

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7322726号
(P7322726)

(45)発行日 令和5年8月8日(2023.8.8)

(24)登録日 令和5年7月31日(2023.7.31)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 B 21/16 (2006.01)
G 0 3 B 21/00 (2006.01)
H 0 4 N 5/74 (2006.01)
H 0 5 K 7/20 (2006.01)
F 2 5 B 5/02 (2006.01)

G 0 3 B 21/16
G 0 3 B 21/00 D
H 0 4 N 5/74 Z
H 0 5 K 7/20 Q
F 2 5 B 5/02 5 3 0 Z

請求項の数 9 (全25頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-12783(P2020-12783)
(22)出願日 令和2年1月29日(2020.1.29)
(65)公開番号 特開2021-117454(P2021-117454
A)
(43)公開日 令和3年8月10日(2021.8.10)
審査請求日 令和4年9月22日(2022.9.22)

(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 110000637
弁理士法人樹之下知的財産事務所
(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
(72)発明者 勝田 治
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 中村 直行

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】

光源から出射された光を変調して投射するプロジェクターであって、

第1冷却対象と、

第2冷却対象と、

前記第1冷却対象及び前記第2冷却対象を冷却する冷却装置と、

前記第1冷却対象、前記第2冷却対象及び前記冷却装置を収容する外装筐体と、を備え、
前記冷却装置は、

第1配管、第2配管、第3配管、第4配管、第5配管及び第6配管と、

気相の作動流体を圧縮する第1圧縮部と、

前記第1配管を介して前記第1圧縮部と接続され、前記第1圧縮部によって圧縮され
た気相の前記作動流体を液相の前記作動流体に凝縮する凝縮部と、

前記第2配管を介して前記凝縮部と接続され、前記凝縮部によって凝縮された一部の
前記作動流体を減圧して、前記作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化さ
せる第1膨張部と、

前記第3配管を介して前記第1膨張部と接続され、前記第1冷却対象から伝達された
熱によって、前記第1膨張部から流通する液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変
化させ、変化された気相の前記作動流体を、前記第4配管を介して接続される前記第1圧
縮部へ排出する第1蒸発部と、

前記第2配管を介して前記凝縮部と接続され、前記凝縮部によって凝縮された他の前

記作動流体を減圧して、前記作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる第2膨張部と、

前記第5配管を介して前記第2膨張部と接続され、前記第2冷却対象から伝達された熱によって、前記第2膨張部から流通する液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変化させる第2蒸発部と、

前記第4配管を介して前記第1圧縮部と接続されるとともに、前記第6配管を介して前記第2蒸発部と接続されて、前記第2蒸発部から流入する気相の前記作動流体を圧縮して、前記第4配管を介して前記第1圧縮部へ排出する第2圧縮部と、を備えることを特徴とするプロジェクト。

【請求項2】

請求項1に記載のプロジェクトにおいて、

前記凝縮部は、

前記第1圧縮部から前記作動流体が流通する第1流路と、

前記第1流路とは異なる第2流路と、を有し、

前記第2配管は、

前記第1流路から流通する前記作動流体を分流する分流管と、

前記分流管にて分流された一部の前記作動流体を前記第1膨張部に流通させる第1枝管と、

前記分流管にて分流された他の前記作動流体を、前記凝縮部の前記第2流路に流通させる第2枝管と、

前記第2流路を流通した前記作動流体を、前記第2膨張部に流通させる流通管と、を有することを特徴とするプロジェクト。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載のプロジェクトにおいて、

前記第1膨張部及び前記第2膨張部は、それぞれ膨張弁によって構成され、

前記第1膨張部を構成する前記膨張弁の開度、及び、前記第2膨張部を構成する前記膨張弁の開度は、個別に調整可能であることを特徴とするプロジェクト。

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のプロジェクトにおいて、

前記第1圧縮部の駆動周波数と前記第2圧縮部の駆動周波数とは、略同じであることを特徴とするプロジェクト。

【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トにおいて、

前記第4配管は、

前記第1蒸発部と接続される第1接続管と、

前記第2圧縮部と接続される第2接続管と、

前記第1接続管を介して前記第1蒸発部から流通する前記作動流体と、前記第2接続管を介して前記第2圧縮部から流通する前記作動流体とを合流させて、前記第1圧縮部に流通させる合流管と、を有することを特徴とするプロジェクト。

【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トにおいて、

前記第1冷却対象の発熱量は、前記第2冷却対象の発熱量よりも大きく、

前記第1蒸発部に供給される前記作動流体の流量は、前記第2蒸発部に供給される前記作動流体の流量よりも大きいことを特徴とするプロジェクト。

【請求項7】

請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のプロジェクトにおいて、

前記第2圧縮部にて圧縮された気相の前記作動流体の圧力は、前記第1蒸発部から排出される気相の前記作動流体の圧力と略同じであることを特徴とするプロジェクト。

【請求項8】

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のプロジェクトにおいて、

10

20

30

40

50

前記光源から出射された光を変調する光変調装置を備え、
 前記第 1 冷却対象は、前記光源を含み、
 前記第 2 冷却対象は、前記光変調装置を含むことを特徴とするプロジェクター。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載のプロジェクターにおいて、
 前記第 2 冷却対象及び前記第 2 蒸発部が内部に配置された筐体と、
 前記筐体内の冷却気体を前記筐体内にて循環させる循環ファンと、を備え、
 前記第 2 蒸発部は、前記第 2 冷却対象から伝達された前記冷却気体の熱によって、液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変化させることを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、プロジェクターに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、室内に配置されて映像を投写する室内ユニットと、室外に配置される室外ユニットと、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）。

特許文献 1 に記載のプロジェクターでは、室内ユニットは、RGB の各レーザークラスター、光学合成部及び投写レンズを備える他、RGB のレーザー吸熱器、第 1 冷媒配管、ドレインパイプ及び電子膨張弁を備えている。室外ユニットは、第 2 冷媒配管、冷却装置及び冷媒加熱ヒーターを備える。室内ユニットと室外ユニットの間には、第 1 冷媒配管の一端と第 2 冷媒配管の一端とを接続するとともに、第 1 冷媒配管の他端と第 2 冷媒配管の他端とを接続する冷媒配管と、通信線とが配設されている。

20

【0003】

上記プロジェクターでは、電子膨張弁、G レーザー吸熱器、B レーザー吸熱器、R レーザー吸熱器が、この順で第 1 冷媒配管を介して直列に接続されている。

第 2 冷媒配管は、冷媒配管を介して第 1 冷媒配管とともに、環状の冷媒経路を形成する。冷媒は、電子膨張弁の一端、各レーザー吸熱器、冷媒加熱ヒーター、冷却装置の冷媒圧縮機及び凝縮器、電子膨張弁の他端の順に循環する。

冷媒圧縮機は、冷媒ガスを圧縮することにより、冷媒ガスを高温化及び高圧化する。凝縮器は、高温化及び高圧化された冷媒ガスを、ファンによって室外ユニットの外部から流入された外気と熱交換することにより、冷媒ガスを高圧の液冷媒にする。

30

電子膨張弁は、高圧の液冷媒を減圧して、気化しやすい液冷媒にする。なお、電子膨張弁は、第 1 冷媒配管内の冷媒の減圧量を制御することによって、冷媒の蒸発温度を制御し、冷媒の潜熱効果により各レーザー吸熱器を冷却する。

なお、冷媒が完全に気化されない状態で冷媒圧縮機に流入すると、冷媒圧縮機に悪影響が生じるため、冷媒加熱ヒーターによって冷媒圧縮機に流入される冷媒を加熱している。

【0004】

以上の構成により、冷媒経路のうち、電子膨張弁の一端から各レーザー吸熱器及び冷媒加熱ヒーターまでの間の部分において、冷媒の潜熱効果によって、各レーザー吸熱器等の温度を一定に保たれる。このように、冷却装置は、冷媒経路内を循環する冷媒を介して、各レーザー吸熱器、ひいては、RGB の各レーザークラスターをある一定温度に冷却することが可能となっている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2015 - 132659 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

しかしながら、特許文献 1 に記載のプロジェクターは、室内ユニットと冷媒配管及び通信線を介して接続される室外ユニットを備えることから、プロジェクターの設置が煩雑になるという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一態様に係るプロジェクターは、光源から出射された光を変調して投射するプロジェクターであって、第 1 冷却対象と、第 2 冷却対象と、前記第 1 冷却対象及び前記第 2 冷却対象を冷却する冷却装置と、前記第 1 冷却対象、前記第 2 冷却対象及び前記冷却装置を収容する外装筐体と、を備え、前記冷却装置は、第 1 配管、第 2 配管、第 3 配管、第 4 配管、第 5 配管及び第 6 配管と、気相の作動流体を圧縮する第 1 圧縮部と、前記第 1 配管を介して前記第 1 圧縮部と接続され、前記第 1 圧縮部によって圧縮された気相の前記作動流体を液相の前記作動流体に凝縮する凝縮部と、前記第 2 配管を介して前記凝縮部と接続され、前記凝縮部によって凝縮された一部の前記作動流体を減圧して、前記作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる第 1 膨張部と、前記第 3 配管を介して前記第 1 膨張部と接続され、前記第 1 冷却対象から伝達された熱によって、前記第 1 膨張部から流通する液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変化させ、変化された気相の前記作動流体を、前記第 4 配管を介して接続される前記第 1 圧縮部へ排出する第 1 蒸発部と、前記第 2 配管を介して前記凝縮部と接続され、前記凝縮部によって凝縮された他の前記作動流体を減圧して、前記作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる第 2 膨張部と、前記第 5 配管を介して前記第 2 膨張部と接続され、前記第 2 冷却対象から伝達された熱によって、前記第 2 膨張部から流通する液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変化させる第 2 蒸発部と、前記第 4 配管を介して前記第 1 圧縮部と接続されるとともに、前記第 6 配管を介して前記第 2 蒸発部と接続されて、前記第 2 蒸発部から流入する気相の前記作動流体を圧縮して、前記第 4 配管を介して前記第 1 圧縮部へ排出する第 2 圧縮部と、を備えることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】第 1 実施形態におけるプロジェクターの外観を示す斜視図。

【図 2】第 1 実施形態におけるプロジェクターの内部構成を示す模式図。

【図 3】第 1 実施形態における光源装置の構成を示す模式図。

【図 4】第 1 実施形態における冷却装置の構成を示す模式図。

【図 5】第 2 実施形態におけるプロジェクターが備える冷却装置の構成を示す模式図。

【図 6】第 2 実施形態における凝縮部の構成を模式的に示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[第 1 実施形態]

以下、本開示の第 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 A の外観を示す斜視図である。

本実施形態に係るプロジェクター 1 A は、光源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、形成された画像をスクリーン等の被投射面に拡大して投射する画像表示装置である。プロジェクター 1 A は、図 1 に示すように、プロジェクター 1 A の外装を構成する外装筐体 2 を備える。

【0010】

[外装筐体の構成]

外装筐体 2 は、天面部 2 1、底面部 2 2、正面部 2 3、背面部 2 4、左側面部 2 5 及び右側面部 2 6 を有し、略直方体形状に形成されている。

底面部 2 2 は、プロジェクター 1 A が載置される設置面と接触する複数の脚部 2 2 1 を有する。

正面部 2 3 は、外装筐体 2 において画像の投射側に位置する。正面部 2 3 は、後述する

投射光学装置 3 6 の一部を露出させる開口部 2 3 1 を有し、投射光学装置 3 6 によって投射される画像は、開口部 2 3 1 を通過する。また、正面部 2 3 は、プロジェクター 1 A 内の冷却対象を冷却した冷却気体を外装筐体 2 の外部に排出する排気口 2 3 2 を有する。

右側面部 2 6 は、外装筐体 2 外の空気等の気体を冷却気体として内部に導入する導入口 2 6 1 を有する。

【 0 0 1 1 】

[プロジェクターの内部構成]

図 2 は、プロジェクター 1 A の内部構成を示す模式図である。

プロジェクター 1 A は、図 2 に示すように、外装筐体 2 内に收容される画像投射装置 3 を更に備える。この他、図 2 では図示を省略するが、プロジェクター 1 A は、冷却対象と、冷却対象を冷却する冷却装置 5 A (図 3 参照) と、プロジェクター 1 A の動作を制御する制御装置、及び、プロジェクター 1 A の電子部品に電力を供給する電源装置と、を備える。

10

【 0 0 1 2 】

[画像投射装置の構成]

画像投射装置 3 は、制御装置から入力される画像情報に応じた画像を形成し、形成された画像を投射する。画像投射装置 3 は、光源装置 4、均一化部 3 1、色分離部 3 2、リレー部 3 3、画像形成部 3 4、光学部品用筐体 3 5 及び投射光学装置 3 6 を備える。

光源装置 4 は、照明光を出射する。光源装置 4 の構成については、後に詳述する。

【 0 0 1 3 】

均一化部 3 1 は、光源装置 4 から出射された照明光を均一化する。均一化された照明光は、色分離部 3 2 及びリレー部 3 3 を経て、画像形成部 3 4 の後述する光変調装置 3 4 3 の変調領域を照明する。均一化部 3 1 は、2 つのレンズアレイ 3 1 1、3 1 2、偏光変換素子 3 1 3 及び重畳レンズ 3 1 4 を備える。

20

色分離部 3 2 は、均一化部 3 1 から入射される光を赤、緑及び青の各色光に分離する。色分離部 3 2 は、2 つのダイクロイックミラー 3 2 1、3 2 2 と、ダイクロイックミラー 3 2 1 によって分離された青色光を反射させる反射ミラー 3 2 3 と、を備える。

【 0 0 1 4 】

リレー部 3 3 は、他の色光の光路より長い赤色光の光路に設けられ、赤色光の損失を抑制する。リレー部 3 3 は、入射側レンズ 3 3 1、リレーレンズ 3 3 3、反射ミラー 3 3 2、3 3 4 を備える。なお、本実施形態では、赤色光の光路上にリレー部 3 3 を設けることとした。しかしながら、これに限らず、例えば他の色光より光路が長い色光を青色光とし、青色光の光路上にリレー部 3 3 を設ける構成としてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

画像形成部 3 4 は、入射される赤、緑及び青の各色光を変調し、変調された各色光を合成して、画像を形成する。画像形成部 3 4 は、入射される色光に応じて設けられる 3 つのフィールドレンズ 3 4 1、3 つの入射側偏光板 3 4 2、3 つの光変調装置 3 4 3、3 つの視野角補償板 3 4 4 及び 3 つの出射側偏光板 3 4 5 と、1 つの色合成部 3 4 6 と、を備える。

光変調装置 3 4 3 は、光源装置 4 から出射された光を画像情報に応じて変調する。光変調装置 3 4 3 は、赤色光用の光変調装置 3 4 3 R、緑色光用の光変調装置 3 4 3 G 及び青色光用の光変調装置 3 4 3 B を含む。本実施形態では、光変調装置 3 4 3 は、透過型の液晶パネルによって構成されており、入射側偏光板 3 4 2、光変調装置 3 4 3、出射側偏光板 3 4 5 によって液晶ライトバルブが構成される。

40

色合成部 3 4 6 は、光変調装置 3 4 3 B、3 4 3 G、3 4 3 R によって変調された各色光を合成して画像を形成する。本実施形態では、色合成部 3 4 6 は、クロスダイクロイックプリズムによって構成されているが、これに限らず、例えば複数のダイクロイックミラーによって構成することも可能である。

【 0 0 1 6 】

光学部品用筐体 3 5 は、上記した各部 3 1 ~ 3 4 を内部に收容する。なお、画像投射装

50

置 3 には、設計上の光軸である照明光軸 $A \times$ が設定されており、光学部品用筐体 3 5 は、照明光軸 $A \times$ における所定位置に各部 3 1 ~ 3 4 を保持する。なお、光源装置 4 及び投射光学装置 3 6 は、照明光軸 $A \times$ における所定位置に配置される。

詳しくは後述するが、プロジェクター 1 A は、光学部品用筐体 3 5 によって一部が形成される密閉筐体 S C (図 4 参照) を有する。密閉筐体 S C は、画像形成部 3 4 を構成する入射側偏光板 3 4 2、光変調装置 3 4 3、視野角補償板 3 4 4、出射側偏光板 3 4 5 及び色合成部 3 4 6 を内部に収容する。入射側偏光板 3 4 2、光変調装置 3 4 3、視野角補償板 3 4 4、出射側偏光板 3 4 5 及び色合成部 3 4 6 は、密閉筐体 S C 内を循環する冷却気体によって冷却される。密閉筐体 S C 内の冷却気体は、冷却装置 5 A の構成要素のうち、密閉筐体 S C 内に配置される第 2 蒸発部 5 6 (図 4 参照) によって冷却される。

10

【 0 0 1 7 】

投射光学装置 3 6 は、画像形成部 3 4 から入射される画像を被投射面に拡大して投射する投射レンズである。すなわち、投射光学装置 3 6 は、光変調装置 3 4 3 B, 3 4 3 G, 3 4 3 R によって変調された光を投射する。投射光学装置 3 6 は、例えば筒状の鏡筒内に複数のレンズが収納された組レンズとして構成される。

【 0 0 1 8 】

[光源装置の構成]

図 3 は、光源装置 4 の構成を示す模式図である。

光源装置 4 は、照明光を均一化部 3 1 に出射する。光源装置 4 は、図 3 に示すように、光源用筐体 C A と、光源用筐体 C A 内に収容される光源部 4 1、アフォーカル光学素子 4 2、ホモジナイザー光学素子 4 3、偏光分離素子 4 4、第 1 集光素子 4 5、波長変換素子 4 6、第 1 位相差素子 4 7、第 2 集光素子 4 8、拡散反射部 4 9 及び第 2 位相差素子 R P と、を備える。

20

光源用筐体 C A は、塵埃等が内部に侵入しづらい密閉筐体として構成されている。

【 0 0 1 9 】

光源部 4 1、アフォーカル光学素子 4 2、ホモジナイザー光学素子 4 3、偏光分離素子 4 4 と、第 1 位相差素子 4 7、第 2 集光素子 4 8 及び拡散反射部 4 9 は、光源装置 4 に設定された照明光軸 $A \times 1$ 上に配置されている。

波長変換素子 4 6、第 1 集光素子 4 5、偏光分離素子 4 4 及び第 2 位相差素子 R P は、光源装置 4 に設定され、かつ、照明光軸 $A \times 1$ に直交する照明光軸 $A \times 2$ 上に配置されている。照明光軸 $A \times 2$ は、レンズアレイ 3 1 1 の位置にて、照明光軸 $A \times$ と一致する。換言すると、照明光軸 $A \times 2$ は、照明光軸 $A \times$ の延長線上に設定されている。

30

【 0 0 2 0 】

[光源部の構成]

光源部 4 1 は、光を出射する光源 4 1 1 及びコリメーターレンズ 4 1 5 を備える。

光源 4 1 1 は、複数の第 1 半導体レーザー 4 1 2 及び複数の第 2 半導体レーザー 4 1 3 と、支持部材 4 1 4 と、を備える。

第 1 半導体レーザー 4 1 2 は、励起光である s 偏光の青色光 $L 1 s$ を出射する。青色光 $L 1 s$ は、例えば、ピーク波長が 4 4 0 nm のレーザー光である。第 1 半導体レーザー 4 1 2 から出射された青色光 $L 1 s$ は、波長変換素子 4 6 に入射される。

40

第 2 半導体レーザー 4 1 3 は、p 偏光の青色光 $L 2 p$ を出射する。青色光 $L 2 p$ は、例えば、ピーク波長が 4 6 0 nm のレーザー光である。第 2 半導体レーザー 4 1 3 から出射された青色光 $L 2 p$ は、拡散反射部 4 9 に入射される。

【 0 0 2 1 】

支持部材 4 1 4 は、照明光軸 $A \times 1$ と直交する平面にそれぞれアレイ状に配置された複数の第 1 半導体レーザー 4 1 2 及び複数の第 2 半導体レーザー 4 1 3 を支持する。支持部材 4 1 4 は、熱伝導性を有する金属製部材であり、後述する第 1 蒸発部 5 4 に熱伝達部材 T M を介して接続される。そして、熱源である各半導体レーザー 4 1 2, 4 1 3 を有する光源 4 1 1 の熱は、熱伝達部材 T M を介して第 1 蒸発部 5 4 に伝達される。これにより、光源 4 1 1 が冷却される。

50

【 0 0 2 2 】

第1半導体レーザー412から出射された青色光L1s及び第2半導体レーザー413から出射された青色光L2pは、コリメーターレンズ415によって平行光束に変換され、アフォーカル光学素子42に入射される。

なお、本実施形態では、光源411は、s偏光の青色光L1sと、p偏光の青色光L2pとを出射する構成である。しかしながら、これに限らず、光源411は、偏光方向が同じ直線偏光光である青色光を出射する構成としてもよい。この場合、入射された1種類の直線偏光をs偏光及びp偏光が含まれる光とする位相差素子を、光源部41と偏光分離素子44との間に配置すればよい。

【 0 0 2 3 】

[アフォーカル光学素子及びホモジナイザー光学素子の構成]

アフォーカル光学素子42は、光源部41から入射される青色光L1s、L2pの光束径を調整して、ホモジナイザー光学素子43に入射させる。アフォーカル光学素子42は、入射される光を集光するレンズ421と、レンズ421によって集光された光束を平行化するレンズ422とにより構成されている。

ホモジナイザー光学素子43は、青色光L1s、L2pの照度分布を均一化する。ホモジナイザー光学素子43は、一对のマルチレンズアレイ431、432により構成されている。

【 0 0 2 4 】

[偏光分離素子の構成]

ホモジナイザー光学素子43を通過した青色光L1s、L2pは、偏光分離素子44に入射する。

偏光分離素子44は、プリズム型の偏光ビームスプリッターであり、入射される光に含まれるs偏光成分とp偏光成分とを分離する。具体的に、偏光分離素子44は、s偏光成分を反射させ、p偏光成分を通過させる。また、偏光分離素子44は、s偏光成分及びp偏光成分のいずれの偏光成分であっても、所定波長以上の光を通過させる色分離特性を有する。従って、s偏光の青色光L1sは、偏光分離素子44にて反射され、第1集光素子45に入射する。一方、p偏光の青色光L2pは、偏光分離素子44を通過して、第1位相差素子47に入射する。

【 0 0 2 5 】

[第1集光素子の構成]

第1集光素子45は、偏光分離素子44にて反射された青色光L1sを波長変換素子46に集光する。また、第1集光素子45は、波長変換素子46から入射される蛍光YLを平行化する。図3の例では、第1集光素子45は、2つのレンズ451、452によって構成されているが、第1集光素子45を構成するレンズの数は問わない。

【 0 0 2 6 】

[波長変換素子の構成]

波長変換素子46は、入射された光によって励起されて、入射された光より波長が長い蛍光YLを生成し、蛍光YLを第1集光素子45に出射する。換言すると、波長変換素子46は、入射された光の波長を変換し、変換された光を出射する。波長変換素子46によって生成された蛍光YLは、例えば、ピーク波長が500~700nmの光である。波長変換素子46は、波長変換部461及び放熱部462を備える。

波長変換部461は、図示を省略するが、波長変換層及び反射層を有する。波長変換層は、入射される青色光L1sの波長を変換した非偏光光である蛍光YLを拡散して出射する蛍光体を含む。反射層は、波長変換層から入射される蛍光YLを第1集光素子45側に反射させる。

放熱部462は、波長変換部461における光入射側とは反対側の面に設けられ、波長変換部461にて発生した熱を放出する。

【 0 0 2 7 】

波長変換素子46から出射された蛍光YLは、照明光軸Ax2に沿って第1集光素子4

10

20

30

40

50

5 を通過した後、上記色分離特性を有する偏光分離素子 4 4 に入射される。そして、蛍光 Y L は、偏光分離素子 4 4 を照明光軸 A x 2 に沿って通過し、第 2 位相差素子 R P に入射する。

なお、波長変換素子 4 6 は、モーター等の回転装置によって、照明光軸 A x 2 と平行な回転軸を中心として回転される構成であってもよい。

【 0 0 2 8 】

[第 1 位相差素子及び第 2 集光素子の構成]

第 1 位相差素子 4 7 は、偏光分離素子 4 4 と第 2 集光素子 4 8 との間に配置されている。第 1 位相差素子 4 7 は、偏光分離素子 4 4 を通過した青色光 L 2 p を円偏光の青色光 L 2 c に変換する。青色光 L 2 c は、第 2 集光素子 4 8 に入射される。

第 2 集光素子 4 8 は、第 1 位相差素子 4 7 から入射される青色光 L 2 c を拡散反射部 4 9 に集光する。また、第 2 集光素子 4 8 は、拡散反射部 4 9 から入射される青色光 L 2 c を平行化する。なお、第 2 集光素子 4 8 を構成するレンズの数は、適宜変更可能である。

【 0 0 2 9 】

[拡散反射部の構成]

拡散反射部 4 9 は、波長変換素子 4 6 から出射される蛍光 Y L と同様の拡散角で、入射された青色光 L 2 c を反射して拡散させる。拡散反射部 4 9 の構成として、入射された青色光 L 2 c をランバート反射させる反射板と、反射板を照明光軸 A x 1 と平行な回転軸を中心として回転させる回転装置とを備える構成を例示できる。

拡散反射部 4 9 にて反射された青色光 L 2 c は、第 2 集光素子 4 8 を通過した後、第 1 位相差素子 4 7 に入射される。青色光 L 2 c は、拡散反射部 4 9 にて反射される際に、回転方向が反対方向の円偏光に変換される。このため、第 2 集光素子 4 8 を介して第 1 位相差素子 4 7 に入射された青色光 L 2 c は、偏光分離素子 4 4 から第 1 位相差素子 4 7 に入射された際の p 偏光の青色光 L 2 p ではなく、s 偏光の青色光 L 2 s に変換される。そして、青色光 L 2 s は、偏光分離素子 4 4 にて反射されて、第 2 位相差素子 R P に入射される。すなわち、偏光分離素子 4 4 から第 2 位相差素子 R P に入射される光は、青色光 L 2 s 及び蛍光 Y L が混在した白色光である。

【 0 0 3 0 】

[第 2 位相差素子の構成]

第 2 位相差素子 R P は、偏光分離素子 4 4 から入射される白色光を s 偏光及び p 偏光が混在する光に変換する。このように変換された白色の照明光 W L は、上記した均一化部 3 1 に入射される。

【 0 0 3 1 】

[冷却装置の構成]

図 4 は、冷却装置 5 A を示す模式図である。なお、図 4 では、作動流体の流通方向を点線の矢印にて示し、密閉筐体 S C 内での冷却気体の流通方向を斜線付きの矢印にて示している。

冷却装置 5 A は、プロジェクター 1 A を構成する冷却対象を冷却する。具体的に、冷却装置 5 A は、液相及び気相の間で相変化する作動流体を循環させて、冷却対象を冷却する。冷却対象は、第 1 冷却対象 C T 1 及び第 2 冷却対象 C T 2 を含む。冷却装置 5 A、第 1 冷却対象 C T 1、及び第 2 冷却対象 C T 2 は、図 4 に示すように、外装筐体 2 により収容される。第 1 冷却対象 C T 1 の管理温度範囲は、第 1 温度範囲であり、第 1 冷却対象 C T 1 は、本実施形態では光源 4 1 1 を含む。第 2 冷却対象 C T 2 の管理温度範囲は、第 1 温度範囲よりも低い第 2 温度範囲であり、第 2 冷却対象 C T 2 は、本実施形態では光変調装置 3 4 3 を含む。すなわち、第 2 冷却対象 C T 2 の管理温度範囲は、第 1 冷却対象 C T 1 の管理温度範囲よりも低い。

なお、第 1 温度範囲の下限値は、第 2 温度範囲の上限値よりも低くてもよい。この場合、第 1 温度範囲の中間値は、第 2 温度範囲の中間値よりも高くてもよい。

【 0 0 3 2 】

冷却装置 5 A は、第 1 圧縮部 5 1、凝縮部 5 2、第 1 膨張部 5 3、第 1 蒸発部 5 4、第

10

20

30

40

50

2 膨張部 5 5、第 2 蒸発部 5 6 及び第 2 圧縮部 5 7 と、これらを作動流体が流通可能に接続する配管 5 8 と、冷却ファン 5 9 と、を有する。

【 0 0 3 3 】

[配管の構成]

配管 5 8 は、第 1 配管 5 8 1、第 2 配管 5 8 2、第 3 配管 5 8 3、第 4 配管 5 8 4、第 5 配管 5 8 5 及び第 6 配管 5 8 6 を有する。

第 1 配管 5 8 1 は、第 1 圧縮部 5 1 と凝縮部 5 2 とを接続し、第 2 配管 5 8 2 は、凝縮部 5 2 と第 1 膨張部 5 3 及び第 2 膨張部 5 5 とを接続する。第 3 配管 5 8 3 は、第 1 膨張部 5 3 と第 1 蒸発部 5 4 とを接続し、第 4 配管 5 8 4 は、第 1 蒸発部 5 4 及び第 2 圧縮部 5 7 と第 1 圧縮部 5 1 とを接続する。第 5 配管 5 8 5 は、第 2 膨張部 5 5 と第 2 蒸発部 5 6 とを接続し、第 6 配管 5 8 6 は、第 2 蒸発部 5 6 と第 2 圧縮部 5 7 とを接続する。

10

【 0 0 3 4 】

第 2 配管 5 8 2 は、分流通管 5 8 2 1 と、枝管 5 8 2 2、5 8 2 3 と、を有する。

分流通管 5 8 2 1 は、凝縮部 5 2 と枝管 5 8 2 2、5 8 2 3 とを接続する。分流通管 5 8 2 1 は、凝縮部 5 2 から流入された作動流体が内部を流通し、第 1 膨張部 5 3 及び第 2 膨張部 5 5 に向けて作動流体を分流する。

枝管 5 8 2 2 は、分流通管 5 8 2 1 と第 1 膨張部 5 3 とを接続する。枝管 5 8 2 2 は、分流通管 5 8 2 1 にて分流された一部の作動流体を第 1 膨張部 5 3 に流通させる。枝管 5 8 2 2 は、第 1 枝管に相当する。

枝管 5 8 2 3 は、分流通管 5 8 2 1 と第 2 膨張部 5 5 とを接続する。枝管 5 8 2 3 は、分流通管 5 8 2 1 にて分流された他の作動流体を、第 2 膨張部 5 5 に流通させる。枝管 5 8 2 3 は、第 2 枝管に相当する。

20

【 0 0 3 5 】

なお、第 2 配管 5 8 2 は、分流通管 5 8 2 1 から枝管 5 8 2 2 を介して第 1 膨張部 5 3 に流通する作動流体の流量が、分流通管 5 8 2 1 から枝管 5 8 2 3 を介して第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体の流量よりも大きくなるように構成されている。すなわち、凝縮部 5 2 から第 1 膨張部 5 3 に流通する作動流体の流量は、凝縮部 5 2 から第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体の流量よりも大きく、ひいては、第 1 蒸発部 5 4 に流通する作動流体の流量は、第 2 蒸発部 5 6 に流通する作動流体の流量よりも大きい。

しかしながら、これに限らず、枝管 5 8 2 2 を介して第 1 膨張部 5 3 に流通する作動流体の流量と、枝管 5 8 2 3 を介して第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体の流量とは同じであってもよい。また、枝管 5 8 2 2 を介して第 1 膨張部 5 3 に流通する作動流体の流量が、枝管 5 8 2 3 を介して第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体の流量よりも小さくてもよい。

30

【 0 0 3 6 】

第 4 配管 5 8 4 は、枝管 5 8 4 1、5 8 4 2 と、合流通管 5 8 4 3 と、を有する。

枝管 5 8 4 1 は、第 1 蒸発部 5 4 と合流通管 5 8 4 3 とを接続する。枝管 5 8 4 1 は、第 1 蒸発部 5 4 から流通する作動流体を合流通管 5 8 4 3 に流通させる。枝管 5 8 4 1 は、第 1 接続管に相当する。

枝管 5 8 4 2 は、第 2 圧縮部 5 7 と合流通管 5 8 4 3 とを接続する。枝管 5 8 4 2 は、第 2 圧縮部 5 7 から流通する作動流体を合流通管 5 8 4 3 に流通させる。枝管 5 8 4 2 は、第 2 接続管に相当する。

40

合流通管 5 8 4 3 は、枝管 5 8 4 1、5 8 4 2 と、第 1 圧縮部 5 1 とを接続する。合流通管 5 8 4 3 は、枝管 5 8 4 1 を介して第 1 蒸発部 5 4 から流通する作動流体と、枝管 5 8 4 2 を介して第 2 圧縮部 5 7 から流通する作動流体とを合流させて、第 1 圧縮部 5 1 に流通させる。

【 0 0 3 7 】

[第 1 圧縮部の構成]

第 1 圧縮部 5 1 は、気相の作動流体を圧縮する。すなわち、第 1 圧縮部 5 1 は、第 4 配管 5 8 4 から流入する気相の作動流体を圧縮することによって、気相の作動流体を高温度化及び高圧化する。第 1 圧縮部 5 1 にて高温化及び高圧化された気相の作動流体は、第 1 配

50

管 5 8 1 を介して凝縮部 5 2 に流通する。

【 0 0 3 8 】

[凝縮部の構成]

凝縮部 5 2 は、第 1 配管 5 8 1 を介して第 1 圧縮部 5 1 と接続されている。凝縮部 5 2 は、第 1 圧縮部 5 1 によって圧縮された気相の作動流体、すなわち、高温化及び高圧化された気相の作動流体を液相の作動流体に凝縮する。具体的に、凝縮部 5 2 は、圧縮された気相の作動流体と、外装筐体 2 の外部から内部に導入されて冷却ファン 5 9 によって凝縮部 5 2 に流通する冷却気体との間にて熱交換することにより、気相の作動流体を高圧の液相の作動流体に凝縮する。

【 0 0 3 9 】

[第 1 膨張部の構成]

第 1 膨張部 5 3 は、減圧器であり、第 2 配管 5 8 2 を介して凝縮部 5 2 と接続されている。詳述すると、第 1 膨張部 5 3 は、分流通管 5 8 2 1 及び枝管 5 8 2 2 を介して凝縮部 5 2 と接続されている。第 1 膨張部 5 3 には、凝縮部 5 2 にて凝縮された液相の作動流体のうち、一部の作動流体が流入する。

第 1 膨張部 5 3 は、凝縮部 5 2 によって凝縮された一部の液相の作動流体を減圧して、作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる。すなわち、第 1 膨張部 5 3 は、作動流体の温度を低下させる。第 1 膨張部 5 3 は、例えば液相の作動流体の蒸発温度を制御可能な膨張弁、詳しくは電子膨張弁によって構成されている。

【 0 0 4 0 】

[第 1 蒸発部の構成]

第 1 蒸発部 5 4 は、第 3 配管 5 8 3 を介して第 1 膨張部 5 3 と接続されている。第 1 蒸発部 5 4 には、第 1 膨張部 5 3 から、液相及び気相が混相した状態の作動流体が流通する。

第 1 蒸発部 5 4 は、上記のように、熱伝達部材 T M を介して光源 4 1 1 の支持部材 4 1 4 と接続されており、複数の第 1 半導体レーザー 4 1 2 及び複数の第 2 半導体レーザー 4 1 3 にて発生した熱は、支持部材 4 1 4 及び熱伝達部材 T M を介して、第 1 蒸発部 5 4 に伝達される。すなわち、第 1 蒸発部 5 4 は、光源 4 1 1 と熱伝達可能に接続されており、第 1 蒸発部 5 4 には、光源 4 1 1 の熱が伝達される。

【 0 0 4 1 】

第 1 蒸発部 5 4 は、光源 4 1 1 から伝達された熱によって、第 1 膨張部 5 3 から流通する液相の作動流体を蒸発させて、気相の作動流体に変化させる。これにより、複数の第 1 半導体レーザー 4 1 2 及び複数の第 2 半導体レーザー 4 1 3 の熱が消費され、複数の第 1 半導体レーザー 4 1 2 及び複数の第 2 半導体レーザー 4 1 3 が冷却される。

第 1 蒸発部 5 4 は、第 4 配管 5 8 4 の枝管 5 8 4 1 及び合流管 5 8 4 3 を介して第 1 圧縮部 5 1 と接続されている。第 1 蒸発部 5 4 は、変化された気相の作動流体を、第 4 配管 5 8 4 を介して第 1 圧縮部 5 1 へ排出する。

【 0 0 4 2 】

このように、冷却装置 5 A は、第 1 圧縮部 5 1、第 1 配管 5 8 1、凝縮部 5 2、第 2 配管 5 8 2 の分流通管 5 8 2 1 及び枝管 5 8 2 2、第 1 膨張部 5 3、第 3 配管 5 8 3、第 1 蒸発部 5 4、第 4 配管 5 8 4 を順に流通し、第 1 圧縮部 5 1 に再度流入する作動流体の第 1 循環経路 C R 1 を有する。上記のように、第 1 循環経路 C R 1 は、第 1 冷却対象 C T 1 に含まれる光源 4 1 1 を冷却する。

【 0 0 4 3 】

[第 2 膨張部の構成]

第 2 膨張部 5 5 は、減圧器であり、第 2 配管 5 8 2 を介して凝縮部 5 2 と接続されている。詳述すると、第 2 膨張部 5 5 は、第 2 配管 5 8 2 の分流通管 5 8 2 1 及び枝管 5 8 2 3 を介して凝縮部 5 2 と接続されている。第 2 膨張部 5 5 には、凝縮部 5 2 にて凝縮された液相の作動流体のうち、他の作動流体が流入する。

第 2 膨張部 5 5 は、凝縮部 5 2 によって凝縮された他の液相の作動流体を減圧して、作動流体の状態を液相及び気相が混相した状態に変化させることにより、作動流体の温度を

10

20

30

40

50

低下させる。このような第2膨張部55としては、第1膨張部53と同様に、例えば膨張弁、詳しくは電子膨張弁によって構成されている。

なお、第1膨張部53を構成する膨張弁の開度、及び、第2膨張部55を構成する膨張弁の開度は、個別に調整可能である。換言すると、第1膨張部53から流出される作動流体の温度と、第2膨張部55から流出される作動流体の温度とは、個別に調整可能である。

【0044】

[第2蒸発部の構成]

第2蒸発部56は、第5配管585を介して第2膨張部55と接続されている。第2蒸発部56には、第5配管585を介して、第2膨張部55にて減圧された作動流体が流入する。

第2蒸発部56は、上記のように、入射側偏光板342、光変調装置343、視野角補償板344、出射側偏光板345及び色合成部346が内部に配置された密閉筐体SC内に設けられている。第2冷却対象CT2は、入射側偏光板342、光変調装置343、視野角補償板344、出射側偏光板345及び色合成部346を含む。例えば、第2冷却対象CT2は、光変調装置343及び出射側偏光板345のうち少なくともいずれかとすることができる。すなわち、本実施形態では、第2冷却対象CT2は、少なくとも光変調装置343を含むが、第2冷却対象CT2は、少なくとも出射側偏光板345を含んでもよい。このように、プロジェクター1Aは、第2冷却対象CT2及び第2蒸発部56が内部に配置された密閉筐体SCを備える。

第2蒸発部56は、第2冷却対象CT2のうち少なくとも1つの熱源から受熱した密閉筐体SC内の冷却気体の熱、すなわち、第2冷却対象CT2から伝達された熱によって、第2膨張部55から流入する液相の作動流体を蒸発させて気相の作動流体に変化させる。これにより、第2蒸発部56は、密閉筐体SC内の冷却気体を冷却する。すなわち、第2蒸発部56から第6配管586を介して第2圧縮部57に流通する作動流体は、気相の作動流体である。

【0045】

なお、プロジェクター1Aは、密閉筐体SC内の冷却気体を密閉筐体SC内にて循環させる循環ファンCFを備える。更に、密閉筐体SC内には、隔壁SC1が設けられており、第2蒸発部56によって冷却された冷却気体は、循環ファンCFにより、隔壁SC1によって形成された空気循環流路に沿って、密閉筐体SC内を循環する。これにより、密閉筐体SC内の画像形成部34の構成、例えば光変調装置343及び出射側偏光板345が、第2蒸発部56によって冷却された冷却気体によって冷却される。

【0046】

[第2圧縮部の構成]

第2圧縮部57は、第6配管586を介して第2蒸発部56と接続されている。また、第2圧縮部57は、第4配管584を介して第1圧縮部51と接続されている。

第2圧縮部57は、第6配管586を介して第2蒸発部56から流入する気相の作動流体を圧縮する。すなわち、第2圧縮部57は、気相の作動流体を高温化及び高圧化する。第2圧縮部57によって圧縮された気相の作動流体は、第4配管584の枝管5842を流通し、枝管5841を流通する気相の作動流体と合流管5843にて合流して、第1圧縮部51に流通する。すなわち、第2圧縮部57は、圧縮された気相の作動流体を、第4配管584を介して第1圧縮部51へ排出する。

【0047】

ここで、第2圧縮部57は、第2圧縮部57から第4配管584の枝管5842に流入する気相の作動流体の圧力が、第1蒸発部54から第4配管584の枝管5841に流入する気相の作動流体の圧力と略同じになるように、第2蒸発部56から流入する気相の作動流体を圧縮する。すなわち、第2圧縮部57にて圧縮された気相の作動流体の圧力は、第1蒸発部54から排出される気相の作動流体の圧力と略同じである。これにより、第2圧縮部57から枝管5842を流通する気相の作動流体と、第1蒸発部54から枝管5841を流通する気相の作動流体とが、合流管5843にて合流して、第1圧縮部51に流

10

20

30

40

50

通しやすくすることができる。

第2圧縮部57の駆動周波数と第1圧縮部51の駆動周波数とは、略同じである。これにより、駆動周波数の位相が一致するタイミングにて、各圧縮部51, 57にて発生する騒音が大きくなることを抑制できる。なお、第1圧縮部51の駆動周波数と第2圧縮部57の駆動周波数とが略同じであるとは、各駆動周波数が同じであることを含む。

【0048】

このように、冷却装置5Aは、第1圧縮部51、第1配管581、凝縮部52、第2配管582の分流管5821及び枝管5823、第2膨張部55、第5配管585、第2蒸発部56、第6配管586、第2圧縮部57、第4配管584を順に流通し、第1圧縮部51に再度流入する作動流体の第2循環経路CR2を有する。第2循環経路CR2と、上記した第1循環経路CR1とは、第4配管584の合流管5843から第2配管582の分流管5821までの経路が共有されている。上記のように、第2循環経路CR2は、第2冷却対象CT2に含まれる光変調装置343等を冷却する。

10

【0049】

なお、本実施形態において、光源411を含む第1冷却対象CT1の発熱量は、光変調装置343を含む第2冷却対象CT2の発熱量より大きい。このため、分流管5821は、枝管5822及び第1膨張部53を介して第1蒸発部54に供給される液相の作動流体の流量を、枝管5823、第2膨張部55及び第5配管585を介して第2蒸発部56に供給される液相の作動流体の流量よりも大きくしている。これにより、第2冷却対象CT2の発熱量よりも大きい発熱量となる第1冷却対象CT1をより好適に冷却できる。従って、第1冷却対象CT1の温度を、第1温度範囲内の温度に維持しつつ、第2冷却対象CT2の温度を、第2温度範囲内の温度に維持できる。

20

【0050】

以上のように、本実施形態における冷却装置5Aでは、第1蒸発部54にて、複数の第1半導体レーザー412及び複数の第2半導体レーザー413にて発生した熱を奪うことによって光源411を冷却できる。この他、冷却装置5Aでは、第2蒸発部56にて、密閉筐体SC内の冷却気体の熱を奪うことによって冷却気体を冷却し、ひいては、光変調装置343を含む画像形成部34を冷却できる。従って、2つの冷却対象を冷却できる。

【0051】

また、凝縮部52にて液相に変化された作動流体は、第2配管582を介して第1膨張部53及び第2膨張部55に流通する。

30

ここで、第1膨張部53に流通する作動流体が、液相及び気相が混相した状態の作動流体であると、第1膨張部53が作動流体を膨張させようとした場合に、異音が発生する可能性がある。第2膨張部55においても同様である。

これに対し、凝縮部52にて液相に変化された作動流体が、第2配管582を介して、第1膨張部53及び第2膨張部55のそれぞれに流通する。これにより、第1膨張部53及び第2膨張部55における作動流体の膨張時に異音が発生することを抑制できる。従って、冷却装置5A、ひいては、プロジェクター1Aの静音化を図ることができる。

【0052】

[第1実施形態の効果]

40

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

例えば、プロジェクター1Aは、光源411から出射された光を変調して投射する。プロジェクター1Aは、第1冷却対象CT1と、第2冷却対象CT2と、第1冷却対象CT1及び第2冷却対象CT2を冷却する冷却装置5Aと、第1冷却対象CT1、第2冷却対象CT2及び冷却装置5Aを収容する外装筐体2と、を備える。冷却装置5Aは、第1配管581、第2配管582、第3配管583、第4配管584、第5配管585及び第6配管586と、第1圧縮部51、凝縮部52、第1膨張部53、第1蒸発部54、第2膨張部55、第2蒸発部56及び第2圧縮部57と、を備える。

【0053】

50

第1圧縮部51は、気相の作動流体を圧縮する。

凝縮部52は、第1配管581を介して第1圧縮部51と接続されている。凝縮部52は、第1圧縮部51によって圧縮された気相の作動流体を液相の作動流体に凝縮する。

第1膨張部53は、第2配管582を介して凝縮部52と接続されている。第1膨張部53は、凝縮部52によって凝縮された一部の液相の作動流体を減圧して、作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる。

第1蒸発部54は、第3配管583を介して第1膨張部53と接続されている。第1蒸発部54は、第1膨張部53から流通する作動流体を、第1冷却対象CT1から伝達された熱によって気相の作動流体に変化させる。第1蒸発部54は、気相に変化された作動流体を、第4配管584を介して接続される第1圧縮部51へ排出する。

10

【0054】

第2膨張部55は、第2配管582を介して凝縮部52と接続されている。第2膨張部55は、凝縮部52によって凝縮された他の作動流体を減圧して、作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる。

第2蒸発部56は、第5配管585を介して第2膨張部55と接続されている。第2蒸発部56は、第2冷却対象CT2から伝達された熱によって、第2膨張部55から流通する液相の作動流体を気相の作動流体に変化させる。

第2圧縮部57は、第4配管584を介して第1圧縮部51と接続されるとともに、第6配管586を介して第2蒸発部56と接続されている。第2圧縮部57は、第2蒸発部56から流入する気相の作動流体を圧縮して、第4配管584を介して第1圧縮部51へ排出する。

20

【0055】

このような構成によれば、第1圧縮部51から、第1配管581、凝縮部52、第2配管582、第1膨張部53、第3配管583、第1蒸発部54及び第4配管584を経て第1圧縮部51に再び流通する作動流体の第1循環経路CR1によって、第1冷却対象CT1を冷却できる。また、第1圧縮部51から、第1配管581、凝縮部52、第2配管582、第2膨張部55、第5配管585、第2蒸発部56、第6配管586、第2圧縮部57及び第4配管584を経て第1圧縮部51に再び流通する作動流体の第2循環経路CR2によって、第2冷却対象CT2を冷却できる。

これにより、1つの冷却装置5Aによって、第1冷却対象CT1及び第2冷却対象CT2を冷却できる。このため、作動流体が循環する循環経路を冷却対象毎に設ける必要がなく、第1冷却対象CT1を冷却する第1循環経路CR1と、第2冷却対象CT2を冷却する第2循環経路CR2とで、第1圧縮部51、第1配管581及び凝縮部52を共有できる。従って、冷却装置5Aを備えるプロジェクター1Aを小型化できる。

30

【0056】

更に、冷却装置5Aは、第1冷却対象CT1及び第2冷却対象CT2とともに、外装筐体2内に設けられている。これによれば、冷却装置5Aの一部が外装筐体2の外部に設けられている場合に比べて、プロジェクター1Aの設置を容易に実施できる他、プロジェクター1Aの外観を良好にできる。更に、プロジェクター1Aを小型に構成でき、プロジェクター1Aを携帯可能に構成できる。

40

この他、凝縮部52にて液相に変化された作動流体は、第1膨張部53及び第2膨張部55のそれぞれに流通する。これにより、第1膨張部53及び第2膨張部55における作動流体の膨張時に異音が発生することを抑制できる。従って、冷却装置5A、ひいては、プロジェクター1Aの静音化を図ることができる。

【0057】

第1膨張部53及び第2膨張部55は、それぞれ膨張弁によって構成されている。第1膨張部53を構成する膨張弁の開度、及び、第2膨張部55を構成する膨張弁の開度は、個別に調整可能である。

このような構成によれば、第1膨張部53から第1蒸発部54に流通する作動流体の温度、及び、第2膨張部55から第2蒸発部56に流通する作動流体の温度を、個別に調整

50

できる。従って、第1蒸発部54に流通する作動流体の温度を、第1冷却対象CT1の冷却に適した温度とすることができる他、第2蒸発部56に流通する作動流体の温度を、第2冷却対象CT2の冷却に適した温度とすることができる。

【0058】

ここで、第1圧縮部51の駆動周波数と第2圧縮部57の駆動周波数とが異なる場合、駆動周波数の位相が一致するタイミングにて、第1圧縮部51の騒音と第2圧縮部57の騒音とが重なって、冷却装置5Aから出る騒音が大きくなる。この場合、騒音が一定の周期で大きくなり、ユーザーに違和感を与えやすい。一方、第1圧縮部51の駆動周波数と第2圧縮部57の駆動周波数との差が非常に大きい場合には、位相が一致する周期が非常に大きくなり、ユーザーに付与される違和感は大きくない。しかしながら、第1圧縮部51の駆動周波数と、第2圧縮部57の駆動周波数との差が非常に大きい場合、すなわち、第1圧縮部51の駆動周波数と第2圧縮部57の駆動周波数とが大きく異なる場合には、第2圧縮部57が、第1蒸発部54から第1圧縮部51に流通する作動流体の圧力に合わせ、第2蒸発部56から流通する作動流体を圧縮できなくなる。

10

これに対し、第1圧縮部51の駆動周波数と第2圧縮部57の駆動周波数とは、略同じである。これによれば、圧縮部における圧縮性能を確保しつつ、騒音が一定の周期で大きくなることを抑制できる。従って、ユーザーに対して違和感を与えづらくすることができる。

【0059】

第4配管584は、第1接続管としての枝管5841、第2接続管としての枝管5842、及び、合流管5843を有する。枝管5841は、第1蒸発部54と接続される。枝管5842は、第2圧縮部57と接続される。合流管5843は、枝管5841を介して第1蒸発部54から流通する作動流体と、枝管5842を介して第2圧縮部57から流通する作動流体とを合流させて、第1圧縮部51に流通させる。

20

このような構成によれば、第1蒸発部54及び第2圧縮部57から第1圧縮部51に作動流体を効率よく流通させることができる。

【0060】

第1冷却対象CT1の発熱量は、第2冷却対象CT2の発熱量よりも大きい。第1蒸発部54に供給される作動流体の流量は、第2蒸発部56に供給される作動流体の流量よりも大きい。

30

このような構成によれば、第2冷却対象CT2の発熱量よりも大きな発熱量となる第1冷却対象CT1を冷却する第1蒸発部54に、第2蒸発部56に流通する作動流体よりも多くの作動流体を流通させることができる。従って、第1冷却対象CT1の冷却に適した流量の作動流体を第1蒸発部54に流通させることができ、第1冷却対象CT1の温度を管理温度に維持しやすくすることができる。

【0061】

第2圧縮部57にて圧縮された気相の作動流体の圧力は、第1蒸発部54から排出される気相の作動流体の圧力と略同じである。

このような構成によれば、第1蒸発部54から排出された気相の作動流体と、第2圧縮部57にて圧縮された気相の作動流体とを、第4配管584にて合流させやすくすることができる。従って、第1蒸発部54から排出された気相の作動流体と、第2圧縮部57から排出された気相の作動流体とを、第1圧縮部51に効率よく流通させやすくすることができる。

40

【0062】

プロジェクター1Aは、光源411から出射された光を変調する光変調装置343を備える。第1冷却対象CT1は、光源411を含む。第2冷却対象CT2は、光変調装置343を含む。

このような構成によれば、光源411及び光変調装置343を1つの冷却装置5Aによって冷却できる。

【0063】

50

プロジェクター 1 A は、第 2 冷却対象 C T 2 及び第 2 蒸発部 5 6 が内部に配置された筐体としての密閉筐体 S C と、密閉筐体 S C 内の冷却気体を密閉筐体 S C 内にて循環させる循環ファン C F と、を備える。第 2 蒸発部 5 6 は、第 2 冷却対象 C T 2 から伝達された冷却気体の熱によって、液相の作動流体を気相の作動流体に変化させる。

このような構成によれば、第 2 冷却対象 C T 2 が密閉筐体 S C 内に配置されているので、第 2 冷却対象 C T 2 に塵埃等が付着することを抑制できる。また、第 2 冷却対象 C T 2 は、密閉筐体 S C 内の冷却気体によって冷却され、第 2 蒸発部 5 6 は、第 2 冷却対象 C T 2 から冷却気体に伝達された熱を液相の作動流体の蒸発に利用することによって、密閉筐体 S C 内の冷却気体を冷却する。これによれば、第 2 冷却対象 C T 2 に含まれる複数の光変調装置 3 4 3 のそれぞれに第 2 蒸発部 5 6 を設ける構成に比べて、冷却装置 5 A の構成を簡略化できる。

10

【 0 0 6 4 】

[第 2 実施形態]

次に、本開示の第 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、第 1 実施形態に係るプロジェクター 1 A と同様の構成を備える。ここで、第 1 実施形態に係る冷却装置 5 A では、凝縮部 5 2 から流出する作動流体の一部は、第 2 配管 5 8 2 を介して第 2 膨張部 5 5 に流通する。これに対し、本実施形態に係るプロジェクターが備える冷却装置では、凝縮部から流出する作動流体の一部は、凝縮部を再度流通した後に、第 2 膨張部 5 5 に流通する。この点で、本実施形態に係るプロジェクターと、第 1 実施形態に係るプロジェクター 1 A 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。

20

【 0 0 6 5 】

[プロジェクターの概略構成]

図 5 は、本実施形態に係るプロジェクター 1 B が備える冷却装置 5 B 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 B は、図 5 に示すように、冷却装置 5 A に代えて図 6 に示す冷却装置 5 B を備える他は、第 1 実施形態に係るプロジェクター 1 A と同様の構成及び機能を有する。

【 0 0 6 6 】

[冷却装置の構成]

冷却装置 5 B は、冷却装置 5 A と同様に、第 1 冷却対象 C T 1 及び第 2 冷却対象 C T 2 を冷却する。詳しくは、冷却装置 5 B は、光源 4 1 1 を含む第 1 冷却対象 C T 1 を冷却し、更に、密閉筐体 S C 内の冷却空気を介して、光変調装置 3 4 3 を含む第 2 冷却対象 C T 2 を冷却する。冷却装置 5 B は、凝縮部 5 2 及び第 2 配管 5 8 2 に代えて凝縮部 6 0 及び第 2 配管 5 8 2 B を備える点を除いて、冷却装置 5 A と同様の構成及び機能を有する。

具体的に、冷却装置 5 B は、第 1 圧縮部 5 1、凝縮部 6 0、第 1 膨張部 5 3、第 1 蒸発部 5 4、第 2 膨張部 5 5、第 2 蒸発部 5 6 及び第 2 圧縮部 5 7 と、これらを接続する配管 5 8 と、冷却ファン 5 9 と、を備える。本実施形態では、配管 5 8 は、第 2 配管 5 8 2 に代えて第 2 配管 5 8 2 B を有する。

40

【 0 0 6 7 】

第 2 配管 5 8 2 B は、分流通管 5 8 2 1 及び枝管 5 8 2 2、5 8 2 3 を有する他、流通管 5 8 2 4 を有する。

冷却装置 5 A と同様に、分流通管 5 8 2 1 は、凝縮部 6 0 と枝管 5 8 2 2、5 8 2 3 とを接続する。分流通管 5 8 2 1 は、凝縮部 6 0 から流入された作動流体が内部を流通し、第 1 膨張部 5 3 と、再度凝縮部 6 0 と、に向けて作動流体を分流する。

第 1 枝管としての枝管 5 8 2 2 は、分流通管 5 8 2 1 と第 1 膨張部 5 3 とを接続する。枝管 5 8 2 2 は、分流通管 5 8 2 1 にて分流された一部の作動流体を第 1 膨張部 5 3 に流通させる。

【 0 0 6 8 】

50

第2枝管としての枝管5823は、分流管5821と凝縮部60とを接続する。枝管5823は、分流管5821にて分流された他の作動流体を、凝縮部60の後述する第2流路605に流通させる。枝管5823に流入する作動流体は、凝縮部60にて一度凝縮された液相の作動流体である。すなわち、冷却装置5Bでは、凝縮部60にて凝縮されて気相から液相に変化された作動流体は、再び凝縮部60に流通する。これにより、凝縮部60にて液相に変化した作動流体の温度は、再び凝縮部60を流通することによって低下される。

流通管5824は、凝縮部60と第2膨張部55とを接続する。流通管5824は、凝縮部60の第2流路605を流通した液相の作動流体を、第2膨張部55に流通させる。流通管5824には、枝管5823を介して凝縮部60を再び流通した作動流体が流入する。すなわち、流通管5824には、凝縮部60を2回流通した作動流体が流入する。流通管5824を流通した液相の作動流体は、第2膨張部55に流通する。

10

【0069】

[凝縮部の構成]

凝縮部60は、第1実施形態に係る凝縮部52と同様に、第1圧縮部51によって圧縮された気相の作動流体を凝縮して、気相の作動流体を液相の作動流体に変化させる。具体的に、凝縮部60は、冷却ファン59によって、凝縮部60に流通する冷却気体と圧縮された気相の作動流体との間にて熱交換することにより、気相の作動流体を高圧の液相の作動流体に凝縮する。更に、凝縮部60は、一度凝縮部60を流通した液相の作動流体と、凝縮部60に流通する冷却気体との間にて熱交換することにより、当該液相の作動流体を高圧の液相の作動流体に凝縮する。すなわち、凝縮部60は、熱交換器と言い換えることができる。

20

【0070】

図6は、凝縮部60の構成を模式的に示す断面図である。

凝縮部60は、図6に示すように、第1流入部601、第1流路602、第1流出部603、第2流入部604、第2流路605、第2流出部606及び熱交換部607を有する。

第1流入部601は、第1配管581と接続されている。第1流入部601には、第1圧縮部51からの作動流体が流入する。

第1流路602は、第1流入部601と第1流出部603とを接続する。第1流路602には、第1流入部601を介して第1圧縮部51から気相の作動流体が流通する。

30

第1流出部603は、第2配管582の分流管5821と接続されている。第1流出部603は、第1流路602を流通した作動流体を、分流管5821に流通させる。

【0071】

第2流入部604は、枝管5823と接続されている。第2流入部604には、第1流路602からの作動流体が流入する。

第2流路605は、第1流路602とは異なる流路であり、第2流入部604と第2流出部606とを接続している。第2流路605には、凝縮部60の第1流路602を流通して気相から液相に変化された作動流体のうち他の作動流体が、枝管5823及び第2流入部604を介して流通する。すなわち、第2流路605に流入する液相の作動流体は、分流管5821に排出された液相の作動流体のうち、枝管5822を介して第1膨張部53に流通する一部の作動流体を除いた他の作動流体である。

40

第2流出部606は、流通管5824を介して第2膨張部55と接続されている。第2流出部606は、第2流路605を流通した液相の作動流体を、流通管5824を介して第2膨張部55に流通させる。

【0072】

熱交換部607には、第1流路602および第2流路605が設けられている。熱交換部607は、例えば金属等の熱伝達材料によって構成されており、第1流路602及び第2流路605を流通する作動流体と、冷却ファン59によって流通される冷却気体との間で熱交換を行う。

50

熱交換部 607 により、第 1 流路 602 を流通する気相の作動流体は、凝縮されて、液相の作動流体に変化する。すなわち、第 1 流路 602 を流通する作動流体は、冷却気体によって冷却されて気相の作動流体から液相の作動流体に変化する。

熱交換部 607 により、第 2 流路 605 を流通する液相の作動流体は、冷却気体との熱交換によって冷却される。

【 0073 】

このように、第 1 圧縮部 51 から流通する気相の作動流体は、第 1 流路 602 を流通することによって、液相の作動流体に変化する。第 1 流路 602 を流通した作動流体のうち、一部の作動流体は、分流管 5821 及び枝管 5822 を介して第 1 膨張部 53 に流通する。第 1 流路 602 を流通した作動流体のうち、他の作動流体は、分流管 5821 及び枝管 5823 を介して凝縮部 60 の第 2 流路 605 を流通する。そして、第 2 流路 605 を流通して更に冷却された液相の作動流体は、流通管 5824 を介して第 2 膨張部 55 に流通する。

10

【 0074 】

なお、第 1 流路 602 及び第 2 流路 605 は、直線状に延出する流路に限らない。例えば、第 1 流路 602 は、第 1 流入部 601 から第 1 流出部 603 に向かって蛇行していてもよい。同様に、第 2 流路 605 は、第 2 流入部 604 から第 2 流出部 606 に向かって蛇行していてもよい。すなわち、第 1 流路 602 及び第 2 流路 605 は、作動流体の流通方向を変更する屈曲部、折曲部又は折返部を有していてもよい。

また、図 6 の例では、第 1 流路 602 における作動流体の流通方向と、第 2 流路 605 における作動流体の流通方向とは、互いに反対方向であった。しかしながら、これに限らず、第 1 流路における作動流体の流通方向と、第 2 流路における作動流体の流通方向とは、同じ方向であってもよい。

20

更に、第 1 流路 602 及び第 2 流路 605 は、それぞれ熱交換部 607 に形成された流路であってもよく、内部を作動流体が流通可能な管状部材によって構成されていてもよい。この場合、熱交換部 607 が各管状部材を熱伝達可能に接続してもよく、管状部材同士が熱伝達可能に接続されていてもよい。

【 0075 】

[第 2 循環経路の構成]

図 5 に示すように、冷却装置 5B は、冷却装置 5A と同様の第 1 循環経路 CR1 と、第 2 冷却対象 CT2 を冷却する第 2 循環経路 CR3 と、を有する。第 2 循環経路 CR3 は、第 1 循環経路 CR1 と一部を共有する。すなわち、冷却装置 5B は、第 2 循環経路 CR2 に代えて第 2 循環経路 CR3 を有する。

30

第 2 循環経路 CR3 は、第 1 圧縮部 51、第 1 配管 581、凝縮部 60、分流管 5821、枝管 5823、凝縮部 60、流通管 5824、第 2 膨張部 55、第 5 配管 585、第 2 蒸発部 56、第 6 配管 586、第 2 圧縮部 57、第 4 配管 584 を順に流通し、第 1 圧縮部 51 に再度流入する作動流体の循環経路である。

第 2 循環経路 CR3 では、第 2 膨張部 55 に流通する作動流体は、第 1 圧縮部 51 から凝縮部 60 にて液相に変化された後、再度凝縮部 60 を通過することによって冷却された液相の作動流体である。このため、第 2 膨張部 55 に流通する作動流体を液相の作動流体とすることができるので、第 2 膨張部 55 が作動流体を膨張させる際に異音が発生することを抑制できる。この他、第 2 膨張部 55 にて作動流体を更に冷却できるので、冷却装置 5A の場合に比べて、第 2 蒸発部 56 に温度が一層低い作動流体を流通させることができ、第 2 蒸発部 56 による第 2 冷却対象 CT2 の冷却効率を更に高めることができる。

40

【 0076 】

[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 1B は、第 1 実施形態に係るプロジェクター 1A 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。

凝縮部 60 は、第 1 配管 581 を介して第 1 圧縮部 51 から作動流体が流通する第 1 流路 602 と、第 1 流路 602 とは異なる第 2 流路 605 と、を有する。第 2 配管 582 は

50

、分流通管 5 8 2 1、第 1 枝管としての枝管 5 8 2 2、第 2 枝管としての枝管 5 8 2 3、及び、流通管 5 8 2 4 を有する。分流通管 5 8 2 1 は、第 1 流路 6 0 2 から流通する作動流体を分流する。枝管 5 8 2 2 は、分流通管 5 8 2 1 にて分流された一部の作動流体を第 1 膨張部 5 3 に流通させる。枝管 5 8 2 3 は、分流通管 5 8 2 1 にて分流された他の作動流体を、第 2 流路 6 0 5 に流通させる。流通管 5 8 2 4 は、第 2 流路 6 0 5 を流通した作動流体を、第 2 膨張部 5 5 に流通させる。

このような構成によれば、第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体を、第 1 圧縮部 5 1 から凝縮部 6 0 の第 1 流路 6 0 2 を流通し、更に凝縮部 6 0 の第 2 流路 6 0 5 を流通した作動流体とすることができる。すなわち、第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体を、凝縮部 6 0 を複数回流通した作動流体とすることができる。これによれば、第 1 圧縮部 5 1 から流出された作動流体が再度第 1 圧縮部 5 1 に流入するサイクルを 1 サイクルとした場合、1 サイクルにおいて作動流体が凝縮部 6 0 を流通する回数が 1 回である場合に比べて、第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体の温度を更に低下させることができる。このため、第 2 膨張部 5 5 から第 2 冷却対象 C T 2 を冷却する第 2 蒸発部 5 6 に、より温度が低い作動流体を流通させることができる。従って、冷却装置 5 B による第 2 冷却対象 C T 2 の冷却効率を高めることができる。

【 0 0 7 7 】

[実施形態の変形]

本開示は、上記各実施形態に限定されるものではなく、本開示の目的を達成できる範囲での変形、改良等は、本開示に含まれるものである。

上記各実施形態では、第 1 膨張部 5 3 及び第 2 膨張部 5 5 は、膨張弁によって構成されるとした。しかしながら、これに限らず、第 1 膨張部 5 3 及び第 2 膨張部 5 5 のうち少なくとも一方の膨張部は、キャピラリーチューブ等、膨張弁以外の構成であってもよい。

また、第 1 膨張部 5 3 を構成する膨張弁の開度と、第 2 膨張部 5 5 を構成する膨張弁の開度とは、個別に調整可能であるとした。しかしながら、これに限らず、第 1 膨張部 5 3 及び第 2 膨張部 5 5 のうち一方の膨張部を構成する膨張弁の開度のみ調整可能であってもよく、各膨張部 5 3 , 5 5 を構成する膨張弁の開度は、調整できなくてもよい。

【 0 0 7 8 】

上記各実施形態では、第 1 圧縮部 5 1 の駆動周波数と、第 2 圧縮部 5 7 の駆動周波数とは、略同じであるとした。しかしながら、これに限らず、第 1 圧縮部 5 1 の騒音、及び、第 2 圧縮部 5 7 の騒音が十分に小さい場合等においては、第 1 圧縮部 5 1 の駆動周波数と、第 2 圧縮部 5 7 の駆動周波数とは、同じでなくてもよい。

【 0 0 7 9 】

上記各実施形態では、第 1 枝管としての枝管 5 8 2 2 を介して第 1 膨張部 5 3 に流通する作動流体の流量は、第 2 枝管としての枝管 5 8 2 3 を介して第 2 膨張部 5 5 に流通する作動流体の流量よりも大きいとした。すなわち、第 1 蒸発部 5 4 に流通する作動流体の流量は、第 2 蒸発部 5 6 に流通する作動流体の流量よりも大きいとした。しかしながら、これに限らず、第 1 膨張部 5 3 については第 1 蒸発部 5 4 に流通する作動流体の流量は、第 2 膨張部 5 5 については第 2 蒸発部 5 6 に流通する作動流体の流量と同じであってもよく、小さくてもよい。

また、第 2 冷却対象 C T 2 の管理温度範囲は、第 1 冷却対象 C T 1 の管理温度範囲よりも低いとした。しかしながら、これに限らず、第 2 冷却対象の管理温度範囲は、第 1 冷却対象の管理温度範囲と同じであってもよく、第 1 冷却対象の管理温度範囲よりも高くてもよい。

【 0 0 8 0 】

上記各実施形態では、第 2 圧縮部 5 7 にて圧縮された気相の作動流体の圧力は、第 1 蒸発部 5 4 から排出される気相の作動流体の圧力と略同じであるとした。しかしながら、これに限らず、それぞれの気相の作動流体の圧力は、異なってもよい。換言すると、合流管 5 8 4 3 に枝管 5 8 4 1 を介して第 1 蒸発部 5 4 から流通する気相の作動流体の圧力と、枝管 5 8 4 2 を介して第 2 圧縮部 5 7 から流通する気相の作動流体の圧力とは、異な

っていてもよい。すなわち、枝管 5 8 4 1 を介して合流管 5 8 4 3 に流通する気相の作動流体の圧力と、枝管 5 8 4 2 を介して合流管 5 8 4 3 に流通する気相の作動流体の圧力とのうち、一方の圧力が他方の圧力より高くてもよい。

【 0 0 8 1 】

上記各実施形態では、第 1 循環経路 C R 1 を構成する第 1 蒸発部 5 4 が冷却する第 1 冷却対象 C T 1 は、光源 4 1 1 を含み、第 2 循環経路 C R 2 , C R 3 を構成する第 2 蒸発部 5 6 が冷却する第 2 冷却対象 C T 2 は、光変調装置 3 4 3 を含むとした。しかしながら、これに限らず、各冷却対象は、他の構成でもよい。例えば、冷却装置 5 A , 5 B の冷却対象は、偏光変換素子 3 1 3、偏光分離素子 4 4、波長変換素子 4 6 の波長変換部 4 6 1 及び拡散反射部 4 9 の反射板等の光学部品であってもよく、制御装置や電源装置に設けられた回路素子であってもよい。

10

また例えば、第 1 冷却対象及び第 2 冷却対象のうち、一方の冷却対象は、複数の光源のうちの 1 つであってもよく、他方の冷却対象は、複数の光源のうちの他の 1 つであってもよい。更に例えば、第 1 冷却対象及び第 2 冷却対象のうち、一方の冷却対象は、複数の光変調装置 3 4 3 のうちの 1 つであってもよく、他方の冷却対象は、複数の光変調装置のうちの他の 1 つであってもよい。すなわち、同種であるものの、管理温度、発熱量、及び、冷却しづらさのうち少なくとも 1 つが互いに異なる冷却対象が複数設けられている場合には、少なくとも 1 つの冷却対象を第 1 冷却対象とし、他の冷却対象を第 2 冷却対象としてもよい。

また例えば、冷却装置は、第 2 膨張部 5 5 から流出された作動流体を複数の第 2 蒸発部 5 6 に分流する分流部を有する構成としてもよい。

20

【 0 0 8 2 】

上記各実施形態では、第 2 蒸発部 5 6 は、光変調装置 3 4 3 を含む第 2 冷却対象 C T 2 とともに密閉筐体 S C 内に設けられ、密閉筐体 S C 内の気体であって第 2 冷却対象 C T 2 に流通する冷却気体の熱によって液相の作動流体を気相の作動流体に変化させることにより、第 2 冷却対象 C T 2 を冷却するとした。すなわち、第 2 蒸発部 5 6 は、第 2 冷却対象 C T 2 から伝達された冷却気体の熱を消費して冷却気体を冷却し、冷却された冷却気体が第 2 冷却対象 C T 2 に流通することによって第 2 冷却対象 C T 2 を冷却するとした。しかしながら、これに限らず、第 2 蒸発部 5 6 は、密閉筐体 S C 内に設けられていなくてもよい。すなわち、第 2 蒸発部 5 6 は、密閉筐体 S C 内に配置されずに、第 2 冷却対象 C T 2 に流通する冷却気体を冷却するものであってもよい。また、第 2 蒸発部 5 6 は、第 1 蒸発部 5 4 のように、第 2 冷却対象 C T 2 と熱伝達可能に接続され、第 2 冷却対象 C T 2 を直接冷却するものであってもよい。更に、第 2 蒸発部 5 6 が設けられる筐体は、外部から内部に気体が侵入しづらい密閉筐体でなくてもよい。

30

更に、密閉筐体 S C 内の冷却気体によって第 2 冷却対象 C T 2 が冷却できれば、循環ファン C F は必ずしもなくてもよく、循環ファン C F に代えて、第 2 蒸発部 5 6 によって冷却された冷却気体を第 2 冷却対象 C T 2 に流通させるファンが設けられていてもよい。

加えて、第 1 蒸発部 5 4 及び第 1 冷却対象 C T 1 が、外装筐体 2 内に配置される他の筐体内に設けられ、第 1 蒸発部 5 4 が、他の筐体内において第 1 冷却対象 C T 1 に流通する冷却気体を冷却する構成としてもよい。

40

この他、第 1 蒸発部 5 4 及び第 2 蒸発部 5 6 によって冷却される冷却対象は、必ずしも密閉筐体 S C 等の筐体内に配置されていなくてもよい。

【 0 0 8 3 】

上記各実施形態では、冷却装置 5 A , 5 B は、凝縮部 5 2 に冷却気体を流通させる冷却ファン 5 9 を備えるとした。しかしながら、これに限らず、冷却装置 5 A , 5 B は、冷却ファン 5 9 を必ずしも備えなくてもよい。

【 0 0 8 4 】

上記各実施形態では、プロジェクター 1 A , 1 B は、図 2 に示した画像投射装置 3 を有し、画像投射装置 3 は、図 3 に示した光源装置 4 を有するものとした。しかしながら、これに限らず、画像投射装置 3 が有する光学部品の構成及びレイアウトは、適宜変更可能で

50

あり、光源装置 4 が有する光学部品の構成及びレイアウトは、適宜変更可能である。例えば、光源装置 4 が有する波長変換素子 4 6 は、波長変換部 4 6 1 にて生成した蛍光 Y L を、青色光 L 1 s の入射側に出射する反射型の波長変換素子であるが、青色光 L 1 s の入射方向に沿って蛍光を出射する透過型の波長変換素子を、光源装置に採用してもよい。

【 0 0 8 5 】

上記各実施形態では、光源装置 4 の光源 4 1 1 は、半導体レーザー 4 1 2 , 4 1 3 を有するものとした。しかしながら、これに限らず、光源装置 4 は、超高圧水銀ランプ等の光源ランプや、LED 等の他の固体光源を、光源として有するものであってもよい。また、光源装置 4 は、赤、緑及び青の色光をそれぞれ出射する LD や LED 等の他の固体光源や光源ランプを、光源として有するものであってもよい。この場合、冷却装置 5 A , 5 B の冷却対象は、他の固体光源や光源ランプであってもよい。

10

【 0 0 8 6 】

上記各実施形態では、プロジェクター 1 A , 1 B は、3 つの光変調装置 3 4 3 (3 4 3 B , 3 4 3 G , 3 4 3 R) を備えるものとした。しかしながら、これに限らず、2 つ以下、あるいは、4 つ以上の光変調装置を備えるプロジェクターにも、本開示を適用可能である。

上記各実施形態では、光変調装置 3 4 3 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ものとした。しかしながら、これに限らず、光変調装置として、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を用いてもよい。また、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。

20

【 0 0 8 7 】

[本開示のまとめ]

以下に、本開示のまとめを付記する。

本開示の一態様に係るプロジェクターは、光源から出射された光を変調して投射するプロジェクターであって、第 1 冷却対象と、第 2 冷却対象と、前記第 1 冷却対象及び前記第 2 冷却対象を冷却する冷却装置と、前記第 1 冷却対象、前記第 2 冷却対象及び前記冷却装置を収容する外装筐体と、を備え、前記冷却装置は、第 1 配管、第 2 配管、第 3 配管、第 4 配管、第 5 配管及び第 6 配管と、気相の作動流体を圧縮する第 1 圧縮部と、前記第 1 配管を介して前記第 1 圧縮部と接続され、前記第 1 圧縮部によって圧縮された気相の前記作動流体を液相の前記作動流体に凝縮する凝縮部と、前記第 2 配管を介して前記凝縮部と接続され、前記凝縮部によって凝縮された一部の作動流体を減圧して、前記作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる第 1 膨張部と、前記第 3 配管を介して前記第 1 膨張部と接続され、前記第 1 冷却対象から伝達された熱によって、前記第 1 膨張部から流通する液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変化させ、変化された気相の前記作動流体を、前記第 4 配管を介して接続される前記第 1 圧縮部へ排出する第 1 蒸発部と、前記第 2 配管を介して前記凝縮部と接続され、前記凝縮部によって凝縮された他の前記作動流体を減圧して、前記作動流体の状態を、液相及び気相が混相した状態に変化させる第 2 膨張部と、前記第 5 配管を介して前記第 2 膨張部と接続され、前記第 2 冷却対象から伝達された熱によって、前記第 2 膨張部から流通する液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変化させる第 2 蒸発部と、前記第 4 配管を介して前記第 1 圧縮部と接続されるとともに、前記第 6 配管を介して前記第 2 蒸発部と接続されて、前記第 2 蒸発部から流入する気相の前記作動流体を圧縮して、前記第 4 配管を介して前記第 1 圧縮部へ排出する第 2 圧縮部と、を備えることを特徴とする。

30

40

【 0 0 8 8 】

このような構成によれば、第 1 圧縮部から、第 1 配管、凝縮部、第 2 配管、第 1 膨張部、第 3 配管、第 1 蒸発部及び第 4 配管を経て第 1 圧縮部に再び流通する作動流体の第 1 循環経路によって、第 1 冷却対象を冷却できる。また、第 1 圧縮部から、第 1 配管、凝縮部、第 2 配管、第 1 膨張部、第 3 配管、熱交換部、第 5 配管、第 2 膨張部、第 6 配管、熱交換部、第 2 蒸発部、第 7 配管、第 2 圧縮部及び第 4 配管を経て第 1 圧縮部に再び流通する

50

作動流体の第2循環経路によって、第2冷却対象を冷却できる。

これにより、1つの冷却装置によって、第1冷却対象及び第2冷却対象を冷却できる。このため、作動流体が循環する循環経路を冷却対象毎に設ける必要がなく、第1冷却対象を冷却する第1循環経路と、第2冷却対象を冷却する第2循環経路とで、第1圧縮部、第1配管、凝縮部、第2配管及び第1膨張部を共有できる。従って、冷却装置を備えるプロジェクターを小型化できる。

更に、冷却装置は、第1冷却対象及び第2冷却対象とともに、外装筐体内に設けられている。これによれば、冷却装置の一部が外装筐体の外部に設けられている場合に比べて、プロジェクターの設置を容易に実施できる他、プロジェクターの外観を良好にできる。更に、プロジェクターを小型に構成でき、プロジェクターを携帯可能に構成できる。

10

【0089】

ここで、第1膨張部及び第2膨張部に流通する作動流体が、液相及び気相が混相した作動流体であると、第1膨張部及び第2膨張部が作動流体を膨張させるときに、異音が発生する。

これに対し、第1膨張部及び第2膨張部には、凝縮部によって液相に変化された作動流体が流通する。これにより、第1膨張部及び第2膨張部での作動流体の膨張に際して異音が発生することを抑制できる。従って、冷却装置、ひいては、プロジェクターの静音化を図ることができる。

【0090】

上記一態様では、前記凝縮部は、前記第1圧縮部から前記作動流体が流通する第1流路と、前記第1流路とは異なる第2流路と、を有し、前記第2配管は、前記第1流路から流通する前記作動流体を分流する分流管と、前記分流管にて分流された一部の前記作動流体を前記第1膨張部に流通させる第1枝管と、前記分流管にて分流された他の前記作動流体を、前記凝縮部の前記第2流路に流通させる第2枝管と、前記第2流路を流通した前記作動流体を、前記第2膨張部に流通させる流通管と、を有することが好ましい。

20

このような構成によれば、第2膨張部に流通する作動流体を、第1圧縮部から凝縮部の第1流路を流通し、更に凝縮部の第2流路を流通した作動流体とすることができる。すなわち、第2膨張部に流通する作動流体を、凝縮部を複数回流通した作動流体とすることができる。これによれば、第1圧縮部から流出された作動流体が再度第1圧縮部に流入するサイクルを1サイクルとした場合、1サイクルにおいて作動流体が凝縮部を流通する回数が1回である場合に比べて、第2膨張部に流通する作動流体の温度を更に低下させることができる。このため、第2膨張部から、第2冷却対象を冷却する第2蒸発部により温度が低い作動流体を流通させることができる。従って、第2冷却対象の冷却効率を高めることができる。

30

【0091】

上記一態様では、前記第1膨張部及び前記第2膨張部は、それぞれ膨張弁によって構成され、前記第1膨張部を構成する前記膨張弁の開度、及び、前記第2膨張部を構成する前記膨張弁の開度は、個別に調整可能であることが好ましい。

このような構成によれば、第1膨張部から流出する作動流体の温度、及び、第2膨張部から流出する作動流体の温度を、個別に調整できる。従って、第1膨張部から流出する作動流体の温度を、第1冷却対象の冷却に適した温度とすることができる他、第2膨張部から流出する作動流体の温度を、第2冷却対象の冷却に適した温度とすることができる。

40

【0092】

上記一態様では、前記第1圧縮部の駆動周波数と前記第2圧縮部の駆動周波数とは、略同じであることが好ましい。

ここで、第1圧縮部の駆動周波数と第2圧縮部の駆動周波数とが異なる場合、駆動周波数の位相が一致するタイミングにて、第1圧縮部の騒音と第2圧縮部の騒音とが重なって、冷却装置から出る騒音が大きくなる。この場合、騒音が一定の周期で大きくなり、ユーザーに違和感を与えやすい。なお、第1圧縮部の駆動周波数と第2圧縮部の駆動周波数との差が非常に大きい場合には、位相が一致する周期が非常に大きくなり、ユーザーに付与

50

される違和感は大きくない。しかしながら、第1圧縮部の駆動周波数と、第2圧縮部の駆動周波数との差が非常に大きい場合、すなわち、第1圧縮部の駆動周波数と第2圧縮部の駆動周波数とが大きく異なる場合には、第2圧縮部が、第1蒸発部から第1圧縮部に流通する作動流体の圧力に合わせて、第2蒸発部から流通する作動流体を圧縮できなくなる。

これに対し、第1圧縮部の駆動周波数と第2圧縮部の駆動周波数とが略同じであることから、圧縮部における圧縮性能を確保しつつ、騒音が一定の周期で大きくなることを抑制できる。従って、ユーザーに対して違和感を与えづらくすることができる。

【0093】

上記一態様では、前記第4配管は、前記第1蒸発部と接続される第1接続管と、前記第2圧縮部と接続される第2接続管と、前記第1接続管を介して前記第1蒸発部から流通する前記作動流体と、前記第2接続管を介して前記第2圧縮部から流通する前記作動流体とを合流させて、前記第1圧縮部に流通させる合流管と、を有することが好ましい。

10

このような構成によれば、第1蒸発部及び第2圧縮部から第1圧縮部に作動流体を効率よく流通させることができる。

【0094】

上記一態様では、前記第1冷却対象の発熱量は、前記第2冷却対象の発熱量よりも大きく、前記第1蒸発部に供給される前記作動流体の流量は、前記第2蒸発部に供給される前記作動流体の流量よりも大きいことが好ましい。

このような構成によれば、第2蒸発部によって冷却される第2冷却対象の発熱量よりも大きな発熱量となる第1冷却対象を冷却する第1蒸発部に、液相の作動流体を多く流通させることができる。従って、第1冷却対象の冷却に適した流量の作動流体を第1蒸発部に流通させることができ、第1冷却対象の温度を管理温度に維持しやすくすることができる。

20

【0095】

上記一態様では、前記第2圧縮部にて圧縮された気相の前記作動流体の圧力は、前記第1蒸発部から排出される気相の前記作動流体の圧力と略同じであることが好ましい。

このような構成によれば、第1蒸発部から排出された気相の作動流体と、第2圧縮部にて圧縮された気相の作動流体とを、第4配管にて合流させやすくすることができる。従って、第1蒸発部から排出された気相の作動流体と、第2圧縮部から排出された気相の作動流体とを、第1圧縮部に効率よく流通させやすくすることができる。

【0096】

上記一態様では、前記光源から出射された光を変調する光変調装置を備え、前記第1冷却対象は、前記光源を含み、前記第2冷却対象は、前記光変調装置を含むことが好ましい。

このような構成によれば、光源及び光変調装置を1つの冷却装置によって冷却できる。

30

【0097】

上記一態様では、前記第2冷却対象及び前記第2蒸発部が内部に配置された筐体と、前記筐体内の冷却気体を前記筐体内にて循環させる循環ファンと、を備え、前記第2蒸発部は、前記第2冷却対象から伝達された前記冷却気体の熱によって、液相の前記作動流体を気相の前記作動流体に変化させることが好ましい。

このような構成によれば、第2冷却対象が筐体内に配置されているので、第2冷却対象に塵埃等が付着することを抑制できる。また、第2冷却対象は、筐体内の冷却気体によって冷却され、第2蒸発部は、第2冷却対象から冷却気体に伝達された熱を液相の作動流体の蒸発に利用することによって、筐体内の冷却気体を冷却する。これによれば、第2冷却対象が複数存在する場合に、各第2冷却対象に第2蒸発部を設ける構成に比べて、冷却装置の構成を簡略化できる。

40

【符号の説明】

【0098】

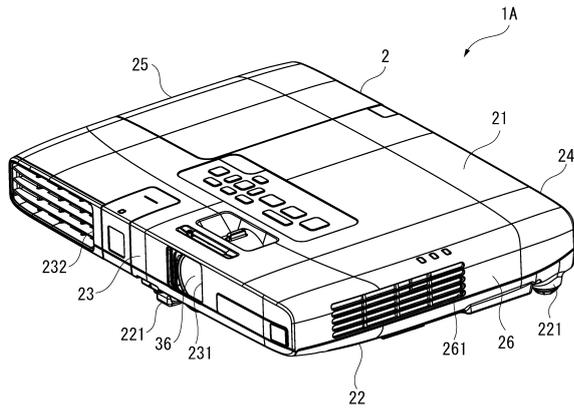
1 A, 1 B ... プロジェクター、2 ... 外装筐体、3 4 3 (3 4 3 B, 3 4 3 G, 3 4 3 R) ... 光変調装置、3 6 ... 投射光学装置、4 1 1 ... 光源、5 A, 5 B ... 冷却装置、5 1 ... 第1圧縮部、5 2 ... 凝縮部、5 3 ... 第1膨張部、5 4 ... 第1蒸発部、5 5 ... 第2膨張部、5 6 ... 第2蒸発部、5 7 ... 第2圧縮部、5 8 ... 配管、5 8 1 ... 第1配管、5 8 2 ... 第2配管

50

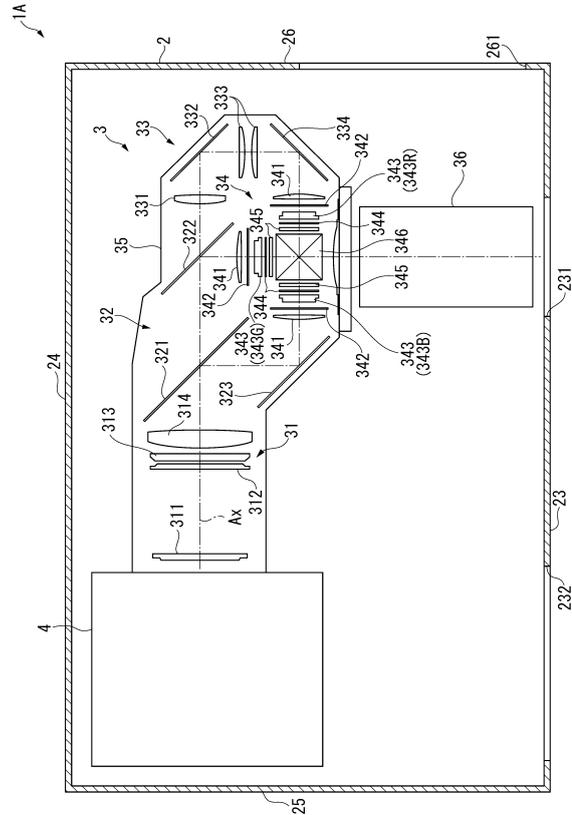
、 5 8 2 1 ... 分流管、 5 8 2 2 ... 枝管 (第 1 枝管)、 5 8 2 3 ... 枝管 (第 2 枝管)、 5 8 2 4 ... 流通管、 5 8 3 ... 第 3 配管、 5 8 4 ... 第 4 配管、 5 8 4 1 ... 枝管 (第 1 接続管)、 5 8 4 2 ... 枝管 (第 2 接続管)、 5 8 4 3 ... 合流管、 5 8 5 ... 第 5 配管、 5 8 6 ... 第 6 配管、 5 9 ... 冷却ファン、 6 0 ... 凝縮部、 6 0 1 ... 第 1 流入部、 6 0 2 ... 第 1 流路、 6 0 3 ... 第 1 流出部、 6 0 4 ... 第 2 流入部、 6 0 5 ... 第 2 流路、 6 0 6 ... 第 2 流出部、 6 0 7 ... 熱交換部、 C F ... 循環ファン、 C R 1 ... 第 1 循環経路、 C R 2 , C R 3 ... 第 2 循環経路、 C T 1 ... 第 1 冷却対象、 C T 2 ... 第 2 冷却対象、 S C ... 密閉筐体 (筐体)、 S C 1 ... 隔壁、 T M ... 熱伝達部材。

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

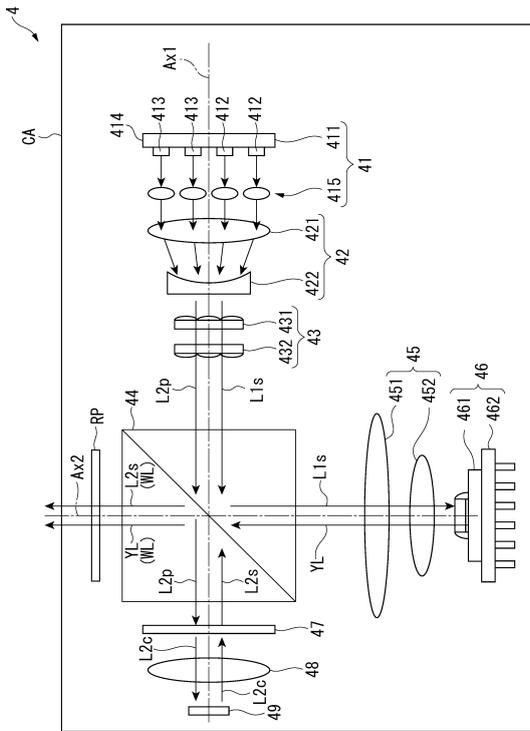
20

30

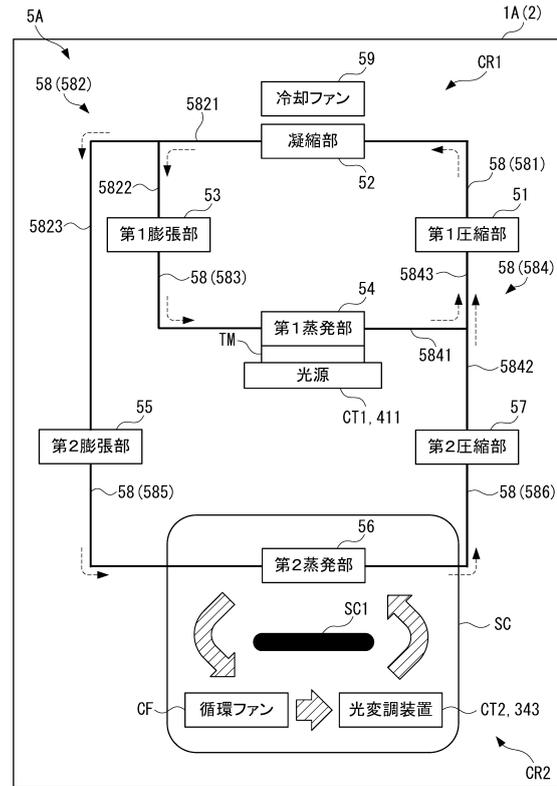
40

50

【図3】



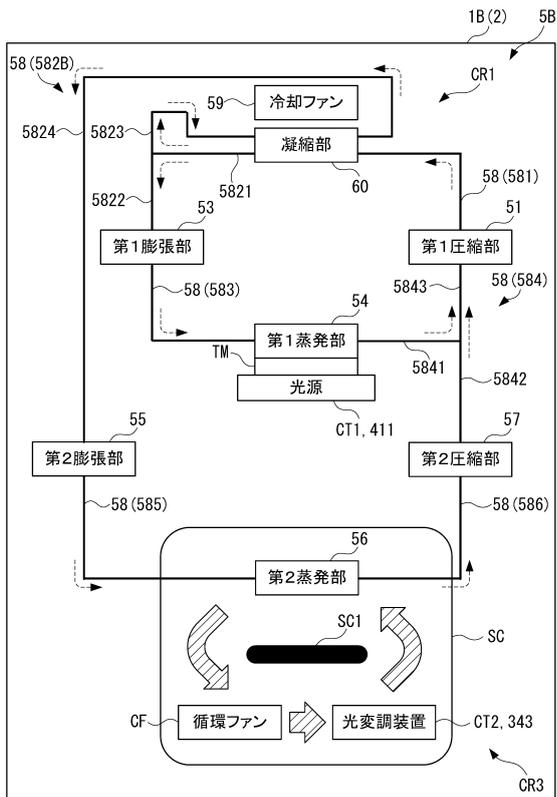
【図4】



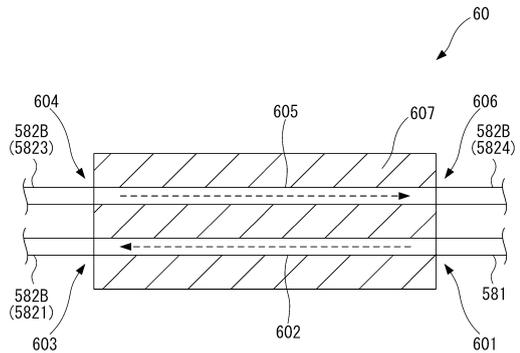
10

20

【図5】



【図6】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

F 2 5 B 1/10 (2006.01) F 2 5 B 1/10 Z
F 2 5 B 1/00 (2006.01) F 2 5 B 1/00 3 3 1 D

(56)参考文献

特開 2 0 0 9 - 1 2 2 3 8 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 0 8 6 2 7 2 (J P , A)
 特開 2 0 1 5 - 1 3 2 6 5 9 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 3 4 0 4 5 4 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 3 4 0 4 6 9 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 6 4
 H 0 4 N 5 / 7 4
 H 0 5 K 7 / 2 0
 F 2 5 B 5 / 0 2
 F 2 5 B 1 / 1 0
 F 2 5 B 1 / 0 0