

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6696427号  
(P6696427)

(45) 発行日 令和2年5月20日(2020.5.20)

(24) 登録日 令和2年4月27日(2020.4.27)

(51) Int.Cl.	F I
<b>G03B 21/14 (2006.01)</b>	G03B 21/14 A
<b>G03B 21/00 (2006.01)</b>	G03B 21/00 E
<b>F21V 29/502 (2015.01)</b>	F21V 29/502 100
<b>F21V 29/76 (2015.01)</b>	F21V 29/76
<b>F21V 9/00 (2018.01)</b>	F21V 9/00

請求項の数 18 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-552850 (P2016-552850)	(73) 特許権者 000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(86) (22) 出願日 平成27年7月16日(2015.7.16)	(74) 代理人 110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(86) 国際出願番号 PCT/JP2015/070377	(72) 発明者 小林 出志 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
(87) 国際公開番号 W02016/056285	(72) 発明者 石毛 正裕 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
(87) 国際公開日 平成28年4月14日(2016.4.14)	(72) 発明者 前田 佑樹 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
審査請求日 平成30年7月4日(2018.7.4)	
(31) 優先権主張番号 特願2014-208719 (P2014-208719)	
(32) 優先日 平成26年10月10日(2014.10.10)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光体ホイール及び光源装置並びに投射型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円盤状の基板と、  
前記基板上に形成された蛍光体層と、  
前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィンと、  
を備え、前記複数の放熱フィンの少なくとも一部は、前記蛍光体層が形成された前記基板の一方の面とは異なる他方の面側に、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに前記蛍光体層と重なるように設けられ、前記複数の放熱フィンの少なくとも一つが、前記基板の面に交差する方向に延在する立上部を有し、前記他方の面側に設けられた前記立上部の立ち上がり位置が、前記一方の面の前記蛍光体層の形成位置に対応する、蛍光体ホイール。

【請求項2】

前記複数の放熱フィンの中に形成された間隙が、前記基板の外周方向に開放される、請求項1に記載の蛍光体ホイール。

【請求項3】

前記複数の放熱フィンは、円盤状の前記基板と同心円状をなす、請求項1に記載の蛍光体ホイール。

【請求項4】

前記基板と前記放熱フィンとが熱伝導性接着剤又は熱伝導性粘着シートにより接合される、請求項1に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 5】

前記熱伝導性接着剤又は前記熱伝導性粘着シートからなる接合層が弾性を有する、請求項 4 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 6】

前記接合層の厚さが 0 . 1 ~ 0 . 5 mm の範囲内の値である、請求項 5 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 7】

前記複数の放熱フィンの中の 하나가前記基板と同心円状に形成された前記立上部を有し、他の放熱フィンが前記立上部から延びて形成される、請求項 1 に記載の蛍光体ホイール。

10

## 【請求項 8】

前記複数の放熱フィンと前記立上部とを含んで一体成形された放熱構造部が、前記蛍光体層が形成された前記基板の一方の面とは異なる他方の面側に設けられる、請求項 7 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 9】

前記蛍光体ホイールは、照射される光を反射する反射型の蛍光体ホイールであり、前記放熱構造部を構成する前記複数の放熱フィンの中の一つにより前記基板が構成される、請求項 8 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 10】

前記放熱構造部は前記基板とは別体の構成部品であり、前記放熱構造部が前記基板に接

20

## 【請求項 11】

前記基板の中心から前記蛍光体層の照射位置までの距離を R、前記基板と前記立上部との連結部分の直径を D としたときに、

$$D / 2 < R$$

の関係を充足する、請求項 8 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 12】

前記複数の放熱フィンが前記基板の両面に接合されている、請求項 1 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 13】

前記基板の一方の面に接合された放熱フィンの接合位置に対応させて、前記基板の他方の面に放熱フィンが接合されている、請求項 12 に記載の蛍光体ホイール。

30

## 【請求項 14】

前記基板の両面に接合された前記複数の放熱フィンが、前記基板の外周部から外側に張り出す外方張出部を有し、前記外方張出部の間に間隙が形成される、請求項 12 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 15】

前記放熱フィンが炭素繊維混合成形品からなる、請求項 1 に記載の蛍光体ホイール。

## 【請求項 16】

第 1 の波長を有する励起光を出射する固体光源と、

40

円盤状の基板、前記基板上に形成され前記励起光により励起されて前記第 1 の波長と異なる第 2 の波長を有する光を発光するとともに前記励起光の一部を透過する蛍光体層、及び、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン、を備える蛍光体ホイールと、

前記蛍光体ホイールを前記基板の面に平行な面内で回転駆動するモータと、

を備え、前記複数の放熱フィンの少なくとも一部は、前記蛍光体層が形成された前記基板の一方の面とは異なる他方の面側に、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに前記蛍光体層と重なるように設けられ、前記複数の放熱フィンの少なくとも一つが、前記基板の面に交差する方向に延在する立上部を有し、前記他方の面側に設けられた前記立上部の立ち上がり位置が、前記一方の面の前記蛍光体層の形成位置に対応する、光源装置。

50

## 【請求項 17】

前記蛍光体ホイールは、断熱部材を介して前記モータに固定される、請求項 16 に記載の光源装置。

## 【請求項 18】

光源装置と、

入射された光を変調し合成する光変調合成系と、

前記光源装置から出射された光を前記光変調合成系へ導く照明光学系と、

前記光変調合成系から出射された画像を投射する投射光学系と、からなり、

前記光源装置は、

第 1 の波長を有する励起光を出射する固体光源と、

円盤状の基板、前記基板上に形成され前記励起光により励起されて前記第 1 の波長と異なる第 2 の波長を有する光を発光するとともに前記励起光の一部を透過する蛍光体層、及び、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン、を備える蛍光体ホイールと、

前記蛍光体ホイールを前記基板の面に平行な面内で回転駆動するモータと、

を備え、前記複数の放熱フィンの少なくとも一部は、前記蛍光体層が形成された前記基板の一方の面とは異なる他方の面側に、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに前記蛍光体層と重なるように設けられ、前記複数の放熱フィンの少なくとも一つが、前記基板の面に交差する方向に延在する立上部を有し、前記他方の面側に設けられた前記立上部の立ち上がり位置が、前記一方の面の前記蛍光体層の形成位置に対応する、投射型表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、蛍光体ホイール及び光源装置並びに投射型表示装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

プロジェクタ等の投射型表示装置に用いられる光源として、明るさやコストパフォーマンスの観点から超高圧水銀ランプが主として用いられているが、長寿命性、高機能付加等の観点から、長寿命であり色域の広い固体光源が注目されている。固体光源は、半導体の p/n 接合による発光現象を用いた光源であり、LED やレーザ (LD) 等に代表される。近年では、特定の波長域の光を照射すると当該光とは異なる波長域の光を発光する蛍光体材料に対して固体光源により光を照射し、蛍光発光した光を利用する光源装置がプロジェクタ等に利用されている。

## 【0003】

かかる光源装置は、蛍光体層が表面に形成された蛍光体ホイールと、励起光を出射する固体光源とを備える。蛍光体の発光には輝度飽和や温度消光という現象が存在する。これは、励起光の出力を高くした場合、蛍光体での変換損失の一部が熱に変わって蛍光体が発熱し、蛍光発光の効率が下がってしまうというものである。蛍光変換効率が低い状態では、効率のよい明るい光源装置は実現できない。そのため、蛍光体ホイールに放熱板を取り付けて、放熱効率を向上させる技術が提案されている。

## 【0004】

例えば、特許文献 1 には、赤用、緑用、青用それぞれの蛍光体領域が形成され、励起光を受けて赤色光、緑色光、青色光を蛍光として射出するカラーホイールにおいて、励起光が入射する面と反対側の面に放熱部を形成する技術が開示されている。また、特許文献 2 には、基板の表面に塗布された蛍光体を透過する光の光路を避けるように、蛍光体よりも半径方向に内側及び外側の少なくとも一方に放熱板を貼り付けた蛍光体ホイールが開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2012-13897号公報

【特許文献2】特開2012-8177号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献1に記載の放熱部は、基板面に対して直交する方向に立ち上げられたフィンにより構成されており、カラーホイールの回転時に空気抵抗を受けて風損が大きくなりやすい。そのため、特許文献1に記載のカラーホイールは、カラーホイールを回転駆動するモータの消費電力が大きくなるおそれがある。また、特許文献1に記載のカラーホイールは、回転数を上げた場合に、フィンが受ける空気抵抗により騒音が大きくなるおそれがある。

10

## 【 0 0 0 7 】

また、特許文献2に記載の蛍光体ホイールは、基板の一方の面に、蛍光体に接するように放熱板を貼り付けるものであり、放熱板が受ける空気抵抗は小さくなるものの、放熱板の表面積は限定的なものである。

## 【 0 0 0 8 】

そこで、本開示では、蛍光体ホイールの空気抵抗や騒音を抑えつつ蛍光体ホイールからの放熱効率を向上させることが可能な、新規かつ改良された蛍光体ホイール及び光源装置並びに投射型表示装置を提案する。

20

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

本開示によれば、円盤状の基板と、前記基板上に形成された蛍光体層と、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィンと、を備える、蛍光体ホイールが提供される。

## 【 0 0 1 0 】

また、本開示によれば、第1の波長を有する励起光を出射する固体光源と、円盤状の基板、前記基板上に形成され前記励起光により励起されて前記第1の波長と異なる第2の波長を有する光を発光するとともに前記励起光の一部を透過する蛍光体層、及び、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン、を備える蛍光体ホイールと、前記蛍光体ホイールを前記基板の面に平行な面内で回転駆動するモータと、を備える、光源装置が提供される。

30

## 【 0 0 1 1 】

また、本開示によれば、光源装置と、入射された光を変調し合成する光変調合成系と、前記光源装置から出射された光を前記光変調合成系へ導く照明光学系と、前記光変調合成系から出射された画像を投射する投射光学系と、からなり、前記光源装置は、第1の波長を有する励起光を出射する固体光源と、円盤状の基板、前記基板上に形成され前記励起光により励起されて前記第1の波長と異なる第2の波長を有する光を発光するとともに前記励起光の一部を透過する蛍光体層、及び、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン、を備える蛍光体ホイールと、前記蛍光体ホイールを前記基板の面に平行な面内で回転駆動するモータと、を備える、投射型表示装置が提供される。

40

【発明の効果】

## 【 0 0 1 2 】

以上説明したように本開示によれば、蛍光体ホイールの空気抵抗や騒音を抑えつつ、蛍光体ホイールからの放熱効率を向上させることが可能な蛍光体ホイール及び光源装置並びに投射型表示装置を実現することができる。

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】本開示の第1の実施の形態にかかる投射型表示装置の構成例を示す説明図である。

【図2】同実施形態にかかる光源装置の構成例を示す説明図である。

【図3】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの斜視図である。

【図4】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの放熱構造体の斜視図である。

【図5】送風ダクトと蛍光体ホイールとの配置の例を示す説明図である。

【図6】同実施形態の変形例1の蛍光体ホイールの断面図である。

【図7】同実施形態の変形例2の蛍光体ホイールの断面図である。

10

【図8】同実施形態の変形例3の蛍光体ホイールの断面図である。

【図9】断熱部材を介してモータに取り付けた変形例4の蛍光体ホイールを示す断面図である。

【図10】本開示の第2の実施の形態にかかる光源装置の構成例を示す説明図である。

【図11】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの構成例を示す断面図である。

【図12】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの別の構成例を示す断面図である。

【図13】本開示の第3の実施の形態にかかる光源装置の構成例を示す説明図である。

【図14】同実施形態にかかる蛍光体ホイールを基板側から見た斜視図である。

【図15】同実施形態にかかる蛍光体ホイールを背面側から見た斜視図である。

【図16】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの別の構成例を示す断面図である。

20

【図17】断熱部材を介してモータに取り付けた同実施形態にかかる蛍光体ホイールを示す断面図である。

【図18】本開示の第4の実施の形態にかかる蛍光体ホイールの断面図である。

【図19】本開示の第5の実施の形態にかかる光源装置の構成例を示す説明図である。

【図20】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの斜視図である。

【図21】蛍光体ホイールの反りについて説明するための図である。

【図22】送風ダクトと蛍光体ホイールとの配置の例を示す説明図である。

【図23】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの別の構成例を示す断面図である。

【図24】同実施形態にかかる蛍光体ホイールのさらに別の構成例を示す断面図である。

【図25】断熱部材を介してモータに取り付けた同実施形態にかかる蛍光体ホイールを示す断面図である。

30

【図26】接合層の厚さと基板の反りとの関係を示す図である。

【図27】本開示の第7の実施の形態にかかる蛍光体ホイールの断面図である。

【図28】同実施形態にかかる蛍光体ホイールの部分断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0014】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

## 【0015】

40

説明は以下の順序で行うものとする。

1. 第1の実施の形態（基板に放熱構造部が接合された例）

1.1. 投射型表示装置の構成例

1.2. 光源装置の構成例

1.3. 蛍光体ホイールの構成例

1.4. 冷却風の供給経路の構成例

1.5. 変形例

2. 第2の実施の形態（放熱フィンが基板を兼ねる例）

3. 第3の実施の形態（放熱フィンを介してモータに取り付けられる例）

4. 第4の実施の形態（応力緩和領域を設けた例）

50

5. 第5の実施の形態（基板の両面に放熱フィンを有する例）

5.1. 光源装置の構成例

5.2. 蛍光体ホイールの構成例

6. 第6の実施の形態（放熱フィンを炭素繊維混合成形品により構成した例）

7. 第7の実施の形態（周縁部に透過型基板が接合された例）

【0016】

< 1. 第1の実施の形態 >

[ 1.1. 投射型表示装置の構成例 ]

まず、図1を参照して、本開示の第1の実施の形態にかかる光源装置10を備える投射型表示装置1の構成例について説明する。図1は、本実施形態にかかる光源装置10を備えた投射型表示装置1の概略構成を示す図である。

10

【0017】

本実施形態にかかる投射型表示装置1は、光源から出射された光を集め、画像を表示させるデバイスを通して投影レンズから光を出射し、スクリーンS等の表示面に画像を投影するプロジェクタである。図1に示す投射型表示装置1は、マイクロディスプレイとして3LCDを用いたプロジェクタの構成例である。

【0018】

光源装置10から出射された光は、表示画像の端部まで明るさを維持するように第1レンズアレイ2aおよび第2レンズアレイ2bからなるインテグレートレンズ2を通過した後、偏光変換素子3a、集光レンズ3bを通過し、波長域毎に分離される。集光レンズ3bを通過した光は、赤色の波長域の光のみを反射し、その他の波長域の光を通過させる第1反射ダイクロイックミラー4aに入射する。これにより、赤色の波長域の光は第1反射ダイクロイックミラー4aにより反射されて反射ミラー5a側へ進行する。赤色の波長域の光は、反射ミラー5aによりさらに反射されて赤色用液晶パネル6aに入射する。

20

【0019】

第1反射ダイクロイックミラー4aを通過したその他の波長域の光は第2反射ダイクロイックミラー4bへ入射する。第2反射ダイクロイックミラー4bは、緑色の波長域の光のみを反射し、その他の波長域の光、すなわち青色の波長域の光を通過させる。第2反射ダイクロイックミラー4bにより反射された緑色の波長域の光は緑色用液晶パネル6bに入射する。また、第2反射ダイクロイックミラー4bを通過した青色の波長域の光は、反射ミラー5b、5cにより反射された後、青色用液晶パネル6cへ入射する。

30

【0020】

各色用の液晶パネル6a~6cは、入力画像信号に応じてそれぞれに入射した光を変調し、RGBに対応する画像の信号光を生成する。液晶パネル6a~6cには、例えば高温ポリシリコンTFTを用いた透過型液晶素子を使用してもよい。各液晶パネル6a~6cにより変調された信号光は、ダイクロイックプリズム7に入射され、合成される。ダイクロイックプリズム7は、赤色の信号光および青色の信号光を反射し、緑色の信号光を透過させるように、4つの三角柱を組み合わせた直方体に形成されている。ダイクロイックプリズム7により合成された各色の信号光は投射レンズ8へ入射されて、スクリーンS等の表示面に画像として投影される。

40

【0021】

投射型表示装置1において、液晶パネル6a~6cおよびダイクロイックプリズム7は入射された光を変調して合成する光変調合成系として機能するものである。また、インテグレートレンズ2、偏光変換素子3a、集光レンズ3b、反射ダイクロイックミラー4a、4b、反射ミラー5a~5cは、光変調合成系を構成する液晶パネル6a~6cに光源装置10からの光を導く照明光学系として機能するものである。そして、および投射レンズ8は、ダイクロイックプリズム7から出射された画像を投射する投射光学系として機能するものである。

【0022】

[ 1.2. 光源装置の構成例 ]

50

次に、投射型表示装置 1 に備えられた光源装置 10 の構成例について説明する。図 2 は、本実施形態にかかる光源装置 10 の概略構成例を示す図である。かかる光源装置 10 は、青色波長域のレーザ光と、当該レーザ光によって励起される蛍光体材料から生じる赤色波長域から緑色波長域の光、すなわち黄色光と、を合成して白色光を出射する光源装置である。

#### 【0023】

光源装置 10 は、固体光源 32 と、ダイクロイックミラー 34 と、集光レンズ 38 と、蛍光体ホイール 100 と、モータ 40 とを備えている。固体光源 32 は、蛍光体材料に対する照射用（励起用）の励起光源であり、所定波長域（第 1 の波長）の光を射出する固定発光素子により構成される。固体光源 32 は、例えば、400 ~ 500 nm の波長域内に発光強度のピーク波長を有する青色レーザ光（励起光）BL を発振可能な青色レーザとすることができる。固体光源 32 は、蛍光体ホイール 100 からの出射光の光路の延長上に配置される。

10

#### 【0024】

また、青色レーザにより固体光源 32 を構成する場合、一つの青色レーザで所定出力の励起光 BL を得るようにしてもよいが、複数の青色レーザからの出射光を合波して所定出力の励起光 BL を得るようにしてもよい。図 2 の例は、三つの青色レーザからの出射光を合波する。

#### 【0025】

ダイクロイックミラー 34 は、固体光源 32 と集光レンズ 38 との間の光路上に、光路に対して約 45° に傾けて配置される。固体光源 32 から出射された励起光 BL は、ダイクロイックミラー 34 の第 1 の面 34a に入射する。ダイクロイックミラー 34 は、第 1 の面 34a から入射する励起光 BL を透過させ、集光レンズ 38 を介して蛍光体ホイール 100 に射出する。また、ダイクロイックミラー 34 は、当該ダイクロイックミラー 34 及び集光レンズ 38 を介して固体光源 32 と対向して配置された蛍光体層 130 による蛍光発光光及び励起光 BL の反射光を第 2 の面 34b で反射する。

20

#### 【0026】

例えば、固体光源 32 から出射する励起光 BL が直線偏光光とされ、蛍光体層 130 から射出される蛍光発光光及び反射光の偏光が回転させられるか又は乱されるようにする。これにより、ダイクロイックミラー 34 において励起光 BL を透過させつつ、蛍光発光光及び反射光を反射させることができる。なお、固体光源 32 から入射される励起光 BL と、蛍光体ホイール 100 からの蛍光発光光及び反射光とを分離する光学系の構成としては、ダイクロイックミラー 34 に限られず、任意の光学系を用いることができる。

30

#### 【0027】

集光レンズ 38 は、蛍光体ホイール 100 からの蛍光発光光及び反射光の光路上に配置されている。集光レンズ 38 は、ダイクロイックミラー 34 を透過した励起光 BL を所定のスポット径に集光し、当該集光した集光光を蛍光体ホイール 100 に射出する。また、集光レンズ 38 は、蛍光体ホイール 100 からの蛍光発光光及び反射光を平行光に変換し、その平行光をダイクロイックミラー 34 に射出する。なお、集光レンズ 38 は、例えば、一枚のコリメートレンズにより構成してもよく、複数のレンズを用いた構成としてもよい。

40

#### 【0028】

蛍光体ホイール 100 は、集光レンズ 38 を介して入射された励起光 BL の一部を吸収し、所定波長域（第 2 の波長）の光を発光するとともに、残りの励起光 BL を反射する。蛍光体ホイール 100 は、蛍光発光光及び反射した励起光を集光レンズ 38 に射出する。本実施形態では、光源装置 10 は、白色光 LW を出射し、蛍光体ホイール 100 は、励起光 BL により、緑色光及び赤色光を含む波長域（約 480 ~ 680 nm）の光を発光する。蛍光体ホイール 100 は、緑色光及び赤色光を含む二つの波長域の蛍光発光光と、蛍光体ホイール 100 で反射する励起光（青色光）とを合波して、白色光を集光レンズ 38 に射出する。なお、蛍光体ホイール 100 の構成については後で詳しく説明する。

50

## 【 0 0 2 9 】

モータ 40 は、蛍光体ホイール 100 を所定の回転数で回転駆動する。このとき、モータ 40 は、励起光 B L の照射方向に直交する面（基板面）内で蛍光体ホイール 100 が回転するように、基板面に直交する回転軸 A を中心に蛍光体ホイール 100 を回転駆動する。したがって、蛍光体ホイール 100 に形成された蛍光体層 130 における励起光 B L の照射位置が、励起光 B L の照射方向に直交する面内において回転数に対応した速度で時間的に変化する。

## 【 0 0 3 0 】

このように、蛍光体ホイール 100 をモータ 40 で回転駆動して蛍光体ホイール 100 における励起光 B L の照射位置を時間とともに変化させることにより、照射位置の温度上昇を抑制することができる。これにより、蛍光体層 130 の蛍光変換効率の低下を抑えることができる。また、蛍光体原子が励起光 B L を吸収して発光するまでに僅かながら時間がかかるため、その励起期間中に、次の励起光 B L が蛍光体原子に照射されても、その励起光 B L に対しては発光しない。しかしながら、蛍光体ホイール 100 における励起光 B L の照射位置を時間とともに変化させることにより、励起光 B L の照射位置には、励起されていない蛍光体原子が次々と配置されることになる。これにより、蛍光体層 130 をより効率よく発光させることができる。

## 【 0 0 3 1 】

## [ 1 . 3 . 蛍光体ホイールの構成例 ]

次に、本実施形態にかかる蛍光体ホイール 100 の構成例について説明する。図 2 には、蛍光体ホイール 100 を、回転軸 A を含む面で切断した断面図が示されている。また、図 3 は、蛍光体ホイール 100 を基板 120 側から見た斜視図であり、図 4 は、蛍光体ホイール 100 を構成する放熱構造部 150 を、基板 120 側とは反対側から見た斜視図である。蛍光体ホイール 100 は、円盤状の基板 120 と、基板 120 の一方（励起光 B L の入射側）の面 120 a 上に形成された蛍光体層 130 と、基板 120 及び蛍光体層 130 の間に設けられた図示しない光反射膜 110 と、複数の放熱フィン 154 a ~ 154 c を有する放熱構造部 150 とを備える。

## 【 0 0 3 2 】

## ( 1 . 3 . 1 . 基板 )

基板 120 は、例えば、アルミニウムやモリブデン等の金属や合金等の非透光性材料を用いて形成される。本実施形態にかかる蛍光体ホイール 100 は、蛍光発光光及び励起光 B L を反射する反射型のものであり、所定の強度を有する材料であれば非透光性材料又は透光性材料にかかわらず任意の材料で形成することができる。ただし、本実施形態にかかる蛍光体ホイール 100 は反射型のものであることから、光反射率を向上させるために金属材料からなる基板 120 であることが好ましい。特に、アルミニウムやモリブデン等の金属材料からなる基板 120 であれば、高い伝熱性を得ることもできる。

## 【 0 0 3 3 】

基板 120 は、中心部分でモータ 40 の出力軸 40 a に取り付けられ、固定ハブ 42 により出力軸 40 a に固定される。基板 120 の厚さ等の寸法は、例えば、必要とされる強度、重量、加工性等を考慮して、適宜設定される。本実施形態では、一例として、厚さが 0 . 5 mm、直径が 70 mm のモリブデン製の基板 120 が用いられている。ただし、放熱効率が高い蛍光体ホイール 100 であれば、基板 120 の直径が小さい場合であっても蛍光体層 130 の温度上昇を抑えることができるために、放熱効率等を考慮して基板 120 の直径を設定することができる。

## 【 0 0 3 4 】

## ( 1 . 3 . 2 . 光反射膜 )

光反射膜 110 は、基板 120 の一方の面 120 a 上で、少なくとも基板 120 と蛍光体層 130 との間に設けられる。光反射膜 110 は、入射される光の波長及び入射角にかかわらず、すべての光を反射する。したがって、光反射膜 110 は、蛍光体層 130 での励起による蛍光発光光を集光レンズ 38 側に反射するだけでなく、蛍光体層 130 を透過

10

20

30

40

50



した励起光（青色光）BLの一部も集光レンズ38側に反射する。本実施形態にかかる蛍光体ホイール100は、モリブデン製の基板120上に、例えばアルミニウム等の金属膜や光反射性の樹脂膜からなる光反射膜110が設けられている。

#### 【0035】

かかる光反射膜110は、基板120の一方の面120a上で、少なくとも蛍光体層130の配置位置に対応するように、中央に開口を有する円形状に形成することができる。この場合、光反射膜110は、基板120と同心円となるように基板120上に配置される。光反射膜110の径方向の幅は、少なくとも、集光レンズ38により集光される励起光（集光光）BLのスポットサイズよりも大きくなるように設定される。ただし、基板120をアルミニウム等の金属又は合金により構成する場合には、蛍光体層130を形成する面120aを鏡面仕上げすることにより、当該面120aに光反射膜としての機能を持たせてもよい。

10

#### 【0036】

##### （1.3.3. 蛍光体層）

蛍光体層130は、層状の蛍光体で形成され、励起光BLが入射された際に、励起光BLの一部を吸収して所定波長域（第2の波長）の光を発光する。また、蛍光体層130は、吸収されない残りの励起光BLのうち、一部の励起光BLを透過させ、かつ、残りの励起光BLを拡散（反射）する。蛍光体層130は、蛍光材料とバインダとを混合した蛍光剤を光反射膜110上に塗布することにより形成することができる。蛍光体層130は、水ガラス（ $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ）を用いて形成してもよい。蛍光体層130は基板120の全面に渡って塗布されていてもよく、また、励起光が照射される周縁部にのみ塗布されていてもよい。

20

#### 【0037】

本実施形態では、蛍光体層130は、例えば、YAG（Yttrium Aluminum Garnet）系の蛍光材料等により形成される。これにより、光反射膜110及び蛍光体層130で反射された励起光BLの一部と、蛍光体層130で発光した蛍光発光とを合波して白色光を生成することができる。YAGにより蛍光体層130を形成した場合、青色の励起光BLが入射されると、蛍光体層130は480～680nmの波長域の光を発光する。当該波長域の光は赤色光及び青色光を含み、これらの光が合波されて黄色光として発光される。

30

#### 【0038】

また、蛍光体層130における発光量、及び、励起光の透過量や反射量の割合は、例えば蛍光体層130の厚さや蛍光体密度等により調整することができる。すなわち、本実施形態では、光源装置10から出射される光が白色光となるように、蛍光体層130の厚さや蛍光体密度等が調整される。本実施形態では、蛍光体層130の厚さは0.5mmとなっている。

#### 【0039】

かかる蛍光体層130は、励起光BLにより励起されて発光する際に発熱するが、蛍光体層130の熱伝導率は比較的小さいため、主に基板120側に熱が伝達される。そのため、本実施形態にかかる蛍光体ホイール100は、蛍光体層130の熱を基板120及び接合層140を介して放熱構造部150に伝達して、放熱させる構成となっている。

40

#### 【0040】

##### （1.3.4. 接合層）

接合層140は、熱伝導性の接着剤又は熱伝導性の粘着シートからなり、蛍光体層130が形成された面120aとは反対側の面120bにおいて、基板120に対して放熱構造部150を接合する機能を有する。接合層140が熱伝導性を有することによって、基板120が有する熱を効率的に放熱構造部150に伝達することができる。本実施形態では、基板120がモリブデンからなり、放熱構造部150がアルミニウムからなり、両者の熱膨張率が異なるために、接合層140が弾性を有することが好ましい。

#### 【0041】

50

ただし、例えば、基板 120 及び放熱構造部 150 がともにアルミニウムにより形成され、基板 120 と放熱構造部 150 との熱膨張率が略一致する場合には、熱伝導性を有する接合層 140 であれば、使用可能な材料は限定されない。

【0042】

また、接合層 140 の厚さが薄いと放熱構造部 150 が基板 120 から剥がれやすくなる一方、接合層 140 の厚さが厚いと熱伝導性が低下するおそれがある。したがって、接合層 140 の厚さを 0.1 ~ 0.5 mm の範囲内の値とすることが好ましく、0.2 ~ 0.4 mm の範囲内の値とすることがより好ましい。本実施形態では、熱伝導性を有するシリコン系の接着剤が用いられ、接合層 140 の厚さが 0.3 mm となっている。

【0043】

(1.3.5. 放熱構造部)

放熱構造部 150 は、蛍光体層 130 が形成された基板 120 の面 120 a とは反対側の面 120 b に接合され、蛍光体ホイール 100 から放熱する機能を有する。本実施形態にかかる蛍光体ホイール 100 は反射型のものであり、放熱構造部 150 は、基板 120 の面 120 b の全体に対して接合されている。

【0044】

本実施形態にかかる蛍光体ホイール 100 の放熱構造部 150 は、基板 120 の面 120 a に直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン 154 a, 154 b, 154 c を有する。放熱構造部 150 は、三つの放熱フィン 154 a, 154 b, 154 c を有しているが、放熱フィンの数はこれに限られない。ただし、放熱構造部 150 の重量が大きくなると、モータ 40 の消費電力が大きくなることから、放熱効率と全体の重量とを考慮して放熱フィンの数が設定される。

【0045】

複数の放熱フィン 154 a ~ 154 c はいずれも円盤状の外形を有し、基板 120 と同心円状に設けられている。また、複数の放熱フィン 154 a ~ 154 c はいずれも互いに平行に、かつ、基板 120 に平行に設けられている。複数の放熱フィン 154 a ~ 154 c のうちの一つの放熱フィン 154 a は、基板 120 の面 120 b に対して直交する方向に延在する立上部 152 を有している。その他の放熱フィン 154 b, 154 c は、立上部 152 から延びて形成されている。複数の放熱フィン 154 a ~ 154 c の間に形成されるそれぞれの間隙は、蛍光体ホイール 100 の外周方向に開放されている。

【0046】

立上部 152 は円筒形状を有し、立上部 152 の内部にはモータ 40 が配置される。立上部 152 は、基板 120 の面 120 b に対して直交する方向に延在するものに限られない。面 120 b から離れるにしたがって、直径が拡大又は縮小するテーパ形状の立上部としてもよい。

【0047】

複数の放熱フィン 154 a ~ 154 c のうち、基板 120 に接着される放熱フィン 154 a の形状は基板 120 の形状に略一致し、放熱フィン 154 a は、基板 120 の面 120 b の全領域に対して接合層 140 により接合されている。かかる放熱フィン 154 a の半径方向の中央部から立上部 152 が立ち上げられている。また、他の放熱フィン 154 b, 154 c は、立上部 152 よりも径方向外側に配置され、内縁部で立上部 152 に連結されている。放熱フィン 154 b, 154 c の外縁も基板 120 の外縁に略一致している。

【0048】

本実施形態にかかる放熱構造部 150 は、軽量かつ低コストで成形可能な、熱伝導率の高いアルミニウムや銅を用いて成形することができる。本実施形態にかかる放熱構造部 150 は、複数の放熱フィン 154 a ~ 154 c 及び立上部 152 を切削加工により一体成形した加工品からなる。したがって、連結部分における伝熱効率の低下がなく、また、連結部分からの破損のおそれもない。ただし、アルミニウム板等の金属板を加工して得られた複数の放熱フィン及び立上部を接合して、放熱構造部 150 を形成してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

放熱構造部 1 5 0 の厚さは、成形性や強度等を考慮して設定される。本実施形態では、切削加工により放熱構造部 1 5 0 が成形されており、複数の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c 及び立上部 1 5 2 の厚さが 0 . 5 mm となっている。また、複数の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c の直径や、放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c 間の間隙の大きさについても、重量や放熱効率等を考慮して設定される。ただし、放熱構造部 1 5 0 は、少なくとも、基板 1 2 0 の面 1 2 0 a 上に形成された蛍光体層 1 3 0 の背面側に接合されるようにすることが好ましい。このようにすれば、蛍光体層 1 3 0 が有する熱を効率的に放熱構造部 1 5 0 に伝達して、放熱させることができる。

## 【 0 0 5 0 】

このように、複数の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c を有する放熱構造部 1 5 0 とすることにより、放熱構造部 1 5 0 の表面積を大きくすることができる。そして、かかる放熱構造部 1 5 0 を、熱伝導性の接合層 1 4 0 を介して基板 1 2 0 に接合することにより、基板 1 2 0 から効率的に放熱させることができる。したがって、蛍光体層 1 3 0 の温度上昇を防ぐことができる。その結果、蛍光体層 1 3 0 の蛍光変換効率を高く維持することができるとともに、蛍光発光光の波長（第 2 の波長）を安定させることができる。

## 【 0 0 5 1 】

また、基板 1 2 0 と放熱構造部 1 5 0 とが別体であることにより、既存の蛍光体ホイール基板に放熱構造部 1 5 0 を接合することで、放熱効率を向上させた蛍光体ホイール 1 0 0 を得ることができる。すなわち、円盤状の基板 1 2 0 に光反射膜 1 1 0 を形成し、さらに蛍光材料を塗布して蛍光体層 1 3 0 を形成する既存の行程を変更することなく、蛍光体ホイール 1 0 0 を得ることができる。

## 【 0 0 5 2 】

また、複数の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c が、基板 1 2 0 に平行に設けられているために、蛍光体ホイール 1 0 0 が回転する際に、放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c が空気抵抗を受けにくくなっている。したがって、蛍光体ホイール 1 0 0 の回転による騒音を抑えることができるとともに、モータ 4 0 の消費電力の増加を抑えることができる。ただし、放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c が空気抵抗を受けにくくする構成は、放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c を基板 1 2 0 に平行に配置する例に限られない。例えば、回転軸 A を含む任意の断面を見たときに、それぞれの放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c と基板 1 2 0 との成す角度が一定となるように放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c を設けることにより、放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c が受ける空気抵抗を小さくすることができる。

## 【 0 0 5 3 】

## [ 1 . 4 . 冷却風の供給経路の構成例 ]

本実施形態にかかる蛍光体ホイール 1 0 0 では、複数の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c の間に形成された間隙が、蛍光体ホイール 1 0 0 の外周方向に開放されている。したがって、放熱効率を向上させるために、冷却風が、複数の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c の間隙に導入されるようにしてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

図 5 は、蛍光体ホイール 1 0 0 が送風ダクト 8 0 内に配置された様子を示す。蛍光体ホイール 1 0 0 は、基板 1 2 0 の面 1 2 0 a が送風ダクト 8 0 の配設方向に沿うように送風ダクト 8 0 内に配置される。このとき、蛍光体層 1 3 0 に対する励起光 B L の照射位置は冷却風の流れの上流側（図 5 の下方側）に位置している。当該照射位置に対応して、送風ダクト 8 0 には開口部 8 0 a が設けられ、かかる開口部 8 0 a に対応して、図示しない集光レンズ等が配置される。

## 【 0 0 5 5 】

このように蛍光体ホイール 1 0 0 を送風ダクト 8 0 内に配置することにより、冷却ファン等により送風される冷却風を、励起光 B L の照射位置に対応する領域の複数の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c の間隙に供給することができる。これにより、蛍光体層 1 3 0 のうち、発熱しやすい照射位置に対応する領域の放熱フィン 1 5 4 a ~ 1 5 4 c に対して

10

20

30

40

50

冷却風が供給されるようになる。したがって、蛍光体層 130 が発する熱を効率的に放熱させて、蛍光体層 130 の温度上昇を抑えることができる。

【0056】

[1.5. 変形例]

次に、本実施形態にかかる蛍光体ホイール 100 の変形例について説明する。

【0057】

(1.5.1. 変形例 1)

図 6 は、本実施形態の変形例 1 を示している。図 6 は、変形例 1 にかかる蛍光体ホイール 100 A を、回転軸 A を含む面で切断した断面図を示している。かかる蛍光体ホイール 100 A は、基板 120 の面 120 b に接合された放熱構造部 150 の立上部 152 の立ち上がり位置が、蛍光体層 130 の形成位置に対応している。かかる蛍光体ホイール 100 A は、励起光 B L の照射位置が、以下の関係を充足する位置に設定されている。

$$D / 2 < R$$

R : 基板の中心 ( 回転軸 A ) から照射位置までの距離

D : 立上部の立ち上がり部分の直径

【0058】

また、励起光 B L の照射位置は、上記の  $D / 2 < R$  の条件を満たすとともに、さらに、以下の関係を充足する位置に設定されてもよい。

$$0.4 \leq S / S_A \leq 0.6$$

$S_A$  : 蛍光体ホイールの表面のうちの空気に接する全表面積

S : 蛍光体層が形成された基板及び基板に接合された放熱フィンのうち励起光の照射位置よりも外周側の領域 ( 図 6 の破線で囲まれた領域 ) の表面積

【0059】

励起光 B L の照射位置を上記のように定義される範囲内に配置することにより、蛍光体層 130 よりも外周側及び内周側それぞれから均等に蛍光体層 130 の熱が放熱構造部 150 に伝達され、効率的に放熱させることができる。また、かかる変形例 1 において、蛍光体層 130 が塗布された位置よりも外周側の基板 120 は省略されてもよい。すなわち、変形例 1 にかかる蛍光体ホイール 100 A の基板 120 A は、図 2 に示した蛍光体ホイール 100 の基板 120 と比べて、直径を小さくすることができる。これにより、蛍光体ホイール 100 A を軽量化することができ、モータ 40 の消費電力を抑えることができる。

【0060】

(1.5.2. 変形例 2)

図 7 は、本実施形態の変形例 2 を示している。図 7 は、モータ 40 に接続された蛍光体ホイール 100 を、回転軸 A を含む面で切断した断面図を示している。かかる変形例 2 では、蛍光体ホイール 100 が、断熱部材 50 を介してモータ 40 に接続されている。断熱部材 50 は、例えば、熱伝導率が  $10 \text{ W / m k}$  以下の部材とすることができる。また、断熱部材 50 自体の耐久性を考慮して、断熱部材 50 が耐熱性を有するものとしてもよい。かかる断熱部材 50 の構成材料としては、ポリカーボネート等を用いることができるが、これに限定されない。

【0061】

かかる断熱部材 50 を介して、蛍光体ホイール 100 をモータ 40 に接続することにより、蛍光体ホイール 100 からモータ 40 への伝熱を抑えることができる。したがって、蛍光体層 130 での発熱量が大きい場合であっても、モータ 40 の温度上昇を抑えて、モータ 40 の寿命が短くなることを防ぐことができる。

【0062】

(1.5.3. 変形例 3)

図 8 は、本実施形態の変形例 3 を示している。図 8 は、変形例 3 にかかる蛍光体ホイール 100 B を、回転軸 A を含む面で切断した断面図を示している。かかる変形例 3 にかかる蛍光体ホイール 100 B は、固定ネジ 195 により基板 120 と放熱構造体 150 との

固定を強固なものとされている。かかる蛍光体ホイール100Bは、モータ40に取り付けられた状態で、蛍光体層130が形成された基板120の面120aから、当該面120a上に突出する部材が存在する場合に、当該面120aからの高さ(突出量)が0.5mm以下とされている。

#### 【0063】

変形例3では、蛍光体層130の厚さは0.5mm以下とされ、モータ40の出力軸40aの突出量も0.5mmとなっている。また、固定ネジ195のネジ頭についても、光反射膜110が形成された基板120の面120aから突出することのないように、固定ネジ195が基板120内に入り込むようになっている。したがって、集光レンズ38等が蛍光体ホイール100に近接して配置される場合であっても、モータ40の一部や蛍光体ホイール100の一部が集光レンズ38に接触することがなくなり、光源装置10の損傷を防ぐことができる。

10

#### 【0064】

また、図9は、変形例3にかかる蛍光体ホイール100Bを、断熱部材52を介してモータ40に取り付けた様子を示している。この断熱部材52も、変形例2にかかる断熱部材50と同様に耐熱性を有するものとしてもよい。かかる断熱部材52を介して、蛍光体ホイール100Bをモータ40に接続することにより、蛍光体層130での発熱量が大きい場合であっても、モータ40の温度上昇を抑えて、モータ40の寿命が短くなることを防ぐことができる。

#### 【0065】

20

以上、本開示の第1の実施の形態にかかる蛍光体ホイール100、100A、100Bは、励起光BLが照射される蛍光体層130が形成された面120aとは反対側の面120bに放熱構造部150が接合されている。かかる放熱構造部150は、基板120の面120bに直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン154a~154cを有する。したがって、蛍光体ホイール100、100A、100Bの表面積が大きくなって、放熱効率を向上させることができる。したがって、蛍光体層130の蛍光変換効率が高くなるとともに、出射光の最高輝度も高められる。

#### 【0066】

また、かかる放熱フィン154a~154cは、蛍光体ホイール100、100A、100Bの回転時に空気抵抗を受けにくくなっている。したがって、蛍光体ホイール100、100A、100Bの回転による騒音を抑制できるとともに、モータ40の消費電力を抑えることができる。また、放熱効率の高い蛍光体ホイール100であれば、モータ40の回転数を抑えることができる点においても、モータ40の消費電力を抑えることが可能となる。そのため、モータ40の小型化も可能となる。

30

#### 【0067】

< 2. 第2の実施の形態 >

次に、本開示の第2の実施の形態にかかる蛍光体ホイールについて説明する。本実施形態にかかる蛍光体ホイールは、第1の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様に、反射型の蛍光体ホイールである。また、本実施形態にかかる蛍光体ホイールは、放熱フィンの一つが基板としての機能を有する点以外は、第1の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様に構成することができる。

40

#### 【0068】

図10は、本実施形態にかかる蛍光体ホイール200を示している。図10は、蛍光体ホイール200を、回転軸Aを含む面で切断した断面図を示している。かかる蛍光体ホイール200は、放熱構造体150の放熱フィン154aが、蛍光体層130が形成される基板としての機能を有する。蛍光体ホイール200は、放熱構造部150を構成する放熱フィン154a上に光反射膜110が形成され、さらに蛍光材料が塗布されて蛍光体層130が形成されている。

#### 【0069】

かかる放熱構造部150は、例えば熱伝導率の高いアルミニウムや銅等の金属又は合金

50

により形成され、少なくとも蛍光体層 130 が形成された領域の表面に光反射膜 110 が形成されている。放熱構造部 150 の放熱フィン 154 a の表面を鏡面仕上げすることにより光反射膜としての機能を持たせてもよい。蛍光体層 130 に照射された励起光 BL により発光された蛍光発光光及び一部の励起光 BL は、放熱構造部 150 上の光反射膜 110 で反射する。

【0070】

放熱構造部 150 の放熱フィン 154 a が基板として機能し、放熱フィン 154 a 上に光反射膜 110 及び蛍光体層 130 が形成されることにより、蛍光体層 130 において発生した熱量が、より効率的に放熱構造部 150 に伝達される。したがって、蛍光体層 130 の温度上昇を効果的に抑えることができる。また、放熱フィン 154 a が基板としての機能

10

【0071】

図 11 は、本実施形態にかかる蛍光体ホイールの別の構成例を示している。かかる蛍光体ホイール 200 A は、放熱フィン 154 a の表面に、放熱構造部 150 の構成材料と同じアルミニウムからなる台座部 210 が設けられ、かかる台座部 210 上に蛍光体層 130 が形成されている。かかる構成例では、台座部 210 と蛍光体層 130 との間に光反射膜 110 が形成される。このように、蛍光体層 130 の形成面が、放熱フィン 154 a の表面よりも突出することにより、放熱フィン 154 a の表面から他の部材が突出している場合であっても、蛍光体層 130 に集光レンズを近づけやすくなる。

20

【0072】

また、図 12 は、本実施形態にかかる蛍光体ホイールのさらに別の構成例を示している。かかる蛍光体ホイール 200 B は、第 1 の実施形態の変形例 1 と同様に、励起光 BL の照射位置が、以下の関係を充足する位置に設定されている。

$$D / 2 < R$$

R：放熱構造部の回転中心（回転軸 A）から照射位置までの距離

D：立上部の立ち上がり部分の直径

【0073】

また、第 1 の実施形態の変形例 1 と同様に、励起光 BL の照射位置が、さらに以下の関係を充足する位置に設定されてもよい。

$$0.4 \leq S / S_A \leq 0.6$$

$S_A$ ：蛍光体ホイールの表面のうちの空気に接する全表面積

S：蛍光体層が形成された放熱フィンのうち励起光の照射位置よりも外周側の領域（図 12 の破線で囲まれた領域）の表面積

30

【0074】

蛍光体ホイール 200 B において、励起光 BL の照射位置を上記のように定義される範囲内に配置することにより、蛍光体層 130 よりも外周側及び内周側それぞれから均等に蛍光体層 130 の熱が放熱構造部 150 に伝達され、効率的に放熱させることができる。

【0075】

以上、本開示の第 2 の実施の形態にかかる蛍光体ホイール 200、200 A は、第 1 の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様の効果を得ることができる。また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール 200、200 A は、放熱構造部 150 の一部の放熱フィン 154 a が基板を兼ねていることから、より軽量化され、より放熱効率が高い蛍光体ホイール 200、200 A とすることができる。

40

【0076】

< 3. 第 3 の実施の形態 >

次に、本開示の第 3 の実施の形態にかかる蛍光体ホイールについて説明する。本実施形態にかかる蛍光体ホイールは、第 1 及び第 2 の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様に、反射型の蛍光体ホイールである。本実施形態にかかる光源装置も、第 1 の実施の形態において例示した投射型表示装置に使用されるものとする。また、光源装置

50

の基本構成についても、第1の実施の形態において説明した光源装置と同様の構成とすることができる。したがって、ここでは、投射型表示装置及び光源装置の基本構成についての説明は省略し、本実施形態にかかる蛍光体ホイールの構成を中心に説明する。

【0077】

図13には、本実施形態にかかる蛍光体ホイール400を、回転軸Aを含む面で切断した断面図が示されている。図14は、蛍光体ホイール400を蛍光体層430が形成された面側から見た斜視図であり、図15は、当該蛍光体ホイール400を反対側から見た斜視図である。かかる蛍光体ホイール400は、主として比較的安価な金属材料により構成した反射型の蛍光体ホイール400である。蛍光体ホイール400は、円盤状の基板420と、基板420の一方(励起光BLの入射側)の面420a上に形成された蛍光体層430と、基板420と蛍光体層430との間に設けられた光反射膜410と、複数の放熱フィン450a, 450bとを備える。

10

【0078】

基板420は、中央が開口した円盤状に形成される。基板420は、透光性材料又は非透光性材料、いずれの材料で形成されていてもよいが、モリブデンからなる基板420であれば、強度が高く、加工性に優れた基板420とすることができる。本実施形態では、基板420はモータ40の出力軸40aに装着されない。そのため、基板420の半径方向の幅は、蛍光体層430が形成可能であり、かつ、放熱フィン450a, 450bが接合可能な大きさであればよい。したがって、比較的高価な材料を用いて基板420を形成する場合であっても、基板420に要するコストの増加を低減することができる。

20

【0079】

蛍光体層430は、基板420における励起光BLが入射する面420a側に形成される。また、光反射膜410は、少なくとも蛍光体層430と基板420との間に設けられる。蛍光体層430及び光反射膜410は、第1の実施の形態にかかる蛍光体層及び光反射膜と同様の構成とすることができる。

【0080】

接合層440は、熱伝導性接着剤又は熱伝導性粘着シートにより形成され、基板420に対して第1及び第2の放熱フィン450a, 450b(及び第3の放熱フィン450c)を接合する機能を有する。接合層440の構成材料や厚さ等については、第1の実施の形態にかかる蛍光体ホイール100の接合層140と同様の構成とすることができる。

30

【0081】

本実施形態では、励起光BLが入射する面420aとは反対側の基板420の面420bに、第1の放熱フィン450a及び第2の放熱フィン450bが接合されている。第1の放熱フィン450aは、中央が開口したリング形状を有し、基板420と同心円状に設けられている。また、第2の放熱フィン450bは、中央が開口するとともに半径方向の中央に立上部454を有するリング形状を有し、基板420と同心円状に設けられている。

【0082】

第1及び第2の放熱フィン450a, 450bは、熱伝導率の高いアルミニウムや銅等の板金を加工して成形されている。そのため、切削加工等による成形品とは異なり、比較的薄い放熱フィン450a, 450bとすることができる。したがって、蛍光体ホイール400の重量の増加が抑えられ、モータ40の消費電力の増加を低減することができる。板金加工により成形される第1及び第2の放熱フィン450a, 450bの厚さは、例えば0.3mmとすることができる。

40

【0083】

このうち、第1の放熱フィン450aは、基板420の外縁部に接合され、基板420の径方向外側に張り出す外方張出部452aを有する。また、第2の放熱フィン450bは、基板420の内縁部に接合され、基板420の径方向外側に張り出す外方張出部452bと、基板420の径方向内側に張り出す内方張出部453とを有する。第2の放熱フィン450bは、中央部に基板420の面420bから垂直方向に立ち上げられた立上部

50

454を有する。内方張出部453は、基板420との接合部分と同一平面上で基板420の径方向内側に張り出す一方、外方張出部452bは、基板420から離れた位置で基板420の径方向外側に張り出している。

【0084】

本実施形態にかかる蛍光体ホイール400は、第2の放熱フィン450bの内方張出部453においてモータ40の出力軸40aに取り付けられている。そのため、基板420の大きさ(面積)を小さくすることができ、比較的高価な材料で基板420を構成しやすくなる。また、第1及び第2の放熱フィン450a, 450bが板金加工により成形されている場合には、蛍光体ホイール400全体として軽量化され、モータ40の消費電力を低減することができる。

10

【0085】

第1の放熱フィン450a及び第2の放熱フィン450bは、基板420の面420bに垂直な方向に見たときに互いに重なっており、外方張出部452a, 452bの間には間隙が形成されている。これにより、空気に接触する蛍光体ホイール400の表面積が増え、放熱効率を向上させることができる。また、かかる間隙に冷却風を供給することにより、より効率的に蛍光体ホイール400を冷却することができる。

【0086】

また、基板420の接合部分において、第1の放熱フィン450aの接合部分と第2の放熱フィン450bの接合部分とは離間している。したがって、第1及び第2の放熱フィン450a, 450bと基板420との接合面積が比較的小さくされ、第1及び第2の放熱フィン450a, 450bと基板420との熱膨張率の差によって基板420に発生する応力が低減されるようになっている。

20

【0087】

第1及び第2の放熱フィン450a, 450bと基板420との熱膨張率の差によって生じる応力による基板420の反りを低減するために、蛍光体層430が形成された基板420の面420aに対してさらに放熱フィンを接合してもよい。図16は、蛍光体層430が形成された基板420の面420aに第3の放熱フィン450cが接合された蛍光体ホイール400Aを示している。かかる蛍光体ホイール400Aは、蛍光体層430の配置位置よりも径方向外側において、第1の放熱フィン450aの接合位置に対応させて第3の放熱フィン450cが接合されている。

30

【0088】

したがって、少なくとも第1の放熱フィン450aと基板420との熱膨張率の差によって生じる応力が、第3の放熱フィン450cと基板420との熱膨張率の差によって生じる応力により緩和される。その結果、基板420の反りを低減することができる。また、蛍光体層430が形成された面420aに第3の放熱フィン450cが接合されていれば、蛍光体ホイール400の取り扱い時に蛍光体層430に触れないようにすることができ、蛍光体層430の表面が傷つくことを防ぐことができる。

【0089】

また、第3の放熱フィン450cを設けた場合には、空気に接触する蛍光体ホイール400Aの表面積がさらに増え、冷却効率を向上させることができる。また、第1の放熱フィン450aと第3の放熱フィン450cとの間にも、蛍光体ホイール400の外周側に開放された間隙が形成されるため、当該間隙にも冷却風が供給されやすくなって、冷却率が向上する。

40

【0090】

さらに、かかる第3の放熱フィン450cを蛍光体層430に接するように設けることにより、蛍光体層430が有する熱をより効率的に第3の放熱フィン450cに伝達することができる。したがって、放熱効率をより向上させることができる。

【0091】

また、図17に示すように、本実施形態にかかる蛍光体ホイール400をモータ40に装着する場合においても、断熱部材52を介して取り付けようとしてもよい。これによ

50



り、蛍光体ホイール400の熱がモータ40に伝達されることを低減することができ、モータ40の寿命が低下することを防ぐことができる。

【0092】

以上、本開示の第3の実施の形態にかかる蛍光体ホイール400, 400Aは、第1及び第2の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様の効果を得ることができる。また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール400, 400Aは、基板420に対する第1の放熱フィン450aの接合部分と第2の放熱フィン450bの接合部分とは離間している。また、基板420と第1～第3の放熱フィン450a～450cとを接合する接合層440が、適切な弾性を有する構成となっている。したがって、蛍光体ホイール400, 400Aの温度上昇による基板420の反りを低減することができるだけでなく、第1～第3の放熱フィン450a～450cの剥がれを防ぐこともできる。

10

【0093】

さらに、本実施形態にかかる蛍光体ホイール400, 400Aは、第1～第3の放熱フィン450a～450cが軽量化されるとともに、基板420の大きさ(面積)が小さくされている。したがって、蛍光体ホイール400, 400Aの全体の重量が増大することを抑制し、モータ40の消費電力の増大を低減することができる。

【0094】

<4.第4の実施の形態>

次に、本開示の第4の実施の形態にかかる蛍光体ホイールについて説明する。本実施形態にかかる蛍光体ホイールは、第1～第3の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様に、反射型の蛍光体ホイールである。第3の実施の形態にかかる蛍光体ホイールが、基板の径方向内側に張り出す内方張出部においてモータに装着されているのに対して、第4の実施の形態にかかる蛍光体ホイールは、基板においてモータに装着されている。

20

【0095】

図18は、本実施形態にかかる蛍光体ホイール500を、回転軸Aを含む面で切断した断面図を示している。蛍光体ホイール500は、励起光BLが照射される面520aに蛍光体層530が形成され、その反対側の面520bに第1の放熱フィン550a及び第2の放熱フィン550bが接合されている。蛍光体ホイール500を構成する蛍光体層530、光反射膜510、及び接合層540は、第3の実施の形態にかかる蛍光体ホイール400の蛍光体層430、光反射膜410、及び接合層と同様の構成とすることができる。

30

【0096】

基板520は、中央部にモータ40の出力軸40aが挿入される開口を有する円盤状に形成されている点以外は、第3の実施の形態にかかる蛍光体ホイールの基板420と同様の構成とすることができる。

【0097】

第1の放熱フィン550aは、基板520の外縁部に接合され、基板520の径方向外側に張り出す外方張出部552aを有する。また、第2の放熱フィン550bは、基板520の半径方向中央に接合され、基板520の径方向外側に張り出す外方張出部552bを有する。第2の放熱フィン550bは、基板520の面520bから垂直方向に立ち上げられた立上部554を有する。外方張出部552bは、基板520から離れた位置で基板520の径方向外側に張り出している。第2の放熱フィン550bは、かかる形状以外の点については、第3の実施の形態にかかる蛍光体ホイールの第2の放熱フィン450bと同様の構成とすることができる。

40

【0098】

以上、本開示の第4の実施の形態にかかる蛍光体ホイール500は、第1の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様の効果を得ることができる。また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール500は、基板520に対する第1の放熱フィン550aの接合部分と第2の放熱フィン550bの接合部分とが離間している。また、基板520と第1及び第2の放熱フィン550a, 550bとを接合する接合層540が、適切な弾性を有する構成となっている。したがって、蛍光体ホイール500の温度上昇による基板520の反りを低

50

減することができるだけでなく、第1及び第2の放熱フィン550a, 550bの剥がれを防ぐこともできる。

【0099】

< 5. 第5の実施の形態 >

次に、本開示の第5の実施の形態にかかる光源装置及び蛍光体ホイールについて説明する。本実施形態にかかる光源装置は、第1の実施の形態において例示した投射型表示装置に使用されるものとしてすることができる。したがって、ここでは、投射型表示装置についての説明は省略する。また、第1の実施の形態にかかる光源装置及び蛍光体ホイールと同様の構成とすることができる点については適宜説明を省略する。

【0100】

[ 5.1. 光源装置の構成例 ]

まず、本実施形態にかかる光源装置60の構成例について説明する。図19は、本実施形態にかかる光源装置60の概略構成例を示す図である。かかる光源装置60は、青色波長域のレーザ光と、当該レーザ光によって励起される蛍光体材料から生じる赤色波長域から緑色波長域の光、すなわち黄色光と、を合成して白色光を出射する光源装置である。

【0101】

光源装置60は、固体光源62と、集光レンズ70と、レンズ72と、蛍光体ホイール300と、モータ40とを備えている。このうち、固体光源62、集光レンズ70、モータ40は、それぞれ第1の実施の形態にかかる光源装置10における固体光源32、集光レンズ38、モータ40と同様の構成とすることができる。ただし、光源装置60はダイクロミックミラーを備えておらず、固体光源62から出射された励起光BLは、直接集光レンズ70に入射する。

【0102】

蛍光体ホイール300は、集光レンズ70を介して入射された所定波長域(第1の波長)の励起光BLを吸収し、一部の励起光BLにより所定波長域(第2の波長)の光を発光するとともに、発光した蛍光発光光及びその他の励起光BLを透過する。本実施形態では、光源装置60は、白色光LWを出射し、蛍光体ホイール300は、蛍光発光光(黄色光)と励起光(青色光)とを合波して、白色光をレンズ72に射出する。なお、蛍光体ホイール300の構成については後で詳しく説明する。

【0103】

レンズ72は、蛍光体ホイール300を間にして、固体光源62とは反対側において、蛍光体ホイール300から射出される蛍光発光光及び励起光BLの光路上に配置されている。レンズ72は、蛍光体ホイール300から射出される拡散光を平行光に変換して射出する。なお、レンズ72は、例えば、一枚のコリメートレンズにより構成してもよく、複数のレンズを用いた構成としてもよい。

【0104】

[ 5.2. 蛍光体ホイールの構成例 ]

次に、本実施形態にかかる蛍光体ホイール300の構成例について説明する。図19には、蛍光体ホイール300を、回転軸Aを含む面で切断した断面図が示されている。図20は、蛍光体ホイール300を蛍光体層330が形成された面側から見た斜視図である。蛍光体ホイール300は、円盤状の透光性基板320と、透光性基板320の一方(蛍光発光光及び励起光BLの出射側)の面320b上に形成された蛍光体層330と、複数の放熱フィン350a, 350bとを備える。本実施形態にかかる蛍光体ホイール300は、光反射膜を有していない。

【0105】

( 5.2.1. 透光性基板 )

透光性基板320は、所定の強度を有する円盤状の基板であって、例えば、ガラス、サファイヤ等の透光性材料で形成される。本実施形態では、透光性基板320は、伝熱性に優れたサファイヤを用いて形成されている。蛍光体ホイール300は、励起光BLを透過させて白色光を出射する透過型のものであり、透光性基板320は励起光BLを透過させ

10

20

30

40

50

る。透光性基板 320 の厚さは、透光性や重量、強度等を考慮して設定される。かかる透光性基板 320 の面のうち、固体光源 62 から出射された励起光 BL が入射する面に、反射防止膜 310 を備える。これにより、透光性基板 320 を透過する光の透過率の低下が抑制される。

#### 【0106】

##### (5.2.2. 蛍光体層)

蛍光体層 330 は、励起光 BL の入射側とは反対側において透光性基板 320 上に形成されている。本実施形態においても、白色光を光源装置 60 から出射させるために、蛍光体層 330 は、バインダ中に YAG 系の蛍光材料を混合分散させた蛍光体を透光性基板 320 上に塗布することにより形成することができる。また、本実施形態では、蛍光体層 330 は、透光性基板 320 を介して入射する励起光 BL の一部を蛍光発光光とし、他の励起光 BL を青色光のまま透過させる。この蛍光発光光及び励起光 BL の合波光が白色光となるように、蛍光体層 330 の厚さや蛍光体濃度等が調整される。蛍光体層 330 と透光性基板 320 との間にはダイクロミックミラー層 335 が設けられている。かかるダイクロミックミラー層 335 は、照射される励起光 BL を透過させる一方、蛍光体層 330 により発光される蛍光発光光を反射する機能を有する。

10

#### 【0107】

##### (5.2.3. 放熱フィン)

放熱フィン 350a, 350b は、透光性基板 320 の両面 320a, 320b のそれぞれの外縁部に接合され、蛍光体ホイール 100 から放熱する機能を有する。本実施形態にかかかる蛍光体ホイール 300 は透過型のものであり、放熱フィン 350a, 350b は、蛍光体層 330 に重ならない位置において、接合層 340 により透光性基板 320 に接合されている。

20

#### 【0108】

放熱フィン 350a, 350b は、中央が開口したリング形状を有し、透光性基板 320 と同心円状に設けられている。放熱フィン 350a, 350b の外縁は、透光性基板 320 の外縁に略一致している。放熱フィン 350a, 350b は、熱伝導率の高いアルミニウムや銅等の板金を加工して成形されている。そのため、切削加工等による成形品とは異なり、比較的薄い放熱フィン 350a, 350b とすることができる。したがって、蛍光体ホイール 300 の重量の増加が抑えられ、モータ 40 の消費電力の増加を低減することができる。板金加工により成形される放熱フィン 350a, 350b の厚さは、例えば 0.3mm とすることができる。

30

#### 【0109】

本実施形態にかかかる放熱フィン 350a, 350b は、蛍光体層 330 の配置位置よりも径方向外側において、透光性基板 320 の両面 320a, 320b に対して、表裏の対応する位置に接合されている。すなわち、蛍光体層 330 が形成された透光性基板 320 の面 320b における放熱フィン 350b の接合位置に対応させて、裏側の面 320a に放熱フィン 350a が接合されている。したがって、透光性基板 320 と放熱フィン 350a, 350b との熱膨張率が異なる場合であっても、透光性基板 320 の表裏で、透光性基板 320 と放熱フィン 350a, 350b との熱膨張率の差によって発生する応力が相殺されるようになっている。

40

#### 【0110】

例えば、放熱フィン 350 の熱膨張率が透光性基板 320 の熱膨張率よりも大きいと、図 21 に示すように、透光性基板 320 には径方向内側への引張応力  $F_b$  が生じ、放熱フィン 350 には径方向外側への引張応力  $F_a$  が生じる。そのため、透光性基板 320 の一方の面のみ放熱フィン 350 が接合されている場合には、蛍光体ホイールに反りが発生する。

#### 【0111】

これに対して、透光性基板 320 の両面 320a, 320b の対応する位置にそれぞれ放熱フィン 350a, 350b が接合されている場合には、放熱フィン 350a と透光性

50

基板 3 2 0 との間で生じる応力と、放熱フィン 3 5 0 b と透光性基板 3 2 0 との間で生じる応力が相殺される。したがって、蛍光体ホイール 3 0 0 のいずれか一方の面側への反りの発生を低減することができる。好ましくは、透光性基板 3 2 0 の両面 3 2 0 a , 3 2 0 b に対する放熱フィン 3 5 0 a , 3 5 0 b の接合位置が一致しているとよい。

【 0 1 1 2 】

また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール 3 0 0 は、放熱フィン 3 5 0 a , 3 5 0 b が、透光性基板 3 2 0 の外周部から外側に張り出す外方張出部 3 5 2 a , 3 5 2 b を有する。放熱フィン 3 5 0 a , 3 5 0 b は、透光性基板 3 2 0 の面 3 2 0 a に垂直方向に見たときに互いに重なるように設けられ、外方張出部 3 5 2 a , 3 5 2 b の間には間隙が形成されている。これにより、空気に接触する蛍光体ホイール 3 0 0 の表面積が増え、放熱効率を向上させることができる。また、かかる外方張出部 3 5 2 a , 3 5 2 b の間の間隙に冷却風を供給することにより、より効率的に蛍光体ホイール 3 0 0 を冷却することができる。

10

【 0 1 1 3 】

また、蛍光体層 3 3 0 が形成された面 3 2 0 b に接合する放熱フィン 3 5 0 b を、蛍光体層 3 3 0 に接するように設けることにより、蛍光体層 3 3 0 が有する熱を効率的に放熱フィン 3 5 0 b に伝達することができる。したがって、放熱効率をより向上させることができる。

【 0 1 1 4 】

本実施形態にかかる蛍光体ホイール 3 0 0 も、外方張出部 3 5 2 a , 3 5 2 b の間の間隙が蛍光体ホイール 3 0 0 の外周方向に開放されている。したがって、放熱効率を向上させるためには、図 2 2 に示すように、冷却風が、励起光 B L の照射位置に対応する領域の外方張出部 3 5 2 a , 3 5 2 b の間の間隙に導入されるようにしてもよい。

20

【 0 1 1 5 】

放熱フィン 3 5 0 a , 3 5 0 b における、空気に接触する表面積を増やし、かつ、冷却風を供給可能な間隙の幅を大きくするには、放熱フィン 3 5 0 a , 3 5 0 b に立上部を設けてもよい。図 2 3 は、透光性基板 3 2 0 の面 3 2 0 a , 3 2 0 b に対して交差する方向に延在する立上部 3 6 4 a , 3 6 4 b を有する放熱フィン 3 6 0 a , 3 6 0 b を備えた蛍光体ホイール 3 0 0 A を示している。

【 0 1 1 6 】

かかる立上部 3 6 4 a , 3 6 4 b は、基板 3 2 0 の外縁部で、基板 3 2 0 から離れる方向に垂直に立ち上げられて形成されている。これにより、外方張出部 3 6 2 a , 3 6 2 b の間の間隙の幅が拡大されるとともに、放熱フィン 3 6 0 a , 3 6 0 b の表面積が増大している。したがって、蛍光体ホイール 3 0 0 A の放熱効率を向上させることができる。

30

【 0 1 1 7 】

また、蛍光体ホイール 3 0 0 の冷却効率をさらに向上させるためには、透光性基板 3 2 0 の面 3 2 0 a , 3 2 0 b の少なくとも一方の面に複数の放熱フィンを設けてもよい。図 2 4 は、透光性基板 3 2 0 の両面 3 2 0 a , 3 2 0 b それぞれに第 1 の放熱フィン 3 6 0 a , 3 6 0 b と併せて第 2 の放熱フィン 3 7 0 a , 3 7 0 b を設けた蛍光体ホイール 3 0 0 B を示している。かかる第 2 の放熱フィン 3 7 0 a , 3 7 0 b は、蛍光体層 3 3 0 が形成された領域よりも径方向内側の領域の両面 3 2 0 a , 3 2 0 b に接合され、透光性基板 3 2 0 の面 3 2 0 a , 3 2 0 b から垂直方向に立ち上げられている。

40

【 0 1 1 8 】

第 1 の放熱フィン 3 6 0 a , 3 6 0 b と併せて第 2 の放熱フィン 3 7 0 a , 3 7 0 b を設けることにより、空気に接触する蛍光体ホイール 3 0 0 B の表面積が大きくなって、放熱効率を向上させることができる。また、第 2 の放熱フィン 3 7 0 a , 3 7 0 b を、蛍光体層 3 3 0 の配置位置よりも径方向内側に設けることにより、蛍光体層 3 3 0 から径方向外側及び径方向内側を介して、効率的に放熱させることができる。

【 0 1 1 9 】

蛍光体ホイール 3 0 0 B は透過型のものであることから、第 1 の放熱フィン 3 6 0 a ,

50

360b及び第2の放熱フィン370a, 370bは、蛍光体ホイール300Bに入射及び出射する光を妨げないように設けられる。また、第1の放熱フィン360a, 360b及び第2の放熱フィン370a, 370bの大きさや高さ、形状等は、光源装置60内での蛍光体ホイール300Bの配置スペースや重量、冷却効率等を考慮して設定することができる。

【0120】

また、図25に示すように、本実施形態にかかる蛍光体ホイール300をモータ40に装着する場合においても、断熱部材52を介して取り付けられるようにしてもよい。これにより、蛍光体ホイール300の熱がモータ40に伝達されることを低減することができ、モータ40の寿命が低下することを防ぐことができる。

10

【0121】

(5.2.4. 接合層)

接合層340は、熱伝導性接着剤又は熱伝導性粘着シートにより形成され、透光性基板320に対して放熱フィン350a, 350b(360a, 360b, 370a, 370b)を接合する機能を有する。本実施形態では、透光性基板320がバルクガラスからなり、放熱フィン350a, 350bがアルミニウムからなるため、透光性基板320の熱膨張率と放熱フィン350a, 350bの熱膨張率とが異なっている。上記のとおり、放熱フィン350a, 350bの接合位置を一致させることによって、放熱フィン350a, 350bと透光性基板320との間でそれぞれ発生する応力が相殺されるようになっている。

20

【0122】

ただし、本実施形態では、接合層340に弾性を持たせ、当該弾性力によっても、放熱フィン350a, 350bと透光性基板320との間で生じる応力が低減されるようになっている。また、接合層340が弾性を有することによって、放熱フィン350a, 350bが透光性基板320から剥がれにくくなっている。本実施形態では、熱伝導性を有するシリコン系の接着剤を用いて接合層340が形成されている。

【0123】

表1は、シリコン系の接着剤からなる接合層の厚さを変えて透光性基板と放熱フィンとを接合し、蛍光体ホイールを同条件で加熱したときに透光性基板に与えられる最大剪断応力(MPa)を示したものである。表1に示すように、接合層340の厚さが薄いほど、最大剪断応力が大きくなることが分かる。すなわち、接合層340の厚さが厚いほど弾性力が大きくなることが分かる。

30

【0124】

【表1】

接合層厚さ(mm)	最大剪断応力(MPa)
0.07	0.45
0.1	0.4
0.2	0.16
0.3	0.06
0.5	0.027

40

【0125】

また、図26は、接合層の厚さと透光性基板の反りとの関係を示している。横軸に透光性基板の中心点を0とした半径方向の位置座標(mm)を示し、縦軸に透光性基板の中心点の高さ位置を0としたときの各位置における透光性基板の高さの変位量(mm)を示している。透光性基板は半径が35mm(直径70mm)の基板であり、図21に示したように透光性基板と放熱フィンとを接合して加熱した場合に発生する高さの変位量を求めた。図26に示すように、接合層の厚さが厚いほど、発生する反りの程度が小さくなることが分かる。

50

## 【0126】

したがって、透光性基板の反りを抑えつつ、透光性基板と放熱フィンとの剥がれを防ぐためには、接合層の厚さが厚いほどよいことが分かる。ただし、接合層の厚さが厚すぎると、熱伝導率が低下するおそれがある。また、接合層の厚さが厚すぎると、熱伝導性接着剤の使用量が増えてコストが増大するとともに、蛍光体ホイールの重量が増えてモータの消費電力が大きくなる。したがって、接合層の厚さは、例えば、0.1～0.5mmの範囲内の値とすることが好ましく、0.2～0.4mmの範囲内の値とすることがさらに好ましい。

## 【0127】

なお、透光性基板320の両面320a, 320bに接合される放熱フィン350a, 350b(360a, 360b, 370a, 370b)の接合位置を一致させつつ、接合層340に弾性を持たせるようにすれば、透光性基板320の反りや放熱フィン350a, 350bの剥がれを効果的に低減することができる。ただし、接合層340に適度の弾性を持たせることにより透光性基板320の反りの発生を抑えるようにすれば、透光性基板320の両面320a, 320bに接合される放熱フィン350a, 350bの接合位置は一致していなくてもよい。

10

## 【0128】

以上、本開示の第5の実施の形態にかかる蛍光体ホイール300, 300A, 300Bは、第1の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様の効果を得ることができる。また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール300, 300A, 300Bは、透光性基板320の両面320a, 320bに接合される放熱フィン350a, 350b(360a, 360b, 370a, 370b)が表裏で対応する位置に接合されている。したがって、蛍光体ホイール300, 300A, 300Bの温度上昇による透光性基板320の反りを低減することができる。

20

## 【0129】

また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール300, 300A, 300Bは、透光性基板320と放熱フィン350a, 350bとを接合する接合層340が、適切な弾性を有する構成となっている。したがって、蛍光体ホイール300, 300A, 300Bの温度上昇による透光性基板320の反りを低減することができるだけでなく、放熱フィン350a, 350bの剥がれを防ぐこともできる。

30

## 【0130】

<6. 第6の実施の形態>

次に、本開示の第6の実施の形態にかかる蛍光体ホイールについて説明する。本実施形態にかかる蛍光体ホイールは、第4及び第5の実施の形態にかかる蛍光体ホイールにおける放熱フィンを炭素繊維混合成形品により構成したものである。本実施形態にかかる蛍光体ホイールの基本的な構成は、第4及び第5の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様の構成とすることができる。

## 【0131】

本実施形態において、蛍光体層が形成される基板は、バルクガラス又はサファイアガラスにより形成されている。そして、基板に接合される放熱フィンは、炭素繊維混合成形品により構成されている。かかる基板と放熱フィンとの熱膨張率係数は近似する。したがって、蛍光体層において発熱して蛍光体ホイールの温度が上昇する場合であっても、基板に対して熱応力がかかりにくく、蛍光体ホイールの反りの発生を抑えることができる。また、炭素繊維混合成形品は重量も軽く、モータ40への負荷も軽減することができる。

40

## 【0132】

<7. 第7の実施の形態>

次に、本開示の第7の実施の形態にかかる蛍光体ホイールについて説明する。本実施形態にかかる蛍光体ホイールは、第5の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様に、透過型の蛍光体ホイールである。本実施形態にかかる光源装置も、第1の実施の形態において例示した投射型表示装置に使用されるものとしてすることができる。また、光源装置の基本構

50

成についても、第5の実施の形態において説明した光源装置と同様の構成とすることができる。したがって、ここでは、投射型表示装置及び光源装置の基本構成についての説明は省略し、本実施形態にかかる蛍光体ホイールの構成を中心に説明する。

#### 【0133】

透過型の蛍光体ホイールにおいては、蛍光体層が形成される基板は透光性でなければならず、一般に、ガラスやサファイヤ等により形成された所定の強度を有する透光性基板が使用されている。かかる透光性基板は、金属材料に比べて熱伝導率が低く、蛍光体層の温度が高温になりやすい。その結果、蛍光体層での蛍光変換効率が低下したり、光源の出力安定性の信頼性が低下したりするおそれがある。本実施形態にかかる蛍光体ホイールは、透過型の蛍光体ホイールであっても放熱効率を向上させることができるものである。

10

#### 【0134】

図27は、本実施形態にかかる蛍光体ホイール600の構成を示す説明図であって、蛍光体ホイール600を、回転軸Aを含む面で切断した断面図、及び蛍光体ホイール600を励起光BLの入射側から見た正面図を示している。また、図28は、蛍光体ホイール600のうち、第1の放熱フィン650aの外縁部に接合された透光性基板620を拡大して示す断面図である。かかる蛍光体ホイール600は、主として金属材料により構成された透過型の蛍光体ホイールである。蛍光体ホイール600は、透光性基板620、蛍光体層630、第1の放熱フィン650a、第2の放熱フィン650b、第1の接合層640a、及び第2の接合層640bを備える。

#### 【0135】

透光性基板620は、所定の強度を有する円盤状の基板であって、例えば、バルクガラスや水ガラス、サファイヤ等により形成される。透光性基板620は中央に開口を有し、第1の放熱フィン650aにおける励起光BLの入射側の面の外縁部に、第1の接合層640aにより接合される。中央の開口の大きさは適宜の大きさに設定されるが、サファイヤ等の比較的高価な材料で透光性基板620を形成する場合にコストの上昇を抑えるとともに、蛍光体ホイール600を軽量化するために、開口を大きくしてもよい。

20

#### 【0136】

透光性基板620における励起光BLが照射される面620aとは反対側の面620bのうち、第1の放熱フィン650aと重ならない領域には蛍光体層630が形成される。すなわち、透光性基板620の面620bのうち、第1の放熱フィン650aの外周部から径方向外側に張り出す領域には蛍光体層630が形成されている。蛍光体層630は、第5の実施の形態にかかる蛍光体ホイールの蛍光体層430と同様の構成とすることができる。

30

#### 【0137】

透光性基板620における励起光BLの入射側の面620aにはダイクロイックミラー層680が形成されている。ダイクロイックミラー層680は、照射される励起光BLを透光性基板620側に透過させる一方、蛍光体層630により発光される蛍光発光光を反射する機能を有する。したがって、蛍光発光光が励起光BLの入射側に戻らないようになっている。このとき、ダイクロイックミラー層680は、蛍光発光光をランバート反射するよう構成してもよい。

40

#### 【0138】

第1及び第2の放熱フィン650a、650bは、熱伝導率の高いアルミニウムや銅等の金属材料により形成されている。特に、金属板を板金加工して第1及び第2の放熱フィン650a、650bを形成することにより、厚さを比較的薄くすることができ、蛍光体ホイール600を軽量化することができる。

#### 【0139】

本実施形態にかかる蛍光体ホイール600は、第1の放熱フィン650aにおいてモータ40に装着される。第1の放熱フィン650aは、中央にモータ40の出力軸40aが挿入される開口を有する円盤状に形成される。第1の放熱フィン650aにおける励起光BLの入射側の面の外縁部には第1の接合層640aを介して透光性基板620が接合さ

50

れている。また、第1の放熱フィン650aにおける励起光BLの入射側の面とは反対側の面には第2の接合層640bを介して第2の放熱フィン650bが接合されている。

【0140】

第2の放熱フィン650bは、第1の放熱フィン650aと同心円状に形成される。かかる第2の放熱フィン650bは、内縁部において第1の放熱フィン650aに接合され、中央部において第1の放熱フィン650aの表面に対して直交する方向に立ち上げられている。これにより、第2の放熱フィン650bの外縁部は第1の放熱フィン650aから離間している。

【0141】

第1の放熱フィン650a及び第2の放熱フィン650bは、透光性基板620の面620aに直交する方向に見たときに互いに重なり合う。また、第1の放熱フィン650aと第2の放熱フィン650bとの間には、蛍光体ホイール600の外周方向に開放された間隙が形成される。したがって、蛍光体ホイール600における空気に接触する表面積が大きくなり、放熱効率が向上する。また、励起光BLの照射位置に対応する領域において、第1の放熱フィン650a及び第2の放熱フィン650bの間隙に冷却風が供給されるように構成することにより、蛍光体層630の温度上昇を効果的に抑えることができる。

10

【0142】

第2の放熱フィン650bの直径は、励起光BLの照射を妨げないように設定される。例えば、第2の放熱フィン650bの直径は第1の放熱フィン650aの直径以下とすることができ、蛍光体ホイール600の重量や放熱効率等を考慮して設定される。その他、第1及び第2の放熱フィン650a、650bの構成材料や厚さ等については、第5の実施の形態にかかる蛍光体ホイールの放熱フィンの構成材料や厚さ等と同様の構成とすることができる。

20

【0143】

例えば、第1及び第2の放熱フィン650a、650bは、厚さが0.3mmのアルミニウムを板金加工して成形することができる。アルミニウムからなる第1及び第2の放熱フィン650a、650bであれば、バルクガラスやサファイヤ等からなる透光性基板620に比べて放熱性が高いことから、蛍光体ホイール600の放熱効率を向上させることができる。また、アルミニウムからなる第1及び第2の放熱フィン650a、650bであれば、コストの低減も可能になる。

30

【0144】

第1及び第2の接合層640a、640bは、熱伝導性接着剤又は熱伝導性粘着シートを用いて形成される。第1及び第2の接合層640a、640bは、第5の実施の形態にかかる蛍光体ホイールの接合層と同様の構成とすることができる。

【0145】

また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール600においても、図7や図17に例示したように、断熱部材を介してモータ40の出力軸40aに装着してもよい。これにより、蛍光体ホイール600の熱がモータ40に伝達されて、モータ40の寿命が低下することを防ぐことができる。

40

【0146】

以上、本開示の第7の実施の形態にかかる蛍光体ホイール600は、第1の実施の形態にかかる蛍光体ホイールと同様の効果を得ることができる。また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール600は、蛍光体層630が形成された透光性基板620が、第1の放熱フィン650aの外縁部に接合されている。第1の放熱フィン650aにはさらに第2の放熱フィン650bが接合され、蛍光体ホイール600における空気に接触する表面積が拡大されている。したがって、比較的熱伝導率が低い透光性基板620を使用した透過型の蛍光体ホイール600であっても、放熱効率を向上させることができる。

【0147】

また、本実施形態にかかる蛍光体ホイール600は、比較的安価な金属材料からなる第

50



1 及び第 2 の放熱フィン 650 a , 650 b を主体として構成されており、透光性基板 620 の大きさ（面積）が小さくなっている。したがって、比較的高価な透光性材料からなる透光性基板 620 であっても、コストの増加を抑えることができる。

【0148】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施の形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0149】

また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示にかかる技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。さらに、上記の各実施の形態や変形例において説明した例は、適宜組み合わせることで構成することが可能である。

【0150】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1) 円盤状の基板と、前記基板上に形成された蛍光体層と、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィンと、を備える、蛍光体ホイール。

(2) 前記複数の放熱フィンの中に形成された間隙が、前記基板の外周方向に開放される、前記(1)に記載の蛍光体ホイール。

(3) 前記複数の放熱フィンは、円盤状の前記基板と同心円状をなす、前記(1)又は(2)に記載の蛍光体ホイール。

(4) 前記基板と前記放熱フィンとが熱伝導性接着剤又は熱伝導性粘着シートにより接合される、前記(1)～(3)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(5) 前記熱伝導性接着剤又は前記熱伝導性粘着シートからなる接合層が弾性を有する、前記(4)に記載の蛍光体ホイール。

(6) 前記接合層の厚さが0.1～0.5mmの範囲内の値である、前記(5)に記載の蛍光体ホイール。

(7) 前記複数の放熱フィンの少なくとも一つが、前記基板の面に交差する方向に延在する立上部を有する、前記(1)～(6)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(8) 前記複数の放熱フィンのうちの一つが前記基板と同心円状に形成された前記立上部を有し、他の放熱フィンが前記立上部から延びて形成される、前記(7)に記載の蛍光体ホイール。

(9) 前記複数の放熱フィンと前記立上部とを含んで一体成形された放熱構造部が、前記蛍光体層が形成された前記基板の一方の面とは異なる他方の面側に設けられる、前記(8)に記載の蛍光体ホイール。

(10) 前記蛍光体ホイールは、照射される光を反射する反射型の蛍光体ホイールであり、前記放熱構造部を構成する前記複数の放熱フィンのうちの一つにより前記基板が構成される、前記(9)に記載の蛍光体ホイール。

(11) 前記放熱構造部は前記基板とは別体の構成部品であり、前記放熱構造部が前記基板に接合される、前記(9)に記載の蛍光体ホイール。

(12) 前記他方の面側に設けられた前記放熱構造部の前記立上部の立ち上がり位置が、前記一方の面の前記蛍光体層の形成位置に対応する、前記(9)又は(10)に記載の蛍光体ホイール。

(13) 前記基板の中心から前記蛍光体層の照射位置までの距離をR、前記基板と前記立上部との連結部分の直径をDとしたときに、

$$D/2 < R$$

の関係が充足する、前記(9)～(12)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(14) 前記放熱構造部及び前記基板全体の表面積を $S_A$ 、前記蛍光体層が形成された前

10

20

30

40

50

記基板及び前記基板に接合された放熱フィンにおける前記照射位置よりも外周側に位置する部分の表面積を $S$ としたときに、 $0.4 \leq S / S_A \leq 0.6$ を充足する、前記(13)に記載の蛍光体ホイール。

(15) 前記蛍光体層が形成された面が前記基板の面より突出している、前記(1)~(14)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(16) 前記複数の放熱フィンが前記基板の両面に接合されている、前記(1)~(8)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(17) 前記基板の一方の面に接合された放熱フィンの接合位置に対応させて、前記基板の他方の面に放熱フィンが接合されている、前記(16)に記載の蛍光体ホイール。

(18) 前記基板の両面に接合された前記複数の放熱フィンが、前記基板の外周部から外側に張り出す外方張出部を有し、前記外方張出部の間に間隙が形成される、前記(16)又は(17)に記載の蛍光体ホイール。

(19) 前記蛍光体ホイールは、照射される光を透過する透過型の蛍光体ホイールであり、前記基板は透光性材料により構成され、前記基板の一方の面及び他方の面のうちの少なくとも一方に、前記蛍光体層が形成された位置よりも径方向外側で前記基板に接合された放熱フィンと、前記蛍光体層が形成された位置よりも径方向内側で前記基板に接合された放熱フィンと、を備え、前記基板の面に交差する方向に見たときに前記放熱フィンは前記蛍光体層の光照射位置に重ならない位置に配置される、前記(16)~(18)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(20) 前記放熱フィンが炭素繊維混合成形品からなる、前記(1)~(19)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(21) 前記蛍光体ホイールは、照射される光を反射する反射型の蛍光体ホイールであり、前記複数の放熱フィンは、前記基板の内縁部に接合され前記基板の径方向内側に張り出す内方張出部を有する第1の放熱フィンと、前記基板の外縁部に接合され前記基板の径方向外側に張り出す外方張出部を有する第2の放熱フィンと、を含み、前記第1の放熱フィンの接合領域と、前記第2の放熱フィンの接合領域と、の間に応力緩和領域を有する、前記(1)~(8)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(22) 前記蛍光体ホイールは、照射される光を透過する透過型の蛍光体ホイールであり、前記基板は、透光性材料により構成され、前記複数の放熱フィンの少なくとも一つの外縁部に接合されるとともに、前記放熱フィンの径方向外側に張り出している、前記(1)~(8)のいずれか1項に記載の蛍光体ホイール。

(23) 第1の波長を有する励起光を出射する固体光源と、円盤状の基板、前記基板上に形成され前記励起光により励起されて前記第1の波長と異なる第2の波長を有する光を発光するとともに前記励起光の一部を透過する蛍光体層、及び、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン、を備える蛍光体ホイールと、前記蛍光体ホイールを前記基板の面に平行な面内で回転駆動するモータと、を備える、光源装置。

(24) 前記蛍光体ホイールは、断熱部材を介して前記モータに固定される、前記(23)に記載の光源装置。

(25) 光源装置と、入射された光を変調し合成する光変調合成系と、前記光源装置から出射された光を前記光変調合成系へ導く照明光学系と、前記光変調合成系から出射された画像を投射する投射光学系と、からなり、前記光源装置は、第1の波長を有する励起光を出射する固体光源と、円盤状の基板、前記基板上に形成され前記励起光により励起されて前記第1の波長と異なる第2の波長を有する光を発光するとともに前記励起光の一部を透過する蛍光体層、及び、前記基板の面に対して直交する方向に見たときに互いに重なる複数の放熱フィン、を備える蛍光体ホイールと、前記蛍光体ホイールを前記基板の面に平行な面内で回転駆動するモータと、を備える、投射型表示装置。

(26) 内部に前記蛍光体ホイールが配置され、前記励起光を前記蛍光体ホイールに照射可能に開口した開口部を有し、前記蛍光体ホイールの外周方向外側から冷却風を供給可能な送風ダクトを備える、前記(25)に記載の投射型表示装置。

10

20

30

40

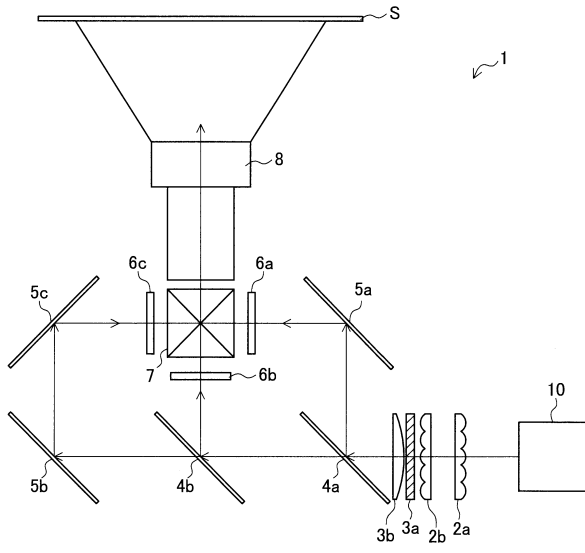
50

## 【符号の説明】

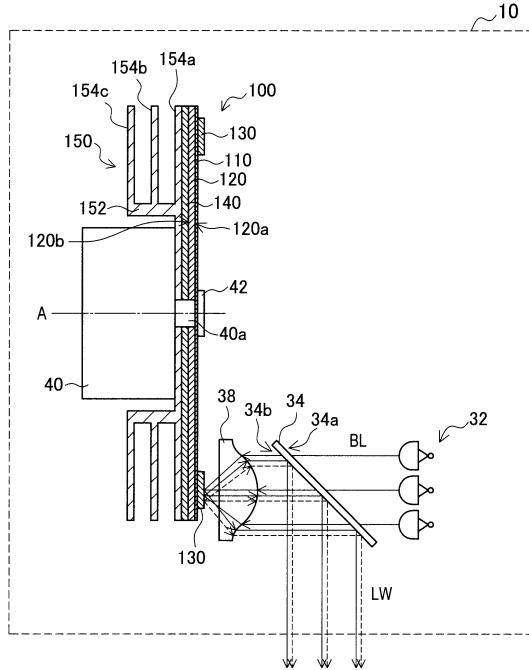
## 【0151】

1	投射型表示装置（プロジェクタ）	
10, 60	光源装置	
32, 62	固体光源	
34	ダイクロイックミラー	
34a	第1の面	
34b	第2の面	
38, 70	集光レンズ	
40	モータ	10
40a	出力軸	
50, 52	断熱部材	
80	送風ダクト	
100, 100A, 100B, 200, 200A, 200B, 300, 300A, 300B, 400, 400A, 500, 600	蛍光体ホイール	
110, 410, 510	光反射膜	
120, 420, 520	基板	
120a, 120b, 320a, 320b, 420a, 420b, 520a, 520b, 620a, 620b	基板面	
130, 330, 430, 530, 630	蛍光体層	20
140, 340, 440, 540	接合層	
150	放熱構造部	
152, 354a, 354b, 454, 554	立上部	
154a, 154b, 154c, 350, 350a, 350b	放熱フィン	
210	台座部	
310	反射防止膜	
320, 620	透光性基板	
335, 680	ダイクロイックミラー層	
352a, 352b, 452a, 452b, 552a, 552b	外方張出部	
450a, 550a, 650a	第1の放熱フィン	30
370a, 370b, 450b, 550b, 650b	第2の放熱フィン	
450c	第3の放熱フィン	
453	内方張出部	
640a	第1の接合層	
640b	第2の接合層	
A	回転軸	
BL	励起光	
WL	白色光	

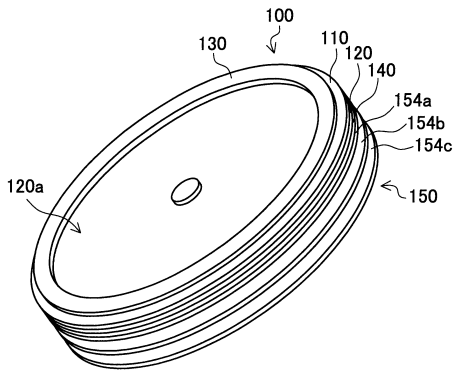
【 図 1 】



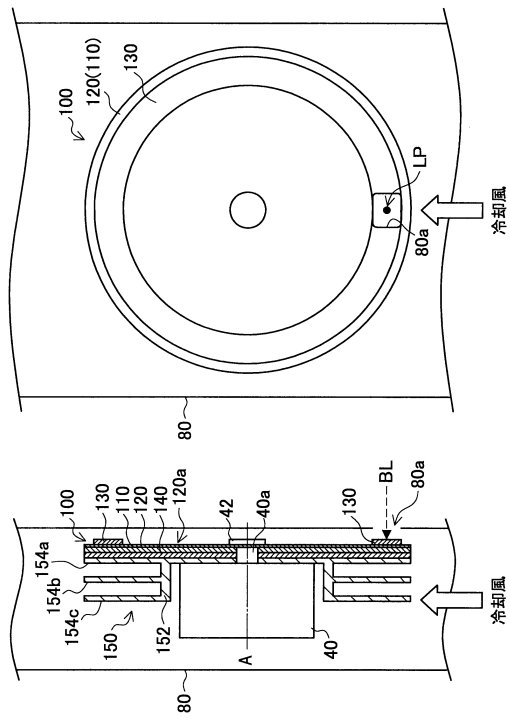
【 図 2 】



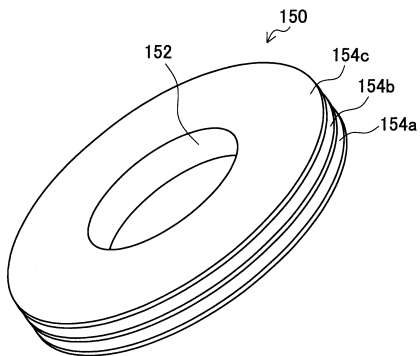
【 図 3 】



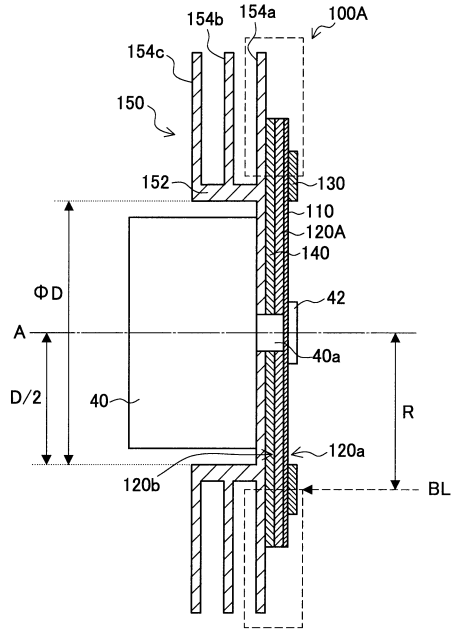
【 図 5 】



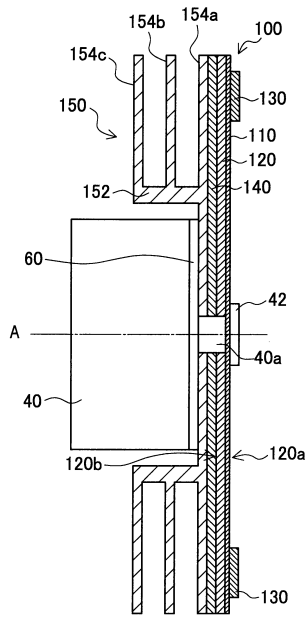
【 図 4 】



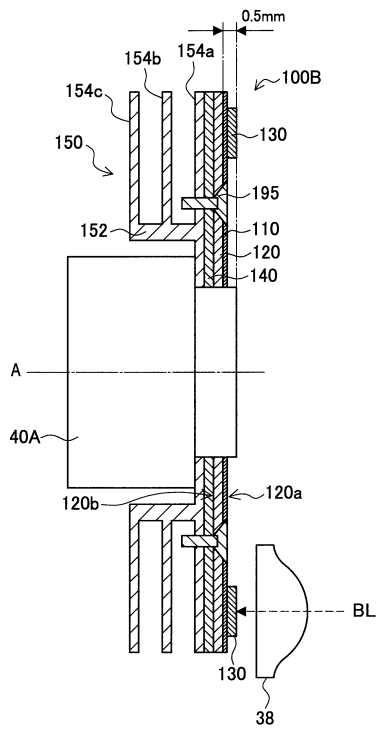
【 図 6 】



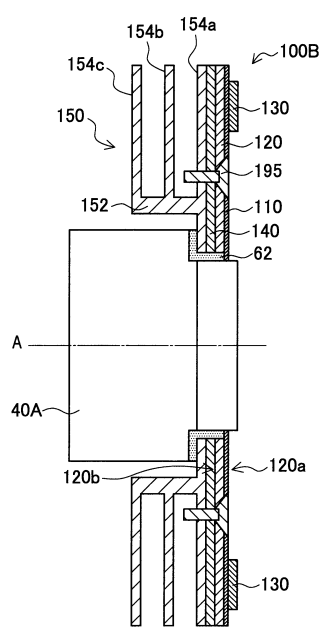
【 図 7 】



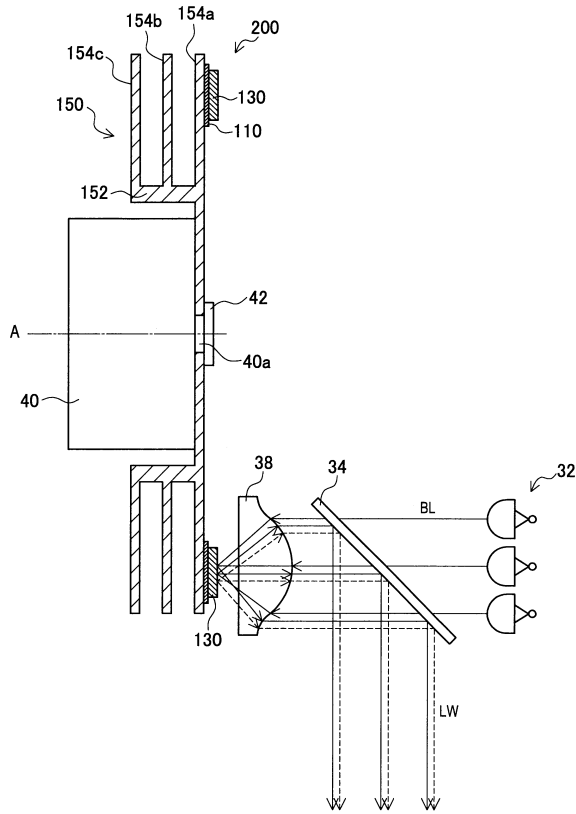
【 図 8 】



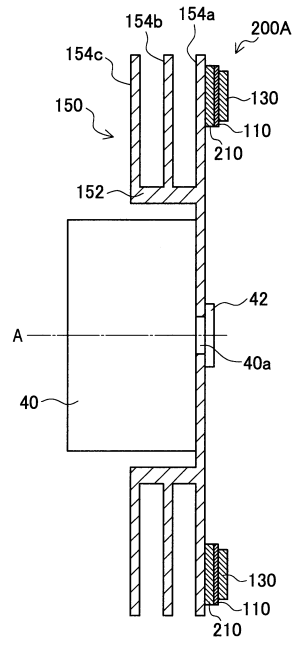
【 図 9 】



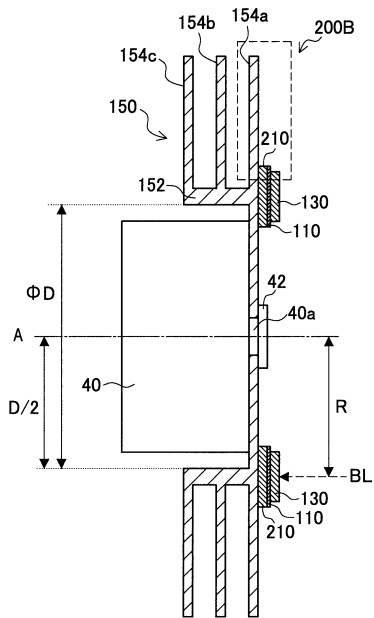
【図10】



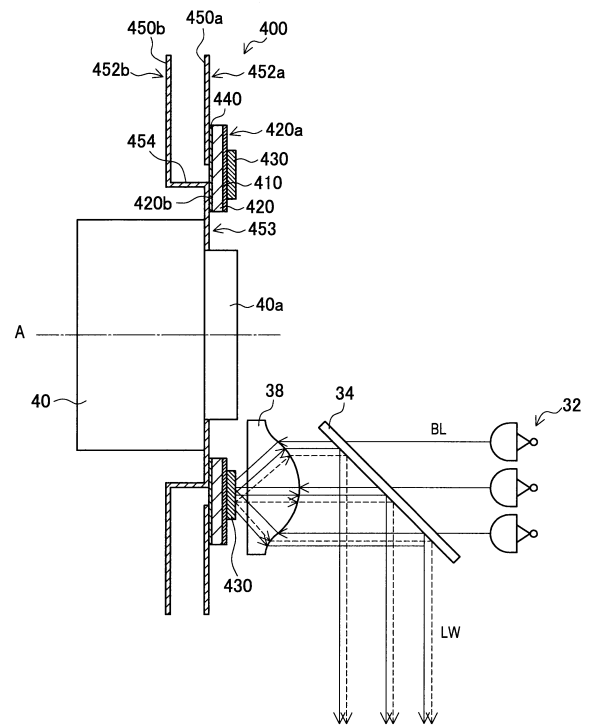
【図11】



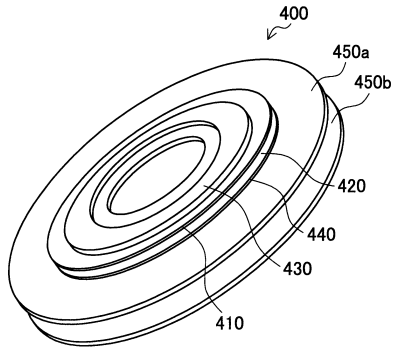
【図12】



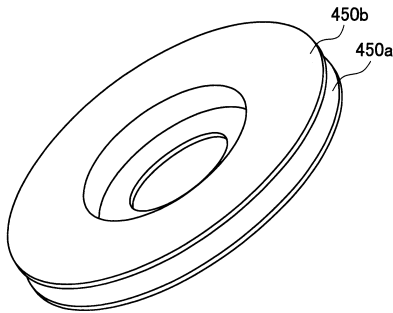
【図13】



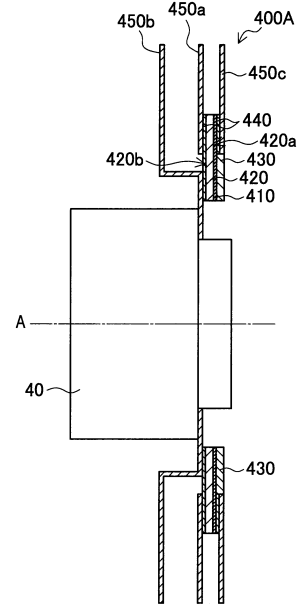
【 図 1 4 】



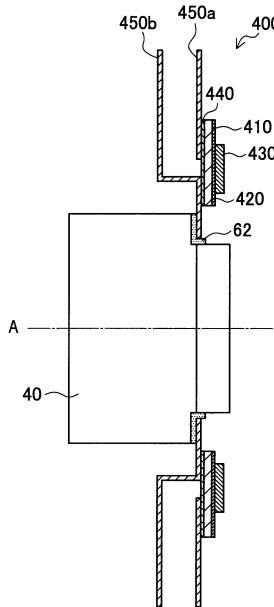
【 図 1 5 】



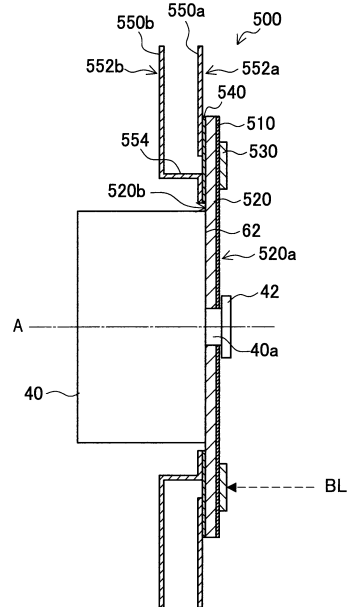
【 図 1 6 】



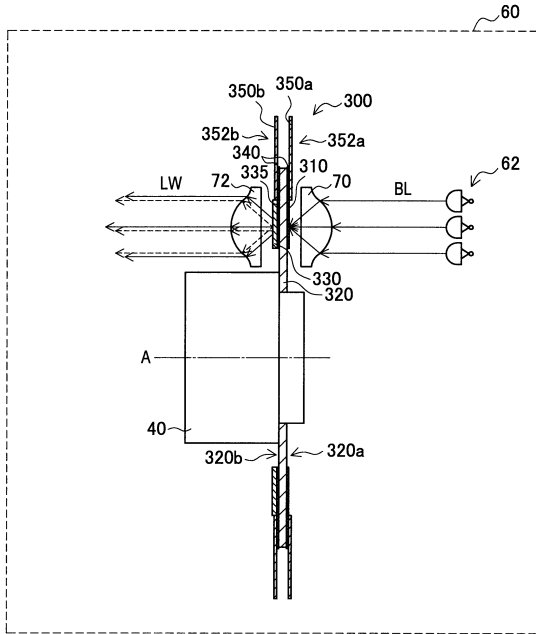
【 図 1 7 】



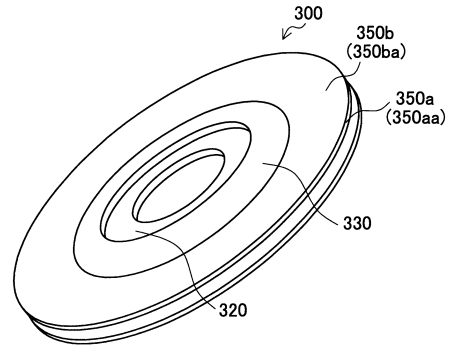
【 図 1 8 】



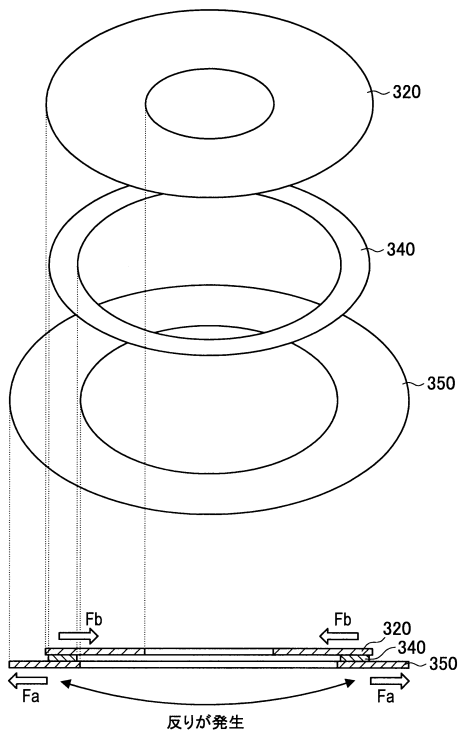
【図19】



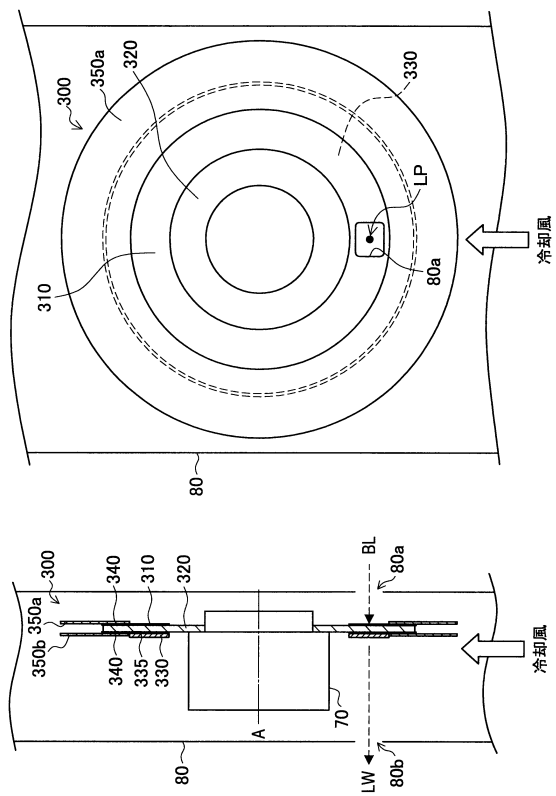
【図20】



【図21】

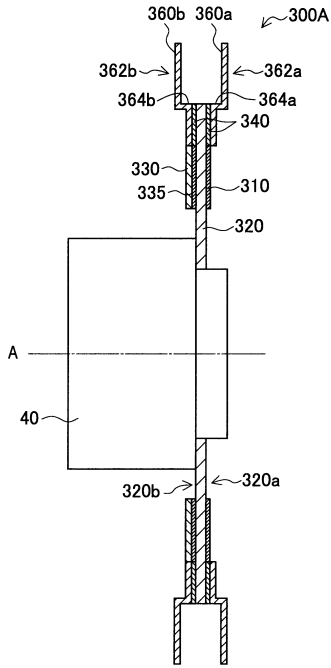


【図22】

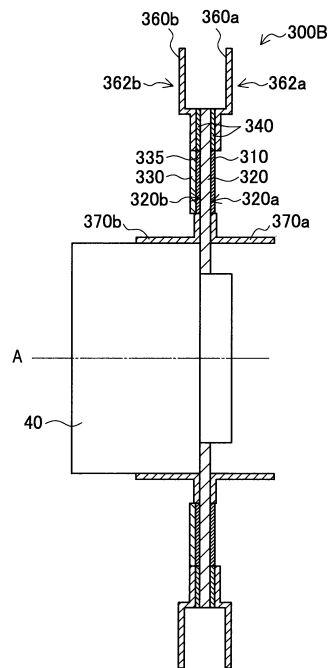




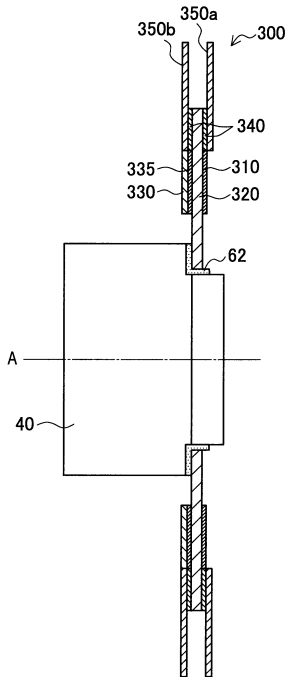
【図 23】



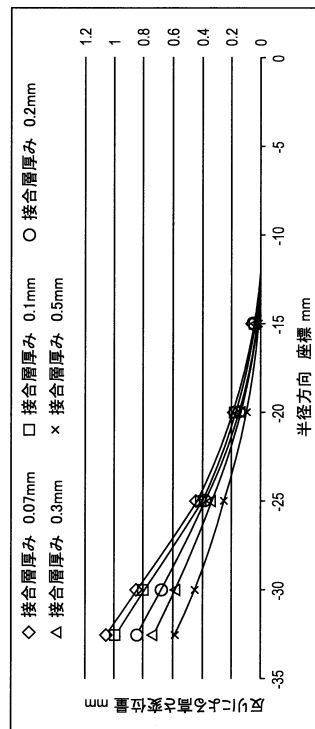
【図 24】



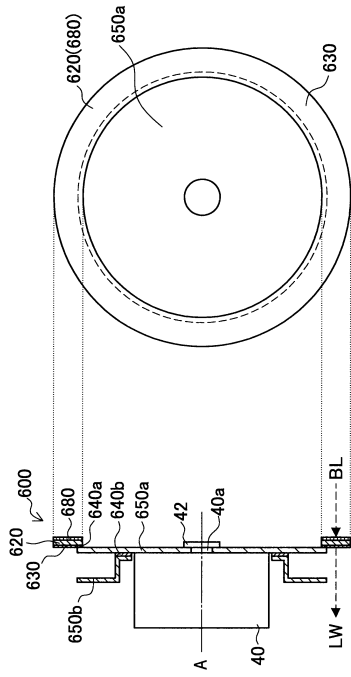
【図 25】



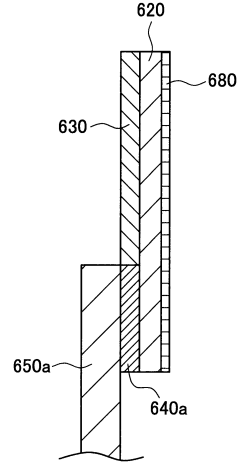
【図 26】



【 図 27 】



【 図 28 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 2 1 S</i>	<i>2/00</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 2 1 S</i>	<i>2/00</i> <i>3 7 5</i>
<i>H 0 4 N</i>	<i>5/74</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 4 N</i>	<i>5/74</i> <i>A</i>
<i>F 2 1 Y</i>	<i>115/30</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 2 1 Y</i>	<i>115:30</i>

審査官 松岡 智也

(56)参考文献 特開2012-008177(JP,A)  
 特開2011-036104(JP,A)  
 特開2010-220402(JP,A)  
 特開2012-013897(JP,A)  
 特開2012-018762(JP,A)  
 特開2015-158673(JP,A)  
 特開2016-066061(JP,A)  
 特開2017-083905(JP,A)  
 特開2017-122916(JP,A)  
 国際公開第2015/087406(WO,A1)  
 特開2012-169049(JP,A)  
 特開2010-073707(JP,A)  
 特開2015-121586(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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