

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7330787号  
(P7330787)

(45)発行日 令和5年8月22日(2023.8.22)

(24)登録日 令和5年8月14日(2023.8.14)

(51)国際特許分類	F I
G 0 3 B 21/14 (2006.01)	G 0 3 B 21/14 A
G 0 3 B 21/00 (2006.01)	G 0 3 B 21/00 D
H 0 4 N 5/74 (2006.01)	H 0 4 N 5/74 Z

請求項の数 19 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-131061(P2019-131061)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和1年7月16日(2019.7.16)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65)公開番号	特開2021-15247(P2021-15247A)	(74)代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43)公開日	令和3年2月12日(2021.2.12)	(72)発明者	中村 智広 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ ヤノン株式会社内
審査請求日	令和4年7月1日(2022.7.1)	審査官	道祖土 新吾

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光源装置およびこれを備える画像投射装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光変調素子を照明するための照明光学系に光を導く光源装置であって、  
第1の青色光を射出するための第1の光源部と、  
第2の青色光を射出するための第2の光源部と、  
前記第1の青色光を拡散させる拡散素子および前記第2の青色光の少なくとも一部を黄色光に変換する波長変換素子が同心円状に設けられた回転ホイールを備え、  
前記拡散素子により拡散された前記第1の青色光は前記回転ホイールを透過し、前記波長変換素子により黄色光に変換された前記第2の青色光は前記回転ホイールを反射することを特徴とする光源装置。

【請求項2】

前記第1の光源部と、該第1の光源部の位置とは異なる位置に前記第2の光源部が設けられた放熱部材をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

【請求項3】

前記第1の青色光と前記第2の青色光とに分離するための分離素子をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

【請求項4】

前記拡散素子からの光と前記波長変換素子からの光を合成するための第1の合成素子をさらに備え、

前記第1の合成素子は前記拡散素子からの光を透過させるとともに、前記波長変換素子

からの光を反射する特性を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 5】

前記拡散素子からの光と前記波長変換素子からの光を合成するための第 1 の合成素子と、近赤外光を射出するための第 3 の光源部と、

前記拡散素子からの光と前記第 3 の光源部からの光を合成するための第 2 の合成素子と、をさらに備え、

前記第 1 の合成素子は前記拡散素子からの光と前記第 3 の光源部からの光を透過させるとともに、前記波長変換素子からの光を反射する特性を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光源装置。

10

【請求項 6】

第 3 の青色光を射出するための第 4 の光源部と、

前記第 2 の光源部からの光と前記第 4 の光源部からの光を合成するための第 3 の合成素子と、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 7】

前記第 3 の合成素子は偏光分離素子であって、

前記第 3 の青色光の偏光方向は前記第 2 の青色光の偏光方向と異なることを特徴とする請求項 6 に記載の光源装置。

【請求項 8】

前記第 3 の合成素子は偏光分離素子であって、

前記第 3 の青色光の偏光方向は前記第 2 の青色光の偏光方向と同じであって、

前記第 4 の光源部から前記偏光分離素子までの光路上には 2 分の 1 波長板が設けられていることを特徴とする請求項 6 に記載の光源装置。

20

【請求項 9】

前記回転ホイールは円板状の回転板を有し、

前記拡散素子および前記波長変換素子は円環状であって、

前記拡散素子および前記波長変換素子は前記回転板に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 10】

前記波長変換素子は前記拡散素子よりも内側に設けられていることを特徴とする請求項 9 に記載の光源装置。

30

【請求項 11】

前記拡散素子は円板状であり、

前記波長変換素子は円環状であって、

前記波長変換素子は前記拡散素子に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 12】

前記第 2 の青色光を圧縮するための第 1 のアフォーカルレンズユニットをさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 13】

前記第 1 の青色光を拡大するための第 2 のアフォーカルレンズユニットをさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の光源装置。

40

【請求項 14】

前記第 1 の青色光を前記拡散素子に導くための第 1 のコンデンサーレンズユニットと、

前記拡散素子からの光を平行光化するためのコリメータレンズユニットと、

前記第 2 の青色光を前記波長変換素子に導くための第 2 のコンデンサーレンズユニットと、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 15】

前記コリメータレンズユニットの焦点距離を  $f_1$  とし、前記第 2 のコンデンサーレンズユニットの焦点距離を  $f_2$  とするとき、

50

1.2  $f_1 / f_2 = 1.0$

を満足することを特徴とする請求項14に記載の光源装置。

【請求項16】

2.0  $f_1 / f_2 = 6.0$

をさらに満足することを特徴とする請求項15に記載の光源装置。

【請求項17】

前記拡散素子における拡散度を  $\theta$  とするとき、

$1^\circ < \theta < 30^\circ$

を満足することを特徴とする請求項1乃至16のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項18】

$1^\circ < \theta < 15^\circ$

をさらに満足することを特徴とする請求項17に記載の光源装置。

【請求項19】

請求項1乃至18のいずれか一項に記載の光源装置と、

光変調素子と、

前記光変調素子からの光を被投射面へ導く投射レンズを保持可能なレンズ保持部と、を備えることを特徴とする画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置およびこれを備える画像投射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクタ（画像投射装置）用の光源装置として、特許文献1に記載の光源装置が知られている。特許文献1に記載の光源装置は、波長変換素子を有する第1の回転ホイールと、拡散素子を有する第2の回転ホイールを備えている。この光源装置は、第1の回転ホイールへ入射する青色光を射出する第1の青色レーザーダイオード（以下、青色LD）と、第2の回転ホイールへ入射する青色光を射出する第2の青色LDも備えている。

【0003】

特許文献1に記載の光源装置において、第1の青色LDからの青色光は第1の回転ホイールによって拡散反射され、かつ波長変換されて黄色光となって後段の液晶パネルを介してスクリーンへ投射される。第2の青色LDからの青色光は第2の回転ホイールを拡散透過し、青色光のまま後段の液晶パネルを介してスクリーンへ投射される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2018-124445号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の光源装置では、第1の回転ホイールと第2の回転ホイールという回転する部材が2つ存在するために、回転ホイールを回転させるためのモータも2つ存在する。したがって、特許文献1に記載の光源装置は2つの回転ホイールと2つのモータが存在するために大型化している。光源装置が大型化するとプロジェクタも大型化してしまうために好ましくない。

【0006】

そこで本発明は、従来よりも小さな光源装置およびこれを備える画像投射装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

10

20

30

40

50

上記の目的を達成するために、本発明の光源装置は、  
 光変調素子を照明するための照明光学系に光を導く光源装置であって、  
 第1の青色光を射出するための第1の光源部と、  
 第2の青色光を射出するための第2の光源部と、  
 前記第1の青色光を拡散させる拡散素子および前記第2の青色光の少なくとも一部を黄色光に変換する波長変換素子が同心円状に設けられた回転ホイールを備え、前記拡散素子により拡散された前記第1の青色光は前記回転ホイールを透過し、前記波長変換素子により黄色光に変換された前記第2の青色光は前記回転ホイールを反射することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、従来よりも小型な光源装置およびこれを備える画像投射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】各実施例の光源装置を備えるプロジェクタの構成を表す図

【図2】第1実施例の光源装置の構成を示す図

【図3】各実施例の光源装置が備える回転ホイールの構成を示す図

【図4】第1実施例のダイクロイックミラーの特性を示す図

【図5】拡散体層とコリメータレンズユニットを模式的に示す図

【図6】蛍光体層とコンデンサーレンズユニットを模式的に示す図

【図7】回転ホイールの変形例を示す図

【図8】第1実施例の光源装置の変形例の構成を示す図

【図9】第2実施例の光源装置の構成を示す図

【図10】第2実施例のダイクロイックミラーの特性を示す図

【図11】第3実施例の光源装置の構成を示す図

【図12】第3実施例の偏光分離素子の特性を示す図

【図13】各実施例に適用可能なプリズムミラーの構成を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

(プロジェクタの構成)

図1を用いて後述の各実施例の光源装置を搭載可能なプロジェクタについて説明する。

【0011】

図1に示すプロジェクタは光源装置100、照明光学系110、色分離合成部120、投射レンズ42、投射レンズ42を保持可能なレンズ保持部420を備えている。光源装置100の代わりに、後述の第2実施例の光源装置200、第3実施例の光源装置300、第4実施例の光源装置400のいずれかを用いてもよい。

【0012】

光源装置100から射出された白色光は照明光学系110、色分離合成部120、投射レンズ42を介してスクリーンSへ投射される。

【0013】

また、各実施例の光源装置はスクリーン(被投射面)Sへ画像を投射可能なプロジェクタであれば、スクリーンの表側から画像を投射するフロントプロジェクタだけでなく、スクリーンの裏側から画像を投射するリアプロジェクタにも搭載可能である。

【0014】

また、投射レンズ42はレンズ保持部420から取り外し可能な交換レンズでもよいし、取り外し不能な固定式レンズでもよい。

【0015】

(照明光学系110の構成)

照明光学系110は、光源装置100の側から順に配置された、第1のレンズアレイ14、第2のレンズアレイ15、偏光変換素子17、コンデンサーレンズ16を備えている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

第1のレンズアレイ14は、照明光学系110の光軸に直交する面内にマトリクス状に配列され、光源装置100からの光を複数の光束に分割する複数のレンズセルを有する。

## 【 0 0 1 7 】

第2のレンズアレイ15は、第1のレンズアレイ14の複数のレンズセルのそれぞれに対応するように照明光学系110の光軸に直交する面内にマトリクス状に配列された複数のレンズセルを有する。第2のレンズアレイ15は、後述のコンデンサーレンズ16とともに、第1のレンズアレイ14の複数のレンズセルの像を後述の光変調素子40R、40G、40Bの近傍に形成する。

## 【 0 0 1 8 】

第2のレンズアレイ15とコンデンサーレンズ16の間には偏光変換素子17が配置されている。偏光変換素子17は光源装置100からの光の偏光方向を所定の方向に揃えるように構成されている。

## 【 0 0 1 9 】

コンデンサーレンズ16は、第2のレンズアレイ15からの複数の分割光束を集光して各光変調素子上に重ね合わせる。つまり、第1のレンズアレイ14、第2のレンズアレイ15およびコンデンサーレンズ16は、光源装置100からの光の強度分布を均一にするインテグレータ光学系を構成する。なお、インテグレータ光学系はロッドインテグレータを用いた光学系であってもよい。

## 【 0 0 2 0 】

(色分離合成部120の構成)

色分離合成部120は、色分離合成系と光変調素子40R、40G、40Bからなる。色分離合成系は後述の各光学素子からなる。図1において光変調素子40R、40G、40Bは透過型液晶パネルであるが、透過型液晶パネルの代わりに反射型液晶パネルやマイクロミラーアレイを用いることもでき、光変調素子の種類によって色分離合成系の構成を適宜変更すればよい。また、図1において光変調素子は合計3つ存在するが、各実施例の光源装置は光変調素子が1つまたは2つのプロジェクタにも搭載可能である。光変調素子が1つの場合には色分離合成系は不要である。

## 【 0 0 2 1 】

照明光学系110からの白色光はダイクロイックミラー21によって色分離される。ダイクロイックミラー21は赤色光を反射し、青色光および緑色光を透過させる特性を有する。

## 【 0 0 2 2 】

(赤色光の光路)

ダイクロイックミラー21からの赤色光はミラー23で反射され、コンデンサーレンズ30Rおよび入射側偏光板31Rを介して赤色光用の光変調素子40Rへ入射する。プロジェクタに接続されたコンピュータなどの入力装置からの情報を基に、赤色光用の光変調素子40Rは入射した赤色光を変調する。赤色光用の光変調素子40Rによって変調された赤色光は出射側偏光板32Rとクロスダイクロイックプリズム41、投射レンズ42を介してスクリーンSへ投影される。クロスダイクロイックプリズム41は、4つの直角プリズムを貼り合わせた立方体または直方体形状を有し、プリズムの貼り合わせ面には誘電体多層膜であるダイクロイック膜が形成されている。

## 【 0 0 2 3 】

(緑色光の光路)

ダイクロイックミラー21からの緑色光はダイクロイックミラー22に入射する。ダイクロイックミラー22は緑色光を反射し、青色光を透過させる特性を有する。ダイクロイックミラー22からの緑色光はコンデンサーレンズ30Gおよび入射側偏光板31Gを介して緑色光用の光変調素子40Gへ入射する。緑色光用の光変調素子40Gも赤色光用の光変調素子40Rと同様に入力装置からの情報を基に、入射した緑色光を変調する。緑色光用の光変調素子40Gによって変調された緑色光は出射側偏光板32Gとクロスダイク

10

20

30

40

50

ロイックプリズム 4 1、投射レンズ 4 2 を介してスクリーン S へ投影される。

【 0 0 2 4 】

( 青色光の光路 )

ダイクロイックミラー 2 1 からの青色光はダイクロイックミラー 2 2 に入射する。前述のようにダイクロイックミラー 2 2 は緑色光を反射し、青色光を透過させる特性を有する。したがって、ダイクロイックミラー 2 1 からの青色光はダイクロイックミラー 2 2 を透過し、リレー光学系、コンデンサーレンズ 3 0 B および入射側偏光板 3 1 B を介して青色光用の光変調素子 4 0 B へ入射する。ここでいうリレー光学系とは、リレーレンズ 2 6、ミラー 2 4、リレーレンズ 2 7、ミラー 2 5 のことである。

【 0 0 2 5 】

青色光用の光変調素子 4 0 B も赤色光用の光変調素子 4 0 R と同様に入力装置からの情報を基に、入射した青色光を変調する。青色光用の光変調素子 4 0 B によって変調された青色光は出射側偏光板 3 2 B とクロスダイクロイックプリズム 4 1、投射レンズ 4 2 を介してスクリーン S へ投影される。

【 0 0 2 6 】

以上説明した光路で赤色光、緑色光、青色光がスクリーン S へ投影され、カラー画像が表示される。

【 0 0 2 7 】

( 第 1 実施例 )

図 2 から図 4 を用いて第 1 実施例の光源装置 1 0 0 について説明する。

【 0 0 2 8 】

図 2 は光源装置 1 0 0 の構成を示す図である。図 2 において 1 は青色光を射出する第 1 の光源部、2 は青色光を射出する第 2 の光源部である。第 1 の光源部 1 からの青色光 ( 第 1 の青色光 ) は後述の拡散体層 ( 拡散素子 ) 9 0 C に導かれ、第 2 の光源部 2 からの青色光 ( 第 2 の青色光 ) は後述の蛍光体層 ( 波長変換素子 ) 9 B に導かれる。

【 0 0 2 9 】

第 1 の光源部 1 および第 2 の光源部 2 は同一の部材に保持された青色 LD の集合 ( 青色 LD バンク ) であるが、1 つの青色 LD ( 発光素子 ) であってもよい。より詳細には、本実施例および後述の第 2、第 3 実施例では第 1 の光源部 1 は 1 つの青色 LD バンクのことであり、第 2 の光源部 2 は互いに近接して ( 接触して ) 配置された 2 つの青色 LD バンクのことである。1 つの青色 LD バンクは、合計 8 個の青色 LD と、各青色 LD からの発散光を平行光にするための 8 個のコリメータレンズと、これら複数の青色 LD と複数のコリメータレンズを保持する保持部材を有している。そして、ベース部材 B 上において、第 1 の光源部 1 である青色 LD バンクは、第 2 の光源部 2 である 2 つの青色 LD バンクの集合から離れた位置に設けられている。ベース部材 B はヒートシンクやヒートパイプ等の冷却部材 ( 放熱部材 ) であり、各光源部を冷却する機能を有する。

【 0 0 3 0 】

第 1 の光源部 1 の青色 LD の個数と第 2 の光源部 2 の青色 LD の個数および波長は同じでも互いに異なっていてもよい。各光源部の青色 LD からの青色光の波長は 4 6 5 nm であるが、4 4 5 nm あるいは 4 5 5 nm の青色光を射出する青色 LD を用いてもよい。本実施例では第 1 の光源部 1 が備える青色 LD の個数は第 2 の光源部 2 が備える青色 LD の個数よりも少ないが、青色 LD の個数の関係は逆あるいは同数であってもよい。

【 0 0 3 1 】

第 1 の光源部 1 および第 2 の光源部 2 はともにベース部材 B 上に設けられている。ベース部材 B は第 1 の光源部 1 および第 2 の光源部 2 が発する熱を放熱するための複数のフィンなどの放熱部を有する。本実施例では複数の光源部が 1 つの冷却部材を共用している。

【 0 0 3 2 】

第 1 の光源部 1 と第 2 の光源部 2 は次のように区別してもよい。ベース部材 B 上に複数の青色 LD バンクが設けられている場合、この複数の青色 LD バンクのうち、後述のコンデンサーレンズ ( 第 1 のコンデンサーレンズユニット ) 8 1 に入射する光を射出する青色

10

20

30

40

50

LDバンクを第1の光源部1とする。コンデンサーレンズ81に入射する光を射出する青色LDバンクが複数ある場合には、それら複数の青色LDバンクを第1の光源部1とする。同様に、ベース部材B上に設けられている複数の青色LDバンクのうち、後述のコンデンサーレンズユニット6(第2のコンデンサーレンズユニット)に入射する光を射出する青色LDバンクを第2の光源部2とする。コンデンサーレンズユニット6に入射する光を射出する青色LDバンクが複数ある場合には、それら複数の青色LDバンクを第2の光源部2とする。

【0033】

(第1の光源部1からの青色光の光路)

第1の光源部1からの青色光(青色の平行光)L3はミラー7で反射され、コンデンサーレンズ81によって回転ホイール9の拡散体層(拡散素子)90Cに集光される。本実施例ではコンデンサーレンズ81は1枚の正レンズで構成したが、全体として正のパワーを有する構成であれば、複数のレンズの集合で構成してもよい。

10

【0034】

回転ホイール9は図3に示すように円板状の回転板90A、円環状の蛍光体層9B、円環状の拡散体層90Cを備え、図2に示すモータMによって回転可能である。回転板90Aの表面には、円環状の蛍光体層(波長変換素子)9Bおよび円環状の拡散体層90Cが同心円状に形成されている。回転板90Aには円環状の貫通部(穴部)が設けられており、この貫通部に拡散ガラスである拡散体層90Cが埋め込まれている。つまり、回転板90Aは拡散体層90Cよりも内側の部分と外側の部分を有しており、この内側の部分と拡散体層90Cが接着剤で連結されており、拡散体層90Cと上記外側の部分が接着剤で連結されている。

20

【0035】

蛍光体層9Bは透明な樹脂バインダに細かな蛍光体粒子を均一に混合させたものを回転板90A上に塗布する等して形成した。しかしながら、入射光を使用上問題がない程度に拡散させることができ、かつ青色光を十分に黄色光へ変換することができる構成であれば蛍光体層9Bの構成は上記の構成に限定されない。例えば、蛍光体層9Bの代わりに量子ドットあるいは量子ロッドを用いてもよい。本実施例では蛍光体粒子の主材料はYAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)系であり、第2の光源部2からの青色光の少なくとも一部を黄色光に変換する。量子ロッドの主材料はカドミウムセレン等を用いればよい。

30

【0036】

本実施例では拡散体層と蛍光体層を同一の回転ホイール上に形成しているため、回転ホイール、その回転支持機構およびモータMも1つでよい。このため、従来のように波長変換素子と拡散素子をそれぞれ別個の回転ホイールに形成した構成に対し、大幅な小型化が可能となる。

【0037】

なお、回転板90Aはアルミなどの金属製であるが、蛍光体層9Bに入射した光を使用上十分に反射させることができれば、この構成に限定されない。また、蛍光体層9Bは拡散体層90Cよりも外側に設けられているが、逆に蛍光体層9Bを拡散体層90Cよりも内側に設けてもよい。

40

【0038】

また、拡散体層90Cは拡散ガラスであるが、入射光を使用上問題がない程度に拡散させることができれば、上記の構成に限定されない。例えば透明な樹脂バインダに細かな拡散粒子を均一に混合させたものを回転板90Aの貫通部に流し込み、硬化させて形成してもよい。

【0039】

また、回転板90Aは金属製ではなく樹脂製やガラス製であってもよい。回転板90Aが樹脂製やガラス製で透明である場合には、拡散体層90Cは透明な樹脂バインダに細かな拡散粒子を均一に混合させたものを回転板90Aに塗布して形成すればよい。回転板9

50

0 Aの表面に円環状の金属コーティング（反射部）を施し、この金属コーティングの上に蛍光体層9 Bを設ければよい。この金属コーティングによって蛍光体9 Bからの光は反射されて照明光学系1 1 0へ導かれる。

【0 0 4 0】

コンデンサーレンズ8 1から拡散体層9 0 Cに入射した青色光は拡散体層9 0 Cによって拡散されつつ拡散体層9 0 Cを透過し、コリメータレンズユニット8によって平行光となってミラー1 0へ向かう。本実施例ではコリメータレンズユニット8は2枚の正レンズで構成したが、全体として正のパワーを有する構成であれば、1枚の正レンズあるいは3枚以上のレンズの集合であってもよい。

【0 0 4 1】

コリメータレンズユニット8からの拡散光L 4はミラー1 0で反射され、ダイクロイックミラー（第1のダイクロイックミラー、第1の合成素子）5に入射する。ダイクロイックミラー5の特性を図4に示す。図4に示すように、ダイクロイックミラー5は第1の光源部1および第2の光源部2からの青色光の波長である4 6 5 nm付近で高い透過率を有するとともに、5 0 0 nm以上の帯域、つまり緑色光および赤色光に対しては高い反射率を有する。したがって、ミラー1 0で反射された拡散光L 4はダイクロイックミラー5を透過して照明光学系1 1 0へ向かう。

【0 0 4 2】

（第2の光源部2からの青色光の光路）

第2の光源部2からの青色光（青色の平行光）L 1は正レンズ5 0および負レンズ5 1によって圧縮されて径が小さくなった平行光に変換される。つまり、正レンズ5 0と負レンズ5 1はアフォーカル光学系（第1のアフォーカルレンズユニット）である。青色光L 1を径が小さい平行光に圧縮することで負レンズ5 1以降の光学素子の径を小さくすることができる。アフォーカル光学系の構成は正レンズ5 0と負レンズ5 1の組み合わせに限定されるものではなく、青色光L 1をより径が小さい平行光に圧縮することができれば、例えば3枚以上のレンズの集合であってもよい。正レンズ5 0と負レンズ5 1の間にはミラー3が設けられており、光路が9 0度折り曲げられる。

【0 0 4 3】

負レンズ5 1からの青色光L 1はマイクロレンズアレイ5 2に入射する。マイクロレンズアレイ5 2は入射側と出射側に複数のレンズセルがマトリックス状に配置されている光学素子である。負レンズ5 1からの青色光L 1はマイクロレンズアレイ5 2によって複数の部分光束に分割され、コンデンサーレンズユニット（第2のコンデンサーレンズユニット）6によって蛍光体層9 Bに重畳される。この結果、蛍光体層9 B上にマイクロレンズアレイ5 2の入射側のレンズセルと相似形状のスポットが形成される。

【0 0 4 4】

前述のようにダイクロイックミラー5は青色光を透過させる特性を有するため、マイクロレンズアレイ5 2からの青色光はダイクロイックミラー5を透過してコンデンサーレンズユニット6を介して蛍光体層9 Bへ入射する。なお、マイクロレンズアレイ5 2の代わりにロッドインテグレータや例えば凹凸構造を有する光拡散素子等を用いてもよい。

【0 0 4 5】

また、本実施例ではコンデンサーレンズユニット6は2枚の正レンズからなるが、全体として正のパワーを有する構成であれば、コンデンサーレンズユニット6の代わりに1枚の正レンズ、あるいは複数のレンズの集合を用いてもよい。

【0 0 4 6】

コンデンサーレンズユニット6から蛍光体層9 Bに入射した青色光は前述の蛍光体粒子によって黄色光L 2に変換され、回転板9 0 Aによって反射されてコンデンサーレンズユニット6に入射する。蛍光体層9 Bからの黄色光L 2は方向を定めずにランダムな方向に出射するが、コンデンサーレンズユニット6によって平行光となり、ダイクロイックミラー5で反射されて照明光学系1 1 0に導かれる。これによって光源装置1 0 0は青色光および黄色光、つまり白色光を射出することができる。そして、拡散体層9 0 Cと蛍光体層

10

20

30

40

50

9 Bの両方を共通の回転板 9 0 A上に形成したので、光源装置を従来よりも大幅に小型化することが可能である。

【0047】

(光学系の設定)

光学系の具体例について説明する。

【0048】

コリメータレンズユニット8の焦点距離を $f_1$ とし、コンデンサーレンズユニット6の焦点距離を $f_2$ とする。このとき、光源装置100は、

$$1.2 \quad f_1 / f_2 \quad 10 \dots (1)$$

および、

$$2.0 \quad f_1 / f_2 \quad 6.0 \dots (1a)$$

を満足している。本実施例では $f_1 / f_2 = 4.0$ である。ただし、条件式(1)と(1a)の双方を満足することは必須ではなく、例えば、プロジェクタ内部に余裕があれば、 $f_1 / f_2 = 1.5$ である光源装置をプロジェクタに搭載してもよい。

【0049】

条件式(1)および(1a)は焦点距離 $f_1$ の方が焦点距離 $f_2$ よりも大きい、すなわち、コリメータレンズユニット8のパワーの方がコンデンサーレンズユニット6のパワーよりも弱いことを意味する。光源装置100が条件式(1)あるいは(1a)を満足することによって得られる効果について図5および図6を用いて説明する。

【0050】

図5は拡散体層90Cとコリメータレンズユニット8を模式的に示した図である。図5(b)は図5(a)よりも焦点距離 $f_1$ が短い場合を示している。拡散体層90Cから出射する光の発散角度 $\theta_{0C}$ が一定であるとした場合、焦点距離 $f_1$ が小さいとコリメータレンズユニット8から出射する平行光の径 $D_1$ が小さくなる。逆に焦点距離 $f_1$ が大きいと径 $D_1$ は大きくなる。

【0051】

図6は蛍光体層9Bとコンデンサーレンズユニット6を模式的に示した図であり、図6(b)は図6(a)よりも焦点距離 $f_2$ が大きい場合を示している。

【0052】

図5と図6を比較すれば分かるように、拡散体層90Cから出射する光の発散角度 $\theta_{0C}$ は蛍光体層9Bから出射する光の発散角度 $\theta_{9B}$ よりも小さくなりやすい。これは、拡散体層90Cによる拡散はコヒーレンス(可干渉性)を有するレーザー光である青色LDからの青色光を使用上問題がない程度に拡散させれば済むためである。つまり、蛍光体層9Bによる拡散度合いと、拡散体層90Cによる拡散度合いを比較すると、蛍光体層9Bによる拡散度合いの方が大きい。このため、コンデンサーレンズユニット6から出射する平行光(青色光)の径 $D_2$ は、コリメータレンズユニット8から出射する平行光(黄色光)の径 $D_1$ よりも大きくなりやすい。径が互いに異なる青色光と黄色光を、照明光学系110を介して光変調素子40R、40G、40Bに導いてしまうと、投射画像に色むらが生じてしまう。

【0053】

そこで、本実施例では焦点距離 $f_1$ を大きくして径 $D_1$ を大きくし、径 $D_1$ と径 $D_2$ の差を埋めることで前述の色むらの発生を抑制している。焦点距離 $f_2$ が大きすぎると図6(b)に示すようにコンデンサーレンズユニット6が大型化してしまうため、焦点距離 $f_2$ は大きすぎない値としている。その結果、光源装置100は条件式(1)および(1a)を満足する。

【0054】

拡散体層90Cにおける拡散度を $\theta$ とする。このとき、光源装置100は、

$$1^\circ \quad 30^\circ \dots (2)$$

および

$$1^\circ \quad 15^\circ \dots (2a)$$

10

20

30

40

50

を満足している。本実施例では  $\theta = 10^\circ$  である。ただし、条件式(2)と(2a)の双方を満足することは必須ではなく、例えば、プロジェクタ内部に余裕があれば、 $\theta = 20^\circ$  である光源装置をプロジェクタに搭載してもよい。拡散度  $\theta$  は次に説明するように計測すればよい。拡散体層90Cの表面(あるいは回転板90Aの表面)とコリメータレンズユニット8の最も回転ホイール9側の面の面頂点間のコリメータレンズユニット8の光軸方向における距離が半分になる位置を計測位置とする。この計測位置における拡散体層90Cからの出射光の照度分布を計測し、この照度分布における半値全幅を計算する。そして、半値全幅の端部に相当する2点と、拡散体層90Cの径方向における中心点の合計3点からなる角度を拡散度  $\theta$  とすればよい。

#### 【0055】

条件式(2)および(2a)は拡散体層90Cにおける拡散度  $\theta$  が小さすぎず、かつ大きすぎないことを意味している。光源装置100が条件式(2)あるいは(2a)を満足することによって得られる効果は以下の通りである。

#### 【0056】

拡散度  $\theta$  が条件式(2)の下限を逸脱するほどに小さい場合、第1の光源部1が備える青色LDからの光が拡散体層90Cで十分に拡散されないことを意味する。コヒーレンスを有するレーザー光である青色LDからの光が十分に拡散されないと、スクリーンS上にスペckルノイズ(明暗の斑点模様等の不要な模様)が視認しやすくなる。逆に拡散度  $\theta$  が条件式(2)の上限を逸脱するほどに大きい場合、第1の光源部1が備える青色LDからの光が拡散体層90Cで拡散されすぎることの意味する。青色LDからの光が拡散体層90Cで拡散されすぎると、前述のスペckルノイズは低減されるが、拡散体層90Cからの光が本実施例よりも広がることになる。その結果、拡散体層90Cからの青色光の一部がコリメータレンズユニット8へ入射しないことによって損失が生じたり、コリメータレンズユニット8の径を大きくせざるを得なくなったりする。

#### 【0057】

以上説明したように、光源装置100が条件式(2)および(2a)を満足するように拡散度  $\theta$  を設定することで、スペckルノイズを低減し、コリメータレンズユニット8および光源装置100の大型化を抑制しつつ、光の損失を減らすこともできる。

#### 【0058】

図3に示したように、本実施例では蛍光体層9Bは拡散体層90Cよりも内側に位置している。その理由について説明する。図5および図6に示したように蛍光体層9Bから出射する光の発散角度  $\theta_B$  と拡散体層90Cから出射する光の発散角度  $\theta_{90C}$  を比較すると、発散角度  $\theta_B$  の方向が大きくなりやすい。つまり、コリメータレンズユニット8の径よりもコンデンサーレンズユニット6の径の方が大きくなりやすい。そこで本実施例では、蛍光体層9Bを拡散体層90Cよりも内側に設け、コンデンサーレンズユニット6を回転ホイール9の回転軸の近くに配置している。その結果、光源装置100を小型にすることができる。

#### 【0059】

図2に示したように、回転ホイール9のモータM側にはコンデンサーレンズ81が設けられている。本実施例とは逆に拡散体層90Cが蛍光体層9Bよりも内側に位置している場合、コンデンサーレンズ81が本実施例よりもモータMに近づき、両者が干渉する可能性がある。そこで本実施例では、コンデンサーレンズ81とモータMの干渉を回避するために、拡散体層90Cを蛍光体層9Bよりも外側に設けている。本実施例では蛍光体層9Bのコストを削減することも目的として蛍光体層9Bを拡散体層90Cよりも内側に設けている。

#### 【0060】

(変形例)

図2に示したように第1の光源部1が有する青色LDバンクの数よりも第2の光源部2が有する青色LDバンクの数の方が多い。つまり、蛍光体層9Bに入射する光の光量は拡散体層90Cに入射する光の光量よりも多い。そこで本実施例とは逆に拡散体層90Cよ

10

20

30

40

50

りも熱くなりやすい蛍光体層 9 B を拡散体層 9 0 C よりも外側に設けて、蛍光体層 9 B を冷却しやすい構成を採用してもよい。

【 0 0 6 1 】

回転ホイール 9 の代わりに図 7 に示す回転ホイール 9 0 を用いてもよい。回転ホイール 9 0 は円板状の拡散ガラス 9 0 0 C と、拡散ガラス 9 0 0 C 上に設けた金属コーティングの上に塗布された蛍光体層 9 B を備える。このような構成の回転ホイール 9 0 でも回転ホイール 9 と同様の機能を発揮することができる。

【 0 0 6 2 】

コンデンサーレンズ 8 1 の代わりに図 8 に示すコンデンサーレンズ 8 2 を用いてもよい。コンデンサーレンズ 8 2 はいわゆる D カット形状を有しており、モータ M 側が平坦になっている。このため、コンデンサーレンズ 8 2 をコンデンサーレンズ 8 1 よりもモータ M に近い位置に配置することができる。図 8 に示す光源装置 1 0 1 においては、コンデンサーレンズ 8 2 からの光は拡散体層 9 0 C に対して回転ホイール 9 の回転軸に近づくように角度をなして入射する。

【 0 0 6 3 】

( 第 2 実施例 )

図 9 を用いて第 2 実施例の光源装置 2 0 0 について説明する。光源装置 1 0 0 と光源装置 2 0 0 の主な違いは第 3 の光源部 5 5 を新たに設けた点である。

【 0 0 6 4 】

( 第 1 の光源部 1 からの青色光の光路 )

本実施例における第 1 の光源部 1 からの青色光の光路について説明する。第 1 の光源部 1 からの青色光 ( 平行光 ) L 3 がコンデンサーレンズ 8 1 を介して拡散体層 9 0 C に入射する。拡散体層 9 0 C からの拡散光 L 4 はコリメータレンズ 8 3 によって平行光となり、ダイクロイックミラー ( 第 2 のダイクロイックミラー、第 2 の合成素子 ) 5 4 に入射する。ダイクロイックミラー 5 4 は青色光を反射して I R 光を透過させる特性を有する。したがって、コリメータレンズ 8 3 からの拡散光 L 4 はダイクロイックミラー 5 4 で反射され、アフォーカル光学系 ( 第 2 のアフォーカルレンズユニット 8 4 ) に入射する。アフォーカル光学系 8 4 は入射した平行光の径を拡大するように構成されており、少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 1 枚の正レンズを有する。したがって、ダイクロイックミラー 5 4 からの拡散光 L 4 はアフォーカル光学系 8 4 で拡大されてダイクロイックミラー ( 第 1 のダイクロイックミラー、第 1 の合成素子 ) 5 3 に入射する。

【 0 0 6 5 】

ダイクロイックミラー 5 3 の特性を図 1 0 に示す。図 1 0 に示すように、ダイクロイックミラー 5 3 は第 1 の光源部 1 および第 2 の光源部 2 からの青色光の波長である 4 6 5 n m 付近で高い透過率を有する。そして、5 0 0 n m 以上 7 0 0 n m 以下の帯域、つまり緑色光および赤色光に対しては高い反射率を有し、7 5 0 n m 以上の帯域に対して高い透過率を有する。したがって、アフォーカル光学系 8 4 からの拡散光 L 4 はダイクロイックミラー 5 3 を透過して照明光学系 1 1 0 に導かれる。

【 0 0 6 6 】

( 第 2 の光源部 2 からの青色光の光路 )

第 2 の光源部 2 からの青色光の光路については、ダイクロイックミラー 5 の代わりにダイクロイックミラー 5 3 を通る点以外は前述の第 1 実施例と同様であるため、説明は割愛する。

【 0 0 6 7 】

( 第 3 の光源部 5 5 からの I R 光の光路 )

第 3 の光源部 5 5 は波長が 7 5 0 n m 以上の I R 光 ( 近赤外光 ) を射出する L D 等の発光素子と、この発光素子からの発散光を平行光化するためのコリメータレンズを備える。第 3 の光源部 5 5 からの I R 光 L 5 はダイクロイックミラー 5 4 を透過し、アフォーカル光学系 8 4 で拡大される。そして、アフォーカル光学系 8 4 からの I R 光 L 5 はダイクロイックミラー 5 3 を透過して照明光学系 1 1 0 に導かれる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 8 】

このように、光源装置 2 0 0 は白色光に加えて I R 光も射出することができる。

## 【 0 0 6 9 】

図 1 に示したプロジェクタに光源装置 1 0 1 を搭載する場合には、照明光学系 1 1 0 と色分離合成部 1 2 0 との間にカラーホイールを設ける。あるいは、第 1 の光源部 1 および第 2 の光源部 2 を消灯している間に第 3 の光源部 5 5 を点灯できるようにする。そして、I R 光を前述の光変調素子 4 0 R、4 0 G、4 0 B のいずれかで変調して投射レンズ 4 2 を介してスクリーン S へ投射する。これにより、カラー画像だけではなく I R 画像もスクリーン S へ投射できる。

## 【 0 0 7 0 】

( 第 3 実施例 )

図 1 1 を用いて第 3 実施例の光源装置 3 0 0 について説明する。光源装置 1 0 0 と光源装置 3 0 0 の主な違いは第 4 の光源部 6 0 を新たに設けた点である。

## 【 0 0 7 1 】

( 第 1 の光源部 1 からの青色光の光路 )

第 1 の光源部 1 からの青色光の光路については前述の第 1 実施例と同様であるため、説明は割愛する。

## 【 0 0 7 2 】

( 第 2 の光源部 2 および第 4 の光源部 6 0 からの青色光の光路 )

前述の第 1 および第 2 実施例において第 2 の光源部 2 からの青色光 L 1 は S 偏光であったが、本実施例においては P 偏光である。したがって、第 2 の光源部 2 からの青色光 L 1 は P B S ( 偏光分離素子、第 3 の合成素子 ) 6 1 を透過する。P B S 6 1 の特性は図 1 2 に示すように P 偏光に対して高い透過率を有し、S 偏光に対しては高い反射率を有する。

## 【 0 0 7 3 】

第 4 の光源部 6 0 は第 2 の光源部 2 と同様に複数の青色 L D バンクを有するが、第 4 の光源部 6 0 からの青色光 ( 第 3 の青色光 ) L 6 は S 偏光である。したがって、ミラー 1 0 で反射された青色光 L 6 は P B S 6 1 で反射されて青色光 L 1 と合流し、以後、前述の第 1 実施例における青色光 L 1 と同様の光路を進む。

## 【 0 0 7 4 】

このように、本実施例は前述の第 1 実施例よりも多くの青色光を蛍光体層 9 B に入射させることができるため、より明るい画像を投射することができるようになる。

## 【 0 0 7 5 】

なお、第 4 の光源部 6 0 からの青色光の偏光方向を第 2 の光源部 2 からの青色光の偏光方向と同じにし、第 4 の光源部 6 0 から P B S 6 1 までの光路上に 2 分の 1 波長板を設けてもよい。

## 【 0 0 7 6 】

( 変形例 )

前述の各実施例における第 1 の光源部 1 と第 2 の光源部 2 は一体的に構成されていてもよい。例えば、1 つの光源部からの青色光をハーフミラー ( 分離素子 ) で青色光 ( 第 1 の青色光 ) L 3 と青色光 ( 第 2 の青色光 ) L 1 とに分離させてもよい。

## 【 0 0 7 7 】

また、前述の各光源部から回転ホイール 9 に至るまでの光路上には各図に示されている光学素子とは異なる光学素子を設けてもよい。例えば、図 1 3 に示すプリズムミラー P M を光源部の直後に設けることで、光源部からの光の幅 W 1 を幅 W 2 へ小さくしてもよい。プリズムミラー P M の代わりに各光源部からの各青色 L D からの光を取り込める大きさを有するレンズを用いてもよい。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 8 】

- 1 第 1 の光源部 ( 光源部の一部 )
- 2 第 2 の光源部 ( 光源部の一部 )

10

20

30

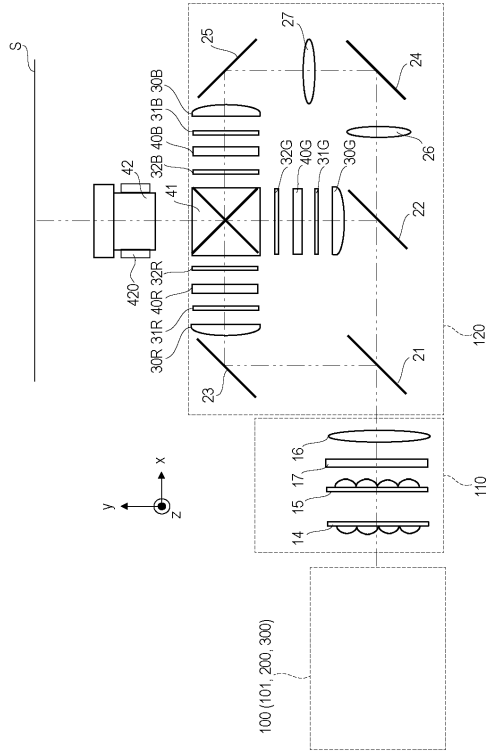
40

50

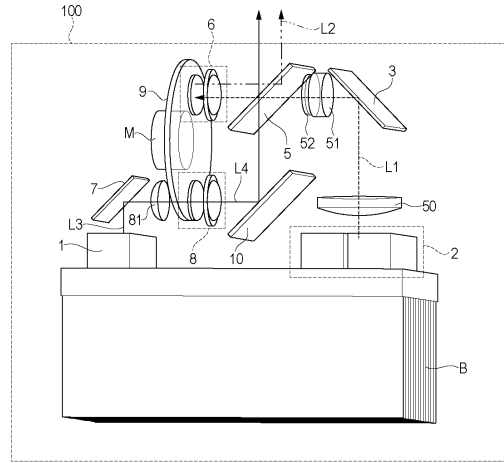
- 9 回転ホイール
- 9 B 蛍光体層 (波長変換素子)
- 9 0 C 拡散体層 (拡散素子)
- 1 0 0 光源装置

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

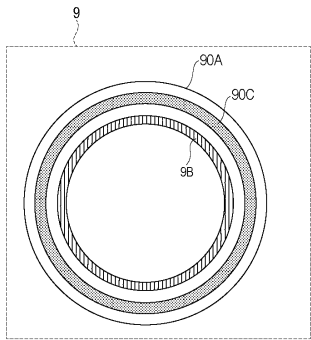
20

30

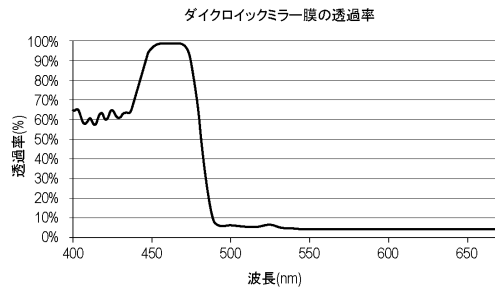
40

50

【図 3】



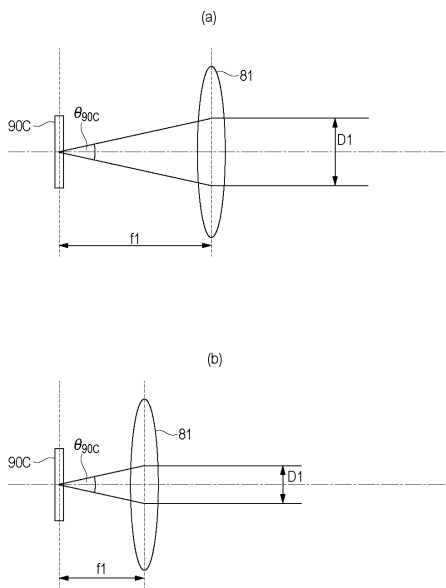
【図 4】



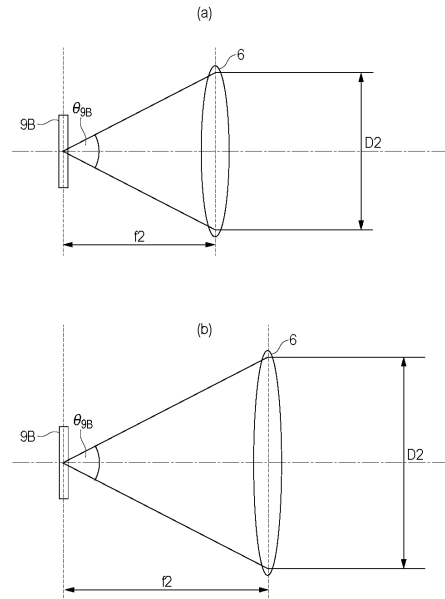
10

20

【図 5】



【図 6】

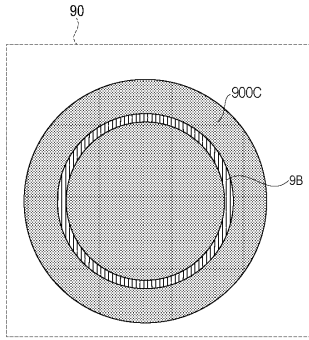


30

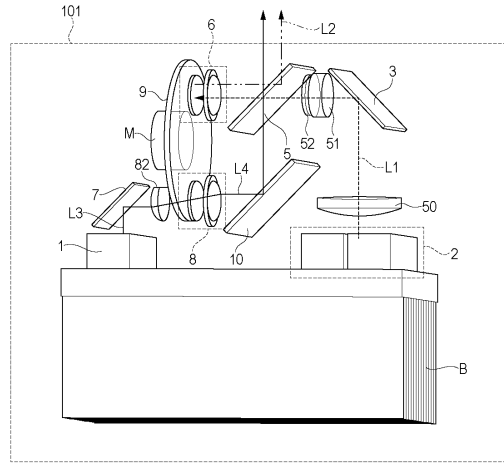
40

50

【図7】



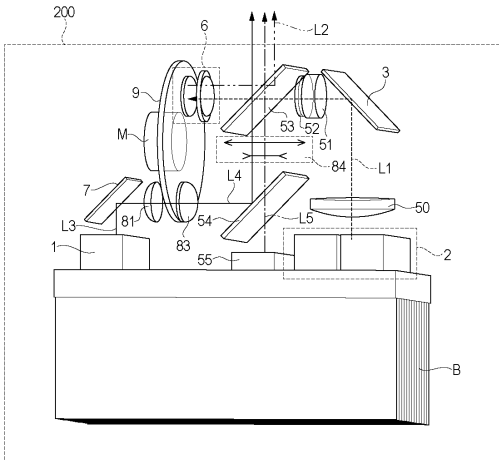
【図8】



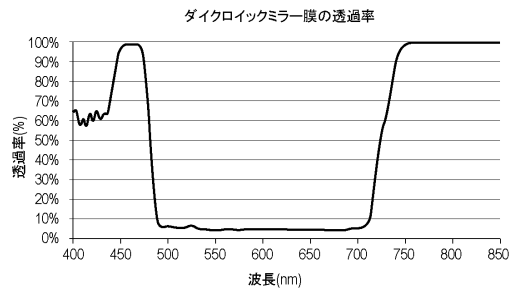
10

20

【図9】



【図10】



30

40

50



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-186566(JP,A)  
特開2018-054780(JP,A)  
国際公開第2016/067822(WO,A1)  
特開2018-146806(JP,A)  
特開2010-237443(JP,A)  
米国特許出願公開第2015/0267880(US,A1)  
特開2019-008018(JP,A)  
国際公開第2016/158297(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G03B 21/00 - 21/30  
21/12 - 21/13  
21/134 - 21/30  
33/00 - 33/16  
H04N 5/66 - 5/74  
F21K 9/00 - 9/90  
F21S 2/00 - 45/70  
F21V 1/00 - 15/04