(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-208205
(P2012-208205A)
(43)公開日　平成24年10月25日(2012.10.25)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G03B 21/16	(2006.01)	G03B 21/16		2K103
G03B 21/00	(2006.01)	G03B 21/00	F	5C058
H04N 5/74	(2006.01)	H04N 5/74	E	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 18 頁）

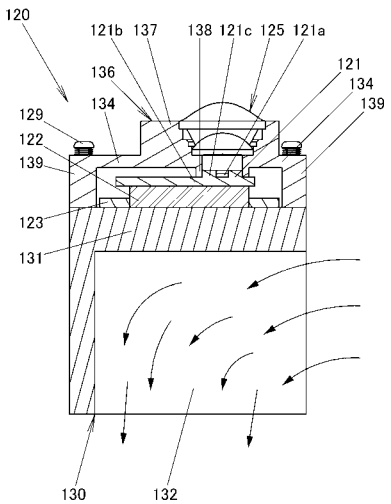
(21)出願番号　特願2011-72117(P2011-72117)
(22)出願日　平成23年3月29日(2011.3.29)

(71)出願人　000001443
カシオ計算機株式会社
東京都渋谷区本町１丁目６番２号
(74)代理人　100092646
弁理士　水野　清
(74)代理人　100083769
弁理士　北村　仁
(74)代理人　100083002
弁理士　伊丹　辰男
(72)発明者　加瀬　智史
東京都羽村市栄町３丁目２番１号
カシオ計算機株式会社
羽村技術センター内

Ｆターム(参考)　2K103 AA01 AA07 AA16 AB10 BA01
BC22 CA24 DA02 DA11
5C058 BA35 EA02 EA52 EA54

(54)【発明の名称】半導体光源装置及びプロジェクタ

(57)【要約】
【課題】　シンプルな構成の半導体光源装置であって、半導体発光素子がショートして機能しなくなることを防止するとともに、効率よく半導体発光素子を冷却して明るく発光させることのできる半導体光源装置と、この半導体光源装置を備えたプロジェクタと、を提供する。
【解決手段】　本発明のプロジェクタは、半導体光源装置を有する光源ユニット、表示素子やプロジェクタ制御手段等を備え、半導体光源装置は、熱伝導シート122と、該熱伝導シート122の一方の面に配置される半導体発光素子と、前記半導体発光素子の周辺部裏面に配置される絶縁シート123と、ヒートシンク130と、を備え、前記半導体発光素子は、前記熱伝導シート122により直接に前記ヒートシンク130と熱接続されていることを特徴とする。
【選択図】　図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
熱伝導シートと、
該熱伝導シートの一方の面に配置される半導体発光素子と、
前記半導体発光素子の周辺部裏面に配置される絶縁シートと、
ヒートシンクと、を備え、
前記半導体発光素子は、前記熱伝導シートにより直接に前記ヒートシンクに熱接続されていることを特徴とする半導体光源装置。
【請求項２】
前記絶縁シートは、前記熱伝導シートよりも厚さが薄いことを特徴とする請求項１に記載の半導体光源装置。
【請求項３】
前記絶縁シートは、前記半導体発光素子の少なくとも四隅を含む周辺部裏面に配置されることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の半導体光源装置。
【請求項４】
前記絶縁シートは、前記半導体発光素子の四隅を含む半導体発光素子の周囲全周において半導体発光素子の裏面に配置され、この絶縁シートの内側に前記熱伝導シートが配置されていることを特徴とする請求項３に記載の半導体光源装置。
【請求項５】
前記熱伝導シートは、その周辺部に切欠部を有し、この切欠部に前記絶縁シートが配置され、前記熱伝導シートは半導体発光素子と同一の大きさとされていることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の半導体光源装置。
【請求項６】
前記熱伝導シートは、その四隅に切欠部を有し、この切欠部に前記絶縁シートが配置され、前記熱伝導シートは半導体発光素子と同一の大きさとされていることを特徴とする請求項５に記載の半導体光源装置。
【請求項７】
前記熱伝導シートは、その表面又は裏面に設ける切欠部によって薄肉部が形成され、該薄肉部に前記絶縁シートを重ねていることを特徴とする請求項１乃至請求項６の何れかに記載の半導体光源装置。
【請求項８】
前記半導体発光素子及び前記半導体発光素子を前記ヒートシンクの基部に固定する保持部材と、該保持部材と前記ヒートシンクとを接続させる接続部材と、を備え、
前記保持部材は、前記半導体発光素子側に形成される位置決め部を有し、
当該保持部材が前記接続部材により前記ヒートシンクに固定されるとともに、前記位置決め部により前記半導体発光素子を所定の位置に固定するように押圧し、前記半導体発光素子が前記熱伝導シートに押圧されるように固定されていることを特徴とする請求項１乃至請求項７の何れかに記載の半導体光源装置。
【請求項９】
前記半導体発光素子は、発光部と、該発光部を保持する本体部と、該本体部が配設される基板部と、から構成されて、位置決め部が前記本体部の周囲に配置されることにより、前記発光部が所定の位置に固定されることを特徴とする請求項８に記載の半導体光源装置。
【請求項１０】
前記接続部材は弾性部材を有し、該接続部材は前記保持部材を貫通して前記保持部材を前記ヒートシンクに固定し且つ前記弾性部材によって前記保持部材を前記ヒートシンク方向に付勢し、前記保持部材の位置決め部が前記半導体発光素子を所定の位置に固定しつつ前記熱伝導シートに押圧することを特徴とする請求項６又は請求項９に記載の半導体光源装置。
【請求項１１】

前記保持部材は、前記半導体発光素子の発光光を集光するレンズを保持していることを特徴とする請求項８乃至請求項１０の何れかに記載の半導体光源装置。
【請求項１２】
請求項１乃至請求項１１の何れかに記載の半導体光源装置を有する光源ユニットと、表示素子と、前記光源ユニットからの光を前記表示素子に導光する光源側光学系と、前記表示素子から射出された画像をスクリーンに投影する投影側光学系と、前記光源ユニットや表示素子を制御するプロジェクタ制御手段と、
を備えることを特徴とするプロジェクタ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体光源装置と、この半導体光源装置を備えたプロジェクタに関する。
【背景技術】
【０００２】
今日、パーソナルコンピュータの画面やビデオ画像、更にメモリカード等に記憶されている画像データによる画像等をスクリーンに投影する画像投影装置としてのデータプロジェクタが多用されている。このプロジェクタは、光源から射出された光をＤＭＤ（デジタル・マイクロミラー・デバイス）と呼ばれるマイクロミラー表示素子、又は、液晶板に集光させ、スクリーン上にカラー画像を表示させる。
【０００３】
このようなプロジェクタにおいて、従来は高輝度の放電ランプを光源とするものが主流であったが、近年、光源として発光ダイオードやレーザーダイオード、あるいは、有機ＥＬ、蛍光体等を用いるプロジェクタの開発が多々なされている。しかしながら、光源として採用される半導体発光素子は、熱依存性が高く半導体発光素子の温度が上昇すると電力から光への変換効率が低下するという特性が知られている。そこで、半導体発光素子を冷却させる様々な提案がなされている。
【０００４】
例えば、特開２００６－８６１３９号公報（特許文献１）には、高出力の発光素子につき、面積の大きなリードフレームに熱を逃がすことによって放熱効果を高めた発光素子の提案がなされている。また、特開２００８－１３５６９４号公報（特許文献２）では、発光素子の基板を熱伝導性の良好な接着剤又はシリコングリースなどを用いてヒートシンクに接着し、発光素子の放熱効果を高める提案がなされている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００６－８６１３９号公報
【特許文献２】特開２００８－１３５６９４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
上記特許文献１及び２などの従来技術において、発光素子を金属プレートに実装した半導体発光素子では金属プレートに電荷を帯びるものが多く、他の部材との接触によるショートやノイズの発生を防止するため、半導体発光素子を熱伝導性の高い熱伝導シート（基体）を介して放熱板などに半導体発光素子取付ける場合、熱伝導シートにおける半導体発光素子の取付け面に絶縁層を形成するのが一般的である。
【０００７】
この絶縁層は、通常、絶縁シート材や絶縁グリースによって形成される。しかしながら、半導体発光素子の取付け面に絶縁シート材などを配設すると、熱の伝わりが大きく妨げられ、また、熱伝導性の良好なグリースを採用する場合は、確実な絶縁を期待することができないといった問題点があった。

【０００８】
本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、シンプルな構成の半導体光源装置であって、半導体発光素子がショートして機能しなくなることを防止するとともに、効率よく半導体発光素子を冷却して明るく発光させることのできる半導体光源装置と、この半導体光源装置を備えたプロジェクタと、を提供することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
本発明の半導体光源装置は、熱伝導シートと、該熱伝導シートの一方の面に配置される半導体発光素子と、前記半導体発光素子の周辺部裏面に配置される絶縁シートと、ヒートシンクと、を備え、前記半導体発光素子は、前記熱伝導シートにより直接に前記ヒートシンクに熱接続されていることを特徴とする。
【００１０】
そして、本発明にかかるプロジェクタは、前記本発明に係る半導体光源装置を有する光源ユニットと、表示素子と、前記光源ユニットからの光を前記表示素子に導光する光源側光学系と、前記表示素子から射出された画像をスクリーンに投影する投影側光学系と、前記光源ユニットや表示素子を制御するプロジェクタ制御手段と、を備えることを特徴とする。
【発明の効果】
【００１１】
本発明によれば、シンプルな構成の半導体光源装置であって、半導体発光素子がショートして機能しなくなることを防止するとともに、効率よく半導体発光素子を冷却して明るく発光させることのできる半導体光源装置と、この半導体光源装置を備えたプロジェクタと、を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】本発明の実施形態に係る半導体光源装置を備えたプロジェクタを示す外観斜視図である。
【図２】本発明の実施形態に係る半導体光源装置を備えたプロジェクタの機能回路ブロックを示す図である。
【図３】本発明の実施形態に係る半導体光源装置を備えたプロジェクタの内部構造を示す平面模式図である。
【図４】本発明の実施形態に係る半導体光源装置の簡略斜視図である。
【図５】本発明の実施形態に係る半導体光源装置の一部断面を示す平面模式図である。
【図６】本発明の実施形態に係る半導体発光素子、熱伝導シート、絶縁シートを示す分解斜視図である。
【図７】本発明の実施形態に係る別の形態の半導体発光素子、熱伝導シート、絶縁シートを示す分解斜視図である。
【図８】本発明の実施形態に係る他の形態の半導体光源装置の一部断面を示す平面模式図である。
【図９】本発明の実施形態に係るその他の形態の半導体光源装置の一部断面を示す平面模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
以下、本発明を実施するための形態について述べる。プロジェクタ10は、図１乃至図３に示すように、光源ユニット60と、表示素子51と、光源ユニット60からの光を表示素子51に導光する光源側光学系170と、表示素子51から射出された画像をスクリーンに投影する投影側光学系220と、光源ユニット60や表示素子51を制御するプロジェクタ制御手段と、を備えている。
【００１４】

そして、この光源ユニット60は、励起光照射装置70と、回転駆動される蛍光ホイール101を有する蛍光発光装置100と、赤色光源装置120と、青色光源装置300と、導光光学系140と、を備える。励起光照射装置70は、蛍光ホイール101に青色波長帯域の励起光を照射する励起光源71を備える。蛍光発光装置100の蛍光ホイール101は、円板状の金属基材に緑色蛍光体の層が形成される円環状の蛍光発光領域を有する。そして、この蛍光発光領域には、光を反射する反射面が形成され、この反射面上に励起光を受けて緑色波長帯域の蛍光光を発する緑色蛍光体の層が形成されている。

【００１５】

したがって、励起光照射装置70からの青色波長帯域光が蛍光発光領域に照射されると、青色波長帯域光を励起光として吸収した緑色蛍光体の層から緑色波長帯域の光が射出される。つまり、蛍光ホイール101は、ホイールモータ110により回転駆動される金属基材から成り、基材に形成される円環状の蛍光発光領域に励起光を受けることで緑色波長帯域の蛍光光を発する蛍光板として機能する。

【００１６】

赤色光源装置120は、赤色の波長帯域光を発する半導体発光素子である赤色光源121を有する。青色光源装置300は、青色の波長帯域光を発する半導体発光素子である青色光源301を有する。導光光学系140は、蛍光ホイール101及び赤色光源装置120、青色光源装置300から発せられる各色光の光軸を変換して、各色の光線束を所定の一面であるライトトンネル175の入射口に集光する構成とされ、ダイクロイックミラーや集光レンズ等を有する。

【００１７】

これにより、光源ユニット60は、プロジェクタ制御手段における光源制御手段が、励起光照射装置70、赤色光源装置120及び青色光源装置300の発光を個別に制御することで、当該光源ユニット60から順次赤色、緑色、青色の波長帯域光を射出させることができる。そして、プロジェクタ10の表示素子51であるＤＭＤがデータに応じて各色の光を時分割表示することにより、スクリーンにカラー画像を生成することができる。

【００１８】

半導体光源装置である赤色光源装置120は、図４に示すように、仕切板135によって冷却風をヒートシンク130に送風する冷却ファン261を側方に備え、図５に示すように、熱伝導シート122と、該熱伝導シート122の一方の面に配置される半導体発光素子である赤色光源121と、熱伝導シート122の周囲を囲むように配置される絶縁シート123と、側方直近の冷却ファン261による冷却風によって冷却されるヒートシンク130と、を備える。

【００１９】

絶縁シート123は、図６に示すように中央に熱伝導シート122の大きさに合せた開口部123ａを有し、この開口部123ａは、赤色光源121の基板部121bの大きさよりも小さくされている。そして、ヒートシンク130は、熱伝導シート122に接触する基部131から複数枚の薄肉金属板が上下方向に並設されて成り、複数枚の金属板が夫々放熱フィン132として機能する。

【００２０】

また、この赤色光源装置120は、絶縁シート123、熱伝導シート122及び赤色光源121をヒートシンク130の基部131に固定する保持部材136と、該保持部材136とヒートシンク130とを接続させる接続部材としてのばね付ネジ129と、を備える。また、この保持部材136は、図５に示したように、赤色光源121側に形成される位置決め部としての複数本の位置決めピン138を有し、赤色光源121の発光光を集光するレンズを保持するものである。

【００２１】

そして、保持部材136がばね付ネジ129によりヒートシンク130に固定されることで、赤色光源121及び熱伝導シート122は、ヒートシンク130に熱接続された状態で固定される。また、赤色光源121の発光部121aが所定位置に配置されるように、当該赤色光源121が固定される。具体的には、ばね付ネジ129により保持部材136をヒートシンク130に固定するとともに、複数本の位置決めピン138を赤色光源121の発光部121aを保持する本体部121cの周囲に配置させ、位置決めピン138の端部により赤色光源121の基板部121bを押圧して、赤色

光源121の基板部121bが熱伝導シート122に当接するように固定され、更に、該熱伝導シート122の周囲が絶縁シート123に当接して絶縁シート123の位置決めが行われ、熱伝導シート122や絶縁シート123がヒートシンク130の基部131に載置されるように固定されている。

【００２２】

ここで、ばね付ネジ129は、弾性部材としてのコイルばねにネジが貫装されたものであり、ばね付ネジ129は、保持部材136の接続部における貫通孔を貫通して、ヒートシンク130の接続部におけるねじ穴に螺着される。これにより、ばね付ネジ129は、保持部材136をヒートシンク130に固定し且つコイルばねによって保持部材136をヒートシンク130方向に付勢し、保持部材136の位置決めピン138が赤色光源121を所定の位置に固定しつつ熱伝導シート122に押圧し、赤色光源121及び熱伝導シート122に対して、均一に圧力をかけて固定することができるため、赤色光源121の熱を熱伝導シート122により直接にヒートシンク130の基部131に伝達して赤色光源121から放熱させることができ、熱伝導シート122が経時劣化などにより圧縮され又は破損した場合にも、絶縁シート123により赤色光源121の基板部121bがヒートシンク130の基部131に接触することを防止できる。

【００２３】

以下、本発明の実施形態を図に基づいて詳説する。

図１は、プロジェクタ10の外観斜視図である。なお、本実施形態において、プロジェクタ10における左右とは投影方向に対しての左右方向を示し、前後とはプロジェクタ10のスクリーン側方向及び光線束の進行方向に対しての前後方向を示す。また、光源ユニットの赤色光源装置における前後とは、赤色光源装置から射出される光線束の進行方向に対しての前後方向を示す。

【００２４】

そして、プロジェクタ10は、図１に示すように、略直方体形状であって、プロジェクタ筐体の前方の側板とされる正面パネル12の側方に投影口を覆うレンズカバー19を有するとともに、この正面パネル12には複数の吸気孔18を設けている。さらに、図示しないがリモートコントローラからの制御信号を受信するＩｒ受信部を備えている。

【００２５】

また、筐体の上面パネル11にはキー／インジケータ部37が設けられ、このキー／インジケータ部37には、電源スイッチキーや電源のオン又はオフを報知するパワーインジケータ、投影のオン、オフを切りかえる投影スイッチキー、光源ユニットや表示素子又は制御回路等が過熱したときに報知をする過熱インジケータ等のキーやインジケータが配置されている。

【００２６】

さらに、筐体の背面には、背面パネルにＵＳＢ端子や画像信号入力用のＤ－ＳＵＢ端子、Ｓ端子、ＲＣＡ端子等を設ける入出力コネクタ部及び電源アダプタプラグ等の各種端子20が設けられている。また、背面パネルには、複数の吸気孔が形成されている。なお、図示しない筐体の側板である右側パネル、及び、図１に示した側板である左側パネル15には、各々複数の排気孔17が形成されている。また、左側パネル15の背面パネル近傍の隅部には、吸気孔18も形成されている。さらに、図示しない下面パネルにおける正面、背面、左側及び右側パネルの近傍にも、吸気孔あるいは排気孔が複数形成されている。

【００２７】

次に、プロジェクタ10のプロジェクタ制御手段について図２のブロック図を用いて述べる。プロジェクタ制御手段は、制御部38、入出力インターフェース22、画像変換部23、表示エンコーダ24、表示駆動部26等から構成され、入出力コネクタ部21から入力された各種規格の画像信号は、入出力インターフェース22、システムバス（ＳＢ）を介して画像変換部23で表示に適した所定のフォーマットの画像信号に統一するように変換された後、表示エンコーダ24に出力される。

【００２８】

また、表示エンコーダ24は、入力された画像信号をビデオＲＡＭ25に展開記憶させた上でこのビデオＲＡＭ25の記憶内容からビデオ信号を生成して表示駆動部26に出力する。

【００２９】
表示駆動部26は、表示素子制御手段として機能するものであり、表示エンコーダ24から出力された画像信号に対応して適宜フレームレートで空間的光変調素子（ＳＯＭ）である表示素子51を駆動するものであり、光源ユニット60から射出された光線束を、光源側光学系を介して表示素子51に照射することにより、表示素子51の反射光で光像を形成し、後述する投影側光学系を介して図示しないスクリーンに画像を投影表示する。なお、この投影側光学系の可動レンズ群235は、レンズモータ45によりズーム調整やフォーカス調整のための駆動が行われる。
【００３０】
また、画像圧縮伸長部31は、画像信号の輝度信号及び色差信号をＡＤＣＴ及びハフマン符号化等の処理によりデータ圧縮して着脱自在な記録媒体とされるメモリカード32に順次書き込む記録処理を行う。さらに、画像圧縮伸長部31は、再生モード時にメモリカード32に記録された画像データを読み出し、一連の動画を構成する個々の画像データを１フレーム単位で伸長し、この画像データを、画像変換部23を介して表示エンコーダ24に出力し、メモリカード32に記憶された画像データに基づいて動画等の表示を可能とする処理を行なう。
【００３１】
制御部38は、プロジェクタ10内の各回路の動作制御を司るものであって、ＣＰＵや各種セッティング等の動作プログラムを固定的に記憶したＲＯＭ及びワークメモリとして使用されるＲＡＭ等により構成されている。
【００３２】
筐体の上面パネル11に設けられるメインキー及びインジケータ等により構成されるキー／インジケータ部37の操作信号は、直接に制御部38に送出され、リモートコントローラからのキー操作信号は、Ｉｒ受信部35で受信され、Ｉｒ処理部36で復調されたコード信号が制御部38に出力される。
【００３３】
なお、制御部38にはシステムバス（ＳＢ）を介して音声処理部47が接続されている。この音声処理部47は、ＰＣＭ音源等の音源回路を備えており、投影モード及び再生モード時には音声データをアナログ化し、スピーカ48を駆動して拡声放音させる。
【００３４】
また、制御部38は、光源制御手段としての光源制御回路41を制御しており、この光源制御回路41は、画像生成時に要求される所定波長帯域の光が光源ユニット60から射出されるように、光源ユニット60の励起光照射装置、赤色光源装置及び青色光源装置の発光を個別に制御する。
【００３５】
さらに、制御部38は、冷却ファン駆動制御回路43に光源ユニット60等に設けた複数の温度センサによる温度検出を行わせ、この温度検出の結果から冷却ファンの回転速度を制御させている。また、制御部38は、冷却ファン駆動制御回路43にタイマー等によりプロジェクタ本体の電源ＯＦＦ後も冷却ファンの回転を持続させる、あるいは、温度センサによる温度検出の結果によってはプロジェクタ本体の電源をＯＦＦにする等の制御も行う。
【００３６】
次に、このプロジェクタ10の内部構造について述べる。図３は、プロジェクタ10の内部構造を示す平面模式図である。プロジェクタ10は、図３に示すように,右側パネル14の近傍に制御回路基板241を備えている。この制御回路基板241は、電源回路ブロックや光源制御ブロック等を備えてなる。また、プロジェクタ10は、制御回路基板241の側方、つまり、プロジェクタ筐体の略中央部分に光源ユニット60を備えている。さらに、プロジェクタ10は、光源ユニット60と左側パネル15との間に光学系ユニット160を備えている。
【００３７】
光源ユニット60は、プロジェクタ筐体の左右方向における略中央部分であって背面パネル13近傍に配置される励起光照射装置70と、この励起光照射装置70から射出される光線束

の光軸上であって正面パネル12の近傍に配置される蛍光発光装置100と、この蛍光発光装置100から射出される光線束と平行となるように正面パネル12の近傍に配置される青色光源装置300と、励起光照射装置70と蛍光発光装置100との間に配置される赤色光源装置120と、蛍光発光装置100からの射出光や赤色光源装置120からの射出光、青色光源装置300からの射出光の光軸が夫々同一の光軸となるように変換して各色光を所定の一面であるライトトンネル175の入射口に集光する導光光学系140と、を備える。

【００３８】

励起光照射装置70は、背面パネル13と光軸が平行になるよう配置された励起光源71と、励起光源71からの射出光の光軸を正面パネル12方向に９０度変換する反射ミラー群75と、反射ミラー群75で反射した励起光源71からの射出光を集光する集光レンズ78と、励起光源71と右側パネル14との間に配置されたヒートシンク81と、を備える。

【００３９】

励起光源71は、複数の青色レーザーダイオードがマトリクス状に配列されてなり、各青色レーザーダイオードの光軸上には、各青色レーザーダイオードからの射出光を平行光に変換するコリメータレンズ73が夫々配置されている。また、反射ミラー群75は、複数の反射ミラーが階段状に配列されてなり、励起光源71から射出される光線束の断面積を一方向に縮小して集光レンズ78に射出する。

【００４０】

ヒートシンク81と背面パネル13との間には冷却ファン261が配置されており、この冷却ファン261とヒートシンク81とによって励起光源71が冷却される。さらに、反射ミラー群75と背面パネル13との間にも冷却ファン261が配置されており、この冷却ファン261によって反射ミラー群75や集光レンズ78が冷却される。

【００４１】

蛍光発光装置100は、正面パネル12と平行となるように、つまり、励起光照射装置70からの射出光の光軸と直交するように配置された蛍光ホイール101と、この蛍光ホイール101を回転駆動するホイールモータ110と、蛍光ホイール101から背面パネル13方向に射出される光線束を集光する集光レンズ群111と、を備える。

【００４２】

蛍光ホイール101は、円板状の金属基材であって、励起光源71からの射出光を励起光として緑色波長帯域の蛍光発光光を射出する環状の蛍光発光領域が凹部として形成され、励起光を受けて蛍光発光する蛍光板として機能する。また、蛍光発光領域を含む蛍光ホイール101の励起光源71側の表面は、銀蒸着等によってミラー加工されることで光を反射する反射面が形成され、この反射面上に緑色蛍光体の層が敷設されている。

【００４３】

そして、蛍光ホイール101の緑色蛍光体層に照射された励起光照射装置70からの射出光は、緑色蛍光体層における緑色蛍光体を励起し、緑色蛍光体から全方位に蛍光発光された光線束は、直接励起光源71側へ、あるいは、蛍光ホイール101の反射面で反射した後に励起光源71側へ射出される。また、蛍光体層の蛍光体に吸収されることなく、金属基材に照射された励起光は、反射面により反射されて再び蛍光体層に入射し、蛍光体を励起することとなる。よって、蛍光ホイール101の凹部の表面を反射面とすることにより、励起光源71から射出される励起光の利用効率を上げることができ、より明るく発光させることができる。

【００４４】

なお、蛍光ホイール101の反射面で蛍光体層側に反射された励起光において蛍光体に吸収されることなく励起光源71側に射出された励起光は、後述する第一ダイクロイックミラー141を透過し、蛍光光は第一ダイクロイックミラー141により反射されるため、励起光が外部に射出されることはない。そして、ホイールモータ110と正面パネル12との間には冷却ファン261が配置されており、この冷却ファン261によって蛍光ホイール101が冷却される。

【００４５】

赤色光源装置120は、励起光源71と光軸が平行となるように配置された赤色光源121と、赤色光源121からの射出光を集光する集光レンズ群125と、を備える。そして、この赤色光源装置120は、励起光照射装置70からの射出光及び蛍光ホイール101から射出される緑色波長帯域光と光軸が交差するように配置されている。また、赤色光源121は、赤色の波長帯域光を発する半導体発光素子としての赤色の発光ダイオードである。さらに、赤色光源装置120は、赤色光源121の右側パネル14側に配置されるヒートシンク130を備える。そして、ヒートシンク130と正面パネル12との間には冷却ファン261が配置されており、この冷却ファン261によって赤色光源121が冷却される。赤色光源装置120の詳細については後述する。

【００４６】

青色光源装置300は、蛍光発光装置100からの射出光の光軸と平行となるように配置された青色光源301と、青色光源301からの射出光を集光する集光レンズ群305と、を備える。そして、この青色光源装置300は、赤色光源装置120からの射出光と光軸が交差するように配置されている。また、青色光源301は、青色の波長帯域光を発する半導体発光素子としての青色の発光ダイオードである。さらに、青色光源装置300は、青色光源301の正面パネル12側に配置されるヒートシンク310を備える。そして、ヒートシンク310と正面パネル12との間には冷却ファン261が配置されており、この冷却ファン261によって青色光源301が冷却される。

【００４７】

そして、導光光学系140は、赤色、緑色、青色波長帯域の光線束を集光させる集光レンズや、各色波長帯域の光線束の光軸を変換して同一の光軸とさせるダイクロイックミラー等からなる。具体的には、励起光照射装置70から射出される青色波長帯域光及び蛍光ホイール101から射出される緑色波長帯域光の光軸と、赤色光源装置120から射出される赤色波長帯域光の光軸と、が交差する位置に、青色及び赤色波長帯域光を透過し、緑色波長帯域光を反射してこの緑色光の光軸を左側パネル15方向に９０度変換する第一ダイクロイックミラー141が配置されている。

【００４８】

また、青色光源装置300から射出される青色波長帯域光の光軸と、赤色光源装置120から射出される赤色波長帯域光の光軸と、が交差する位置に、青色波長帯域光を透過し、緑色及び赤色波長帯域光を反射してこの緑色及び赤色光の光軸を背面パネル13方向に９０度変換する第二ダイクロイックミラー148が配置されている。そして、第一ダイクロイックミラー141と第二ダイクロイックミラー148との間には、集光レンズが配置されている。

【００４９】

光学系ユニット160は、励起光照射装置70の左側方に位置する照明側ブロック161と、背面パネル13と左側パネル15とが交差する位置の近傍に位置する画像生成ブロック165と、導光光学系140と左側パネル15との間に位置する投影側ブロック168と、の３つのブロックによって略コの字状に構成されている。

【００５０】

この照明側ブロック161は、光源ユニット60から射出された光源光を画像生成ブロック165が備える表示素子51に導光する光源側光学系170の一部を備えている。この照明側ブロック161が有する光源側光学系170としては、光源ユニット60から射出された光線束を均一な強度分布の光束とするライトトンネル175や、このライトトンネル175の入射面に光源光を集光する集光レンズ173、ライトトンネル175から射出された光を集光する集光レンズ178、ライトトンネル175から射出された光線束の光軸を画像生成ブロック165方向に変換する光軸変換ミラー181等がある。

【００５１】

画像生成ブロック165は、光源側光学系170として、光軸変換ミラー181で反射した光源光を表示素子51に集光させる集光レンズ183と、この集光レンズ183を透過した光線束を表示素子51に所定の角度で照射する照射ミラー185と、を有している。さらに、画像生成ブロック165は、表示素子51とするＤＭＤを備え、この表示素子51と背面パネル13との間に

は表示素子51を冷却するためのヒートシンク190が配置されて、このヒートシンク190によって表示素子51が冷却される。また、表示素子51の正面近傍には、投影側光学系220としての集光レンズ195が配置されている。

【００５２】

投影側ブロック168は、表示素子51で反射されたオン光をスクリーンに放出する投影側光学系220のレンズ群を有している。この投影側光学系220としては、固定鏡筒に内蔵する固定レンズ群225と可動鏡筒に内蔵する可動レンズ群235とを備えてズーム機能を備えた可変焦点型レンズとされ、レンズモータにより可動レンズ群235を移動させることによりズーム調整やフォーカス調整を可能としている。

【００５３】

次に、半導体発光素子の冷却構造について、図４及び図５を参照して説明する。図４は、本実施形態に係る半導体光源装置である赤色光源装置120の簡略斜視図である。図５は、本実施形態に係る半導体光源装置である赤色光源装置120の一部断面を示す平面模式図である。図示するように、赤色光源装置120は、半導体発光素子である赤色光源121と、熱伝導シート122と、絶縁シート123と、ヒートシンク130と、冷却ファン261と、保持部材136と、該保持部材136とヒートシンク130とを接続させる接続部材としてのばね付ネジ129と、を備える。

【００５４】

発熱源である赤色光源121としての半導体発光素子は、絶縁シートや絶縁グリース等の絶縁部材を介することなく熱伝導シート122の一方の面に配置される。また、この赤色光源121は、発光部121aと、該発光部121aを保持する本体部121cと、該本体部121cが配設される板状の基板部121bと、から構成されるものである。熱伝導シート122は、赤色光源121としての半導体発光素子に対して基板部121bよりも僅かに小さい面積を有する厚さ０．３ｍｍ程度の非導電性の高熱伝導材によるゲル状の形成シートを用いている。

【００５５】

絶縁シート123は、熱伝導シート122よりも薄い板状であって、図６に示したように、中央に開口部123ａを有した枠形状とされたものであり、厚さ０．１ｍｍ程度の絶縁性ＰＥＴシートなどを用いている。

【００５６】

また、この絶縁シート123の開口部123ａは、赤色光源121の基板部121bよりも小さく、熱伝導シート122と略同一の大きさとされ、熱伝導シート122を開口部123ａに挿入するようにして絶縁シート123で熱伝導シート122の周囲を囲むように絶縁シート123を配置し、赤色光源121の基板部121bの周縁裏面側に絶縁シート123を位置させているものである。

【００５７】

尚、絶縁シート123は、図６に示したように、枠型とする場合に限ることなく、図７に示すように、４個のＬ字型絶縁シート123ｂとし、赤色光源121の基板部121bの四隅裏面側にこのＬ字型絶縁シート123ｂを位置させるようにしてヒートシンク130の基部131に接着し、この４個のＬ字型絶縁シート123ｂの中央に熱伝導シート122を配置することもある。

【００５８】

また、絶縁シートとしては、単純な矩形又は円形の形状とし、赤色光源121の裏面側で基板部121bの四隅位置に矩形形状などの絶縁シートを配置し、この４個の絶縁シートの中央に熱伝導シート122を配置することもあり、矩形形状や円形形状などの絶縁シートを４個用いる場合、熱伝導シート122の大きさを赤色光源121の基板部121bの大きさと同一又は基板部121bよりも全体として僅かに大きくして四隅に切欠部を設け、この切欠部に絶縁シートを配置して基板部121bの四隅位置に絶縁シートを配置することもある。

【００５９】

この場合は、赤色光源121の基板部121bやヒートシンク130の基部131への熱伝導シートの接触面積を大きくすることができ、赤色光源121の熱をより高い効率でヒートシンク130に伝達することができる。

【００６０】

更に、熱伝導シート122よりも薄い絶縁シート123を基板部121bの周囲裏面（下面）位置に配置するように設けるに際しては、図８に示すように、熱伝導シート122を基板部121bよりも大きくして熱伝導シート122の前面（上面）周囲に切欠部を設けることにより、この切欠部により薄肉部122ａを熱伝導シート122の周囲に形成し、この薄肉部122ａの前面側に枠形の絶縁シート123を載置することにより、熱伝導シート122が圧壊等により破損した場合にも赤色光源121とヒートシンク130との接触を防止できるようにすることもある。

【００６１】

また、Ｌ字型絶縁シート123ｂや矩形形状、円形形状などの絶縁シートの４枚を赤色光源121の四隅に配置する場合も、熱伝導シート122を基板部121bと同一大きさ又は基板部121bよりも大きくして熱伝導シート122の前面側四隅に切欠部を設けることにより、この切欠部により熱伝導シート122の四隅に薄肉部122ａを形成し、この薄肉部122ａに各々絶縁シートを接着しておくこともできる。

【００６２】

尚、図８に示したように、薄肉部122ａの裏面を熱伝導シート122の裏面と同一平面とするようにして切欠部を熱伝導シート122の前面側に設ける場合に限ることなく、薄肉部122ａの前面を熱伝導シート122の前面と同一平面とするようにして切欠部を熱伝導シート122の裏面側に設け、この切欠部に絶縁シート123やＬ字型絶縁シート123ｂ等を挿入するようにして絶縁シート123をヒートシンク130の基部131表面に接着しておくこともある。（即ち、図８において、熱伝導シート122と絶縁シート123の位置を逆転させた構造とするものである。）

【００６３】

また、熱伝導シート122の周縁又は四隅の前面側や裏面側に切欠部を設けることにより薄肉部122ａを形成して薄肉部122ａに絶縁シートを重ねる場合に限ることなく、図９に示すように、熱伝導シート122を第１の熱伝導シート122ａと第２の熱伝導シート122ｂの２枚の熱伝導シートとし、この大きさの異なる２枚の熱伝導シート122ａ、122ｂを重ねて基板部121bの少なくとも四隅又は周縁部分の裏面に絶縁シートを配置することもある。

【００６４】

そして、この赤色光源121としての半導体発光素子及び熱伝導シート122は、ヒートシンク130の基部131と保持部材136とにより挟み込まれるように保持されて所定位置に固定され、熱伝導シート122を絶縁シート123の開口部123ａに位置させて赤色光源121とヒートシンク130との間に絶縁シート123が配置される。この保持部材136は、樹脂等により形成されるものであって、赤色光源121の発光光を集光する集光レンズ群125を保持するレンズ保持部137を有し、このレンズ保持部137から赤色光源121側に突出するように形成される位置決め部としての複数本の位置決めピン138を有している。

【００６５】

このようにして、赤色光源121である半導体発光素子は、発光部121aを保持する本体部121cの周囲における基板部121bに当接される位置決めピン138により、所定位置に固定される。具体的には、複数本の位置決めピン138が、本体部121cの周囲を囲むようにして配置されて、本体部121cが位置ズレしないように規制する。これにより、発光部121aが所定の位置に配置されるように基板部121bを固定することができる。

【００６６】

また、保持部材136は、レンズ保持部137のヒートシンク130側にプロジェクタ10における前後及び上下方向に延在する覆い部134が形成され、この覆い部134のプロジェクタ10内の上下及び前後方向の外縁に側板139が垂設されている。そして、この側板139は、ヒートシンク130の基部131まで延在し、端部が基部131に近接し又は載置接触している。更に、この覆い部134は、赤色光源121、熱伝導シート122及び絶縁シート123を赤色光源装置120における前方側を覆い、赤色光源121、熱伝導シート122及び絶縁シート123の周囲を側板139により囲っている。

【００６７】

そして、側板139に設けられた接続部とヒートシンク130の基部131に設けられた接続部

とが接続部材であるばね付ネジ129により接続されることで、赤色光源121が熱伝導シート122のみによって直接的にヒートシンク130に熱接続された状態で固定され、熱伝導シート122の周囲を囲む絶縁シート123が赤色光源121とヒートシンク130との間に配置される。

【００６８】

即ち、保持部材136がばね付ネジ129によりヒートシンク130に固定されるとともに、位置決めピン138により赤色光源121を所定の位置に固定するように押圧し、赤色光源121が熱伝導シート122に当接するように圧接固定され、更に、該熱伝導シート122がヒートシンク130の基部131に当接するように圧接固定される。

【００６９】

ここで、ばね付ネジ129は、弾性部材としてのコイルばねにネジが貫装されたものであり、ばね付ネジ129は、保持部材136の接続部における貫通孔を貫通して、ヒートシンク130の接続部におけるねじ穴に螺着される。これにより、ばね付ネジ129は、保持部材136をヒートシンク130に固定し且つコイルばねによって保持部材136をヒートシンク130方向に付勢し、保持部材136の位置決めピン138が赤色光源121を所定の位置に固定しつつ熱伝導シート122に押圧するため、赤色光源121及び熱伝導シート122に対して、均一に圧力をかけて固定することができる。

【００７０】

したがって、集光レンズ群125を有すると共に位置決め部としての位置決めピン138を有している保持部材136をばね付ネジ129によりヒートシンク130の基部131に取付けることで、赤色光源121である半導体発光素子の発光部121aの光軸と集光レンズ群125の光軸とを同軸上に位置させるとともに、赤色光源121である半導体発光素子及び熱伝導シート122を順に前面側から熱接続した状態でヒートシンク130に固定することのできるシンプルな構成の半導体光源装置である赤色光源装置120を提供することができる。

【００７１】

また、赤色光源121とヒートシンク130との間の半導体発光素子の周辺部に絶縁シート123を配設することで赤色光源121とした半導体発光素子がショートして機能しなくなることを防止するとともに、熱伝導シート122より直接的に赤色光源121から放熱を行うことにより効率よく赤色光源121を冷却して明るく発光させることができ、冷却効率が高く、安全で明るい半導体光源装置としての赤色光源装置120と、この赤色光源装置120を備えたプロジェクタ10と、を提供することができる。

【００７２】

尚、絶縁シート123は熱伝導シート122よりも薄くしている為、半導体発光素子である赤色光源121の裏面を確実に熱伝導シート122に圧着し、且つ、熱伝導シート122をヒートシンク130の基部131に圧着することができ、効率的に熱をヒートシンク130に逃がすことができる。

【００７３】

また、絶縁シート123は半導体発光素子である赤色光源121の周囲全周又は少なくとも四隅に配置すれば、熱伝導シート122が劣化圧壊して赤色光源121が傾くなどにより、赤色光源121の一部がヒートシンク130の基部131に接近した場合にも、より確実に赤色光源121とヒートシンク130とのショートなどを防止できる。

【００７４】

したがって、本発明によれば、保持部材136を接続部材であるばね付ネジ129によりヒートシンク130の基部131に取付けることで、内部に赤色光源121である半導体発光素子及び熱伝導シート122や絶縁シート123を収納するようにしてヒートシンク130に固定し、且つ、半導体発光素子と熱伝導シート122を確実に密着させてヒートシンク130に固定することができる。

【００７５】

さらに、本発明によれば、位置決め部材としての複数本の位置決めピン138が、本体部121cの周囲を囲むようにして配置されるため、本体部121cの位置ズレを防止するとともに、容易に発光部121aの位置決めをすることのできる組立性に優れた赤色光源装置120を提

供することができる。

【００７６】

ここで、ばね付ネジ129は、弾性部材としてのコイルばねにネジが貫装されたものであり、ばね付ネジ129は、保持部材136の接続部における貫通孔を貫通して、ヒートシンク130の接続部におけるねじ穴に螺着される。これにより、ばね付ネジ129は、保持部材136をヒートシンク130に固定し且つコイルばねによって保持部材136をヒートシンク130方向に付勢し、保持部材136の位置決めピン138が赤色光源121を所定の位置に固定しつつ熱伝導シート122に押圧するため、赤色光源121及び熱伝導シート122に対して、均一に圧力をかけて固定することができる。

【００７７】

そして、この赤色光源装置120における保持部材136は、赤色光源121としての半導体発光素子、熱伝導シート122及び絶縁シート123のみならず、集光レンズ群125も保持する機能を有しているため、この赤色光源装置120を取付けるプロジェクタ10を部品点数の削減されたシンプルな構成とすることができる。

【００７８】

また、上記実施形態では、絶縁シート123は、半導体発光素子である赤色光源121の周辺部として四隅を含むように配置するようにしたが、四辺部に設けるようにしてもよい。

また、上記実施形態では、熱伝導シート122の切欠部は、四隅に有するようにしたが、四辺部に設けるようにしてもよい。

【００７９】

また、本発明は、以上の実施形態に限定されるものでなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で自由に変更、改良が可能である。例えば、青色光源装置300に上記した冷却構造を採用してもよい。また、発光ダイオードのみならず、レーザーダイオードの冷却構造として上記構成を採用することもできる。

【００８０】

さらに、各光学部品のレイアウトも、上記した構成に限ることなく様々なレイアウトを採用することができる。そして、上記した冷却構造を有する半導体光源装置は、プロジェクタ10に搭載する場合に限定されることなく、露光装置や多数の半導体光源装置から構成されるイルミネーション照明装置、単色のスポットライトを照射可能な照明装置等種々の照明装置や表示装置に実装して用いることもできる。

【００８１】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【００８２】

以下に、本願出願の最初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

〔１〕　熱伝導シートと、

該熱伝導シートの一方の面に配置される半導体発光素子と、

前記半導体発光素子の周辺部裏面に配置される絶縁シートと、

ヒートシンクと、を備え、

前記半導体発光素子は、前記熱伝導シートにより直接に前記ヒートシンクに熱接続されていることを特徴とする半導体光源装置。

〔２〕　前記絶縁シートは、前記熱伝導シートよりも厚さが薄いことを特徴とする請求項１に記載の半導体光源装置。

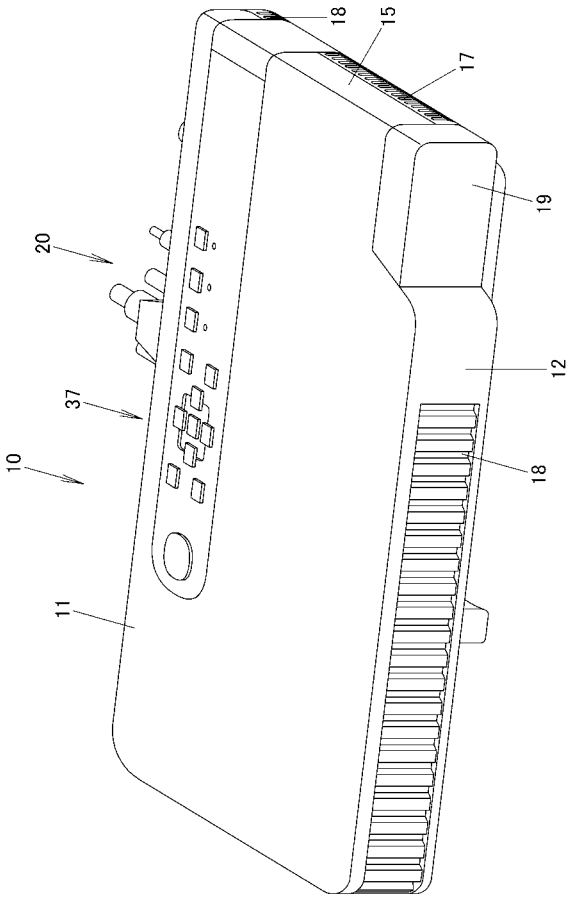
〔３〕　前記絶縁シートは、前記半導体発光素子の少なくとも四隅を含む周辺部裏面に配置されることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の半導体光源装置。

〔４〕　前記絶縁シートは、前記半導体発光素子の四隅を含む半導体発光素子の周囲全周

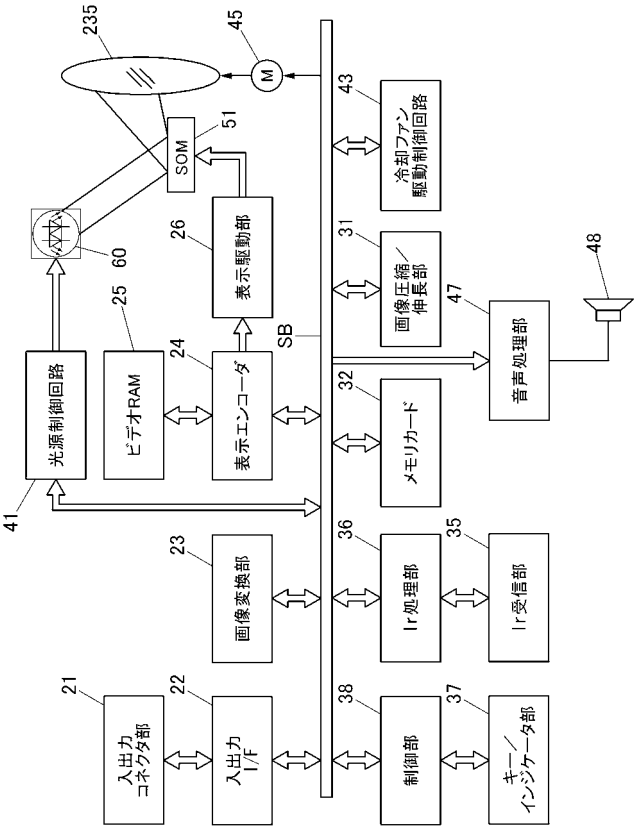
において半導体発光素子の裏面に配置され、この絶縁シートの内側に前記熱伝導シートが配置されていることを特徴とする請求項３に記載の半導体光源装置。
〔５〕　前記熱伝導シートは、その周辺部に切欠部を有し、この切欠部に前記絶縁シートが配置され、前記熱伝導シートは半導体発光素子と同一の大きさとされていることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の半導体光源装置。
〔６〕　前記熱伝導シートは、その四隅に切欠部を有し、この切欠部に前記絶縁シートが配置され、前記熱伝導シートは半導体発光素子と同一の大きさとされていることを特徴とする請求項５に記載の半導体光源装置。
〔７〕　前記熱伝導シートは、その表面又は裏面に設ける切欠部によって薄肉部が形成され、該薄肉部に前記絶縁シートを重ねていることを特徴とする請求項１乃至請求項６の何れかに記載の半導体光源装置。
〔８〕　前記半導体発光素子及び前記半導体発光素子を前記ヒートシンクの基部に固定する保持部材と、該保持部材と前記ヒートシンクとを接続させる接続部材と、を備え、
　前記保持部材は、前記半導体発光素子側に形成される位置決め部を有し、
　当該保持部材が前記接続部材により前記ヒートシンクに固定されるとともに、前記位置決め部により前記半導体発光素子を所定の位置に固定するように押圧し、前記半導体発光素子が前記熱伝導シートに押圧されるように固定されていることを特徴とする請求項１乃至請求項７の何れかに記載の半導体光源装置。
〔９〕　前記半導体発光素子は、発光部と、該発光部を保持する本体部と、該本体部が配設される基板部と、から構成されて、位置決め部が前記本体部の周囲に配置されることにより、前記発光部が所定の位置に固定されることを特徴とする請求項８に記載の半導体光源装置。
〔１０〕　前記接続部材は弾性部材を有し、該接続部材は前記保持部材を貫通して前記保持部材を前記ヒートシンクに固定し且つ前記弾性部材によって前記保持部材を前記ヒートシンク方向に付勢し、前記保持部材の位置決め部が前記半導体発光素子を所定の位置に固定しつつ前記熱伝導シートに押圧することを特徴とする請求項６又は請求項９に記載の半導体光源装置。
〔１１〕　前記保持部材は、前記半導体発光素子の発光光を集光するレンズを保持していることを特徴とする請求項８乃至請求項１０の何れかに記載の半導体光源装置。
〔１２〕　請求項１乃至請求項１１の何れかに記載の半導体光源装置を有する光源ユニットと、表示素子と、前記光源ユニットからの光を前記表示素子に導光する光源側光学系と、前記表示素子から射出された画像をスクリーンに投影する投影側光学系と、前記光源ユニットや表示素子を制御するプロジェクタ制御手段と、
　を備えることを特徴とするプロジェクタ。
【符号の説明】
【００８３】
10　プロジェクタ
11　上面パネル
12　正面パネル
13　背面パネル
14　右側パネル
15　左側パネル
17　排気孔
18　吸気孔
19　レンズカバー
20　各種端子
21　入出力コネクタ部
22　入出力インターフェース
23　画像変換部
24　表示エンコーダ
25　ビデオＲＡＭ
26　表示駆動部
31　画像圧縮伸長部
32　メモリカード
35　Ｉｒ受信部
36　Ｉｒ処理部
37　キー／インジケータ部
38　制御部
41　光源制御回路
43　冷却ファン駆動制御回路
45　レンズモータ
47　音声処理部
48　スピーカ

51 表示素子
60 光源ユニット
70 励起光照射装置
71 励起光源
73 コリメータレンズ
75 反射ミラー群
78 集光レンズ
81 ヒートシンク
100 蛍光発光装置
101 蛍光ホイール
110 ホイールモータ
111 集光レンズ群
120 赤色光源装置
121 赤色光源
121a 発光部
121b 基板部
121c 本体部
122 熱伝導シート
122 a 薄肉部
123 絶縁シート
123ａ 開口部
123b Ｌ字型絶縁シート
125 集光レンズ群
129 ばね付ネジ
130 ヒートシンク
131 基部
132 放熱フィン
134 覆い部
135 仕切板
136 保持部材
137 レンズ保持部
138 位置決めピン
139 側板
140 導光光学系
141 第一ダイクロイックミラー
148 第二ダイクロイックミラー
160 光学系ユニット
161 照明側ブロック
165 画像生成ブロック
168 投影側ブロック
170 光源側光学系
173 集光レンズ
175 ライトトンネル
178 集光レンズ
181 光軸変換ミラー
183 集光レンズ
185 照射ミラー
190 ヒートシンク
195 集光レンズ
220 投影側光学系
225 固定レンズ群
235 可動レンズ群
241 制御回路基板
261 冷却ファン
300 青色光源装置
301 青色光源
305 集光レンズ群
310 ヒートシンク

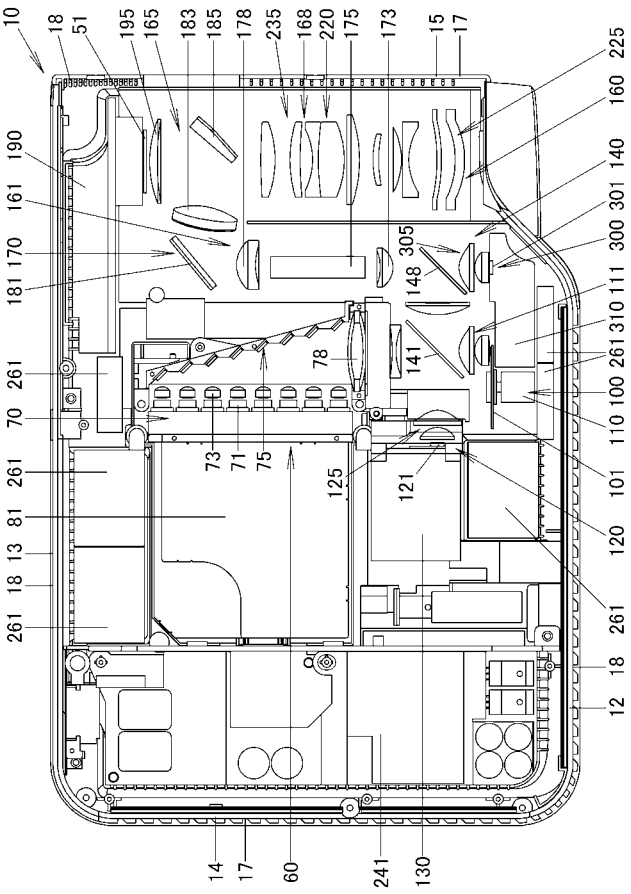
【図１】


18
15
17
19
20
12
37
18
10
11

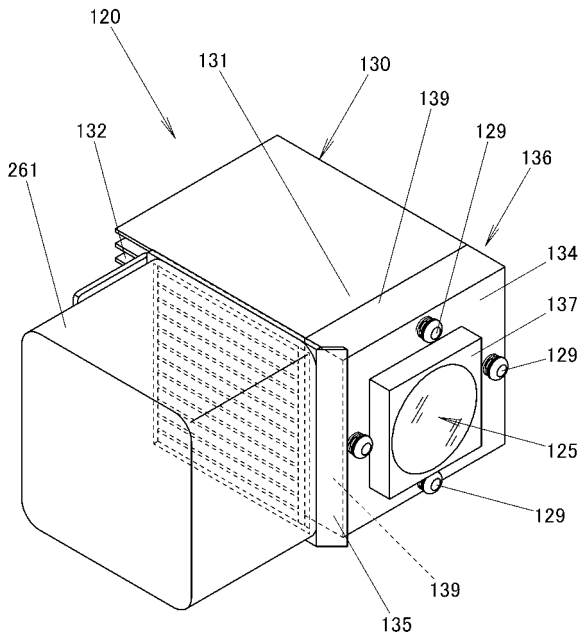
【図２】


235
45
M
43
冷却ファン
駆動制御回路
SOM
51
26
表示駆動部
31
画像圧縮／
伸長部
48
60
25
24
SB
47
光源制御回路
ビデオRAM
表示エンコーダ
32
音声処理部
メモリカード
41
23
36
35
画像変換部
Ir処理部
Ir受信部
21
22
38
37
入出力
コネクタ部
入出力
I/F
制御部
キー／
インジケータ部

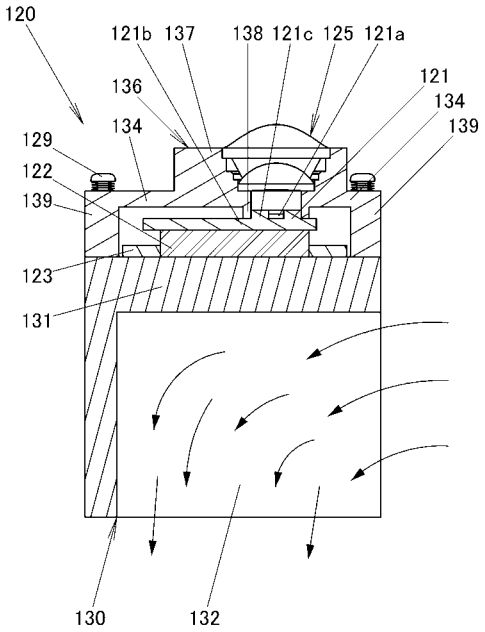
【図３】


10
18
51
195
165
183
185
178
235
168
220
175
173
15
17
225
160
140
301
300
111
310
261
100
110
101
120
261
18
12
190
161
170
181
261
70
261
81
13
18
261
305
148
78
141
73
71
75
125
121
14
17
60
241
130

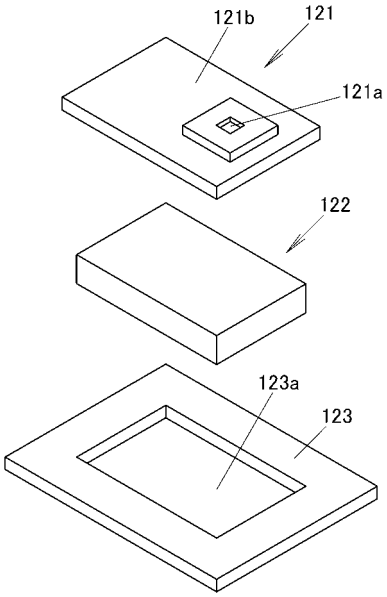
【図４】


120
131
130
139
132
129
136
261
134
137
129
125
129
139
135

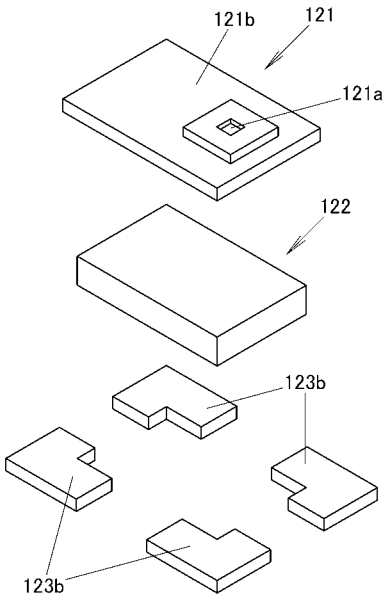
【図５】


120
121b
137
138
121c
125
121a
121
136
134
134
139
129
122
139
123
131
130
132

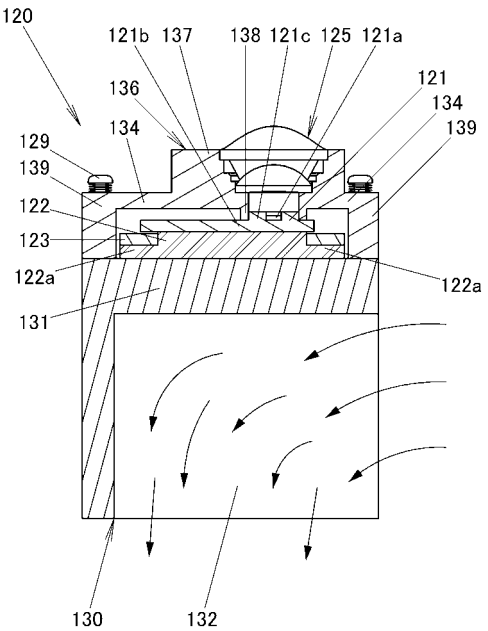
【図６】


121b
121
121a
122
123a
123

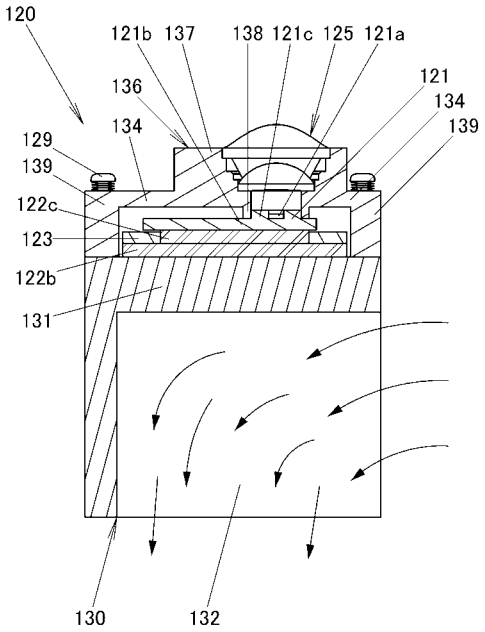
【図７】


121b
121
121a
122
123b
123b

【図８】


120
121b
137
138
121c
125
121a
121
136
134
134
139
129
139
122
123
122a
122a
131
130
132

【図９】


120
121b
137
138
121c
125
121a
121
136
134
134
139
129
139
122c
123
122b
131
130
132