加を抑制して保持部を形成することができる。

【００１５】
［適用例５］上記適用例に係る光学装置において、前記第１フレームは、前記流路形成部の内周縁に沿う開口部を有し、前記光軸に対して交差する方向に延出する第１枠部と、前記開口部の縁部から前記第２フレーム側に起立し、前記内周縁を形成する第１起立部と、を有し、前記第２フレームは、前記第１起立部が挿通可能な挿通開口部を有し、前記第１枠部に空間を介して対向する第２枠部と、前記挿通開口部の縁部から前記第１フレーム側に起立し、前記第１起立部の外周に積層された第２起立部と、を有し、前記流路は、前記第１枠部と前記第２枠部との間の前記第２起立部の外側に設けられていることが好ましい。
【００１６】
この構成によれば、環状の流路形成部は、内周縁の側が第１起立部と、この第１起立部の外周に積層された第２起立部とで形成され、この第２起立部の外側に流路が設けられている。これによって、第１起立部の厚さ、および第２起立部の厚さを薄くしても、第１起立部と第２起立部との確実な接続が可能となる。すなわち、光学素子の光学有効領域に近づけて流路を形成することが可能となる。よって、２つの部材で保持部を形成する構成であっても、容易に流路を形成しつつ、光学素子が効率よく冷却される光学装置の提供が可能となる。
【００１７】
［適用例６］上記適用例に係る光学装置において、前記保持部は、前記第１フレームと前記第２フレームとがろう付けまたは溶接によって接合されて形成されていることが好ましい。
【００１８】
この構成によれば、第１フレームと第２フレームとが確実に接合され、大型化を抑えた保持部の形成が可能となる。
【００１９】
［適用例７］上記適用例に係る光学装置において、前記光学素子は、入射する光を変調する光変調装置であることが好ましい。
【００２０】
この構成によれば、光学素子としての光変調装置は、保持部に流入された液体によって効率よく冷却されるので、温度上昇が抑制される。よって、長期に亘って自身が有する光学特性を発揮して入射した光を変調する光学素子を備えた光学装置の提供が可能となる。
【００２１】
［適用例８］本適用例に係るプロジェクターは、光を射出する光源と、前記光源から射出された光が入射する上記のいずれか一項に記載の光学装置と、前記光学装置から射出された光に応じた画像を投写する投写光学装置と、前記光学装置に液体を循環させる液冷装置と、を備えることを特徴とする。
【００２２】
この構成によれば、プロジェクターは、上述した光学装置および液冷装置を備えているので、高輝度の光を射出する光源を備える構成であっても、光学素子が効率よく冷却され、長期に亘って明るい画像や画質が良好な画像の投写が可能となる。
また、保持部とは異なる部材を用いて液体を流通させる構成に比べ、流路の形状の自由度を高めることができるので、低い圧力で液体を循環させることが可能となる。これによって、液体を循環させるために、液冷装置が備える装置（例えば、ポンプ等）の小型化や低パワー化が可能となる。
また、低い圧力で液体を循環させることが可能なので、光学装置に液体を循環させるための保持部と液冷装置との接続部や、液冷装置内の接続部から液体の揮発や漏れを防止することが可能となる。これによって、プロジェクター内の他の部材への液体の付着を防止できると共に、備える液体の量を少なく構成することが可能となる。よって、小型、低消費電力の液冷装置を備えたプロジェクターの提供が可能となる。
【図面の簡単な説明】

【００２３】
【図１】本実施形態のプロジェクターの概略構成を示す模式図。
【図２】本実施形態の光学装置、および光学装置の保持部に接続された管状部材を光入射側から見た斜視図。
【図３】図２と同じ構成の部材を光射出側から見た斜視図。
【図４】本実施形態の液冷装置の主な構成を模式的に示す図。
【図５】本実施形態の光学装置、および保持部に接続された管状部材の分解斜視図。
【図６】本実施形態の保持部の分解斜視図。
【図７】本実施形態の保持部の分解斜視図。
【図８】本実施形態の光学装置の断面図。
【図９】本実施形態の光学装置の断面図。
【図１０】変形例の保持部を模式的に示す平面図。
【発明を実施するための形態】
【００２４】
以下、本実施形態に係るプロジェクターについて、図面を参照して説明する。
本実施形態のプロジェクターは、光源から射出された光を画像情報に応じて変調し、変調した光をスクリーン等の投写面に拡大投写する。
【００２５】
〔プロジェクターの主な構成〕
図１は、本実施形態のプロジェクター１の主な構成を示す模式図である。
プロジェクター１は、図１に示すように、外装を構成する外装筐体２、制御部（図示省略）、光源装置３１を有する光学ユニット３、液冷装置４、および空冷装置９を備えている。なお、図示は省略するが、プロジェクター１は、光源装置３１や制御部等に電力を供給する電源装置や、外装筐体２内の温まった空気を外部に排気する排気装置等を備えている。
【００２６】
外装筐体２は、詳細な図示は省略するが、複数の部材が組み合わされて構成されている。そして、外装筐体２には、図示は省略するが、外気を取り込むための吸気口、および外装筐体２内部の温まった空気を外部に排気する排気口等が設けられている。
【００２７】
制御部は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＲＯＭ（Read Only Memory）、ＲＡＭ（Random Access Memory）等を備え、コンピューターとして機能するものであり、プロジェクター１の動作の制御、例えば、画像の投写に関わる制御や、液冷装置４および空冷装置９の駆動に関わる制御等を行う。
【００２８】
光学ユニット３は、制御部による制御の下、光源装置３１から射出された光を光学的に処理して投写する。
光学ユニット３は、図１に示すように、光源装置３１に加え、インテグレーター照明光学系３２、色分離光学系３３、後述する光変調装置３４１を有する電気光学装置３４、色合成光学装置としてのクロスダイクロイックプリズム３４４、投写光学装置３５、およびこれらの光学部品を光路上の所定位置に配置する光学部品用筐体３６を備える。
【００２９】
光源装置３１は、超高圧水銀ランプやメタルハライドランプ等からなる放電型の光源３１１、およびリフレクター３１２等を備える。光源装置３１は、光源３１１から射出された光をリフレクター３１２にて反射し、インテグレーター照明光学系３２に向けて射出する。
【００３０】
インテグレーター照明光学系３２は、第１レンズアレイ３２１、第２レンズアレイ３２２、偏光変換素子３２３、および重畳レンズ３２４を備える。
第１レンズアレイ３２１は、小レンズがマトリクス状に配列された構成を有しており、

光源装置３１から射出された光を複数の部分光に分割する。第２レンズアレイ３２２は、第１レンズアレイ３２１と略同様の構成を有しており、重畳レンズ３２４とともに、部分光を光変調装置３４１の表面に略重畳させる。偏光変換素子３２３は、第２レンズアレイ３２２から射出されたランダム光を光変調装置３４１で利用可能な略１種類の偏光光に揃える機能を有している。

【００３１】

色分離光学系３３は、ダイクロイックミラー３３１，３３２、および反射ミラー３３３～３３６を備え、インテグレーター照明光学系３２から射出された光を赤色光（以下「Ｒ光」という）、緑色光（以下「Ｇ光」という）、青色光（以下「Ｂ光」という）の３色の色光に分離し、光変調装置３４１に導く機能を有する。

【００３２】

電気光学装置３４は、各色光用に設けられた３つの光変調装置３４１、各光変調装置３４１の光入射側、光射出側にそれぞれ配置された入射側偏光板３４２、射出側偏光板３４３、各光変調装置３４１を保持する保持部５（図２参照）、および図示しない支持部を備えている。Ｒ光用の光変調装置を３４１Ｒ、Ｇ光用の光変調装置を３４１Ｇ、Ｂ光用の光変調装置を３４１Ｂとする。光変調装置３４１Ｒ，３４１Ｇ，３４１Ｂ、および各色光用の入射側偏光板３４２、射出側偏光板３４３は、色分離光学系３３から射出された各色光用の光軸３４Ａ（Ｒ光用の光軸を３４Ａｒ、Ｇ光用の光軸を３４Ａｇ、Ｂ光用の光軸を３４Ａｂとする）上にそれぞれ配置されている。光変調装置３４１は、入射する光の光軸３４Ａ上に配置された光学素子に相当する。また、保持部５、および保持部５に保持された光変調装置３４１を光学装置５０とする。

【００３３】

図２は、光学装置５０、および光学装置５０の保持部５に接続された後述する管状部材４４を光入射側から見た斜視図である。図３は、図２と同じ構成の部材を光射出側から見た斜視図である。

光変調装置３４１は、図３に示すように、透過型の液晶パネル３４０、防塵ガラス３４０Ｎ，３４０Ｓ、およびフレキシブル基板３４０Ｆを備えている。

液晶パネル３４０は、ガラス等からなる素子基板、および素子基板に対向して配設された対向基板の間に液晶が密閉封入され、微小画素がマトリクス状に形成された矩形状の画像形成領域（図示省略）を有している。画像形成領域は、画像を形成するための光学有効領域となる。

【００３４】

防塵ガラス３４０Ｎは、液晶パネル３４０の光入射側の面に配置され、防塵ガラス３４０Ｓは、液晶パネル３４０の光射出側の面に配置されている。

防塵ガラス３４０Ｎ，３４０Ｓは、例えば、石英ガラス、サファイア、水晶等で形成され、液晶パネル３４０の表面に塵埃が付着することを防止する。これによって、防塵ガラス３４０Ｎや防塵ガラス３４０Ｓに塵埃が付着したとしても、塵埃の位置が焦点位置からずれるので、投写される画像は、塵埃の影が目立たなくなるようになっている。

【００３５】

フレキシブル基板３４０Ｆは、一端が液晶パネル３４０の素子基板に接続され、他端が制御部に接続されている。光変調装置３４１は、フレキシブル基板３４０Ｆを介して制御部から画像情報に応じた駆動信号が入力され、画像形成領域の液晶の配向状態が制御され、入射する色光を変調する。

【００３６】

保持部５は、図２に示すように、入射側偏光板３４２（図１参照）から射出された光Ｌが通過する開口部５２１が設けられている。本実施形態の光変調装置３４１は、接着剤によって保持部５に固定されている。光変調装置３４１Ｒ，３４１Ｇ，３４１Ｂをそれぞれ保持する保持部５を５Ｒ，５Ｇ，５Ｂとする。後で詳細に説明するが、保持部５の内部には、液冷装置４から供給された液体が流通する流路６が設けられている。そして、光変調装置３４１は、保持部５と液冷装置４との間で液体が循環されることによって冷却される

。保持部５については後で詳細に説明する。

【００３７】

支持部は、詳細な説明は省略するが、板金等で形成され、光学装置５０を支持し、クロスダイクロイックプリズム３４４に取り付けられている。

【００３８】

クロスダイクロイックプリズム３４４は、４つの直角プリズムを貼り合わせた平面視略正方形状をなし、直角プリズム同士を貼り合わせた界面には、２つの誘電体多層膜が形成されている。クロスダイクロイックプリズム３４４は、誘電体多層膜が光変調装置３４１Ｒ，３４１Ｂにて変調されたＲ光およびＢ光を反射し、光変調装置３４１Ｇにて変調されたＧ光を透過して、３色の変調光を合成する。

【００３９】

投写光学装置３５は、複数のレンズを備え、クロスダイクロイックプリズム３４４にて合成された光をスクリーン上に拡大投写する。

【００４０】

液冷装置４は、光学装置５０の保持部５との間で液体を循環させ、光変調装置３４１を冷却する。

図４は、液冷装置４の主な構成を模式的に示す図である。

液冷装置４は、図４に示すように、液体圧送部４１、タンク４２、熱交換装置４３、複数の管状部材４４、および冷却ファン４５を備える。液体圧送部４１、タンク４２、熱交換装置４３、および複数の管状部材４４は、保持部５とで液体が循環する循環流路４Ｆを形成する。

【００４１】

液体圧送部４１は、液体を吸入および圧送するポンプであり、液体を吸入する吸入口、および液体を圧送する流出口を有している。そして、液体圧送部４１は、循環流路４Ｆに液体を循環させる。

【００４２】

タンク４２は、アルミニウム等の金属材料で、液体が流入する流入口、および液体が流出する流出口を有して中空に形成されている。そして、タンク４２は、内部に液体を一時的に蓄積し、この液体を循環流路４Ｆに供給する。なお、本実施形態に用いられる液体としては、水やエチレングリコール等を例示することができる。

【００４３】

熱交換装置４３は、図４に示すように、受熱部４３１、熱電変換素子４３２、および放熱部４３３を備える。

受熱部４３１は、内部に液体が流通する複数の微細な流路（図示省略）、およびこの流路に連通する流入口、流出口を備え、いわゆるマイクロチャンネル等の熱交換器の構造を有している。そして、受熱部４３１は、流入口から流入し、微細な流路を流れる液体から熱を受熱する。

【００４４】

熱電変換素子４３２は、例えば、吸熱部および発熱部を有するペルチェ素子を備え、吸熱部が受熱部４３１に接続されている。熱電変換素子４３２は、電力が供給されると、受熱部４３１の熱を吸熱部で吸熱し、発熱部が発熱する。

【００４５】

放熱部４３３は、いわゆるヒートシンクであり、アルミニウム等の金属材料で形成され、板状のベース部４３３ａ、およびベース部４３３ａの一方の面から突出する複数のフィン４３３ｂ（図４では、１つのフィン４３３ｂを示す）を有している。放熱部４３３は、ベース部４３３ａが熱電変換素子４３２の発熱部に接続され、この発熱部の熱を放熱させる。

冷却ファン４５は、放熱部４３３に空気を送風し、放熱部４３３による放熱を促進させる。

【００４６】

複数の管状部材４４は、柔軟性を有する部材で内部に液体が流通する管状に形成され、図４に示すように、各部材（保持部５Ｒ，５Ｇ，５Ｂ、液体圧送部４１、タンク４２、受熱部４３１）間を環状に接続し、これらの部材とで循環流路４Ｆを形成する。なお、図４では、３つの保持部５（保持部５Ｒ，５Ｇ，５Ｂ）が直列に接続された構成を示したが、３つの保持部５が並列に接続される構成であってもよい。また、図４では、液体が保持部５Ｒ，５Ｇ，５Ｂの順で流れるよう３つの保持部５が接続されているが、この順に限らない。

【００４７】

空冷装置９は、詳細な図示は省略するが、送風ファン、および送風ファンから送風された空気を電気光学装置３４に導くダクト部材等を備え、光変調装置３４１、入射側偏光板３４２、および射出側偏光板３４３等の光学部品を冷却する。すなわち、光変調装置３４１は、液冷装置４および空冷装置９によって冷却される。

【００４８】

〔保持部の構成〕

ここで、光学装置５０における保持部５について詳細に説明する。各保持部５Ｒ，５Ｇ，５Ｂは、共通に形成されており、１つの保持部５に注目して説明する。

図５は、光学装置５０、および保持部５に接続された管状部材４４の分解斜視図であり、光入射側から見た図である。図６は、光入射側から見た保持部５の分解斜視図である。図７は、光射出側から見た保持部５の分解斜視図である。

【００４９】

保持部５は、アルミニウム等の板金からプレス加工によって形成された第１フレーム７と第２フレーム８とが接合されて構成されている。第１フレーム７と第２フレーム８とは、図５～図７に示すように、光軸３４Ａに沿う方向において互いに対向して配置されている。そして、保持部５は、光変調装置３４１の光入射側に配置され、第１フレーム７が光変調装置３４１側に位置し、第２フレーム８が第１フレーム７の光変調装置３４１とは反対側に位置するように配置されている。

【００５０】

保持部５は、図５、図６に示すように、光軸３４Ａに沿う方向から見て、外形が矩形状に形成され、流入部５１、流路形成部５２、および流出部５３を有している。

流入部５１および流出部５３は、矩形状の保持部５における一方の辺側に設けられている。なお、以下では、説明の便宜上、保持部５における流入部５１および流出部５３が設けられた側を「上側」、流入部５１および流出部５３が上側となる姿勢において、光入射側から見た保持部５の右側を「右側」（＋Ｘ側）として記載する。

【００５１】

流入部５１は、保持部５の上側における一方の端部近傍（本実施形態では左側（－Ｘ側））に設けられている。流入部５１は、管状部材４４が接続され、液冷装置４からの液体が流入するように円筒状に形成されている。

流路形成部５２は、光変調装置３４１の周縁に沿って環状に配設されている。環状の流路形成部５２の内周縁は、光Ｌが通過する開口部５２１となる。流路形成部５２は、光入射側から見て、液晶パネル３４０の矩形状の光学有効領域を囲むように形成され、内部には、流入部５１からの液体が流通する流路６が設けられている。

【００５２】

流出部５３は、保持部５の上側における他方の端部近傍（本実施形態では右側（＋Ｘ側））に設けられている。流出部５３は、管状部材４４が接続され、流路６を流れた液体が流出するように円筒状に形成されている。このように、流入部５１および流出部５３は、流路形成部５２に対して同一側（上側）に配置されている。なお、空冷装置９におけるダクト部材（図示省略）の一部は、保持部５の流入部５１および流出部５３とは反対側、すなわち、電気光学装置３４の下方に配置されている。

【００５３】

ここで、第１フレーム７および第２フレーム８の形状について詳細に説明する。

第１フレーム７は、図６、図７に示すように、第１枠部７２、第１起立部７１、および凹部７３，７４を有している。
第１枠部７２は、環状の流路形成部５２の内周縁に沿う開口部を有し、光軸３４Ａに対して交差する方向に延出している。
第１起立部７１は、図６、図７に示すように、第１枠部７２における開口部の縁部から第２フレーム８側に起立している。
第１起立部７１は、環状の流路形成部５２の内周縁、すなわち保持部５の開口部５２１（図５参照）の縁部を形成している。
【００５４】
凹部７３は、流入部５１の一部を形成する部位であり、図６に示すように、第１枠部７２の左上側に設けられ、第２フレーム８側が半円筒状に凹む形状を有している。凹部７４は、流出部５３の一部を形成する部位であり、図６に示すように、第１枠部７２の右上側に設けられ、第２フレーム８側が半円筒状に凹む形状を有している。
また、第１枠部７２には、凹部７３，７４それぞれの近傍に位置決め孔７２ｈが形成されている。
【００５５】
第２フレーム８は、図６、図７に示すように、第２枠部８２、第２起立部８１、凹部８３，８４、および外周縁部８５を有している。
図８は、下方から見た光学装置５０の断面図である。図９は、左方（－Ｘ方向）から見た光学装置５０の断面図である。
第２枠部８２は、図６に示すように、第１起立部７１が挿通可能な挿通開口部８２１を有し、図８に示すように、第１枠部７２に空間を介して対向するように形成されている。
第２起立部８１は、図７に示すように、挿通開口部８２１の縁部から第１フレーム７側に起立して平面視矩形状に形成され、図８に示すように、第１起立部７１の外周、すなわち、第１起立部７１の開口部５２１とは反対側に積層されるように形成されている。
【００５６】
凹部８３は、第１フレーム７の凹部７３に対向する位置に設けられ、第１フレーム７側が半円筒状に凹む形状を有している。そして、凹部８３は、凹部７３とで流入部５１を形成する。
凹部８４は、第１フレーム７の凹部７４に対向する位置に設けられ、第１フレーム７側が半円筒状に凹む形状を有している。そして、凹部８４は、凹部７４とで流出部５３を形成する。
【００５７】
外周縁部８５は、第２枠部８２に対して第１フレーム７側に屈曲された部位であり、図６に示すように、凹部８３，８４の上側以外の外周の端部に形成されている。そして、外周縁部８５には、図８、図９に示すように、第１枠部７２に積層されるように平坦に形成された端部８５１が設けられている。端部８５１には、第１枠部７２の２つの位置決め孔７２ｈにそれぞれ対応する位置決め孔８５１ｈが形成されている。
【００５８】
また、第２フレーム８には、図６、図７に示すように、狭窄部８６が形成されている。
狭窄部８６は、第２起立部８１の上側（後述する第２流路部６２）に設けられ、第２起立部８１と上側の外周縁部８５との間が上下方向において部分的に窄まるように、すなわち、上側の外周縁部８５が部分的に第２起立部８１に近づくように形成されている。
【００５９】
第１フレーム７と第２フレーム８とは、位置決め孔７２ｈ，８５１ｈに治具が挿通されて互いに位置決めされ、第１枠部７２と端部８５１との間、および第１起立部７１と第２起立部８１との間が、例えば、ろう付けや溶接等によって接合される。そして、第１フレーム７と第２フレーム８とが接続されることによって、流入部５１、流路形成部５２、および流出部５３を有する保持部５が形成される。そして、保持部５は、流入部５１および流出部５３の上側以外が密閉され、流路形成部５２内には、流入部５１および流出部５３

に連通する流路６が設けられる。流路６は、図８に示すように、第１枠部７２と第２枠部８２との間の第２起立部８１の外側で、端部８５１の内側に環状に設けられている。このように、流路６は、第１フレーム７と第２フレーム８とが接合されることによって形成されている。

【００６０】

また、流路形成部５２の厚み、すなわち、光軸３４Ａに沿う方向の大きさは、流入部５１および流出部５３の大きさ（外径寸法）より小さく形成されている。そして、保持部５は、図８に示すように、第１フレーム７の第１枠部７２が光変調装置３４１に対向して配置される。光変調装置３４１は、防塵ガラス３４０Ｎが接着剤を介して第１枠部７２に固定される。

流路６は、図８に示すように、光軸３４Ａに沿う方向から見て、一部が光変調装置３４１に重なるように設けられている。具体的に、流路６は、光変調装置３４１の端部からオーバーラップＯＬを有して設けられている。

【００６１】

ここで流路６、および液冷装置４から送られた液体の流れについて、図７を用いて詳細に説明する。

流路６は、図７に示すように、環状に配置された第１流路部６１、第２流路部６２、第３流路部６３、および第４流路部６４を有している。

第１流路部６１は、開口部５２１の左方（－Ｘ方向）で、流入部５１の下方に設けられ、下方に延出している。第２流路部６２は、開口部５２１の上方に設けられ、流入部５１の下方から右方（＋Ｘ方向）に延出している。第３流路部６３は、開口部５２１の下方に設けられ、第１流路部６１の下方から右方（＋Ｘ方向）に延出している。第４流路部６４は、開口部５２１の右方（＋Ｘ方向）に設けられ、第３流路部６３の右方（＋Ｘ方向）から上方に延出している。また、第２流路部６２は、第４流路部６４の上方に接続されている。

【００６２】

液冷装置４から送られた液体は、流入部５１から流路６を流通した後、流出部５３から保持部５の外部、すなわち液冷装置４に流出する。具体的に、流入部５１から流入された液体は、図７に示すように、一部が第１流路部６１で下方に分流され、残部が第２流路部６２で下方に交差する右方（＋Ｘ方向）に分流される。

そして、第１流路部６１を流れた液体は、第３流路部６３で方向が変更されて右方（＋Ｘ方向）に流通する。第３流路部６３を流れた液体は、第４流路部６４で方向が変更されて上方に流通し、第２流路部６２を流通した液体が合流する。第４流路部６４を流れた液体は、流出部５３から液冷装置４に流出する。下方は第１方向に相当し、右方は第２方向に相当する。そして、下方（第１方向）とは反対側の上方は、第３方向に相当する。

【００６３】

このように、流入部５１から流入された液体は、第１流路部６１、第３流路部６３、および第４流路部６４を辿って流れる第１経路６０Ａと、第２流路部６２を辿って第４流路部６４に合流する第２経路６０Ｂと、を経て流出部５３から液冷装置４に流出する。

【００６４】

光変調装置３４１は、流路６を流通する液体によって冷却される。具体的に、入射する光によって発熱する光変調装置３４１の熱は、第１フレーム７を介して液体に伝達される。また、流路６が光変調装置３４１の周縁に沿って環状に構成されているので、光変調装置３４１の熱は、光変調装置３４１の光学有効領域（画像形成領域）を囲む領域から液体に伝わる。そして、直列に配置された保持部５Ｒ，５Ｇ，５Ｂから流出した液体は、循環流路４Ｆを辿って熱交換装置４３に流入する。熱交換装置４３に流入した液体は、熱交換装置４３にて熱が吸収されて冷却される。そして、熱交換装置４３にて冷却された液体は、再び、保持部５（本実施形態では、保持部５Ｒ）に流入し、光変調装置３４１を冷却する。熱交換装置４３で吸収された熱は、前述したように、熱交換装置４３の放熱部４３３から放熱される。そして、放熱部４３３から放熱された熱は、図示しない排気装置によっ

て外装筐体２の排気口からプロジェクター１の外部に排出される。

【００６５】

また、保持部５が光変調装置３４１の光入射側に配置されているので、光学装置５０に向かう光の一部（光変調装置３４１の光学有効領域の外側に向かう漏れ光等）は、保持部５にも照射されるが、流路６が光変調装置３４１の端部からオーバーラップＯＬ（図８参照）を有して設けられているので、照射された光によって発熱する保持部５の熱が光変調装置３４１に伝わりにくくなる。すなわち、保持部５の光が照射された被照射部（主に、第２フレーム８の第２枠部８２）と光変調装置３４１との間に、液体が介在しているので、照射された光によって発熱する被照射部の熱が光変調装置３４１に伝わりにくくなる。

【００６６】

また、第２流路部６２には、狭窄部８６が設けられているので、第２流路部６２（第２経路６０Ｂ）を流れる液体は、狭窄部８６が設けられていない構成に比べ、流速が遅くなる。これによって、光変調装置３４１の表面の温度分布は、以下のようになる。

すなわち、第１経路６０Ａが第２経路６０Ｂより長く形成されているので、この第１経路６０Ａを流れる液体は、第１流路部６１、第３流路部６３、および第４流路部６４と進むにしたがって次第に温度が上昇する。このため、第４流路部６４を流れる液体の温度は、第１流路部６１や第２流路部６２を流れる液体の温度より高いものとなる。狭窄部８６が設けられていない構成においては、その温度差は、顕著なものとなる。すなわち、狭窄部８６が設けられていない構成においては、光変調装置３４１の表面の温度分布は、最も高温となる部位が表面の中央から第４流路部６４側に偏ったものとなる。

【００６７】

一方、本実施形態によれば、第２流路部６２には、狭窄部８６が設けられていることにより、第２流路部６２を流通する液体の流速が遅くなるので、より光変調装置３４１の熱が伝わる。これによって、第４流路部６４を流れる液体の温度と、第２流路部６２を流れる液体の温度との温度差が小さくなるため、光変調装置３４１の表面の温度分布は、最も高温となる部位が表面の中央に近づくバランスのとれたものとなる。

このように、光変調装置３４１は、環状の流路６を有する保持部５に保持され、流路６に供給された液体によって冷却される。

【００６８】

以上説明したように、本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

（１）光変調装置３４１は、保持部５に設けられた環状の流路６に流通する液体によって冷却される。また、保持部５とは異なる部材（パイプ状の部材）を用いて液体を流通させる構成に比べ、光変調装置３４１と液体との間に介在する部材が減るので、光変調装置３４１の熱は、効率よく液体に伝わる。これによって、光学装置５０は、流入部５１に液体が供給されることで、入射する光によって発熱する光変調装置３４１が効率よく冷却される。

よって、光変調装置３４１の温度上昇が効率よく抑えられるので、光変調装置３４１の劣化が抑制され、光変調装置３４１が有する光学特性を確実に発揮できる光学装置５０の提供が可能となる。

また、保持部５とは異なる部材を用いて液体を流通させる構成に比べて少ない部品点数で構成できるので、製造工数や部品コストの低減、および小型化が可能な光学装置５０の提供が可能となる。

【００６９】

（２）保持部５の光が照射された被照射部と光変調装置３４１との間に、液体が介在しているので、照射された光によって発熱する被照射部の熱が光変調装置３４１に伝わりにくくなる。よって、光変調装置３４１の発熱がさらに抑えられた光学装置５０の提供が可能となる。

【００７０】

（３）第１流路部６１～第４流路部６４で環状の流路６が形成されている。これによって、矩形状の光学有効領域（画像形成領域）を有する光変調装置３４１に対し、この光学

有効領域に近づけて流路６を設けることが可能となる。よって、光変調装置３４１の熱をさらに効率よく液体に伝えることが可能となるので、光変調装置３４１の温度上昇をさらに抑制可能な光学装置５０の提供が可能となる。

【００７１】

（４）保持部５は、流入部５１および流出部５３が流路形成部５２に対して同一側に配置されているので、流入部５１および流出部５３に接続される管状部材４４をコンパクトに配置することが可能となる。よって、プロジェクター１の小型に寄与できる光学装置５０の提供が可能となる。

【００７２】

（５）保持部５は、第１フレーム７と第２フレーム８とが接続されて形成されている。これによって、内部に液体が流通する流路６を有する構成であっても、容易な加工で、また、製造工数の増加を抑制して保持部５を形成することができる。

【００７３】

（６）環状の流路形成部５２の内周縁の側は、板状の第１起立部７１に板状の第２起立部８１が接続されて形成されている。そして、流路６は、この第２起立部８１の外側に設けられている。これによって、光変調装置３４１の光学有効領域に近づけて流路６を形成することが可能となる。よって、２つの部材（第１フレーム７、第２フレーム８）で保持部５を形成する構成であっても、容易に流路６を形成しつつ、光変調装置３４１が効率よく冷却される光学装置５０の提供が可能となる。

【００７４】

（７）第１フレーム７と第２フレーム８とは、ろう付けや溶接によって接合されている。これによって、第１フレーム７と第２フレーム８とが確実に接合され、大型化を抑えた保持部５の形成が可能となる。

【００７５】

（８）光学素子としての光変調装置３４１は、保持部５に流入された液体によって効率よく冷却されるので、温度上昇が抑制される。よって、長期に亘って自身が有する光学特性を発揮して入射した光を変調する光変調装置３４１を備えた光学装置５０の提供が可能となる。

【００７６】

（９）プロジェクター１は、光学装置５０および液冷装置４を備えているので、高輝度の光を射出する光源３１１を備える構成であっても、光変調装置３４１が効率よく冷却され、長期に亘って明るい画像や画質が良好な画像の投写が可能となる。

また、保持部５とは異なる部材を用いて液体を流通させる構成に比べ、流路６の形状の自由度を高めることができるので、低い圧力で液体を循環させることが可能となる。これによって、液体を循環させるための液体圧送部４１の小型化や低パワー化が可能となる。

また、低い圧力で液体を循環させることが可能なので、循環流路４Ｆにおける各部材間の接続部から液体の揮発や漏れを防止することが可能となる。これによって、プロジェクター１内の他の部材への液体の付着を防止できると共に、備える液体の量を少なく構成することが可能となる。よって、小型、低消費電力の液冷装置４を備えたプロジェクター１の提供が可能となる。

【００７７】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、上述した実施形態に種々の変更や改良などを加えることが可能である。変形例を以下に述べる。

【００７８】

（変形例１）

前記実施形態では、液体が流通する保持部５に保持される光学素子として光変調装置３４１が構成されているが、光変調装置３４１に限らず、他の光学部品をこの光学素子として構成してもよい。この光学素子としては、例えば、入射側偏光板３４２や射出側偏光板３４３を例示することができる。また、光学ユニット３が位相差板や光の位相差を補償する補償素子等を備える構成とし、これらの位相差板や補償素子等を光学素子として構成し

てもよい。

【００７９】

（変形例２）

前記実施形態の保持部５は、光軸３４Ａに沿う方向から見て、流路６の一部が光変調装置３４１に重なるように構成されているが、流路６の全てが重なるように構成してもよい。

【００８０】

（変形例３）

前記実施形態の光学装置５０は、流路形成部５２が光変調装置３４１の光入射側に配置されているが、光変調装置３４１の光射出側に配置された流路形成部を備える構成であってもよい。また、光変調装置３４１の両側（光入射側および光射出側）に流路形成部が設けられる構成であってもよい。

【００８１】

（変形例４）

前記実施形態の保持部５は、狭窄部８６を有しているが、狭窄部８６を有さない保持部を構成してもよい。

【００８２】

（変形例５）

前記実施形態の保持部５は、流路形成部５２に対し、流入部５１および流出部５３が同一側に配置されているが、流入部５１および流出部５３の位置は、この位置に限定されるものではない。図１０は、この変形例の一例である保持部１５を模式的に示す平面図である。

保持部１５は、図１０に示すように、流入部１５１、流路形成部１５２および流出部１５３を備え、流出部１５３が流路形成部１５２に対し、流入部１５１の対角となる位置に設けられている。そして、流路形成部１５２内には、環状の流路１６が設けられている。

環状の流路１６は、前記実施形態の流路６における第１流路部６１～第４流路部６４の位置に対応する第１流路部１６１～第４流路部１６４を有している。

【００８３】

この構成の場合、前記実施形態の狭窄部８６は設けられず、また、第４流路部１６４における液体の流れる方向は、前記実施形態の第４流路部６４における液体の流れる方向（上方向）とは逆の方向（下方向）となる。具体的に、流入部１５１から流入された液体は、一部が第１流路部１６１および第３流路部１６３（第１経路）を流れ、残部が第２流路部１６２および第４流路部１６４（第２経路）を流れて互いに合流し、流出部１５３から流出する。

この構成によれば、第１経路の長さと、第２経路の長さは略同じなので、それぞれを流れた液体には、光学素子からの熱が略同様に伝わり、光学素子は、光学有効領域の全周が略同様に冷却される。

【００８４】

（変形例６）

前記実施形態の保持部５は、２つの部材（第１フレーム７、第２フレーム８）が組み合わされて構成されているが、金属粉等を用い、３Ｄプリンター等の立体物造形装置によって１つの部材で保持部を構成してもよい。この保持部の場合、流路形成部の内周縁を形成する肉厚を前記実施形態における肉厚（第１起立部７１および第２起立部８１の厚み）より薄く形成可能なので、流路を光学有効領域にさらに近づけることが可能となる。また、前記実施形態における端部８５１が不要となるので、さらに小型の保持部が可能となる。

【００８５】

（変形例７）

前記実施形態の光変調装置３４１（光学素子）は、接着剤を用いて保持部５に保持されているが、この構成に限らない。例えば、光学素子の保持部５とは反対側に配置された押え部材を備え、保持部５とこの押え部材とで光学素子を挟持することによって光学素子を

保持する構成であってもよい。

【００８６】

（変形例８）

前記実施形態の液冷装置４は、タンク４２を備えているが、タンク４２を備えない構成も可能である。

【００８７】

（変形例９）

前記実施形態の光源装置３１は、放電型の光源３１１を有して構成されているが、放電型に限らず、その他の方式のランプや、発光ダイオードやレーザー等の固体光源等を備える構成であってもよい。

また、前記実施形態の光学ユニット３は、図１に示すように、光源装置３１が光を射出する方向と、投写光学装置３５が投写する方向とが同一方向になるように構成されているが、光源装置３１が光を射出する方向と、投写光学装置３５が投写する方向とが異なる方向となるように構成してもよい。

【００８８】

（変形例１０）

前記実施形態のプロジェクター１は、Ｒ光、Ｇ光、およびＢ光に対応する３つの光変調装置３４１Ｒ，３４１Ｇ，３４１Ｂを備えた、いわゆる３板方式を採用しているが、これに限らず、単板方式を採用してもよく、あるいは、２つまたは４つ以上の光変調装置３４１を備える構成であってもよい。

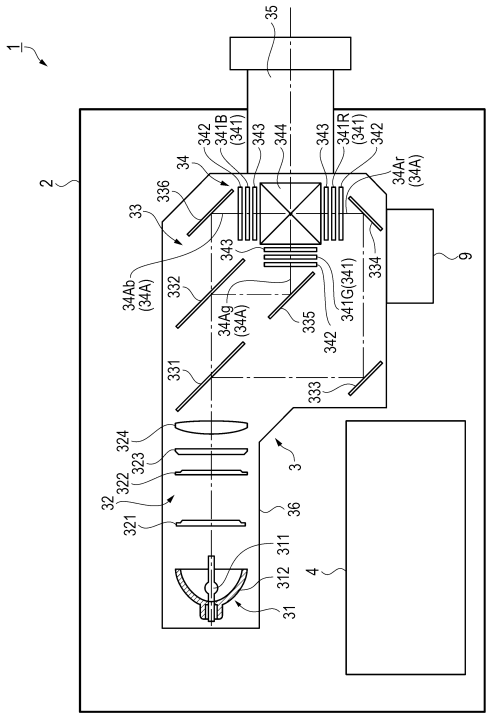
また、前記実施形態の光変調装置３４１は、透過型の液晶パネル３４０を有して構成されているが、反射型の液晶パネルで構成された態様であってもよい。また、光変調装置としてマイクロミラー型の光変調装置、例えば、ＤＭＤ（Digital Micromirror Device）等を利用したものであってもよい。

【符号の説明】

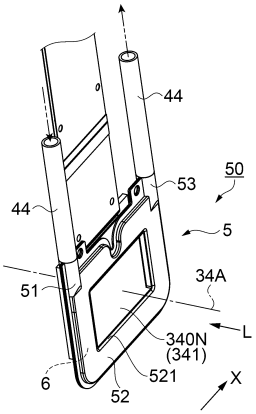
【００８９】

１…プロジェクター、４…液冷装置、５，５Ｒ，５Ｇ，５Ｂ，１５…保持部、６，１６…流路、７…第１フレーム、８…第２フレーム、３４Ａ…光軸、３５…投写光学装置、５０…光学装置、５１…流入部、５２…流路形成部、５３…流出部、６１…第１流路部、６２…第２流路部、６３…第３流路部、６４…第４流路部、７１…第１起立部、７２…第１枠部、８１…第２起立部、８２…第２枠部、３１１…光源、３４１，３４１Ｒ，３４１Ｇ，３４１Ｂ…光変調装置（光学素子）、８２１…挿通開口部。

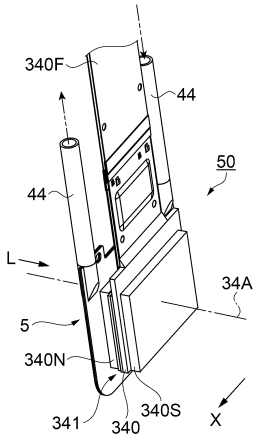
【図１】


1
2
3
4
9
31
32
33
34
35
36
311
312
321
322
323
324
331
332
333
334
335
336
341B (341)
341G(341)
341R (341)
342
343
344
34Ab (34A)
34Ag (34A)
34Ar (34A)

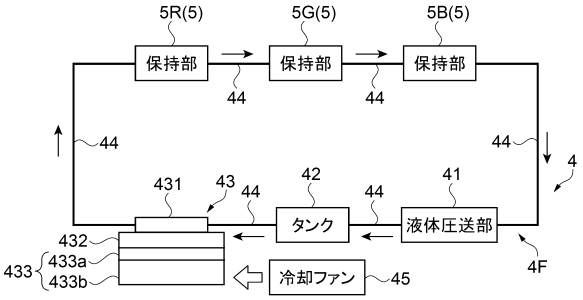
【図２】


44
50
53
5
44
51
34A
L
340N (341)
521
6
52
X

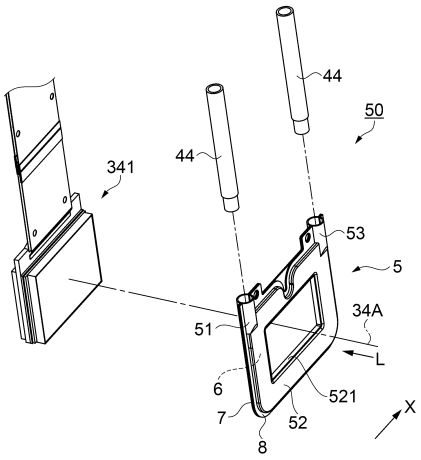
【図３】


340F
44
50
44
L
34A
5
340N
341
340
340S
X

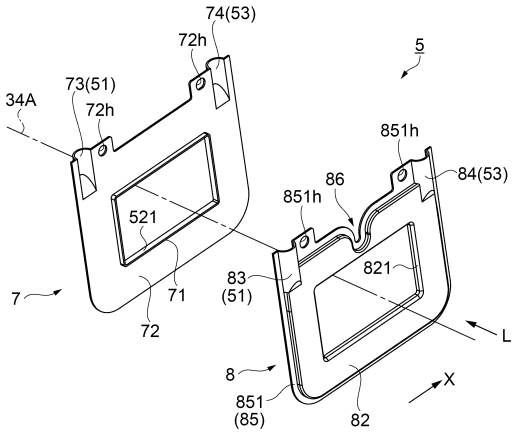
【図４】


5R(5)
5G(5)
5B(5)
保持部
保持部
保持部
44
44
44
44
4
431
43
44
42
44
41
タンク
液体圧送部
432
433
433a
433b
冷却ファン
45
4F

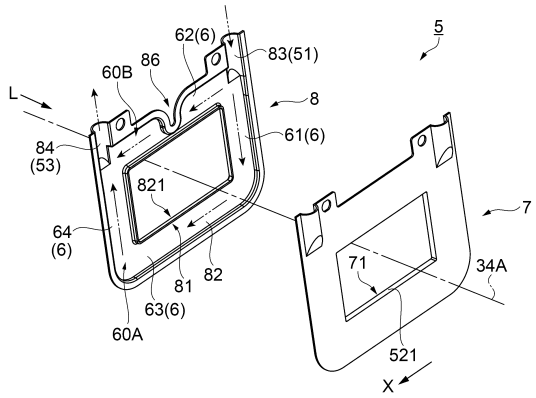
【図５】


44
50
341
44
53
5
34A
51
L
6
521
7
52
8
X

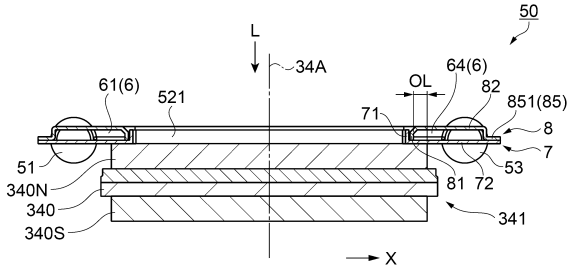
【図６】



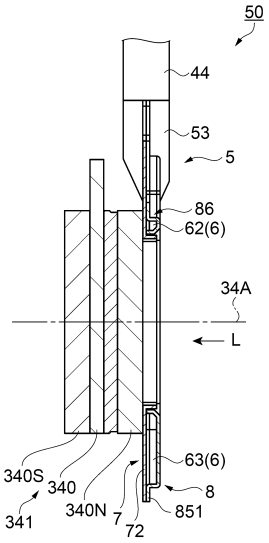
【図７】



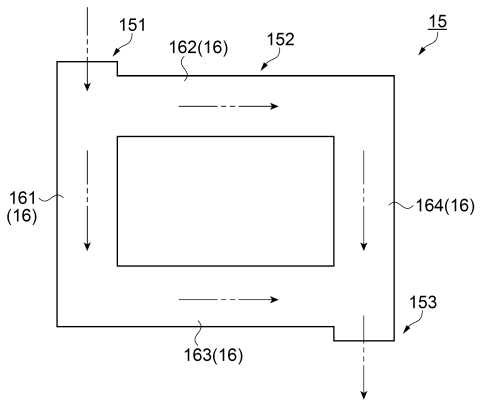
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

審査官　新井　重雄

(56)参考文献　特開２００５－０１０６３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２８４１３８（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２７５１８９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－２１００３２（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０８５８８７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１４／０４５７６６（WO，Ａ１）
特開平１０－３１９３８１（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０５５３７３０３（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０３Ｂ　２１／１６
Ｈ０５Ｋ　７／２０