



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101840104 A

(43) 申请公布日 2010.09.22

(21) 申请号 201010164956.7

(22) 申请日 2010.05.07

(71) 申请人 河北工业大学

地址 300401 天津市北辰区河北工业大学北辰校区

(72) 发明人 单艾娴 孙玉宝

(74) 专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210

代理人 赵凤英

(51) Int. Cl.

G02F 1/13363(2006.01)

G02F 1/1335(2006.01)

G02F 1/1333(2006.01)

G02F 1/139(2006.01)

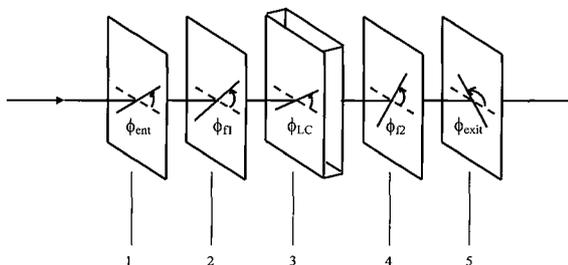
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种高对比度和快速响应的液晶光阀

(57) 摘要

本发明属于光学开关装置,特别涉及一种高对比度和快速响应的液晶光阀,该光阀包括:两个偏光片、两个双轴膜和液晶盒,其中两个偏光片分别为起偏器和检偏器;其位置关系依次为:起偏器、第一双轴膜、液晶盒、第二双轴膜和检偏器,光线依次通过起偏器、第一双轴膜、液晶盒、第二双轴膜和检偏器。本发明在液晶层厚度方向上液晶分子具有上下对称的取向,可以达到响应速度的要求;有两个双轴膜作补偿,并对补偿膜和偏光片的方位角进行优化以提高其对比度。液晶光阀的响应时间可以达到 1.5ms,最大对比度达到 2200,对比度为 1000 以上的区域在水平和垂直方向上超过 20°,对比度为 100 以上的区域在水平和垂直方向上接近 50°。



1. 一种高对比度和快速响应的液晶光阀,其特征为该光阀包括:两个偏光片、两个双轴膜和液晶盒,其中两个偏光片分别为起偏器和检偏器;其位置关系依次为:起偏器、第一双轴膜、液晶盒、第二双轴膜和检偏器,光线依次通过起偏器、第一双轴膜、液晶盒、第二双轴膜和检偏器。

2. 如权利要求1所述高对比度和快速响应的液晶光阀,其特征为所述的两个偏光片都是采用高偏振度偏光片。

3. 如权利要求1所述高对比度和快速响应的液晶光阀,其特征为所述的两个双轴膜的折射率参数是一样的,均为: $N_x = 1.5827$, $N_y = 1.581$, $N_z = 1.5799$ 。两个双轴膜厚度在 $49 \sim 57 \mu\text{m}$ 范围内。

4. 如权利要求1所述高对比度和快速响应的液晶光阀,其特征为所述的液晶盒是OCB模式的液晶盒,包括:玻璃基板、氧化铟锡(ITO)电极、取向层、液晶材料、封边框胶和球形树脂粉;其位置关系为:最外层为两片玻璃基板,玻璃基板内表面为电极,再向里是取向层,中间为液晶材料和间隔物。

5. 如权利要求1所述高对比度和快速响应的液晶光阀,其特征为所述的两玻璃基板依靠封边框胶粘结在一起,在液晶内放置与所需液晶层厚度匹配的球形树脂粉来控制液晶层的厚度。

6. 如权利要求1所述高对比度和快速响应的液晶光阀,其特征为所述的封边框胶在两层玻璃基板之间,与上下两层玻璃基板组成封闭空间。

7. 如权利要求1所述高对比度和快速响应的液晶光阀,其特征为所述的液晶层的厚度是 $4 \mu\text{m}$,液晶材料参数: $\epsilon_{//} = 18.6$, $\epsilon_{\perp} = 3.5$, $n_o = 1.5$, $\Delta n = 0.2$, $K_{11} = 12.9\text{pN}$, $K_{33} = 17.3\text{pN}$, $\gamma_1 = 0.134\text{Pa}\cdot\text{s}$,边界强锚定,上下两基板处液晶的预倾角度分别为 5° 和 175° 。

8. 如权利要求1所述高对比度和快速响应的液晶光阀制作方法,其特征为步骤如下:

步骤1,刻蚀出电极图形;

步骤2,取向层涂布及固化;

步骤3,取向层摩擦;

步骤4,下玻璃基板喷球形树脂粉,上玻璃基板印刷封边框胶;

步骤5,上下玻璃基板贴合并将封边框胶固化;

步骤6,灌注液晶材料并封口;

步骤7,清洗玻璃表面并贴合两个双轴补偿膜,以及起偏器和检偏器,最后得到该高对比度和快速响应的液晶光阀。

一种高对比度和快速响应的液晶光阀

技术领域

[0001] 本发明属于光学开关装置,特别涉及一种高对比度和快速响应的液晶光阀,利用一个光学自补偿弯曲(Optical Compensated Bend;OCB)模式液晶盒、两个双轴膜和两个偏光片来实现光学开关效果。

背景技术

[0002] 液晶光阀(Liquid Crystal Light Valve)简称(LCLV),是利用液晶对光的调制特性而制作的一种具有实时功能的空问光调制器。它可以广泛地应用于光计算、模式识别、信息处理、显示等现代高新技术领域,前景广阔。由于液晶光阀写入光和读出光互相独立,可以方便地把非相干光转换为相干光,因此在相干光实时处理系统中,液晶光阀是必不可少的器件。同时液晶光阀还可以增大读出光的能量,实现弱图像的能量放大,因此它也被广泛地应用于大屏幕、高亮度的投影显示中。

[0003] 传统的液晶光阀多采用扭曲向列相液晶盒,响应时间为十几个毫秒,对比度可以达到 200 左右,若应用于投影显示的中,仅演示文字和黑白图片则可以满足需要,但如果用来演示色彩丰富的照片和播放视频动画则最好选择 1000 : 1 以上的高对度投影机,并且响应时间越短越好,用户在看移动的画面时就不会出现类似残影或者拖沓的痕迹。那么应用扭曲向列相液晶盒制作的液晶光阀就不能满足要求了。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决传统液晶光阀的对比度和响应时间的问题,提供一种高对比度和快速响应的液晶光阀。本发明采用具有快速响应特点的 OCB 模式液晶盒,通过对 OCB 盒进行膜补偿并优化,实现了 1.5ms 的响应时间,最大对比度达到 2200,对比度为 1000 以上的区域在水平和垂直方向上超过 20°,对比度为 100 以上的区域在水平和垂直方向上接近 50°。

[0005] 本发明的技术解决方案如下:

[0006] 一种高对比度和快速响应的液晶光阀,其结构包括:两个偏光片、两个双轴膜和液晶盒,其中两个偏光片分别为起偏器和检偏器;其位置关系依次为:起偏器、第一双轴膜、液晶盒、第二双轴膜和检偏器,光线依次通过起偏器、第一双轴膜、液晶盒、第二双轴膜和检偏器。

[0007] 所述的两个偏光片都是采用高偏振度偏光片。

[0008] 所述的两个双轴膜的折射率参数是一样的,均为: $N_x = 1.5827, N_y = 1.581, N_z = 1.5799$ 。两个双轴膜厚度在 49 ~ 57 μm 范围内。

[0009] 所述的液晶盒是 OCB 模式的液晶盒,包括:玻璃基板、氧化铟锡(ITO)电极、取向层、液晶材料、封边框胶和球形树脂粉;其位置关系为:最外层为两片玻璃基板,玻璃基板内表面为电极,再向里是取向层,中间为液晶材料和间隔物,不加电压时,液晶材料沿着取向层事先摩擦好的方向排列,即液晶分子反向平行排列,加低电压时液晶分子为弯曲排列

结构,加高电压时液晶分子垂直基板表面排列,该模式的液晶盒具有快速响应的特点。

[0010] 所述的两玻璃基板依靠封边框胶粘结在一起,在液晶内放置与所需液晶层厚度匹配的球形树脂粉来控制液晶层的厚度。

[0011] 所述的封边框胶在两层玻璃基板之间,与上下两层玻璃基板组成封闭空间。

[0012] 所述的液晶层的厚度是 $4\mu\text{m}$,液晶材料参数: $\varepsilon_{//} = 18.6$, $\varepsilon_{\perp} = 3.5$, $n_o = 1.5$, $\Delta n = 0.2$, $K_{11} = 12.9\text{pN}$, $K_{33} = 17.3\text{pN}$, $\gamma_1 = 0.134\text{Pa}\cdot\text{s}$,边界强锚定,上下两基板处液晶的预倾角度分别为 5° 和 175° 。

[0013] 上面所述的高对比度和快速响应的液晶光阀的制作方法,其步骤如下:

[0014] 步骤 1,刻蚀出电极图形;

[0015] 步骤 2,取向层涂布及固化;

[0016] 步骤 3,取向层摩擦;

[0017] 步骤 4,下玻璃基板喷球形树脂粉,上玻璃基板印刷封边框胶;

[0018] 步骤 5,上下玻璃基板贴合并将封边框胶固化;

[0019] 步骤 6,灌注液晶材料并封口;

[0020] 步骤 7,清洗玻璃表面并贴合两个双轴补偿膜,以及起偏器和检偏器。最后得到该高对比度和快速响应的液晶光阀。

[0021] 本发明与现有技术相比有如下的有益效果;

[0022] 本发明设计的液晶光阀的特点是使用 OCB 模式液晶盒,OCB 模式由于在液晶层厚度方向上液晶分子具有上下对称的取向,所以电光学响应速度快,因此应用在液晶光阀中可以达到响应速度的要求;另外液晶盒有两个双轴膜作补偿,并对补偿膜和偏光片的方位角进行优化以提高其对比度。这样经过优化以后的 OCB 模式液晶光阀的响应时间可以达到 1.5ms ,最大对比度达到 2200,对比度为 1000 以上的区域在水平和垂直方向上超过 20° ,对比度为 100 以上的区域在水平和垂直方向上接近 50° 。

附图说明

[0023] 图 1 是本发明高对比度、快速响应的液晶光阀外形结构示意图。

[0024] 图 2 是本发明高对比度、快速响应的液晶光阀中液晶盒的结构示意图。

[0025] 图 3 是 OCB 模式液晶盒中的液晶分子分别在不加电、加低电压和加高电压情况下的排列示意图。

[0026] 图 4 是本发明高对比度、快速响应的液晶光阀的对比度视角图。

[0027] 图 5 是本发明高对比度、快速响应的液晶光阀的响应时间图。

具体实施方式

[0028] 本发明的高对比度和快速响应的液晶光阀的制作方法,按照以下步骤制作:

[0029] 步骤 1,刻蚀出电极图形。

[0030] 先在 ITO 导电玻璃上涂覆感光胶,再覆盖光刻掩膜版(光刻掩膜版是在胶片上制成与电极图形对应的黑白图案,曝光时使透明区光刻胶在光的作用下起反应),然后通过紫外光进行照射,对 ITO 电极层进行选择性化学腐蚀,从而在 ITO 导电玻璃上得到与掩膜版完全对应的图形。

[0031] 步骤 2,取向层涂布及固化。

[0032] 在刻蚀好的 ITO 导电玻璃上涂布取向剂(聚酰胺酸溶液),形成均匀的膜层。然后预烘,将取向材料溶液中的溶剂加热使之挥发,留下固体的取向材料膜层,然后在 300 ~ 350℃下固化 1 ~ 2 小时,脱水闭环生成聚酰亚胺膜,这样就形成了所需要的取向膜。

[0033] 步骤 3,取向层摩擦。

[0034] 在取向膜上用绒布向一个方向摩擦,液晶层中的液晶分子将按照摩擦的方向平行排列,这样就可以获得一致的取向和该液晶光阀所需要的倾角,上下两基板处液晶的预倾角度分别为 5° 和 175°。

[0035] 步骤 4,下玻璃基板喷洒直径为 4 μm 的球形树脂粉,上玻璃基板印刷封边框胶和导电胶。

[0036] 在下玻璃基板上用喷粉机喷洒球形树脂粉,形成较均匀分布,来控制两玻璃基板之间的间距,上玻璃基板上采用丝网印刷方法来丝印边框胶和导电点胶,用来控制所制作液晶光阀的大小和导通上下基板之间的公共电极。

[0037] 步骤 5,上下玻璃基板贴合并将封边框胶固化。

[0038] 在对位贴合机上将上下玻璃基板进行对位贴合,使用热固化方法在 200℃左右将边框胶固化,形成液晶空盒。

[0039] 步骤 6,灌注液晶材料并封口。

[0040] 将空盒放置在抽真空的液晶灌注密闭室内,盒中的气体由封口处抽出,然后使注入孔(密封边框的缺口)接触液晶,液晶材料参数: $\epsilon_{//} = 18.6$, $\epsilon_{\perp} = 3.5$, $n_o = 1.5$, $\Delta n = 0.2$, $K_{11} = 12.9\text{pN}$, $K_{33} = 17.3\text{pN}$, $\gamma_1 = 0.134\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。利用毛细管现象,就可将空盒的大部分容积注入液晶材料,再向液晶灌注室内充入经过充分干燥的氩气和氮气等惰性气体,利用惰性气体的压力使液晶材料完全充满液晶盒。采用密封胶粘接封口,通过冷冻的方法,让封口胶恰当地收缩带入封口内,再用紫外光照射固化。

[0041] 步骤 7,清洗玻璃表面并贴合两个双轴补偿膜和两个偏光片(即起偏器和检偏器)。

[0042] 刮胶和清洗,将液晶盒表面残留的一些封口胶、液晶和其他污物清除掉。然后就可以贴合双轴补偿膜和两个偏光片了。双轴补偿膜的折射率参数为: $N_x = 1.5827$, $N_y = 1.581$, $N_z = 1.5799$,两个双轴膜的厚度都是在 49 ~ 57 μm 范围。偏光片采用高偏振度偏光片,Polatechno 公司生产的 SKN-18243T。按照双轴膜 1 的方位角为 -88° ,双轴膜 2 的方位角为 -88° ,起偏器的方位角为 -2° ,检偏器的方位角为 88° 来贴合两个双轴补偿膜和两个偏光片。

[0043] 最后得到这种高对比度和快速响应的液晶光阀。

[0044] 以上制作方法未述内容为公知技术,具体可以参照由北京邮电大学出版社出版、范志新编著的《液晶器件工艺基础》。

[0045] 本发明制得的液晶光阀的外形结构如图 1 所示,光线依次通过起偏器 1、第一双轴膜 2、液晶盒 3、第二双轴膜 4、检偏器 5。液晶盒的结构如图 2 所示,最外层为玻璃基板 6,玻璃基板内表面为电极 7,再向里是取向层 8,内部为液晶材料 9 沿着取向层 8 事先摩擦好的方向排列,两玻璃基板 6 依靠封框胶 10 粘结在一起,在液晶内放置直径为 4 μm 的球形树脂粉 11 来控制液晶层的厚度。图 3 是 OCB 模式液晶盒中的液晶分子分别在不加电、加低电压

和加高电压情况下的排列示意图。不加电压时液晶分子反向平行排列,如图 3(a) 所示;加低电压时为弯曲结构排列,如图 3(b) 所示;加高电压时为垂直基板表面排列,如图 3(c) 所示。

[0046] 液晶层的厚度是 $4\ \mu\text{m}$,液晶材料(Merck 公司生产的 MLC-2136) 参数: $\varepsilon_{//} = 18.6$, $\varepsilon_{\perp} = 3.5$, $n_o = 1.5$, $\Delta n = 0.2$, $K_{11} = 12.9\text{pN}$, $K_{33} = 17.3\text{pN}$, $\gamma_1 = 0.134\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。边界强锚定,上下两基板处液晶的预倾角度分别为 5° 和 175° 。双轴补偿膜的折射率参数为: $N_x = 1.5827$, $N_y = 1.581$, $N_z = 1.5799$,两个双轴膜的厚度都是在 $49 \sim 57\ \mu\text{m}$ 范围。两个偏光片(即起偏器和检偏器)均采用高偏振度偏光片(Polatechno 公司生产的 SKN-18243T)。液晶层平面的方位角为 45° ,起偏器 1 的方位角为 -2° ,检偏器 5 的方位角为 88° ,第一双轴膜 2 的方位角为 -88° ,第二双轴膜 4 的方位角为 -88° 。

[0047] 先加低电压 $U_1 = 1.2\text{V}$,液晶分子呈弯曲结构排列,此时液晶盒是亮态的,对应的透过率是亮态透过率。然后将低电压 $U_1 = 1.2\text{V}$ 变为高电压 $U_2 = 14\text{V}$,液晶分子逐渐垂直于基板方向排列,此时液晶盒的透过率逐渐减小,最终液晶盒是暗态的,对应的透过率是暗态透过率。再将高电压 $U_2 = 14\text{V}$ 变为低电压 $U_1 = 1.2\text{V}$ 后,由于液晶层内的弹性力的作用,液晶分子又会逐渐变回到弯曲排列状态,此时液晶盒的透过率逐渐增大,最终液晶盒又表现为亮态。对比度可以用亮态透过率与暗态透过率的比值来表示。该液晶光阀的对比度视角图可以用 Mouse-LCD 2.6 软件模拟得到,如图 4 所示,图中曲线从外向里依次表示对比度为 1, 5, 10, 100, 1000 的区域。模拟软件的结果显示最大对比度可以达到 2200,对比度为 1000 以上的区域在水平和垂直方向上超过 20° ,对比度为 100 以上的区域在水平和垂直方向上接近 50° 。将从透过率最大值的 90% 下降到 10% 之间的时间定义为上升时间;从透过率最大值的 10% 上升到 90% 之间的时间定义为下降时间。上升时间和下降时间的总和定义为响应时间。该液晶光阀的响应时间图可以通过模拟计算得到,如图 5 所示。将低电压 $U_1 = 1.2\text{V}$ 变为高电压 $U_2 = 14\text{V}$ 后,液晶盒的透过率会逐渐降低,如曲线 a 所示。将高电压 $U_2 = 14\text{V}$ 变为低电压 $U_1 = 1.2\text{V}$ 后,液晶盒的透过率逐渐增大,如曲线 b 所示。根据响应时间的定义,从图 5 可以得到:上升时间约为 0.1ms ,下降时间约为 1.4ms ,总响应时间约为 1.5ms ,该液晶光阀满足高对比度和快速响应液晶光阀的要求。

[0048] 图 4 和图 5 是根据两个双轴膜的厚度都是 $50\ \mu\text{m}$ 得到的,当两个双轴膜的厚度在 $49 \sim 57\ \mu\text{m}$ 范围内的其它数据得到的等对比度视角图基本不变,图中曲线的描述对这些数据的结果也是满足的。响应时间也是一样的。

[0049] 本发明未述及之处适用于现有技术。

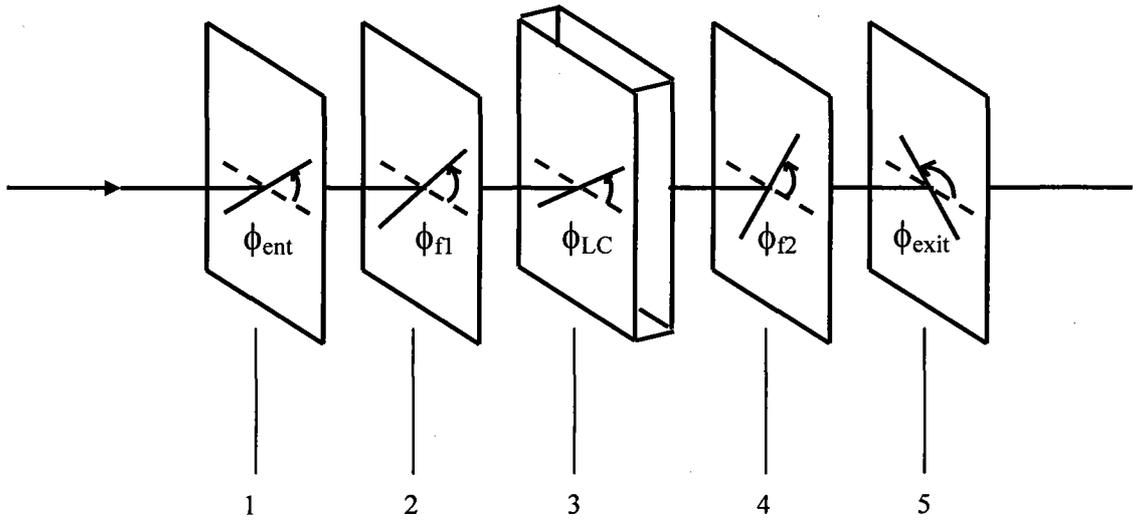


图 1

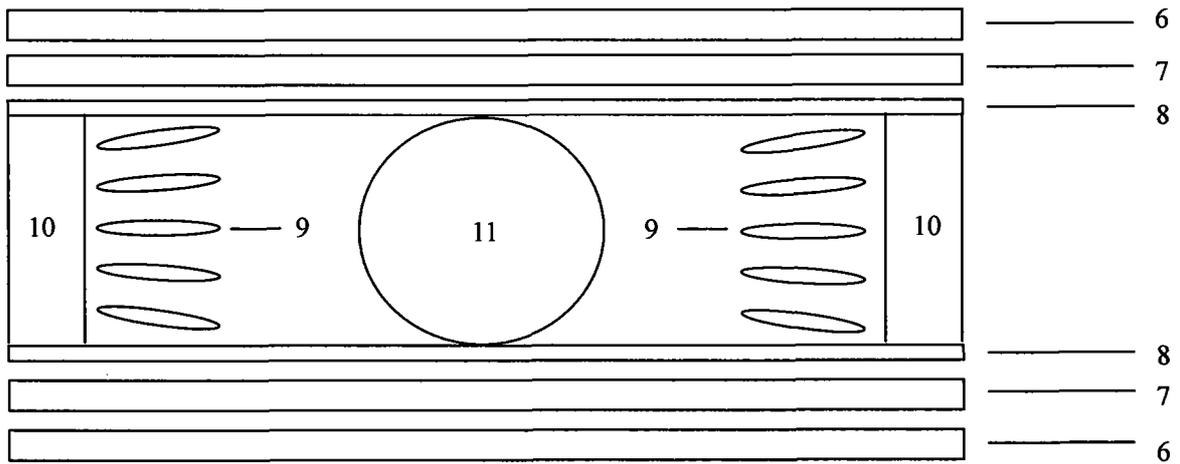


图 2

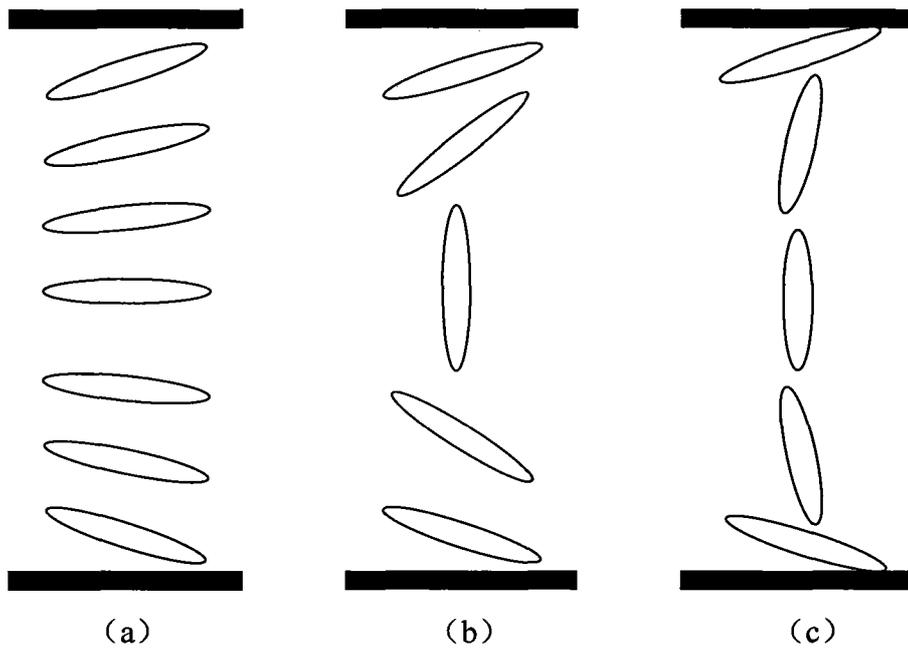


图 3

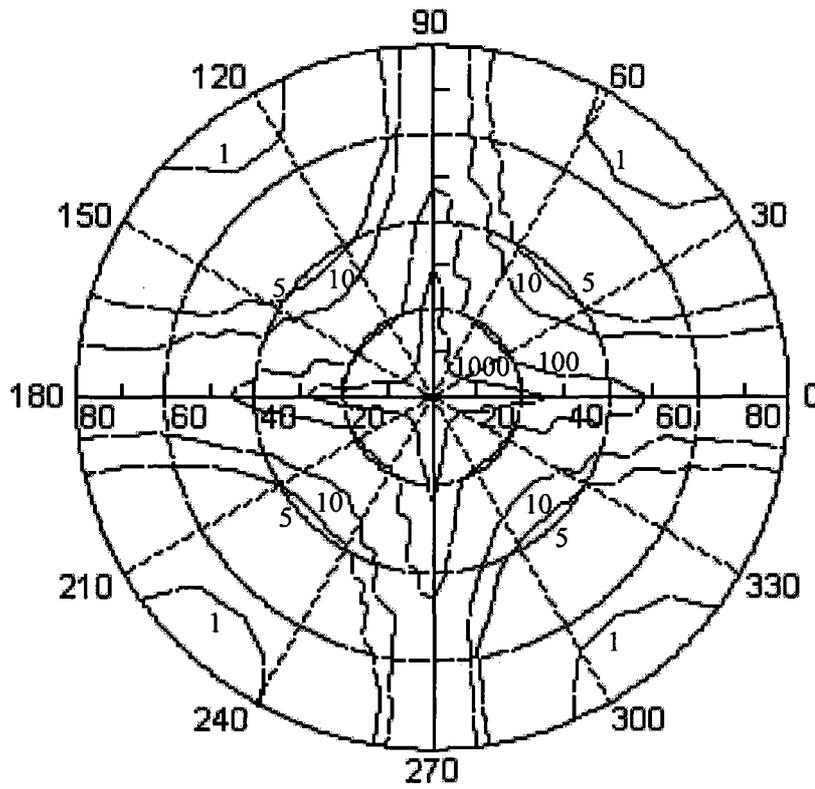


图 4

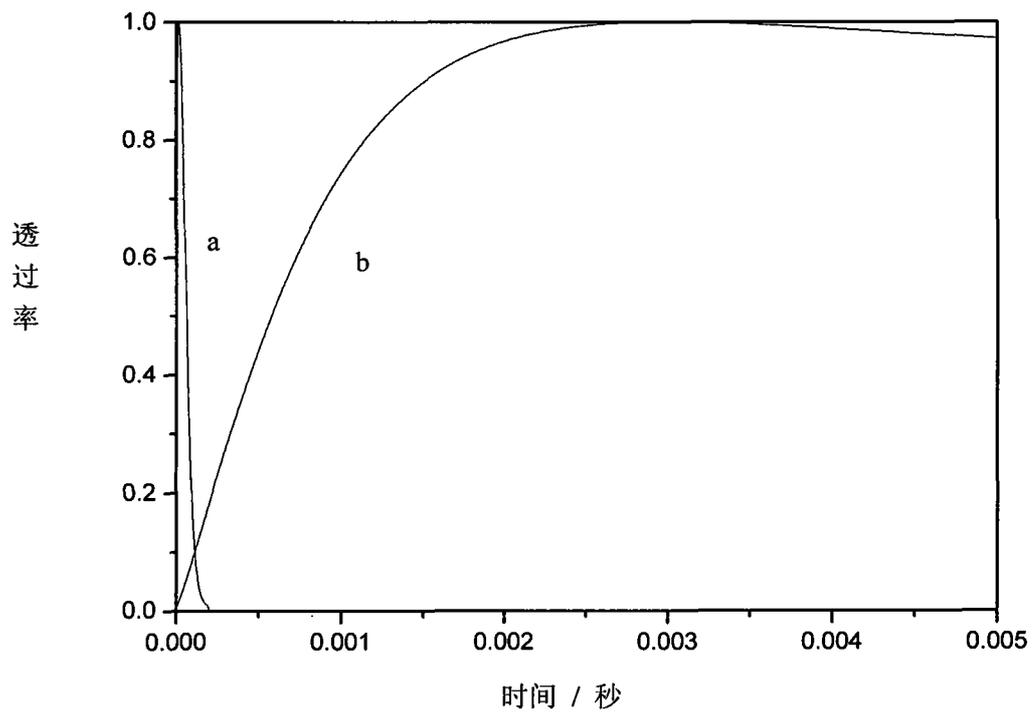


图 5