

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 27/18

G02B 5/30 H04N 9/31



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01125321.5

[43] 公开日 2003 年 3 月 12 日

[11] 公开号 CN 1402043A

[22] 申请日 2001.8.10 [21] 申请号 01125321.5

[71] 申请人 浙江大学

地址 310013 浙江省杭州市西湖区玉古路 20 号

共同申请人 杭州浙大科特光电科技有限公司

[72] 发明人 李海峰 刘旭 郑臻荣 顾培夫 唐晋发

[74] 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司

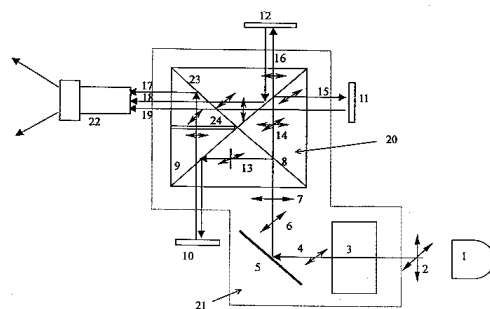
代理人 张法高

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统

[57] 摘要

本发明公开了一种用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统。它包括偏振合成系统、偏振薄膜反射镜和偏振分合色棱镜等。其中的偏振合成系统把灯源发出的自然光全部转换为单一偏振方向的光。偏振薄膜反射镜把蓝色光的偏振方向旋转 90 度而其他光保持不变。偏振分合色棱镜把红绿蓝三色光按偏振方向和颜色分解到各自对应颜色的反射式液晶板上，然后再把三色图像光束合成一个彩色的图像，通过透镜投影到屏幕上。该系统结构简单紧凑，成本低，易于制造。结构特点有利于提高液晶投影机的对比度和光亮度，适合于 LCOS、DILA、LCLV 等反射式液晶板的液晶投影机。



ISSN 1008-4274

1. 一种用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统，其特征在于它具有白光灯源[1]，偏振分合色系统[21]，投影物镜[22]，单色液晶显示板[10]、[11]、[12]；由白光灯源[1]发出的白色自然光 [2]包含二个正交的偏振分量，经由偏振合成系统[3]后，把其中的一个偏振方向旋转 90 度，使二个偏振方向平行，产生 S 偏振方向的偏振光[4]，偏振光[4]经过偏振薄膜反射镜[5]反射，使蓝光[7]偏振方向和原来的偏振方向旋转 90 度，而红绿光[6]的偏振方向不变，光[6]、[7]进入偏振分合色棱镜[20]后，由分合色薄膜[8]分解为绿光[13]和红蓝光[14]，绿光[13]偏振方向为 S，红蓝光[14]中蓝光为 P 偏振，红光为 S 偏振，绿光[13]通过偏振分束薄膜[9]反射，入射到液晶显示板[10]，液晶显示板[10]把带有图像信息的光反射回偏振分合色棱镜[20]，透过偏振膜[9]成为 P 光，通过 1/2 波片后偏振面旋转 90 度成为 S 光，被合色薄膜[23]反射后成为带图像信息的绿光[17]进入投影物镜，红蓝光[14]到达偏振分束薄膜[9]后，其中的红光部分为 S 偏振，被偏振膜[9]反射后成为 S 偏振红光[15]，被液晶显示板[11]反射，成为带图像信息的 P 偏振红光[19]，透过[9]、[23]后到达投影物镜[22]，红蓝光[14]中的蓝光部分为 P 偏振，透过[8]后为蓝色 P 偏振光[16]，被液晶显示器[12]反射，经过偏振薄膜[9]反射后成为 S 偏振光，再经过合色薄膜[23]透射，成为带图像信息的蓝色光[18]，进入投影物镜，红、绿、蓝三色图像通过投影物镜在屏幕上形成彩色图像。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统，其特征在于偏振分合色棱镜由五块直角棱镜粘结而成，其中棱镜[25]、[26]之间夹上一层 1/2 波片[24]，在其他的胶合面上用真空镀膜的方法镀制多层介质偏振分束薄膜[9]和分色[8]、合色薄膜[23]，然后用胶把棱镜[25]、[26]、[27]、[28]、[29]胶合，其中分色合色薄膜[8]、[23]采用 SiO₂、Al₂O₃ 材料用真空沉积法交替镀制，棱镜中的偏振分束薄膜采用 MgO、MgF₂ 材料用真空沉积方法交替镀制。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统，其特征在于偏振合成系统制作时先在玻璃棱镜[31]上用真空镀膜方法镀上多层介质偏振分束薄膜[36]，然后用胶[35]把棱镜[31]、[32]胶合起来，最后在棱镜[32]的出射面上贴上 1/2 波片[34]，入射自然光[2]经过偏振分束薄膜[36]被分解成 S 光[37]和 P 光[32]，P 光[32]经过全反射后通过 1/2 波片

[34]，偏振方向旋转 90 度，成为与[37]同一偏振方向的 S 偏振光。

4. 根据权利要求 1 所述的一种用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统，其特征在于所说的偏振薄膜反射镜 5 由三层结构组成，其中二向色镜[39]为透蓝反射红绿的多层介质薄膜，采用真空镀膜的方法在玻璃基板上交替蒸镀 TiO₂ 和 SiO₂，蓝光全反射镜 41 也是采用同样的真空镀膜方法镀制 TiO₂ 和 SiO₂。S 偏振光 4 经二向色镜反射后，分解为 S 偏振的红绿反射光 6。透过二向色镜的为 S 偏振的蓝光 40，蓝光 40 通过 1/4 波片 38 后被蓝光全反射镜 41 反射，再次通过 1/4 波片 38，最后透过二向色镜 39。由于蓝光 40 透过二次 1/4 波片，相当于透过一次 1/2 波片，因此蓝光 40 的偏振方向旋转 90 度，成为蓝色 P 偏振光 7。

用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统 技术领域

本发明涉及一种用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统。

背景技术

液晶投影机是目前大屏幕显示的一种最简单方法。它通过光学系统把液晶显示板上的图像进行放大，通过投影物镜把图像投射到屏幕上，得到大屏幕的图像显示。液晶投影机光学系统一般由以下几部分组成：灯源、照明系统、三个黑白液晶显示板、分色系统、合色系统、偏振系统、投影物镜、屏幕。

液晶投影机光学系统的基本工作原理为：从灯源产生的白光通过照明系统产生均匀、高强度的光束，通过分色系统分解为红、绿、蓝三种基色的光束，分别照射到三个单色液晶显示板上，使之产生红、绿、蓝图象。三色图像再经过合色系统合成彩色图像，经投影透镜投射到屏幕上，产生大屏幕的图像显示。由于液晶显示器工作在偏振光模式，所以液晶显示板的入射光和出射光部分必须用起偏器和检偏器进行偏振，并且二个偏振方向垂直。透射式液晶显示屏采用二个偏振正交的偏振薄膜作为起偏、检偏器，反射式液晶显示板通常采用偏振分束棱镜作为起偏器和检偏器，偏振分束棱镜中的偏振分束薄膜透射 P 分量，反射 S 分量。液晶显示板显示的图像可以是计算机视频信号和其他如 DVD、VCD、电视信号。

发明内容

本发明提供用反射式液晶板作图像源的液晶投影机偏振分合色系统。

如图 1 所示，它具有白光灯源 1，偏振分色合色系统 21，投影物镜 22，单色液晶显示板 10、11、12；由白光灯源 1 发出的白色自然光 2 包含二个正交的偏振分量，经由偏振合成系统 3 后，把其中的一个偏振方向旋转 90 度，使二个偏振方向平行，产生 S 偏振方向的偏振光 4，偏振光 4 经过偏振薄膜反射镜 5 反射，使蓝光 7 偏振方向和原来的偏振方向旋转 90 度，而红绿光 6 的偏振方向不变，光 6、7 进入偏振分合色棱镜 20 后，由分合色薄膜 8 分解为绿光 13 和红蓝光 14，绿光 13 偏振方向为 S，红蓝光 14 中蓝光为 P 偏振，

红光为 S 偏振，绿光 13 通过偏振分束薄膜 9 反射，入射到液晶显示板 10 液晶显示板 10 把带有图像信息的光反射回偏振分合色棱镜 20，透过偏振膜 9 成为 P 光，通过 1/2 波片后偏振面旋转 90 度成为 S 光，被合色薄膜 23 反射后成为带图像信息的绿光 17 进入投影物镜，红蓝光 14 到达偏振分束薄膜 9 后，其中的红光部分为 S 偏振，被偏振膜 9 反射后成为 S 偏振红光 15，被液晶显示板 11 反射，成为带图像信息的 P 偏振红光 19，透过 9、23 后到达投影物镜 22，红蓝光 14 中的蓝光部分为 P 偏振，透过 8 后为蓝色 P 偏振光 16，被液晶显示器 12 反射，经过偏振薄膜 9 反射后成为 S 偏振光，再经过合色薄膜 23 透射，成为带图像信息的蓝色光 18，进入投影物镜，红、绿、蓝三色图像通过投影物镜在屏幕上形成彩色图像。

本发明为同轴系统，有利于背投影显示应用。采用胶合的棱镜完成偏振分色合色功能，使结构更加紧凑小巧。减小了投影物镜到液晶板的工作距离，降低了投影物镜的设计难度。系统中偏振分束薄膜排布在紧靠三个液晶板的前面，有利于减少玻璃双折射对偏振光的影响，提高了对比度。系统采用了偏振薄膜反射镜，使得用常规的波片和薄膜反射膜即可实现对某一波段偏振方向的偏转，从而不再需要特殊的波片组合，降低了系统的成本。采用偏振合成系统，利用自然光的二个偏振方向，相对其他系统只能用其中一个偏振分量相比，提高了能量效率，使投影机有较高的亮度。

附图说明

- 图 1 是反射式液晶投影显示的偏振分色系统示意图；
- 图 2 是偏振分色合色棱镜结构示意图；
- 图 3 是偏振分合色棱镜中分色薄膜的分光特性曲线；
- 图 4 是偏振分合色棱镜中合色薄膜的分光特性曲线；
- 图 5 是偏振分合色棱镜中偏振分束薄膜的分光特性曲线；
- 图 6 是偏振合成结构图；
- 图 7 是薄膜反射镜机构图；
- 图 8 是二向色镜的透过率曲线图；
- 图 9 是二向色镜的反射率曲线图。

具体实施方式

本发明采用偏振分合色棱镜、偏振薄膜反射镜以及偏振转换合成系统，构成了反射式液晶投影的偏振分色合色系统，如图 1。图中 1 为白光灯源，21 为偏振分色合色系统，22 为投影物镜，10、11、12 为单色液晶显示板。其

工作原理如下：由灯 1 发出的白色自然光 2 包含二个正交的偏振分量。经由偏振合成系统 3 后，把其中的一个偏振方向旋转 90 度，使二个偏振方向平行，产生 S 偏振方向的偏振光 4。偏振光 4 经过偏振薄膜反射镜 5 反射，使蓝光 7 偏振方向和原来的偏振方向旋转 90 度，而红绿光 6 的偏振方向不变。光 6、7 进入偏振分合色棱镜 20 后，由分合色薄膜 8 分解为绿光 13 和红蓝光 14。绿光 13 偏振方向为 S，红蓝光 14 中蓝光为 P 偏振，红光为 S 偏振。13 通过偏振分束薄膜 9 反射，入射到液晶显示板 10。液晶显示板 10 把带有图像信息的光反射回 20，透过偏振膜 9 成为 P 光，通过 1/2 波片后偏振面旋转 90 度成为 S 光。被合色薄膜 23 反射后成为带图像信息的绿光 17 进入投影物镜。红蓝光 14 到达偏振分束薄膜 9 后，其中的红光部分为 S 偏振，被偏振膜 9 反射后成为 S 偏振红光 15，被液晶显示板 11 反射，成为带图像信息的 P 偏振红光 19，透过 9、23 后到达投影物镜 22。红蓝光 14 中的蓝光部分为 P 偏振，透过 8 后为蓝色 P 偏振光 16。被液晶显示器 12 反射，经过偏振薄膜 9 反射后成为 S 偏振光。再经过合色薄膜 23 透射，成为带图像信息的蓝色光 18，进入投影物镜。红、绿、蓝三色图像通过投影物镜在屏幕上形成彩色图像。

偏振分合色棱镜的结构图如图 2 所示。整个棱镜由五块直角棱镜粘结而成，其中棱镜 25、26 之间夹上一层 1/2 波片 24，在其他的胶合面上用真空镀膜的方法镀制多层介质偏振分束薄膜 9 和分色 8、合色薄膜 23。然后用胶把棱镜 25、26、27、28、29 胶合。其中分色合色薄膜 8、23 采用 SiO₂、Al₂O₃ 材料用真空沉积法交替镀制，其光谱透过率如图 3、4 所示。分色薄膜保证 S 偏振方向的绿光（500nm—580nm）反射，而红光（600nm—700nm）的 S 分量和蓝光（400nm—500nm）的 P 分量透射，而合色薄膜保证 S 偏振绿光反射，蓝光 S 分量和红光 P 分量的透过。棱镜中的偏振分束薄膜采用 MgO、MgF₂ 材料用真空沉积方法交替镀制，得到的薄膜透射率曲线如图 5 所示。偏振分束薄膜的特性保证在整个白光区域内(400nm—700nm)S 偏振光被反射，而 P 偏振光透射。

偏振合成系统原理图如图 6 所示。制作时先在玻璃棱镜 31 上用真空镀膜方法镀上多层介质偏振分束薄膜 36，然后用胶 35 把棱镜 31、32 胶合起来。最后在棱镜 32 的出射面上贴上 1/2 波片 34。工作原理如下：入射自然光 2 经过偏振分束薄膜 36 被分解成 S 光 37 和 P 光 32。P 光 32 经过全反射后通过 1/2 波片 34，偏振方向旋转 90 度，成为与 37 同一偏振方向的 S 偏振光。偏振分束薄膜的特性和图 7 相同。

图 1 中的偏振薄膜反射镜 5 的结构如图 7 所示。反射镜由三层结构组成。其中二向色镜 39 为透蓝反射红绿的多层介质薄膜。它的光谱反射率如图 8 所示。薄膜的特性保证 S 偏振方向的红绿光(500nm—700nm)被反射, 而蓝光的 S 和 P 分量都透射, 制备采用真空镀膜的方法在玻璃基板上交替蒸镀 TiO₂ 和 SiO₂。蓝光全反射镜 41 也是采用同样的真空镀膜方法镀制 TiO₂ 和 SiO₂。其反射率的光谱曲线如图 9 所示。其特性要求反射所有 S 和 P 偏振的蓝光(400nm—500nm)。整个薄膜反射镜的工作原理为: 400nm—700nm 的 S 偏振光 4 经二向色镜反射后, 分解为 S 偏振的红绿反射光 6。透过二向色镜的为 S 偏振的蓝光 40。蓝光 40 通过 1/4 波片 38 后被蓝光全反射镜 41 反射, 再次通过 1/4 波片 38, 最后透过二向色镜 39。由于蓝光 40 透过二次 1/4 波片, 相当于透过一次 1/2 波片, 因此蓝光 40 的偏振方向旋转 90 度, 成为蓝色 P 偏振光 7。在实际制备中, 因为三层薄膜厚度相当小, 相互粘结在一起, 因此蓝光 7 和红绿光 6 在空间上是几乎重合的。

本发明用偏振合成系统、偏振薄膜反射镜以及偏振分合色棱镜构成反射式液晶投影显示系统的偏振分合色光学系统。由于本发明的偏振、分色、合色由一个棱镜完成, 因此此系统结构简单紧凑, 且同时利用了自然光的 S 和 P 分量, 有较高的光利用率。

本发明适用于液晶投影机, 该投影机使用三个反射式液晶板作为图像源。反射式液晶板可以是 LCOS 液晶显示芯片、液晶光阀等反射式液晶器件。投影机可以是前投式或背投影方式。

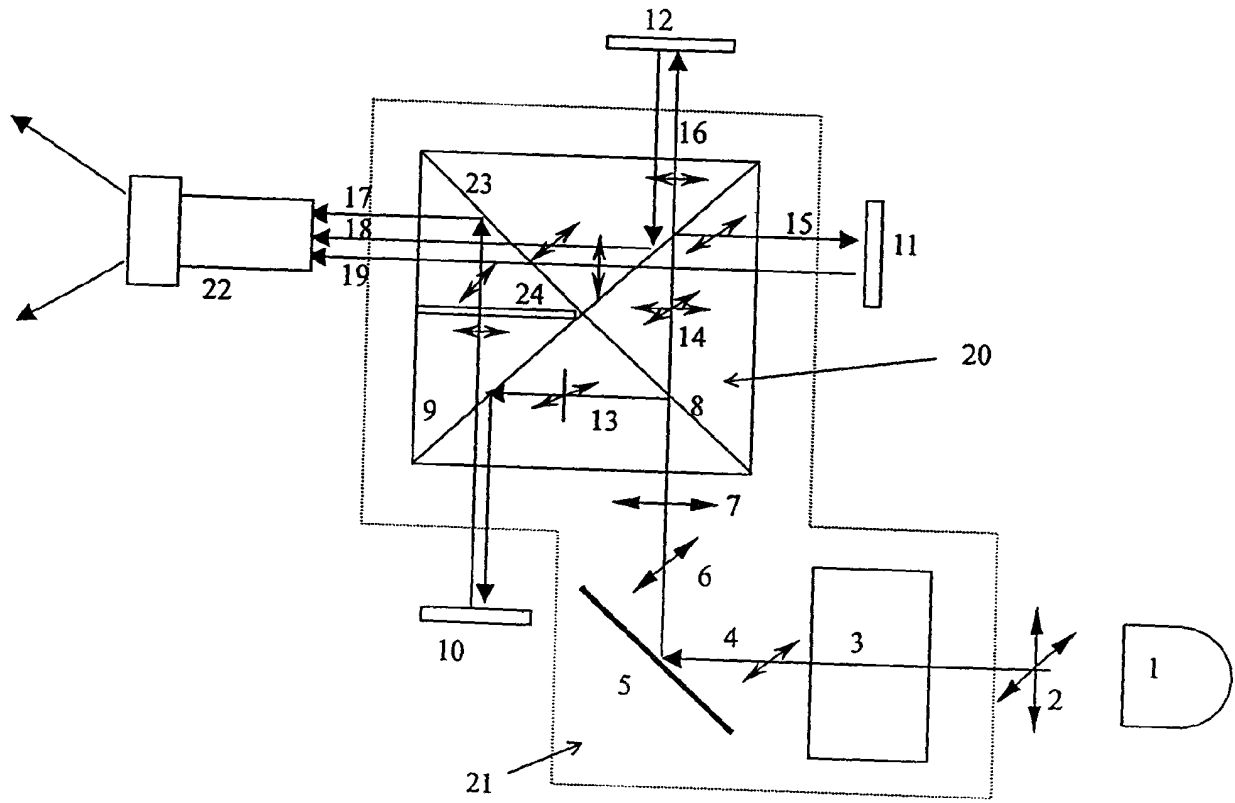


图 1

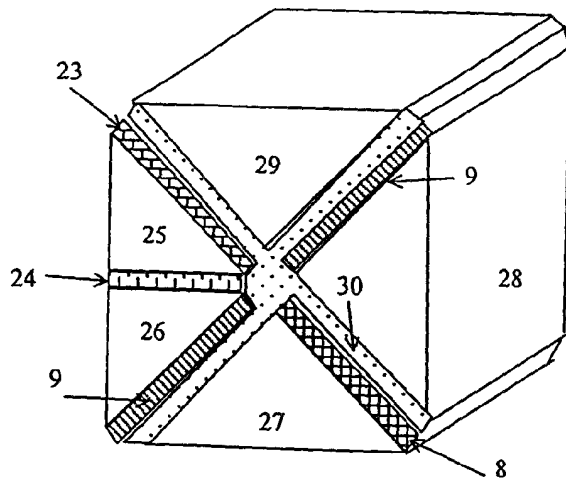


图 2

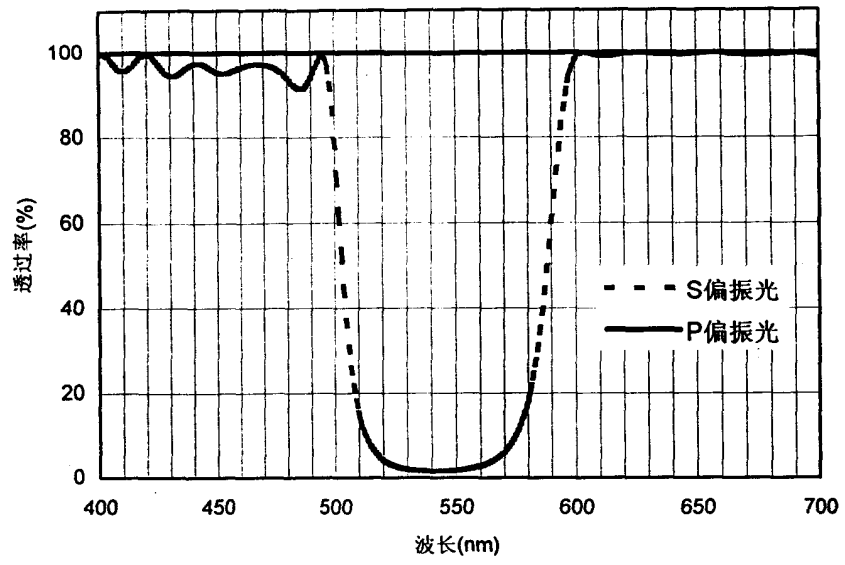


图 3

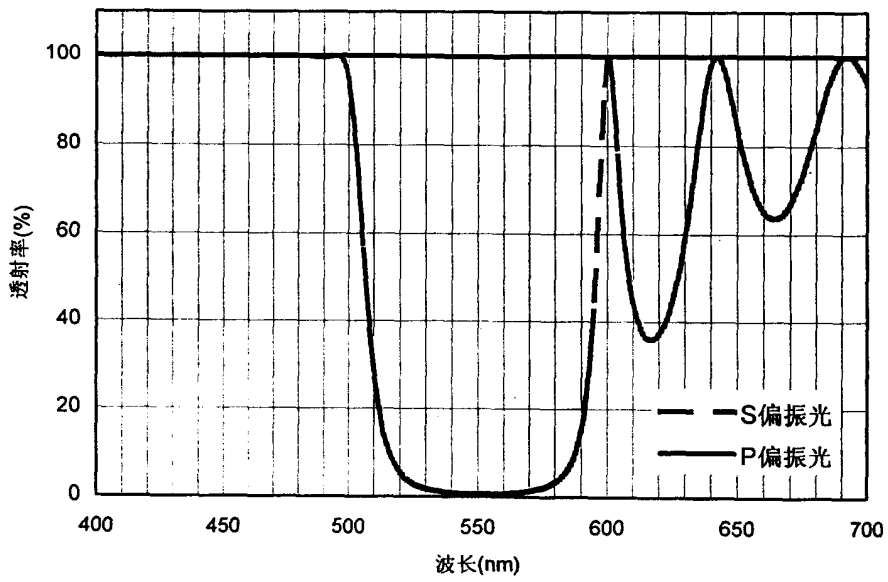


图 4

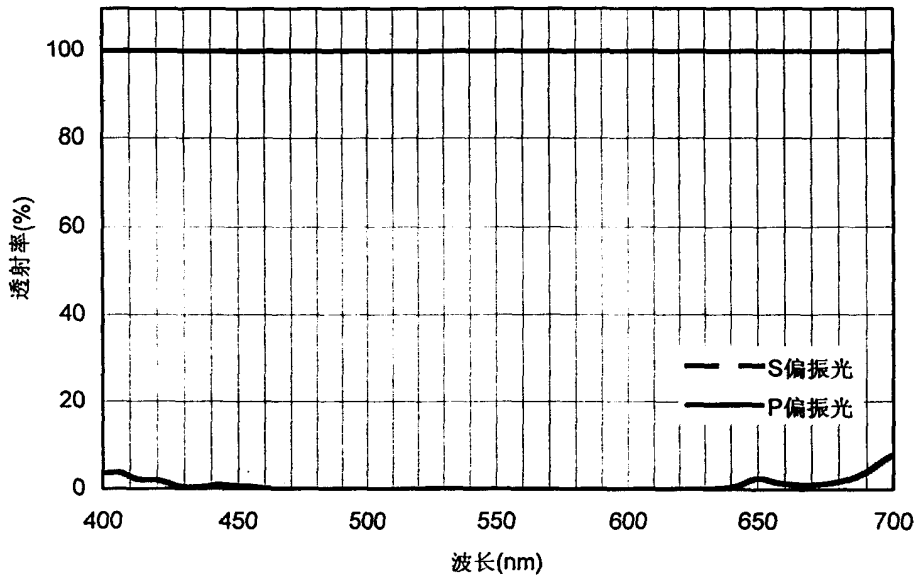


图 5

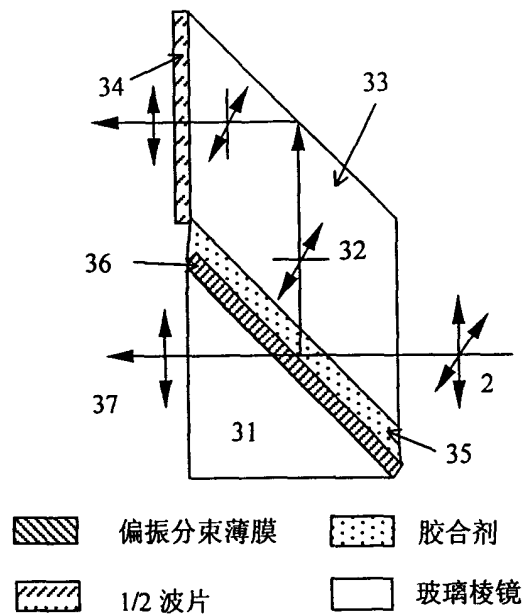


图 6

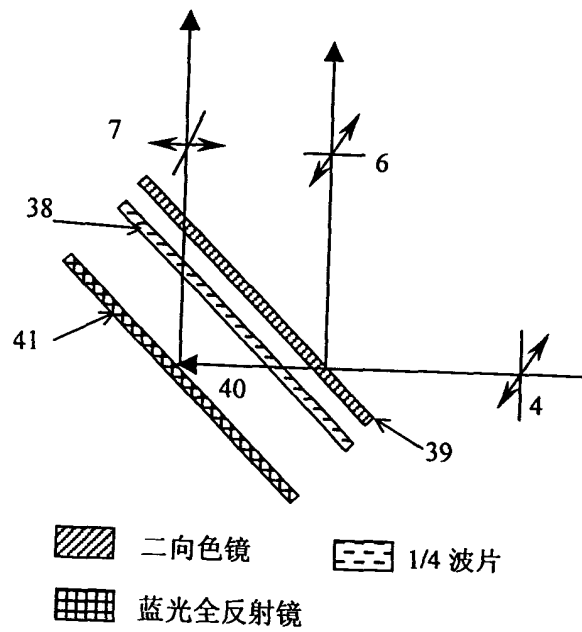


图 7

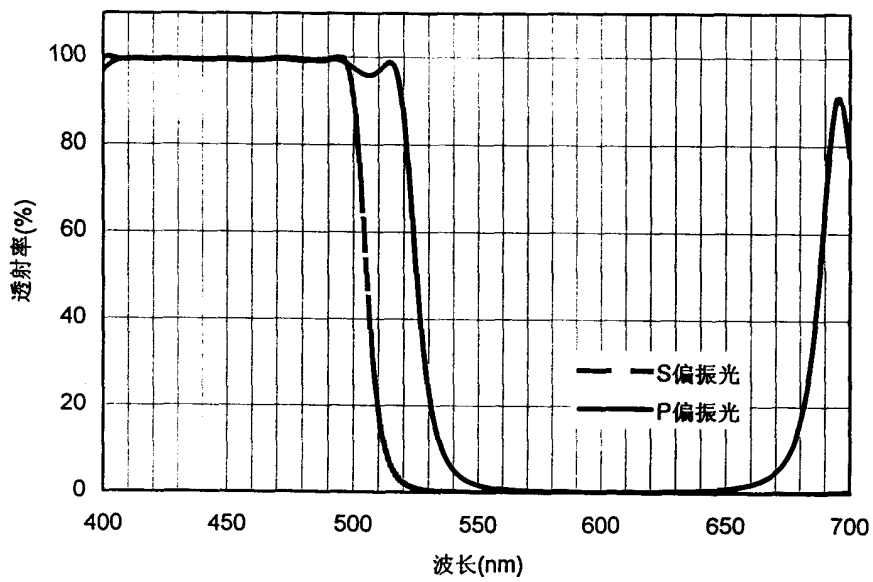


图 8

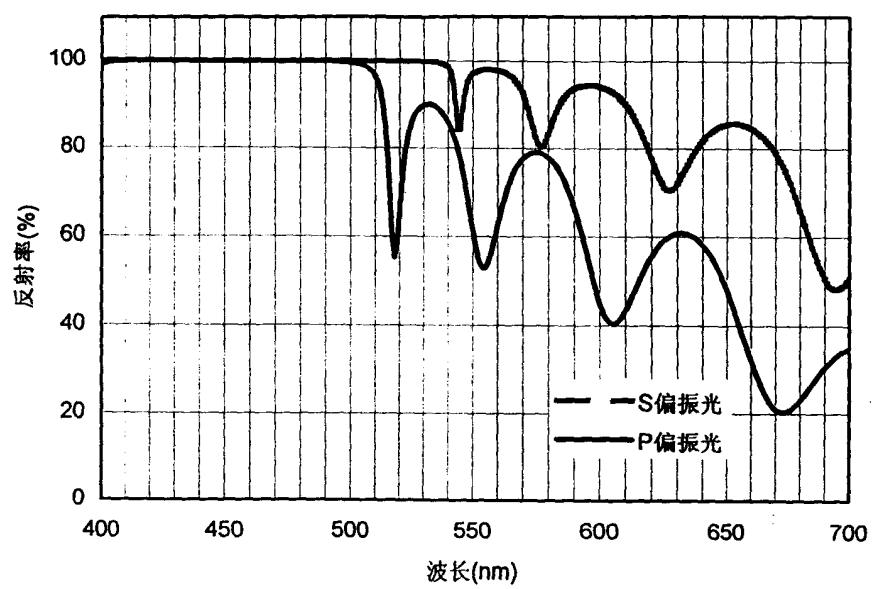


图 9