

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610131637.X

[51] Int. Cl.

*G02B 27/28 (2006.01)*

*G02B 3/00 (2006.01)*

*G02B 5/30 (2006.01)*

*G02B 1/00 (2006.01)*

*G03B 21/00 (2006.01)*

*G02F 1/13 (2006.01)*

[43] 公开日 2008年4月30日

[11] 公开号 CN 101169520A

[22] 申请日 2006.11.16

[21] 申请号 200610131637.X

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路16号

[72] 发明人 安凯 凌志华 冯亚云

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所  
代理人 南小平

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## [54] 发明名称

一种用于液晶投影显示的偏振光转换装置

## [57] 摘要

本发明属于液晶投影显示技术领域，特别是涉及一种偏振光转换装置。包括：第一微透镜阵列、狭缝光栅、第二微透镜阵列、方解石晶体、若干半波片，第一微透镜阵列、狭缝光栅和第二微透镜阵列组成光束空间分割部分，方解石晶体是偏振光分离元件，半波片为旋光元件。该偏光转换装置工作孔径角为 $\pm 7^\circ$ ，光转换效率达86.1%，输出线偏振光的消光比优于 $10^{-4}$ ，还具有制作简单，性能稳定，抗光损伤阈值高等优良特性。

1、本发明的偏振光转换装置，包括：光束空间分割部分，偏振光分离元件和旋光元件。光束空间分割部分由第一微透镜阵列（11）、第二微透镜阵列（12）和狭缝光栅（13）组成；旋光元件为半波片（30）。其特征为：偏振光分离元件是方解石晶体（20）。通过不同的组合，实现例 1 和例 2 两种偏光转换结构。

2、根据权利要求 1 所述的偏振光转换装置，其特征在于：第一微透镜阵列（11）焦距是第二微透镜阵列（12）焦距的二倍；第一微透镜阵列（11）上每个小透镜的弧面宽度是第二微透镜阵列（12）上每个小透镜弧面宽度的二倍，弧面长度相等；沿着弧面长度方向，第一微透镜阵列（11）上第  $n$  列小透镜的光轴与第二微透镜阵列（12）上第  $2n-1$  列小透镜的光轴重合；第一微透镜阵列（11）与第二微透镜阵列（12）有一公共焦平面，即焦点相接；方解石晶体（20）的厚度是第二微透镜阵列（12）上每个小透镜弧面宽度的 9.2 倍；沿着光线传播方向，第二微透镜阵列（12）的第二面与方解石晶体（20）的第一面粘贴在一起、半波片（30）粘贴在方解石晶体（20）的第二面上。

3、根据权利要求 1 所述的偏振光转化装置，其特征在于：沿着光线传播方向，方解石晶体（20）的第二面与第一微透镜阵列（11）的第一面粘贴在一起，半波片（30）粘贴在第二微透镜阵列（12）的第一面上；第一微透镜阵列（11）所用材料的折射率与方解石晶体（20）的异常光折射率  $n_e$  相等。

## 一种用于液晶投影显示的偏振光转换装置

### 技术领域：

本发明属于液晶(Liquid Crystal Display)投影显示技术领域，特别是涉及一种偏振光转换系统。

### 背景技术：

近年来，液晶投影显示技术发展极为迅速，大屏幕、高清晰度图像是其受到广泛重视的重要原因。它不仅具有高亮度、高分辨率、高信息容量等优点，而且体积小、方便、易携，是一种受欢迎的显示设备，可广泛应用于多媒体教学、家庭影院、会议演示，甚至军事指挥系统中，因此，进一步开发和研究图像大屏幕投影显示技术是非常有意义的，并且有很强的实用价值。在液晶投影显示系统中，偏振光转换系统 PCS (Polarizing Conversion System)是非常重要的部件之一，它的性能对投影系统的光利用率、对比度和图像色饱和度有很大的影响。因为液晶显示器件必须要在偏振光照射下才能实现显示功能，而偏振光转换装置的功能是将随机偏振光（比如 UHP 灯泡发出的光束）转换为线偏振光，所以偏振光转换装置被液晶显示投影机中广泛使用。现有技术（如图 1）一般是通过一对复眼透镜阵列 11 和 12 把光源发出的随机偏振光束空间细分为间隔相等、宽度相等的细光束，这些光束照射在紧随其后的偏光分束棱镜 PBS (Polarization Beam Splitter)阵列 20 上，PBS 阵列 20 内交替蒸镀 PBS 膜 21 和反射膜 22。被复眼透镜阵列细分的照明光进入相应的 PBS 棱镜，被 PBS 膜 21 分解成振动方向相互垂直的线偏振光 s 光 41 和 p 光 42。其中的 s 光分量被 PBS 膜反射进入相邻区域，被反射膜 22 反射后透射出棱镜；p 光分量透过 PBS 膜，由于在其透射出的相应区域贴有半波片 30，使 p 光的偏振方向旋转  $90^\circ$ ，与 s 光的振动方向一致，从而得到线偏振光。这种偏振光转换装置输出的线偏振光的消光比不高 ( $2 \times 10^{-3}$  左右) 并且在入射光束的发散角超出  $\pm 3^\circ$  时，p 光中的 s 态漏光

增多，线偏振光的消光比急剧劣化，严重影响系统的对比度；另外在照明光源强度很高时，PBS膜受热应力大，工作性能下降。

发明内容：

针对现有技术中的以上缺点，本发明的目的是提供一种具有输出线偏振光消光比高，工作孔径角大，热稳定性好的偏振光转换装置。

为实现所述目的，本发明中包括：光束空间分割部分，偏振光分离元件和旋光元件。光束空间分割部分由第一、第二微透镜阵列和狭缝光栅组成；偏振光分离元件是方解石晶体；旋光元件为半波片。

光束空间分割部分的作用是：当光源发出的准平行光束入射到光束空间分割部分，第一个微透镜阵列将整个宽光束分割成与微透镜尺寸相同的若干细光束，从而将一个光源分割成多个光源进行照明，每一个微透镜都在其焦平面成一个光源的像；第二微透镜阵列将前排阵列对应的小透镜重叠成像于无穷远，不仅起到将光束细分的作用，还能均匀光强分布。狭缝光栅位于第一微透镜阵列的焦平面处，起到阻挡微透镜边缘杂散光的作用，以提高输出光的消光比。方解石晶体的作用是：当随机偏振光垂直解理面入射时，由于方解石晶体的结构特性，其光轴与解理面成  $45^{\circ} 23'$ ，随机偏振光将被分解成振动方向相互垂直的线偏振光  $o$  光和  $e$  光。 $o$  光的振动方向垂直光轴（也垂直入射面），传播方向不变； $e$  光的传播方向与  $o$  光有一定的夹角。 $e$  光通过贴在晶体上的条状半波片后，其振动方向被旋转  $90^{\circ}$ ，与  $o$  光的振动方向一致，于是得到偏振方向一致的线偏振光。

由于所使用的方解石晶体工作孔径角范围为  $\pm 7^{\circ}$ ，大于 PBS 棱镜的  $\pm 3^{\circ}$ ，并且其输出光的偏振度也比 PBS 棱镜的高。所以，利用方解石晶体的双折射特性，可以得到光的利用效率高达 86.1%，输出光的消光比优于  $10^{-4}$ ，并且该偏光转换装置具有制作简单，性能稳定，抗光损伤阈值高等优良特性。

附图说明：

图 1 是背景技术偏振光转换系统的结构图。

图 2 是本发明偏振光转换系统 1 的结构图。

图 3 是本发明偏振光转换系统 2 的结构图。

具体实施方式：

本发明包括第一微透镜阵列 11、第二微透镜阵列 12、狭缝光栅 13、方解石晶体 20、若干半波片 30。第一微透镜阵列 11 与第二微透镜阵列 12 的通光面积相等；狭缝光栅在第一微透镜阵列的焦平面处，挡光部分处于 o 光 41 光路与 e 光 42 光路之间；方解石晶体 20 的光轴与其解理面夹角为： $45^{\circ} 23'$ ；半波片 30 只粘贴在 e 光 42 通过的区域，其主轴与 e 光 42 的振动方向成  $45^{\circ}$  角，宽度与 e 光 42 的通过区域宽度相等。

#### 实施例 1

沿着光线传播方向依次为：第一微透镜阵列 11、狭缝光栅 13、第二微透镜阵列 12、方解石晶体 20 和半波片 30。第一微透镜阵列与第二微透镜阵列有一公共焦平面；第二微透镜阵列的第二面与方解石晶体的第一面粘贴在一起；条状的半波片等间隔地粘贴在方解石晶体的第二面上。装置结构如图 2 所示。要实现偏振光转换功能，必须满足：

1. 第一微透镜阵列焦距是第二微透镜阵列焦距的二倍；
2. 第一微透镜阵列上每个小透镜的弧面宽度是第二微透镜阵列上每个小透镜弧面宽度的二倍，弧面长度相等；
3. 沿着弧面长度方向，第一微透镜阵列上第  $n$  列小透镜的光轴与第二微透镜阵列上第  $2n-1$  列小透镜的光轴重合；
4. 第一微透镜阵列与第二微透镜阵列有一公共焦平面，即焦点相接；
5. 方解石的厚度是第二微透镜阵列上每个小透镜弧面宽度的 9.2 倍。

在满足以上条件的情况下，本发明结构参数可以为：第一微透镜阵列的面积为  $9 \times 12 \text{mm}^2$ ，包含小透镜  $3 \times 6$  个，每个小透镜的面积为  $3 \times 2 \text{mm}^2$ ；第二微透镜阵列面积为  $9 \times 12 \text{mm}^2$ ，包含小透镜  $6 \times 6$  个，每个小透镜的面积为  $1.5 \times 2 \text{mm}^2$ ；方解石晶体体积为  $13.8 \times 13.8 \times 13.8 \text{mm}^3$ ；狭缝光栅的挡光条宽  $2 \text{mm}$ ；每条半波片面积为  $1.5 \times 12 \text{mm}^2$ 。

在此偏振光转换系统中，准平行的随机偏振光束入射到光束空间分

割部分，第一个微透镜阵列将整个宽光束分割成与微透镜尺寸相同的若干细光束，从而将一个光源分割成多个光源进行照明，每一个微透镜都在其焦平面成一个光源的像；第二微透镜阵列将前排阵列对应的微透镜重叠成像于无穷远，不仅起到将光束细分的作用，还能均匀光强分布。被均匀和细分后的随机偏振光束垂直方解石晶体的解理面入射，将被分解成振动方向相互垂直的线偏振光 o 光和 e 光。o 光的振动方向垂直光轴（也垂直入射面），传播方向不变，e 光的传播方向与光轴有一定的夹角。在方解石晶体的出射面，o 光出射区域和 e 光出射区域相接但没有重合部分，我们只在 e 光出射区域粘贴半波片，所以当 e 光通过贴在晶体上的条状半波片后，其振动方向被旋转  $90^\circ$ ，就与 o 光的振动方向一致，而 o 光出射区域没有半波片，所以其偏振方向不变，于是得到偏振方向一致的线偏振光。狭缝光栅位于第一微透镜阵列的焦平面处，起到阻挡微透镜边缘杂散光的作用，避免输出线偏振光的消光比降低。

## 实施例 2

沿着光线传播方向依次为：方解石晶体 20、第一微透镜阵列 11、狭缝光栅 13、半波片 30 和第二微透镜阵列 12。方解石晶体的第二面与第一微透镜阵列的第一面粘贴在一起；第二微透镜阵列位于第一微透镜阵列的焦平面附近；条状的半波片等间隔地粘贴在第二微透镜阵列的第一面上。结构如图 3 所示。要实现偏振光转换功能，还需要使：第一微透镜阵列的折射率与方解石晶体的异常光折射率相等。

在满足以上条件的情况下，本发明的结构参数可以为：第一、第二微透镜阵列的面积均为  $9 \times 12 \text{mm}^2$ ，包含小透镜  $3 \times 3$  个，每个小透镜的面积为  $3 \times 4 \text{mm}^2$ ，材料为 QK3 玻璃；方解石晶体体积为  $1 \times 9 \times 12 \text{mm}^3$ 。

在此偏振光转换系统中，当准平行的随机偏振光束垂直方解石晶体的解理面入射时，它将被分解成两束振动方向相互垂直的线偏振光：o 光和 e 光。o 光的振动方向垂直光轴（也垂直光入射面），传播方向不变；e 光的传播方向与 o 光有一定的夹角。当 e 光通过方解石晶体与第一微透镜阵列的胶合面时，由于第一微透镜阵列的折射率与方解石晶体的异常

光折射率相等，所以 e 光在进入第一微透镜阵列时的传播方向与 o 光的夹角不变，保证两光束被第一微透镜阵列汇聚于不同的点，从而将一个光源分割成多个光源进行照明，每一个微透镜都在其焦平面成两个光源的像。第二微透镜阵列位于第一微透镜阵列的焦平面附近，将对应的第一微透镜阵列中的各个微透镜在液晶面板上成像，起到均匀光强分布的作用。e 光通过贴在第二微透镜阵列上的条状半波片后，其振动方向被旋转  $90^\circ$ ，与 o 光的振动方向一致，于是得到偏振方向一致的线偏振光。狭缝光栅位于第一微透镜阵列的焦平面处，起到阻挡微透镜边缘杂散光的作用，避免输出线偏振光的消光比降低。

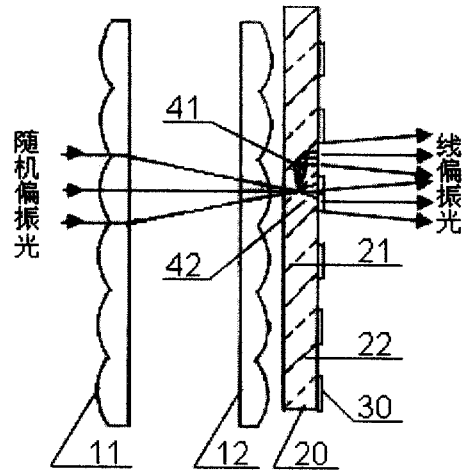


图 1

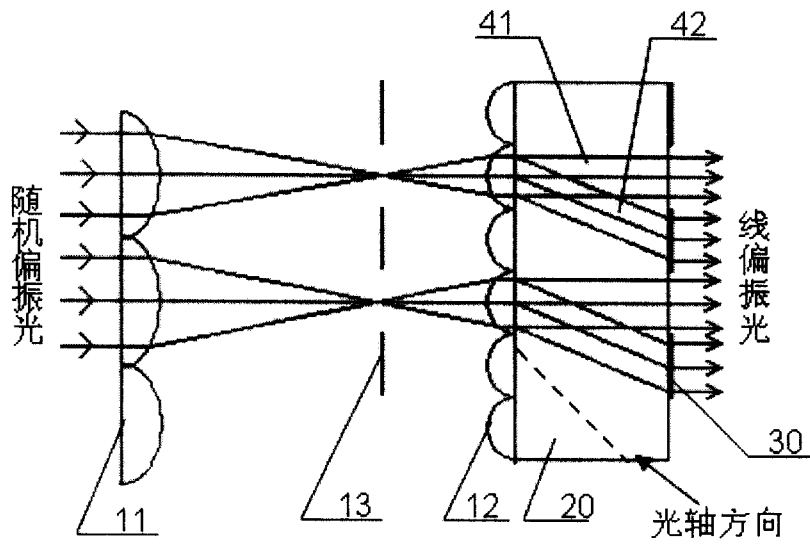


图 2



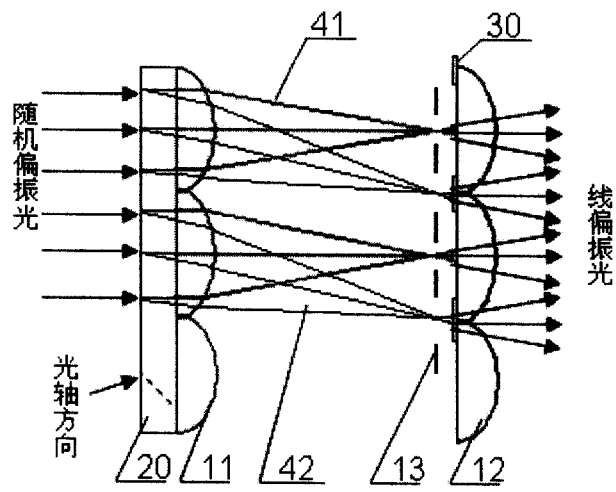


图 3