

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5799712号

(P5799712)

(45) 発行日 平成27年10月28日 (2015. 10. 28)

(24) 登録日 平成27年9月4日 (2015. 9. 4)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 B 21/14 (2006. 01)

G O 3 B 21/14 A

F 2 1 V 9/08 (2006. 01)

F 2 1 V 9/08

F 2 1 V 9/10 (2006. 01)

F 2 1 V 9/10 2 0 0

F 2 1 S 2/00 (2006. 01)

F 2 1 S 2/00 3 1 1

F 2 1 Y 101/02 (2006. 01)

F 2 1 Y 101:02

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-212556 (P2011-212556)

(22) 出願日 平成23年9月28日 (2011. 9. 28)

(65) 公開番号 特開2013-73063 (P2013-73063A)

(43) 公開日 平成25年4月22日 (2013. 4. 22)

審査請求日 平成26年7月17日 (2014. 7. 17)

(73) 特許権者 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 110001254

特許業務法人光陽国際特許事務所

(72) 発明者 宮崎 健

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

審査官 小野 博之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光体ホイール、光源装置及びプロジェクター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸の回りに回転させられ、一方の面から他方の面に貫通した開口を有するホイール板と

、

前記ホイール板の前記一方の面に形成され、励起光が照射されるとその励起光と異なる色の蛍光を発する蛍光体層と、

を備え、

前記開口には、前記ホイール板の前記一方の面と前記他方の面をつなぐエッジ面が形成され、

前記エッジ面が、前記開口のうち前記ホイール板の前記一方の面側が前記他方の面側よりも狭くなるように傾斜していることを特徴とする蛍光体ホイール。

10

【請求項 2】

前記開口を塞ぐようにして前記ホイール板の前記他方の面に取り付けられ、前記励起光を透過させる拡散板を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の蛍光体ホイール。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 の蛍光体ホイールと、

前記蛍光体ホイールを回転駆動する回転駆動器と、

前記ホイール板の前記一方の面側から励起光を照射する光源と、

を備えることを特徴とする光源装置。

【請求項 4】

20

前記光源の励起光は、前記蛍光体層側で収束されてから前記ホイール板に照射されることを特徴とする請求項 3 に記載の光源装置。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 の光源装置と、

前記光源装置によって出射された光を画素毎に変調することで、画像を形成する表示素子と、

前記表示素子によって形成された画像を投影する投影光学系と、
を備えることを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、蛍光体ホイール、光源装置及びプロジェクターに関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクターは、光源から発した光をデジタル・マイクロミラー・デバイス等の反射型表示素子又は液晶シャッターアレイパネル等の透過型表示素子に照射し、表示素子によって形成された画像を投影レンズによってスクリーンに投影するものである。従来、高輝度の放電ランプを光源として利用するプロジェクターが主流であった。しかし、近年、発光ダイオード、レーザーダイオード、有機エレクトロルミネッセンス素子等といった発光素子を光源として利用し、必要に応じて光源から発した光の色を変換する蛍光体を利用するプロジェクターの開発が多々なされている。例えば、特開 2004-341105 号公報（特許文献 1）には、発光ダイオード及び蛍光体ホイールを利用したプロジェクターが開示されている。この発光ダイオードは紫外光を発するものであり、発光ダイオードから発した紫外光が、回転する蛍光体ホイールの赤色蛍光体層、緑色蛍光体層及び青色蛍光体層に順次繰り返し照射される。そうすると、赤色蛍光体層、緑色蛍光体層及び青色蛍光体層が順次繰り返し励起されるから、赤色光、緑色光及び青色光が蛍光体ホイールから順次繰り返し出射される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

30

【特許文献 1】特開 2004-341106 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

紫外光は蛍光体ホイール等の光学部品を劣化させやすいので、可視光を励起光として利用することが提案されている。励起光として利用する可視光が光の三原色のうち何れかであれば、その色の蛍光を発する蛍光体層が不要となる。例えば青色の励起光を利用する場合、蛍光体ホイールは、円弧状の開口が形成されたホイール板と、ホイール板の一方の面に形成された蛍光体層と、を有するものである。蛍光体ホイールの回転中に青色の励起光が蛍光体層に照射されると、蛍光体層から別の色の蛍光が発し、励起光が開口に照射され、青色光と別の色の蛍光を順次生成することができる。

40

【0005】

ところが、蛍光体ホイールの回転中に開口のエッジが励起光の照射個所を通過する時、開口のエッジによって励起光のケラレが発生する。そのため、この蛍光体ホイールを用いたプロジェクターでは、開口のエッジが励起光の照射個所を通過する時に、表示素子に照射される励起光の光束の面内照度分布が不均一になってしまう。

【0006】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、蛍光体ホイールの開口のエッジ近傍での励起光のケラレを防止することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

以上の課題を解決するために、本発明に係る蛍光体ホイールは、軸の回りに回転させられ、一方の面から他方の面に貫通した開口を有するホイール板と、前記ホイール板の前記一方の面に形成され、励起光が照射されるとその励起光と異なる色の蛍光を発する蛍光体層と、を備え、前記開口には、前記ホイール板の前記一方の面と前記他方の面をつなぐエッジ面が形成され、前記エッジ面が、前記開口のうち前記ホイール板の前記一方の面側が前記他方の面側よりも狭くなるように傾斜している。

【 0 0 0 8 】

本発明に係る光源装置は、上記のような蛍光体ホイールと、前記蛍光ホイールを回転駆動する回転駆動器と、前記ホイール板の前記一方の面側から励起光を照射する光源と、を備える。

10

【 0 0 0 9 】

本発明に係るプロジェクターは、上記のような光源装置と、前記光源装置によって出射された光を画素毎に変調することで、画像を形成する表示素子と、前記表示素子によって形成された画像を投影する投影光学系と、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、エッジ面が傾斜しているから、励起光がエッジ面によって遮光されず、励起光のケラレを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施形態に係る蛍光体ホイールを有する励起光変換装置の正面図である。

【図 2】図 1 に示されたII - IIに沿った面を矢印方向に見て示した断面図である。

【図 3】図 1 に示されたIII - IIIに沿った面を矢印方向に見て示した断面図である。

【図 4】本発明の実施形態の変形例に係る蛍光体ホイールを有する励起光変換装置の正面図である。

【図 5】本発明の実施形態の変形例に係る蛍光体ホイールを有する励起光変換装置の正面図である。

【図 6】本発明の実施形態に係るプロジェクターの内部構造を示した平面図である。

30

【図 7】本発明の実施形態に係る光源装置を示した平面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下に、本発明を実施するための形態について、図面を用いて説明する。但し、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

【 0 0 1 3 】

図 1 は、励起光変換装置 1 の正面図である。図 2 は、図 1 に図示のII - IIに沿った面を矢印方向に見て示した断面図である。図 3 は、図 1 に図示のIII - IIIに沿った面を矢印方向に見て示した断面図である。

40

【 0 0 1 4 】

この励起光変換装置 1 は、所定の色（所定波長帯域）の励起光をそれよりも収束性の低い同色の光に変換することと、その励起光を異なる色（異なる波長帯域）の光に変換することとを交互に行うものである。

【 0 0 1 5 】

励起光変換装置 1 は、蛍光体ホイール 2 と、この蛍光体ホイール 2 を回転させるスピンドルモーター 8 と、を備える。蛍光体ホイール 2 は、ホイール板 3、蛍光体層 4 及び拡散板 5 等を有する。

【 0 0 1 6 】

ホイール板 3 は、銅板、アルミニウム板、ステンレス板その他の金属板である。ホイー

50

ル板 3 の形状を大づかみに捉えた際のホイール板 3 の骨格的形状は円板である。ホイール板 3 の一方の面 3 a が鏡面研磨加工、銀蒸着加工その他の鏡面加工されており、ホイール板 3 の一方の面 3 a に反射面が形成されている。従って、ホイール板 3 は、反射板である。

【 0 0 1 7 】

スピンドルモーター 8 は回転駆動器である。スピンドルモーター 8 の駆動軸 9 がホイール板 3 に対して直交するようにホイール板 3 に取り付けられている。具体的には、取付孔 3 c がホイール板 3 の中心部を一方の面 3 a から他方の面 3 b に貫通し、スピンドルモーター 8 の駆動軸 9 が取付孔 3 c に挿入されて、その駆動軸 9 がホイール板 3 に固定されている。以下、軸方向とは、駆動軸 9 が延びる方向をいい、周方向とは、駆動軸 9 を中心とした円周方向をいい、径方向とは、駆動軸 9 に対して直交する方向をいう。

【 0 0 1 8 】

ホイール板 3 はエッジ面 3 d、エッジ面 3 e 及び開口 3 f を有する。エッジ面 3 d は、取付孔 3 c から径方向外方にずれた位置において径方向に延びており、エッジ面 3 e は、エッジ面 3 d から周方向にずれた位置において径方向に延びている。エッジ面 3 e とエッジ面 3 d は、駆動軸 9 を中心とした同一円周上に配置されている。開口 3 f は、エッジ面 3 d からエッジ面 3 e まで周方向に沿って延在しているとともに、これらエッジ面 3 d、3 e の間においてホイール板 3 の一方の面 3 a から他方の面 3 b に貫通している。そして、エッジ面 3 d、3 e は、周方向に沿った開口 3 f の両端においてホイール板 3 の一方の面 3 a と他方の面 3 b をつなぐ面である。なお、図 1 では、開口 3 f の径方向外側が囲まれずに開いているが、開口 3 f の径方向外側がホイール板 3 の一部によって囲われ、開口 3 f が周方向に円弧帯状に延在していてもよい。

【 0 0 1 9 】

図 3 に示すように、エッジ面 3 d は軸方向に対して傾斜している。具体的には、エッジ面 3 d は、開口 3 f のうち一方の面 3 a 側が他方の面 3 b 側よりも狭くなるように、軸方向に対して傾斜している。エッジ面 3 e も、開口 3 f のうち一方の面 3 a 側が他方の面 3 b 側よりも狭くなるように、軸方向に対して傾斜している。

【 0 0 2 0 】

ホイール板 3 の一方の面 3 a には、蛍光体層 4 が形成されている。軸方向に見て、蛍光体層 4 は、エッジ面 3 e からエッジ面 3 d まで周方向に延びるように円弧帯状に形成されている。また、軸方向に見て、蛍光体層 4 と開口 3 f とは、駆動軸 9 を中心とした同一円周上に配置されている。蛍光体層 4 は、透光性バインダー（例えば、セラミックバインダー、樹脂バインダー、シリコンバインダー）に蛍光体を分散させたものである。なお、蛍光体層 4 が円弧帯状に形成されているのではなく、蛍光体層 4 がホイール板 3 の一方の面 3 a の全体に形成されていてもよいし、蛍光体層 4 が駆動軸 9 を中心とした扇形状に形作られて、ホイール板 3 の一方の面 3 a の一部に形成されていてもよい。

【 0 0 2 1 】

図 2 では、ホイール板 3 の一方の面 3 a が平坦な面であって、蛍光体層 4 がその面 3 a に付着されている。それに対して、ホイール板 3 の一方の面 3 a に円弧帯状の凹部が凹設され、その凹部が周方向に延在し、その凹部内に蛍光体層 4 が埋められていてもよい。なお、凹部が形成されている場合でも、その凹部が鏡面加工されている。

【 0 0 2 2 】

図 1 では、蛍光体層 4 の径方向外方の縁がホイール板 3 の外周縁に揃っている。それに対して、蛍光体層 4 がホイール板 3 の外周縁よりも内側において周方向に延在していてもよい。

【 0 0 2 3 】

所定の色（所定波長帯域）の励起光が蛍光体層 4 に入射すると、蛍光体層 4 は励起光によって励起されて、励起光と異なる色の蛍光を発する。励起光の波長帯域は特に限定するものではないが、励起光が単色の可視光であることが好ましい。蛍光体層 4 から発する蛍光の色は励起光の色と異なるのであれば、その蛍光の波長帯域は特に限定するものではな

10

20

30

40

50

いが、単色の可視光であることが好ましい。具体的には、励起光の色は光の三原色のうち何れかの色であり、蛍光体層 4 から発する蛍光の色は光の三原色のうち他の色である。例えば、励起光は青色の波長帯域の光であり、蛍光体層 4 から発する蛍光は緑色の波長帯域の光である。

【 0 0 2 4 】

図 1 では、蛍光体層 4 が形成されている周方向の範囲は、開口 3 f が形成されている周方向の範囲以外の範囲の全体である。それに対して、図 4 に示すように、蛍光体層 4 が形成されている周方向の範囲は、開口 3 f が形成されている周方向の範囲以外の範囲の一部（例えば、半分）であってもよい。開口 3 f が形成されている周方向の範囲以外の範囲のうち、蛍光体層 4 が形成されていない範囲には反射防止層 6 が形成されていることが好ましい。反射防止層 6 が形成された面は、ホイール板 3 の一方の面 3 a である。

10

【 0 0 2 5 】

また、図 5 に示すように、蛍光体層 4 が周方向に二つに分けられ、二つに分けられた蛍光体層 4 a , 4 b のうち第一蛍光体層 4 a の蛍光色と第二蛍光体層 4 b の蛍光色が異なってもよい。軸方向に見て、第一蛍光体層 4 a と第二蛍光体層 4 b は、駆動軸 9 を中心とした同一円周上に配置されているとともに、互いに周方向にずれて配置されている。蛍光体層 4 a , 4 b から発する蛍光の色は励起光の色と異なるのであれば、それらの蛍光の波長帯域は特に限定するものではないが、単色の可視光であることが好ましい。具体的には、励起光の色、第一蛍光体層 4 a から発する蛍光の色、第二蛍光体層 4 b から発する蛍光の色は、光の三原色であって、互いに異なる。例えば、励起光は青色の波長帯域の光であり、第一蛍光体層 4 a から発する蛍光は緑色の波長帯域の光であり、第二蛍光体層 4 b から発する蛍光は赤色の波長帯域の光である。

20

【 0 0 2 6 】

図 1 ~ 図 5 に示すように、ホイール板 3 の他方の面 3 b には、拡散板 5 が取り付けられている。具体的には、拡散板 5 がホイール板 3 の他方の面 3 b に貼着されて、開口 3 f が拡散板 5 によって塞がれている。拡散板 5 は、励起光を拡散透過させるものである。例えば、拡散板 5 は、無色透明な透光板の内部に微粒子又は細孔が分散したものであるか、又は無色透明な透光板の表面に微小凹凸を形成したものである。従って、拡散板 5 を透過した励起光の収束性は、拡散板 5 を透過する前の励起光よりも低い。

【 0 0 2 7 】

30

励起光の光軸は駆動軸 9 から径方向外方にずれているとともに、ホイール板 3 に対して交差している。励起光の光軸とホイール板 3 の交点から駆動軸 9 までの距離は、駆動軸 9 から蛍光体層 4 や開口 3 f までの距離にほぼ等しい。具体的には、励起光の光軸は、ホイール板 3 の回転による開口 3 f 及び蛍光体層 4 の軌跡に直交する。励起光が進行する向きは、ホイール板 3 の一方の面 3 a から他方の面 3 b に向かう向きである。

【 0 0 2 8 】

ホイール板 3 の回転中に励起光が開口 3 f を通過すると、その励起光が拡散板 5 に入射して、その拡散板 5 を拡散透過する。そのため、励起光が、拡散板 5 によって、励起光よりも収束性・指向性の低い透過光に変換される。その透過光の光軸（透過光の光軸とは、光度が最大となる向きに拡散板 5 から延びる仮想的な線である。）は、励起光の光軸を延長させたものとなる。勿論、透過光の色と励起光の色は同じである。

40

【 0 0 2 9 】

ホイール板 3 の回転中に励起光が蛍光体層 4 に入射すると、蛍光体層 4 が励起光によって励起され、励起光と異なる色の蛍光が蛍光体層 4 から発する。また、励起光の一部が蛍光体層 4 を透過しても、その励起光がホイール板 3 の一方の面 3 a によって反射され、その反射光によって蛍光体層 4 が励起され、蛍光体層 4 から蛍光が発する。そのため、励起光が、蛍光体層 4 によって、励起光と色の異なる蛍光に変換される。蛍光体層 4 から発する蛍光は収束性・指向性の低い拡散光であるが、その蛍光の光軸（蛍光の光軸とは、光度が最大となる向きに蛍光体層 4 から延びる仮想的な線である。）はホイール板 3 に対して垂直であるとともに、励起光の光軸の反対向きある。

50

【 0 0 3 0 】

ホイール板 3 の回転中、励起光が常に点灯しているのではなく、励起光が点滅してもよい。具体的には、図 1 に示すように、蛍光体層 4 の周方向に沿った一部の範囲（例えば、半分）A が励起光の光軸を通過する際には、励起光が消灯し、蛍光体層 4 の残りの範囲や開口 3 f が励起光の光軸を通過する際には、励起光が点灯している。なお、蛍光体ホイール 2 が図 5 に示すような場合には、励起光が常に点灯している。蛍光体ホイール 2 が図 4 に示すような場合には、励起光が常に点灯していてもよいし、励起光が点滅（具体的には、反射防止層 6 が励起光の光軸を通過する際には、励起光が消灯し、蛍光体層 4 や開口 3 f が励起光の光軸を通過する際には、励起光が点灯する。）してもよい。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、ホイール板 3 の回転中にエッジ面 3 d , 3 e が励起光の照射個所を通過する際、励起光がエッジ面 3 d , 3 e によってケラレ難い。これは、エッジ面 3 d , 3 e が傾斜しているためである。特に、励起光の収束点の位置が蛍光体層 4 又はその近傍に設定されている場合、励起光が蛍光体層 4 又はその近傍に集光されるから、開口 3 f を通過する励起光の光束が太くなっても、励起光がエッジ面 3 d , 3 e によってケラレ難い。従って、励起光がエッジ面 3 d , 3 e 近傍で拡散板 5 を透過する際の透過光と、励起光がエッジ面 3 d , 3 e 近傍以外で拡散板 5 を透過する際の透過光が均一な強度になる。

【 0 0 3 2 】

続いて、図 6 及び図 7 を参照して、励起光変換装置 1 及び蛍光体ホイール 2 を具備するプロジェクター 1 0 0 及び光源装置 5 0 について説明する。図 6 は、プロジェクター 1 0 0 の内部構造を示した平面図である。図 7 は、プロジェクター 1 0 0 の内部に設けられた光源装置 5 0 を示した平面図である。以下の説明では、蛍光体ホイール 2 が図 1 又は図 4 に示すものであり、励起光が青色の波長帯域の光であり、蛍光体層 4 が励起光によって緑色の蛍光を発するものとする。

【 0 0 3 3 】

図 6 に示すように、プロジェクター 1 0 0 は、本体ケース 1 0、制御回路基板 2 0、冷却ファン 3 0、表示素子 4 0、光源装置 5 0、光源側光学系 8 1 及び投影光学系 9 0 等を備える。

【 0 0 3 4 】

本体ケース 1 0 は、略直方体の箱状に形作られている。つまり、本体ケース 1 0 は、正面パネル 1 2、背面パネル 1 3、左右の側面パネル 1 4 , 1 5、上面パネル（図示略）及び底面パネル（図示略）等を有する。本体ケース 1 0 の内側には、区画用隔壁 1 7 が設けられている。本体ケース 1 0 の内部空間は、区画用隔壁 1 7 によって、背面パネル 1 3 側の吸気側の室 1 8 と正面パネル 1 2 側の排気側の室 1 9 とに区画されている。

【 0 0 3 5 】

吸気側室 1 8 内には制御回路基板 2 0 が収容されて、その制御回路基板 2 0 が本体ケース 1 0 に取り付けられている。制御回路基板 2 0 には、電源回路、光源制御回路、画像伸張圧縮回路、画像処理回路、表示駆動回路、冷却ファン制御回路、音声処理回路、モーター駆動回路、各種メモリ及び中央演算処理装置等が搭載されている。

【 0 0 3 6 】

冷却ファン 3 0 は本体ケース 1 0 の内側の略中央部に取り付けられ、冷却ファン 3 0 の大部分が吸気側室 1 8 内に収容されている。冷却ファン 3 0 の吸い込み口 3 1 が吸気側の室 1 8 側に開口し、冷却ファン 3 0 の吐出口 3 2 が区画用隔壁 1 7 に設けられているとともに、排気側室 1 9 側に開口している。冷却ファン 3 0 は、吸気側室 1 8 から空気を吸引し、吸引した空気を排気側室 1 9 へ排出する。冷却ファン 3 0 は例えばシロッコファンである。制御回路基板 2 0 の冷却ファン制御回路が光源装置 5 0 に設けられた温度センサによって検出された温度に基づいて冷却ファン 3 0 を制御することによって、冷却ファン 3 0 の回転速度やオン・オフのタイミングが制御される。

【 0 0 3 7 】

本体ケース 1 0 には、吸気側室 1 8 から本体ケース 1 0 の外に通じた吸気口が設けられ

10

20

30

40

50

ているとともに、排気側室 19 から本体ケース 10 の外に通じた排気口が設けられている。その排気口の近傍には、排出される空気を冷却する排気温度低減装置 33 が設けられている。

【0038】

排気側室 19 内には光源装置 50 が収容されて、その光源装置 50 が本体ケース 10 に取り付けられている。光源装置 50 は、赤色光、緑色光及び青色光を時分割で順次繰り返し出射するものである。

【0039】

図 7 に示すように、光源装置 50 は、上述の励起光変換装置 1 と、青色のレーザー励起光を発する複数の第一光源 51 と、第一光源 51 から発する励起光と異なる色の光（赤色光）を発する第二光源 61 と、第一光源 51 から発した励起光を集光して励起光変換装置 1 に照射する第一集光光学系 52 と、第二光源 61 から発した赤色光を集光する第二集光光学系 62 と、励起光変換装置 1 によって収束性が低下された励起光の光軸、第二集光光学系 62 によって集光された赤色光の光軸及び励起光変換装置 1 によって変換された蛍光（緑色光）の光軸を重ねて、これらの励起光、赤色光及び蛍光を出射させる光学系 70 と、を備える。

【0040】

第一光源 51 は、レーザー励起光を発するレーザーダイオードであって、その光軸が背面パネル 13 と平行となるように配置されている。これら第一光源 51 は、二次元アレイ状に配列されている。

【0041】

第一光源 51 の発光強度は、制御回路基板 20 の光源制御回路によって調整される。更に、制御回路基板 20 の光源制御回路は、スピンドルモーター 8 の回転周期に従って、これら第一光源 51 を高速で点滅させる。なお、蛍光体ホイール 2 が図 4 に示すものである場合、制御回路基板 20 の光源制御回路が第一光源 51 を点滅させずに、第一光源 51 を点灯し続けてもよい。

【0042】

第一集光光学系 52 は、複数のコリメートレンズ 53、複数の反射ミラー 54 及びレンズ群 55 を有する。コリメートレンズ 53 が第一光源 51 にそれぞれ対向配置され、各第一光源 51 から発したレーザー励起光がコリメートレンズ 53 によってコリメートされる。反射ミラー 54 が第一光源 51 から発したレーザー励起光の光軸に対して斜めになるように第一光源 51 及びコリメートレンズ 53 に相対し、コリメートレンズ 53 によってコリメートされたレーザー励起光の光軸が反射ミラー 54 によって正面パネル 12 の方向へ 90° 変換される。これら反射ミラー 54 は階段状に配列され、第一光源 51 から発したレーザー励起光の光軸の間隔がこれら反射ミラー 54 によって狭められ、これら反射ミラー 54 によって反射されたレーザー励起光の光束群が占める断面積は、反射ミラー 54 によって反射される前のレーザー励起光の光束群が占める断面積より狭くなる。レンズ群 55 は、複数の反射ミラー 54 によって反射されたレーザー励起光の光束群を集光させて、レーザー励起光の光束群を一つに纏める。

【0043】

第二光源 61 は、発光ダイオードであって、その光軸が第一光源 51 の光軸と平行となるように配置されている。第二光源 61 の発光強度は、制御回路基板 20 の光源制御回路によって調整される。更に、制御回路基板 20 の光源制御回路は、スピンドルモーター 8 の回転周期に従って、第二光源 61 を高速で点滅させる。

第二集光光学系 62 は、第二光源 61 に対向配置されたレンズ群からなる。第二集光光学系 62 の光軸と第一集光光学系 52 のレンズ群 55 の光軸が直交する。

【0044】

光学系 70 は、第一ダイクロイックミラー 71、第一反射ミラー 72、第二反射ミラー 73、第二ダイクロイックミラー 74、レンズ群 75、第一レンズ 76、第二レンズ 77、第三レンズ 78、第四レンズ 79 及び第五レンズ 80 を有する。

【0045】

レンズ群75と第一レンズ76とレンズ群55はこれらの光軸が一直線状になるように配置され、レンズ群55がレンズ群75と第一レンズ76との間に配置されている。

第四レンズ79と第二集光光学系62はこれらの光軸が一直線状になるように配置されている。

【0046】

第一ダイクロイックミラー71は、レンズ群75とレンズ群55との間であって、且つ、第二集光光学系62とレンズ群55との間に配置されている。第一ダイクロイックミラー71は、レンズ群75及びレンズ群55の光軸に対して45°で斜交するとともに、第二集光光学系62及び第四レンズ79の光軸に対して45°で斜交する。第一ダイクロイックミラー71は、青色及び赤色の波長帯域の光を透過させるとともに、緑色の波長帯域の光を反射させる。

10

【0047】

第二レンズ77は、その光軸が第一レンズ76の光軸に直交するように配置されている。

第一反射ミラー72は、第一レンズ76の光軸と第二レンズ77の光軸が交差する位置において、第一レンズ76の光軸に対して45°で斜交するとともに、第二レンズ77の光軸に対して45°で斜交する。

【0048】

第三レンズ78と第五レンズ80はこれらの光軸が一直線状になるように配置されている。また、第三レンズ78及び第五レンズは、それらの光軸が第二レンズ77の光軸及び第四レンズ79の光軸に対して直交するように配置されている。

20

第二反射ミラー73は、第二レンズ77の光軸と第三レンズ78の光軸が交差する位置において、第二レンズ77の光軸に対して45°で斜交するとともに、第三レンズ78の光軸に対して45°で斜交する。

第二ダイクロイックミラー74は、第三レンズ78と第五レンズ80との間に配置されている。第二ダイクロイックミラー74は、第三レンズ78の光軸と第四レンズ79の光軸が交差する位置において、第三レンズ78の光軸に対して45°で斜交するとともに、第四レンズ79の光軸に対して45°で斜交する。第二ダイクロイックミラー74は、青色の波長帯域の光を透過させるとともに、赤色及び緑色の波長帯域の光を反射させる。

30

【0049】

励起光変換装置1の蛍光体ホイール2は、レンズ群75と第一レンズ76との間に配置されている。具体的には、スピンドルモーター8の駆動軸9がレンズ群75及び第一レンズ76の光軸に対して平行であり、レンズ群75及び第一レンズ76の光軸がホイール板3の開口3fや蛍光体層4を通るようにホイール板3に直交し、ホイール板3の一方の面3aがレンズ群75側に向き、ホイール板3の他方の面3bが第一レンズ76側に向いている。

【0050】

励起光変換装置1のスピンドルモーター8は制御回路基板20のモーター駆動回路によって駆動される。例えば、スピンドルモーター8は等速で回転する。

40

【0051】

光源装置50の動作について説明する。

スピンドルモーター8が制御回路基板20のモーター駆動回路によって駆動され、ホイール板3が回転する。ホイール板3の回転中に、第一光源51が制御回路基板20の光源制御回路によって点滅させられるとともに、第二光源61が制御回路基板20の光源制御回路によって点滅させられる。具体的には、蛍光体層4の一部（例えば、図1に示すAの範囲）がレンズ群75及び第一レンズ76の光軸を通過している時には、第一光源51が消灯され、第二光源61が点灯される。一方、蛍光体層4の残りの一部（例えば、図1の示すAの範囲以外）や開口3fがレンズ群75及び第一レンズ76の光軸を通過している時には、第一光源51が点灯され、第二光源61が消灯される。

50

【 0 0 5 2 】

第一光源 5 1 が消灯し、第二光源 6 1 が点灯すると、第二光源 6 1 から発した赤色光が第二集光光学系 6 2、第一ダイクロイックミラー 7 1、第四レンズ 7 9 を通過する。そして、第四レンズ 7 9 を通過した赤色光の光軸が第二ダイクロイックミラー 7 4 によって 90° 変換され、その赤色光が第二ダイクロイックミラー 7 4 によって第五レンズ 8 0 に向けて反射される。この際、第二光源 6 1 から発した赤色光は、第二集光光学系 6 2、第四レンズ 7 9 及び第五レンズ 8 0 によって光源側光学系 8 1 の導光装置 8 2 に集光される。

【 0 0 5 3 】

第二光源 6 1 が消灯し、第一光源 5 1 が点灯すると、第一光源 5 1 から発した励起光（青色光）の光軸が反射ミラー 5 4 によって 90° 変換されて、その励起光がレンズ群 5 5 に向けて反射される。反射ミラー 5 4 によって反射された励起光がレンズ群 5 5、第一ダイクロイックミラー 7 1 及びレンズ群 7 5 を通過し、蛍光体ホイール 2 に入射する。この際、第一光源から発した励起光は、反射ミラー 5 4、レンズ群 5 5 及びレンズ群 7 5 によって蛍光体ホイール 2 に集光され、励起光の収束点の位置は蛍光体層 4 又はその近傍の位置になる（図 3 参照）。その励起光が蛍光体層 4 に入射すると、蛍光体層 4 から緑色光（蛍光）が発し、その励起光が拡散板 5 に入射すると、その励起光が拡散板 5 を拡散透過する。

【 0 0 5 4 】

蛍光体層 4 から発した緑色光はレンズ群 7 5 を通過する。レンズ群 7 5 を通過した緑色光の光軸が第一ダイクロイックミラー 7 1 によって 90° 変換され、その緑色光が第一ダイクロイックミラー 7 1 によって第四レンズ 7 9 に向けて反射される。そのため、第一ダイクロイックミラー 7 1 によって反射された緑色光の光軸が、第一ダイクロイックミラー 7 1 を透過した赤色光の光軸に重なる。第一ダイクロイックミラー 7 1 によって反射された緑色光が第四レンズ 7 9 を通過する。その緑色光の光軸が第二ダイクロイックミラー 7 4 によって 90° 変換され、その緑色光が第二ダイクロイックミラー 7 4 によって第五レンズ 8 0 に向けて反射される。この際、蛍光体層 4 から発した緑色光は、レンズ群 7 5、第四レンズ 7 9 及び第五レンズ 8 0 によって導光装置 8 2 に集光される。

【 0 0 5 5 】

拡散板 5 を拡散透過した青色光（励起光）は、第一レンズ 7 6 を通過する。その青色光の光軸が第一反射ミラー 7 2 によって 90° 変換され、その青色光が第一反射ミラー 7 2 によって第二レンズ 7 7 に向けて反射される。反射された青色光が第二レンズ 7 7 を通過して、第二反射ミラー 7 3 によって第三レンズ 7 8 に向けて反射される。第二反射ミラー 7 3 によって反射された青色光は、第三レンズ 7 8、第二ダイクロイックミラー 7 4 及び第五レンズ 8 0 を通過する。青色光が第二ダイクロイックミラー 7 4 を透過することによって、その青色光の光軸が、第二ダイクロイックミラー 7 4 によって反射される赤色光や緑色光の光軸に重なる。この際、拡散板 5 を拡散透過した青色光は、第一レンズ 7 6、第二レンズ 7 7、第三レンズ 7 8 及び第五レンズ 8 0 によって導光装置 8 2 に集光される。

【 0 0 5 6 】

以上のように、第一光源 5 1 と第二光源 6 1 が逆相的に点滅し、蛍光体ホイール 2 が回転することによって、赤色光、緑色光及び青色光が第五レンズ 8 0 から時分割で順次繰返し出射される。

【 0 0 5 7 】

なお、蛍光体ホイール 2 が図 5 に示すものである場合、第二光源 6 1 及び第二集光光学系 6 2 を省略することができる。その場合、第一蛍光体層 4 a は緑色の蛍光を発するものであり、第二蛍光体層 4 b は赤色の蛍光を発するものであり、第一ダイクロイックミラー 7 1 は青色光を透過させるとともに、赤色光及び緑色光を反射させるものであり、第二ダイクロイックミラー 7 4 は赤色光及び緑色光を反射させるとともに、青色光を透過させるものである。更に、第一光源 5 1 は点滅せずに、常に点灯している。

【 0 0 5 8 】

図 6 を参照して、表示素子 4 0、光源側光学系 8 1 及び投影光学系 9 0 について詳細に

10

20

30

40

50

説明する。

表示素子 40、光源側光学系 81 及び投影光学系 90 は、吸気側の室 18 のうち側面パネル 15 寄りに配置されている。

光源側光学系 81 は、光源装置 50 から出射された赤色光、緑色光及び青色光を表示素子 40 に投射するものである。光源側光学系 81 は、導光装置 82、集光レンズ群 83、光軸変換ミラー 84、集光レンズ群 85 及び照射ミラー 86 を有する。

導光装置 82 及び集光レンズ群 83 は、これらの光軸が光源装置 50 の第五レンズ 80 の光軸と一直線状になるように配置されている。集光レンズ群 85 は、その光軸が集光レンズ群 83 の光軸に交差するように配置されている。光軸変換ミラー 84 は、集光レンズ群 83 の光軸と集光レンズ群 85 の光軸が交差する位置において、これらの光軸に対して斜交する。集光レンズ群 85 は光軸変換ミラー 84 よりも側面パネル 15 寄りに配置され、照射ミラー 86 は集光レンズ群 85 よりも側面パネル 15 寄りに配置されている。導光装置 82 は、ライトトンネル又はライトロッドである。導光装置 82 は、光源装置 50 から射出された赤色光、緑色光及び青色光を側面で複数回反射又は全反射させることで、赤色光、緑色光及び青色光を均一な強度分布の光束にする。集光レンズ群 83 は、導光装置 82 によって導光された赤色光、緑色光及び青色光を光軸変換ミラー 84 に向けて投射するとともに、集光する。光軸変換ミラー 84 は、集光レンズ群 83 によって投射された赤色光、緑色光及び青色光を集光レンズ群 85 に向けて反射させる。集光レンズ群 85 は、光軸変換ミラー 84 によって反射された赤色光、緑色光及び青色光を照射ミラー 86 に向けて投射するとともに、集光する。照射ミラー 86 は、集光レンズ群 85 によって投射された光を表示素子 40 に向けて反射させる。

【0059】

表示素子 40 は、光源側光学系 81 の照射ミラー 86 によって照射された赤色光、緑色光及び青色光を画像データに応じて各画素毎（各空間光変調素子毎）に変調することで、画像を形成する反射型空間光変調器である。具体的には、表示素子 40 は、二次元アレイ状に配列された複数の可動マイクロミラー等を有するデジタル・マイクロミラー・デバイス（DMD）である。

【0060】

表示素子 40 は制御回路基板 20 の表示駆動回路によって駆動される。具体的には、赤色光が表示素子 40 に照射されている際に、表示駆動回路が画像データに従って表示素子 40 の各可動マイクロミラー毎（各空間光変調素子毎）に PWM 制御することで、赤色光が後述の投影光学系 90 に向けて反射される時間比（ディティール比）が各可動マイクロミラー毎に制御される。これにより、表示素子 40 によって赤色の画像が形成される。緑色光や青色光が表示素子 40 に照射されている際も、同様である。

【0061】

なお、表示素子 40 が反射型の空間光変調器ではなく、透過型の空間光変調器（例えば、液晶シャッターアレイパネル：いわゆる液晶表示器）であってもよい。その場合、光源側光学系 81 の光学設計を変更し、光源側光学系 81 によって照射される赤色光、緑色光及び青色光の光軸が後述の投影光学系 90 の光軸に重なるようにして、投影光学系 90 と光源側光学系 81 との間に表示素子 40 を配置する。

【0062】

投影光学系 90 は表示素子 40 に正対するように設けられ、投影光学系 90 の光軸が前後に延びて表示素子 40 に交差（具体的には、直交）する。投影光学系 90 は、表示素子 40 によって反射された光を前方に投射し、表示素子 40 によって形成された画像をスクリーンに投影する。この投影光学系 90 は、可動レンズ群 91 及び固定レンズ群 92 等を備えるとともに、ズーム機能及びフォーカス機能を有した可変焦点型レンズである。投影光学系 90 は、レンズモーター等による可動レンズ群 91 の移動によって、焦点距離が変更可能であるとともに、フォーカシングが可能である。

【0063】

なお、第一光源 51 は上述のレーザーダイオードではなく、発光ダイオードであっても

10

20

30

40

50

よい。この場合、蛍光体ホイール 2 に有する開口 3 f に配置された拡散板 5 は設け無くても構わない。

【 0 0 6 4 】

以上のプロジェクター 1 0 0、光源装置 5 0 及び蛍光体ホイール 2 によれば、以下のような作用効果を奏する。

(1) エッジ面 3 d , 3 e が傾斜しているから、ホイール板 3 の回転中にエッジ面 3 d , 3 e が励起光の照射箇所を通過する際に、励起光のケラレを防止することができる。従って、光源装置 5 0 から出射される光が青色光から他の色に切り替わる直前に、表示素子 4 0 に照射される青色光の光束の面内照度分布が不均一ならない。そのため、蛍光体ホイール 2 が一回転している一周期において形成された青色画像が変化せず、綺麗な画像がスクリーンに投影される。

10

(2) エッジ面 3 d , 3 e が傾斜面であるから、ホイール板 3 の一方の面 3 a の面積が小さくならず、蛍光体層 4 が形成されている周方向の範囲が狭くならない。

【 0 0 6 5 】

なお、本発明を適用可能な実施形態は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

第一光源 5 1 から発する励起光の色、第二光源 6 1 から発する光の色、蛍光体層 4 から発する蛍光の色は一例であり、別の色であってもよい。例えば、第一光源 5 1 から発する励起光の色、第二光源 6 1 から発する光の色、蛍光体層 4 から発する蛍光の色は、光の三原色であって、互いに異なることが好ましい。

20

同様に、第一光源 5 1 から発する励起光の色、第一蛍光体層 4 a から発する蛍光の色、第二蛍光体層 4 b から発する色も、別の色であってもよい。例えば、第一光源 5 1 から発する励起光の色、第一蛍光体層 4 a から発する蛍光の色、第二蛍光体層 4 b から発する色は、光の三原色であって、互いに異なることが好ましい。

【 0 0 6 6 】

本発明の実施形態を説明したが、本発明の範囲は、上述の実施の形態に限定するものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲とその均等の範囲を含む。

以下に、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲に記載した発明を付記する。付記に記載した請求項の項番は、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲の通りである。

30

〔 付 記 〕

< 請求項 1 >

軸の回りに回転させられ、一方の面から他方の面に貫通した開口を有するホイール板と、

前記ホイール板の前記一方の面に形成され、励起光が照射されるとその励起光と異なる色の蛍光を発する蛍光体層と、

を備え、

周方向に沿った前記開口の両端には、前記ホイール板の前記一方の面と前記他方の面をつなぐエッジ面が形成され、

40

前記エッジ面が、前記開口のうち前記ホイール板の前記一方の面側が前記他方の面側よりも広くなるように傾斜していることを特徴とする蛍光体ホイール。

< 請求項 2 >

前記開口を塞ぐようにして前記ホイール板の前記他方の面に取り付けられ、前記励起光を透過させる拡散板を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の蛍光体ホイール。

< 請求項 3 >

回転駆動器と、

前記回転駆動器によって軸回りに回転させられ、一方の面から他方の面に貫通した開口を有するホイール板と、

前記ホイール板の前記一方の面に形成され、励起光が照射されるとその励起光と異なる

50

色の蛍光を発する蛍光体層と、

前記ホイール板の回転による前記開口及び前記蛍光体層の軌跡上の所定位置に前記ホイール板の前記一方の面側から励起光を照射する光源と、

前記蛍光体層から発した蛍光の光軸と、前記開口を通過した励起光の光軸とを重ねて、これらの光を出射させる光学系と、

を備え、

周方向に沿った前記開口の両端には、前記ホイール板の前記一方の面と前記他方の面をつなぐエッジ面が形成され、

前記エッジ面が、前記開口のうち前記ホイール板の前記一方の面側が前記他方の面側よりも広くなるように傾斜していることを特徴とする光源装置。

10

<請求項 4>

前記開口を塞ぐようにして前記ホイール板の前記他方の面に取り付けられ、前記励起光を透過させる拡散板を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の光源装置。

<請求項 5>

互いに異なる色の光を時分割で順次繰り返し出射する光源装置と、

前記光源装置によって出射された光を各画素毎に変調することで、画像を形成する表示素子と、

前記表示素子によって形成された画像を投影する投影光学系と、

を備え、

前記光源装置が、請求項 3 又は 4 に記載されている光源装置であることを特徴とするプロジェクター。

20

【符号の説明】

【0067】

2 蛍光体ホイール

3 ホイール板

3 a 一方の面

3 b 他方の面

3 d エッジ面

3 e エッジ面

3 f 開口

30

4 蛍光体層

4 a 第一蛍光体層

4 b 第二蛍光体層

5 拡散板

8 スピンドルモーター（回転駆動器）

9 駆動軸

40 表示素子

50 光源装置

51 第一光源

61 第二光源

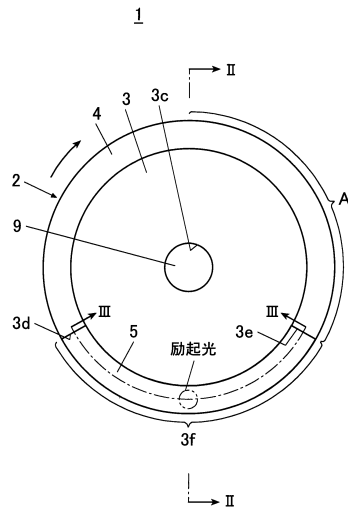
40

70 光学系

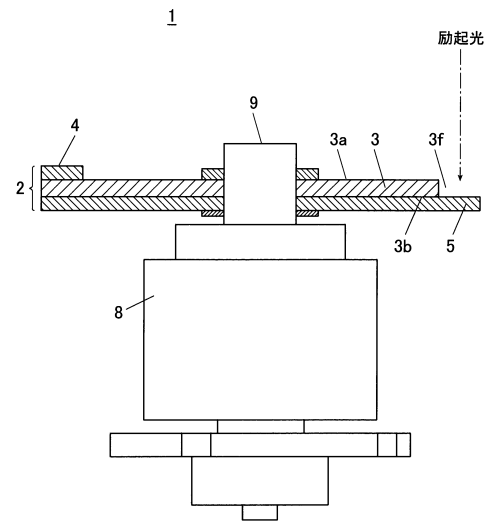
90 投影光学系

100 プロジェクター

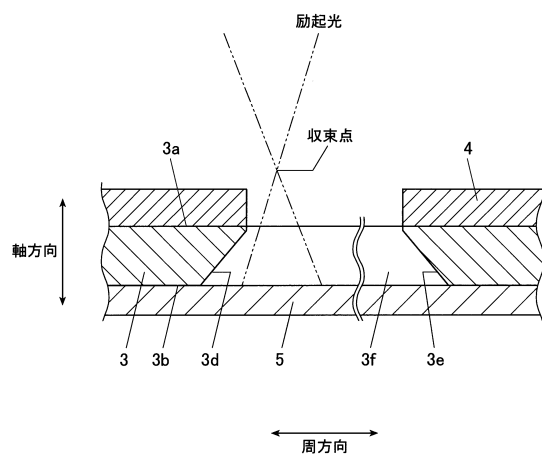
【図 1】



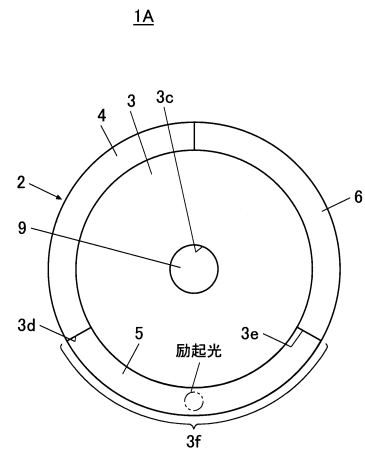
【図 2】



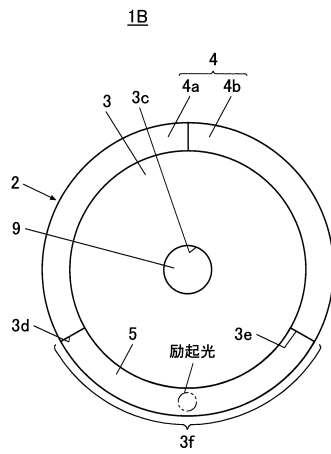
【図 3】



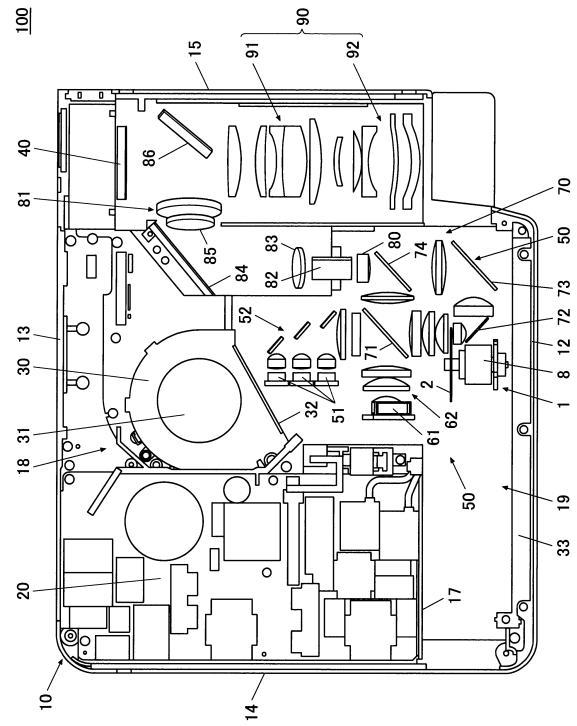
【図 4】



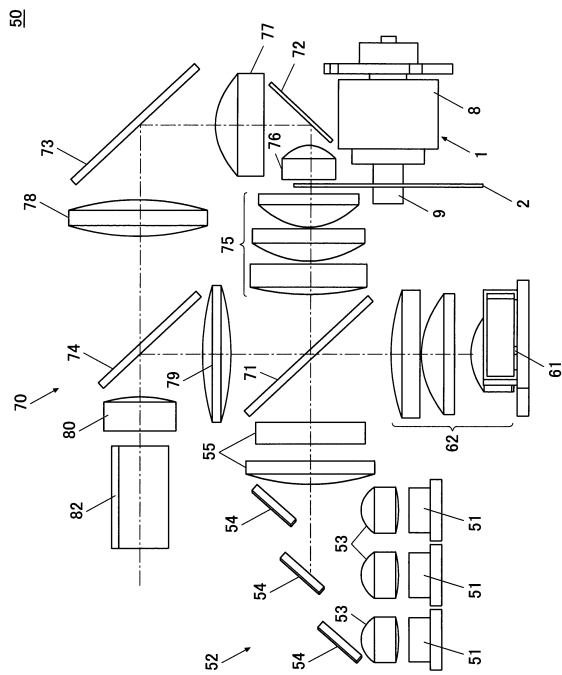
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-133784(JP,A)
特開2010-210918(JP,A)
特表2009-539219(JP,A)
特開2010-085740(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10
21/12 - 21/13
21/134 - 21/30
33/00 - 33/16
F21S 2/00 - 19/00
F21V 1/00 - 15/04
F21Y 101/02