



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102742259 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201180007785. X

(22) 申请日 2011. 09. 20

(30) 优先权数据

2010-268281 2010. 12. 01 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 07. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/005292 2011. 09. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02012/073413 JA 2012. 06. 07

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 金森克洋 平本政夫

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 汪惠民

(51) Int. Cl.

H04N 5/232(2006. 01)

A61B 1/00(2006. 01)

A61B 1/04(2006. 01)

G01B 11/24(2006. 01)

G01C 3/06(2006. 01)

G03B 35/18(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

H04N 5/238(2006. 01)

H04N 13/02(2006. 01)

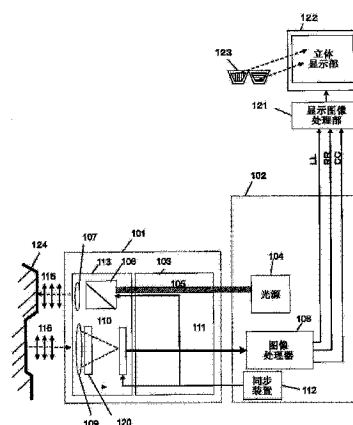
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 15 页

(54) 发明名称

立体图像拍摄装置和内窥镜

(57) 摘要

偏振面控制元件(106), 由起偏镜和液晶元件构成, 能够通过电压将非偏振光转换成任意的偏振面的直线偏振光。同步装置(112) 向偏振面控制元件(106) 发送偏振面旋转的指示、且使照明的偏振面旋转并照射到被摄物体上, 同时同步装置(112) 向摄像元件(110) 发送拍摄开始信号、且取得映像, 这样的处理多次实施。摄像映像的信号经由映像信号线(111) 被送至图像处理器108。因此, 通过左右的偏振孔径和位于中心的非偏振部的图像的各 LL、RR、CC 图像得以分离生成, 而生成左右视差图像并送至立体显示部(122)。



1. 一种立体图像拍摄装置,其中,具备:

偏振光照明部,其将偏振面的角度不同的两种以上的直线偏振光,依次照射到被摄物体上;

摄像部,其在所述被摄物体分别由所述两种以上的直线偏振光照射时,依次对所述被摄物体进行摄像;和

图像处理部,

并且,所述摄像部具有:

使来自所述偏振光照明光源所照明的所述被摄物体的回光进行成像的透镜;

基于由所述透镜所成像的像通过光电转换而生成像素信号的摄像元件;

与所述摄像元件分离地配置,使来自所述被摄物体的回光透过的入射光透过部,并且是具有透明区域和至少一个偏振滤光镜区域的入射光透过部,

再有,基于所述被摄物体被所述两种以上的直线偏振光分别照射时所述摄像元件生成的所述像素信号,所述图像处理部生成多视点图像,该多视点图像由分别透过所述透明区域和所述至少一个偏振滤光镜区域的光所形成。

2. 根据权利要求1所述的立体图像拍摄装置,其中,

所述偏振光照明部将偏振面的角度不同的三种以上的直线偏振光依次照射到被摄物体上,

在所述被摄物体被所述三种以上的直线偏振光分别照射时,所述摄像部依次拍摄所述被摄物体,

所述入射光透过部具有按照使各个偏振光透射轴的方向形成比 0° 大而比 90° 小的角度 α 的方式所配置的多个偏振滤光镜区域。

3. 根据权利要求2所述的立体图像拍摄装置,其中,

所述偏振光照明部通过使非偏振的光透过偏振面转换元件,而照射偏振面按三种以上依次发生变化的直线偏振光。

4. 根据权利要求2或3所述的立体图像拍摄装置,其中,

所述入射光透过部的所述多个偏振滤光镜区,包含相对于所述透镜的光轴而左右配置的左侧滤光镜区域和右侧滤光镜区域。

5. 根据权利要求4所述的立体图像拍摄装置,其中,

所述图像处理部基于在偏振面的角度不同的三种以上的直线偏振光照射被摄物体时所得到的所述像素信号,生成由透过所述入射光透过部的所述左侧滤光镜区域的光形成的左侧图像、和由透过所述入射光透过部的所述右侧滤光镜区域的光形成的右侧图像。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的立体图像拍摄装置,其中,

所述偏振光照明部将偏振面的角度相对于基准方向为 θ_1° 的第一直线偏振光照射到所述被摄物体时所述摄像元件生成的像素信号设为 I_{θ_1} ,所述偏振光照明部将偏振面的角度相对于所述基准方向为 θ_2° 的第二直线偏振光照射到所述被摄物体时所述摄像元件生成的像素信号设为 I_{θ_2} ,所述偏振光照明部将偏振面的角度相对于所述基准方向为 θ_3° 的第三直线偏振光照射到所述被摄物体时所述摄像元件生成的像素信号设为 I_{θ_3} 时,

所述图像处理部通过进行使用像素信号 I_{θ_1} 、 I_{θ_2} 、 I_{θ_3} 的运算,分别生成所述多视点图像。

7. 根据权利要求 1 所述的立体图像拍摄装置, 其中,
所述入射光透过部的所述透明区域和所述偏振滤光镜区域, 分别相对于所述透镜的光轴而左右地配置。

8. 根据权利要求 1 所述的立体图像拍摄装置, 其中,
所述摄像部中, 作为所述摄像元件, 具有黑白摄像元件或彩色摄像元件。

9. 一种内窥镜, 其中, 具备:

偏振光照明部, 其将偏振面的角度不同的两种以上的直线偏振光, 依次照射到被摄物体上; 和

摄像部, 其在所述被摄物体被所述两种以上的直线偏振光分别照射时, 依次对所述被摄物体进行摄像,

并且, 所述摄像部具有:

使来自所述偏振光照明部所照明的所述被摄物体的回光进行成像的透镜;

基于由所述透镜所成像的像通过光电转换而生成像素信号的摄像元件;

与所述摄像元件分离地配置, 使来自所述被摄物体的回光透过的入射光透过部, 并且是具有透明区域和至少一个偏振滤光镜区域的入射光透过部。

立体图像拍摄装置和内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及立体图像拍摄装置和内窥镜,其能够生成超出由摄像元件取得的二维亮度图像中所得的信息之外的表面凹凸信息和高清晰度图像。

背景技术

[0002] 内窥镜对于由粘膜覆盖的生物体的脏器的壁表面照射照明光而进行拍摄。在这样的内窥镜的领域中,为了观察脏器的壁表面的微细的凹凸,重要的是提取关于被摄物体的深度的信息。另外,在手术用的内窥镜的领域中,还有立体性地把握手术情景这一课题。因此,历来,立体内窥镜的技术得到开发。立体内窥镜通常采用“双眼透镜系统”,其为了取得从不同的位置观看被摄物体的多个视点图像就使透镜和摄像元件各自需要两组。根据双眼透镜系统,能够从相同的被摄物体,同时取得有视差的多个视点图像(例如左眼图像和右眼图像),因此可以从多个视点图像得到关于被摄物体的立体形状的信息。但是,在双眼透镜系统中,难以使两个摄像元件的特性完全一致这样的缺点存在。因此,例如专利文献1所公开的,为了取得多个视点图像,分别只使用1个透镜和摄像元件的“单眼系统”的技术受到注目。

[0003] 图16(a),(b)表示现有的立体内窥镜的构成。图16(a)是模式化地表示该立体内窥镜的整体构成的图,图16(b)是从上方观看其一部分的模式化的剖面图。

[0004] 如图16(a)所示,该现有技术的内窥镜,除了具有使用透镜1307和CCD1308的通常彩色图像摄像系统以外,还具有用于取得多个视点图像的摄像系统(视差摄像系统)。在视差摄像系统中,在光学成像部1301和摄像部1303之间配置有光通过部1302。光通过部1302如图16(b)所示,具有左右配置的两个孔径1304a、1304b,透过各个孔径的光生成多个视点图像。通常通过交替地使孔径1304a、1304b开闭来得到左右的多视点图像,不过在本技术中,通过图像处理分离来自两个孔径1304a、1304b的光,以消除两种图像的时间差。为此,在孔径1304a附加具有垂直方向的偏振光透射轴的偏振滤光镜,在孔径1304b附加具有水平方向的偏振光透射轴的偏振滤光镜。

[0005] 摄像部1303组合使用偏振马赛克滤镜1305和摄像元件1306。偏振马赛克滤镜1305具有的构成是,在垂直方向上具有偏振光透射轴的偏振滤光镜1305a和在水平方向上具有偏振光透射轴的偏振滤光镜1305b空间性地交替分布。来自左右两处孔径1304a、1304b的光,经由偏振薄膜而成为偏振方向直交的光。因此,透过孔径1304a、1304b的光(偏振光),分别入射偏振马赛克滤镜1305之中的具有对应的偏振光透射轴的部分。如此,基于偏振滤光镜1305a所覆盖的像素的信号和偏振滤光镜1305b所覆盖的像素的信号,能够检测出透过孔径1304a、1304b的光的亮度,能够得到两种多视点图像。

[0006] 先行技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:特开2001-16611号公报

[0009] 专利文献2:特开平11-313242号公报

[0010] 专利文献 3 : 美国专利申请公开第 2009/0079982 号说明书

[0011] 非专利文献

[0012] 非专利文献 1 : Nicolas Lefaudeux, et. al. : " Compact and robust linear Stokes polarization camera " , Proc. SPIE, Vol. 6972, 69720B, Polarization : Measurement, Analysis, and Remote Sensing VIII (2008) ;

[0013] 但是在现有的技术中,存在以下的课题。即在光通过部,因为左右的孔径以外的部分有遮光部,所以无法有效地使用光量,所得到的图像的感光度差这样的课题存在。在对于没有照明光的黑暗的体腔内以彩色而且至很深的深度进行摄像的内窥镜的领域,光量少是致命的。因此,对孔径部以外进行遮光的现有的单眼立体内窥镜还难以变成实用的技术。

发明内容

[0014] 本发明的主要目的在于,提供一种实用性的立体图像拍摄装置和内窥镜,其能够取得关于被摄物体的表面凹凸的三维信息。

[0015] 本发明的立体图像拍摄装置具备:将偏振面的角度不同的两种以上的直线偏振光,依次照射到被摄物体上的偏振光照明部;在所述被摄物体被所述两种以上的直线偏振光分别照射时,依次对所述被摄物体进行摄像的摄像部;和图像处理部。并且,所述摄像部具有:使来自被所述偏振光照明光源照明的所述被摄物体的回光进行成像的透镜;基于被所述透镜成像的像通过光电转换而生成像素信号的摄像元件;与所述摄像元件分离地配置,使来自前所述被摄物体的回光透过的入射光透过部,并且是具有透明区域和至少一个偏振滤光镜区域的入射光透过部,再有,基于所述被摄物体由所述两种以上的直线偏振光分别照射时所述摄像元件生成的所述像素信号,所述图像处理部生成由分别透过所述透明区域和所述至少一个偏振滤光镜区域的光所形成的多视点图像。

[0016] 在有的实施方式中,所述偏振光照明部将偏振面的角度不同的三种以上的直线偏振光依次照射到被摄物体上,所述摄像部在所述被摄物体分别被所述三种以上的直线偏振光照射时、依次拍摄所述被摄物体,所述入射光透过部具有按照使各个偏振光透射轴的方向形成比 0° 大而比 90° 小的角度 α 的方式所配置的多个偏振滤光镜区域。

[0017] 在有的实施方式中,所述偏振光照明部通过使非偏振的光透过偏振面转换元件,而照射偏振面按三种以上依次发生变化的直线偏振光。

[0018] 在有的实施方式中,所述入射光透过部的所述多个偏振滤光镜区,包含相对于所述透镜的光轴而左右配置的左侧滤光镜区域和右侧滤光镜区域。

[0019] 在有的实施方式中,所述图像处理部基于在偏振面的角度不同的三种以上的直线偏振光照射被摄物体时所得到的所述像素信号,生成由透过所述入射光透过部的所述左侧滤光镜区域的光所形成的左侧图像、和由透过所述入射光透过部的所述右侧滤光镜区域的光所形成的右侧图像。

[0020] 在有的实施方式中,所述偏振光照明部将偏振面的角度相对于基准方向为 $\theta 1^\circ$ 的第一直线偏振光照射到所述被摄物体时所述摄像元件生成的像素信号设为 $I \theta 1$,所述偏振光照明部将偏振面的角度相对于所述基准方向的 $\theta 2^\circ$ 的第二直线偏振光照射到所述被摄物体时所述摄像元件生成的像素信号设为 $I \theta 2$,所述偏振光照明部将偏振面的角度相对于所述基准方向为 $\theta 3^\circ$ 的第三直线偏振光照射到所述被摄物体时所述摄像元件生成的像

素信号设为 $I_{\theta 3}$ 时,所述图像处理部通过进行使用像素信号 $I_{\theta 1}$ 、 $I_{\theta 2}$ 、 $I_{\theta 3}$ 的运算,分别生成所述多视点图像。

[0021] 在有的实施方式中,所述入射光透过部的所述透明区域和所述偏振滤光镜区域分别相对于所述透镜的光轴而左右地配置。

[0022] 在有的实施方式中,所述摄像部中,作为所述摄像元件,具有黑白摄像元件或彩色摄像元件。

[0023] 本发明的内窥镜,具备:将偏振面的角度不同的两种以上的直线偏振光,依次照射到被摄物体上的偏振光照明部;所述被摄物体被所述两种以上的直线偏振光分别照射时,依次对所述被摄物体进行摄像的摄像部。并且,所述摄像部具有:使来自所述偏振光照明部所照明的所述被摄物体的回光进行成像的透镜;基于由所述透镜所成像的像通过光电转换而生成像素信号的摄像元件;与所述摄像元件分离地配置,使来自前所述被摄物体的回光透过的入射光透过部,并且是具有透明区域和至少一个偏振滤光镜区域的入射光透过部。

[0024] 根据本发明的立体图像拍摄装置,通过利用旋转偏振面而拍摄的多个图像的运算处理,能够得到多视点图像。因此,不需要遮光部,不会浪费光量。根据本发明优选的实施方式,仅通过图像间的运算,就能够无时间差地得到感光度低但有视差的图像、和没有视差但感光度上没有问题的彩色图像。

附图说明

[0025] 图 1 是表示关于本发明的实施方式 1 的立体图像拍摄装置的构成的图

[0026] 图 2 是表示偏振面控制元件的操作的图

[0027] 图 3(a) 是表示入射光透过部的构造的俯视图, (b) 是其剖面图

[0028] 图 4(a) 和 (b) 是表示摄像元件中的光敏器件配置例的图

[0029] 图 5 是偏振面角度的定义图

[0030] 图 6(a) 和 (b) 是表示向光滑平坦的表面大体垂直入射的偏振光的反射的情况的图

[0031] 图 7 是表示基于菲涅耳理论的入射角与反射率的关系的图

[0032] 图 8 是表示从入射光透过部摘除偏振滤光镜的假想的状态的图

[0033] 图 9 是表示在无偏振滤光镜的状态下透过入射光透过部的各区域的光的图

[0034] 图 10(a) 是表示装配有在透射轴的角度差中 $\alpha = 45^\circ$ 的关系成立的两个偏振滤光镜的入射光透过部的俯视图, (b) 是表示偏振光照明的偏振面的角度 ΨI 的图

[0035] 图 11 是表示透过入射光透过部的各区域的光的图

[0036] 图 12 是表示图像处理器的处理的流程的流程图

[0037] 图 13 是表示显示部所显示的图像 LL、RR、CC 和观察眼镜的操作的图

[0038] 图 14(a) 和 (b) 是表示关于本发明的实施方式 2 的立体视觉和通常视觉的期间的图

[0039] 图 15(a) 是表示本发明的实施方式 2 的入射光透过部的构成的俯视图, (b) 是表示偏振光照明的偏振面的角度 ΨI 的图

[0040] 图 16(a) 是关于现有技术的立体内窥镜的构成图, (b) 是表示其一部分的剖面图

具体实施方式

[0041] (实施方式 1)

[0042] 图 1 是模式化地表示本发明的实施方式 1 的立体图像拍摄装置的整体构成的图。本立体图像拍摄装置具有内窥镜 101 和控制装置 102。内窥镜 101 具备如下：具有摄像元件 110 的前端部 113、具有光波导管 105 和映像信号线 111 的插入部 103。现实的插入部 103 相比附图所示的左右延长，可具有能够挠性弯曲的构造。光波导管 105 即使在弯曲状态下，也能够使光传输。

[0043] 在控制装置 102 中，包含光源 104、图像处理器 108 和同步装置 112。从控制装置 102 输出的图像信号，经由显示图像处理部 121 而被输出到立体显示部 122。输出到立体显示部 122 的图像，医师等利用观察眼镜 123 进行观察。

[0044] 从光源 104 发出的白色非偏振光，经由光波导管 105 被引导至前端部 113 的偏振面控制元件 106。

[0045] 图 2 表示偏振面控制元件 106 的构成。

[0046] 偏振面控制元件 106，是可以使采用了液晶的偏振面旋转的器件。其构成例在专利文献 2、3 和非专利文献 1 等中已经公开。偏振面控制元件 106 例如能够由铁电液晶、偏振薄膜、1/4 波片等加以组合的外加电压型液晶器件构成。偏振面控制元件 106 将由光源 104 发生并通过光波导管 105 的非偏振光、向在任意的偏振角度上具有偏振面的直线偏振光转换。在图 1 中，模式化地表示照射到被摄物体上的光的偏振方向 115、和来自被摄物体的回光的偏振方向 116。如后述，因为由被摄物体反射时偏振方向被保持，所以偏振方向 115、116 一致。

[0047] 同步装置 112 向偏振面控制元件 106 发送偏振面旋转的指示而使照明的偏振面旋转。该偏振光照明通过照明透镜 107 被照射到被摄物体上。同步装置 112 同时向摄像元件 110 发送拍摄开始信号而取得映像，将以上的处理多次实施。

[0048] 本实施方式的摄像系统其操作方式为，在偏振面为 0° 状态 203 下拍摄第一图像，以偏振面为 45° 状态 204 下拍摄第二图像，在偏振面为 90° 状态 205 下拍摄第三图像。偏振面的角度能够任意设定，不限于这三种。摄像元件为高感光度时，如果照明的照度高，则能够缩短曝光时间，因此能够更精密地设定转向角。

[0049] 偏振面的旋转所需要的时间，根据上述文献，存在在操作速度迟缓型时为 20(ms) 左右的至在操作速度高速型时 $40 \sim 100(\mu\text{sec})$ 左右的。如果使用高速型的液晶且将摄像元件的感光度提高至可以在该时间下进行摄像的程度，则即使实施 3 个方向的偏振光旋转而进行拍摄，也可以使运动图像映像的拍摄拥有充分的性能。另外图像处理对于单位最低 3 帧的拍摄图像实施，但通过使处理为流水线处理，可以使实际花费的处理时间控制在 1 帧的时间内。

[0050] 来自被摄物体的回光，在透过拍摄透镜 109 后，通过与摄像元件 110 分离地配置的入射光透过部 120 而在摄像元件 110 上成像。关于入射光透过部 120 的构成和功能后述。摄像元件 110 可以是黑白摄像元件、或者可以是具有彩色马赛克的单板彩色摄像元件。摄像映像的信号，经由映像信号线 111 到达图像处理器 108。

[0051] 图像处理器 108 从所拍摄的多个的图像、通过图像处理而生成面图像 CC 和左视点图像 LL 和右视点图像 RR。这些图像经过显示图像处理部 121 处理，显示在立体图像显示部

122。显示在立体图像显示部 122 上的图像,使用观察眼镜 123 等作为立体图像进行观察。在该立体图像显示部 122 中,能够使用显示左右的多视点图像的现有的立体显示器。

[0052] 图 3 是表示入射光透过部 120 的图。图 3(a) 是从摄像元件 110 的侧观看入射光透过部 120 时的入射光透过部 120 的俯视图。图 3(b) 是表示入射光透过部 120 的截面的图。如图 3(a) 所示,入射透过部 120 由光学上透明的透明区域 C、与附加有偏振滤光镜的左右偏振滤光镜区域 L 和 R 构成。从摄像元件 110 看,对于附加在左侧的滤光镜区域 L 的偏振滤光镜的透射轴和附加在右侧的滤光镜区域 R 的偏振滤光镜的透射轴之间,赋予一定的角度差 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$)。

[0053] 在图 1 所示的例子中,入射光透过部 120 配置在拍摄透镜 109 与摄像元件 110 之间,但入射光透过部 120 的位置并不受该例限定。入射光透过部 120 也可以配置在被摄物体与拍摄透镜 109 之间。另外,入射光透过部 120 也可以与拍摄透镜 120 一体化。

[0054] 入射光透过部 120 从摄像元件 110 分离。从摄像元件 110 至入射光透过部 120 的距离,比从拍摄透镜 109 至入射光透过部 120 的距离一方长。

[0055] 入射光透过部 120 的代表例,例如具有由玻璃板等形成的透明基板、和镶在该透明基板的规定区域一对偏振滤光镜。这种情况下,透明基板之中的、未镶有偏振滤光镜的区域,作为透明区域 C 发挥作用。入射光透过部 120 另一例,能够由一对偏振滤光镜和保持偏振滤光镜的构件构成。这种情况下,透明区域 C 也可以由空气构成。

[0056] 在本发明中,因为以偏振光照明照射被摄物体,所以来自被摄物体的回光也发生偏振。回光的一部分,透过入射光透过部 120 的透明区域 C,其余的一部分透过偏振滤光镜区域 L 或偏振滤光镜区域 R。

[0057] 图 4(a) 和 (b) 分别表示摄像元件 110 的摄像面的构成例的图。如图 4(a) 所示,在摄像面,多个的光敏器件(光电二极管)以行和列状(X-Y 方向)规则地排列。在彩色摄像时,如图 4(b) 所示,设置透过 RGB 三种的波长的光的彩色马赛克滤光镜。各个光敏器件通过光电转换根据入射的光的量生成电信号。这部分能够使用一般的单板彩色摄像元件。如此作为摄像元件 110,能够利用现有的彩色亮度图像用的摄像元件。在本实施方式中,使照明光为直线偏振光,一边使其偏振面旋转一边进行拍摄,由此可以取得被摄物体的表面信息。

[0058] 图 5 是表示偏振光照明中的偏振面的角度 ΨI 的定义的图。设定从摄像侧朝向被摄物体作为假想的焦平面的 X-Y 坐标系。就偏振面的角度 ΨI 而言,以 X 轴的方向为 0° 地如图 5 所示这样定义的角度。角度 ΨI 在反射中被保存时,反射光的偏振面的角度与入射光的偏振面的角度相同。若使偏振面的角度 ΨI 增加或减少,则相同的偏振状态以 180° 的周期重复。即,以偏振面的角度 ΨI 为变量的函数,是具有 180° 的周期的周期函数。还有,在本说明书中,偏振光照明中的偏振面的角度 ΨI ,有称为“入射偏振面角度”的情况。

[0059] 如图 1 表明的,照明透镜 107 的光轴与拍摄透镜 109 的光轴大致相等。这是为了在以内窥镜进行观察时,不会使被摄物体上发生影子。

[0060] 还有,在内窥镜的通常的用法中,多是使非偏振光照射到被摄物体上的情况。在本发明中,例如通过对于上述第一图像至第三图像的各个偏振图像进行加法运算,能够生成非偏振光的平均亮度图像。根据本发明者们的实验,使偏振面的角度 ΨI 为等间隔的多个偏振光照射到被摄物体上时的回光的图像相加,则偏振光的效果抵消,因此结果上判明,得

到与使用非偏振光照明同样的效果。

[0061] 接着,对于使偏振光照明的偏振面旋转时,透过入射光透过部 120 的偏振滤光镜区域和透明区域的光的亮度进行说明。

[0062] 图 6 表示以照相机观测入射角接近 0 的偏振光 L 入射光滑平坦的表面时的回光 V 的情况。在图 6(a)、(b) 中,入射的偏振光的偏振面为有 90° 不同,但回光的直线偏振状态大致与入射光的状态相同。这基于以下的理由。

[0063] 图 7 是表示基于菲涅耳理论的镜面反射率的入射角依存性的曲线图,横轴表示入射角,纵轴表示菲涅耳反射率。折射率假设为 $n = 1.8$ 。

[0064] 视为垂直入射的 0° ~ 15° 附近的入射角度,相当于范围 701。如从曲线图所读取的,在该范围 701 内,无论 P 波还是 S 波,其反射率大体相同。因此,偏振光大体垂直入射表面时,相对于表面的 P 波和 S 波这样的偏振光区别消失地以相同举动反射。还有,这一事实在折射率 $n = 1.4 \sim 2.0$ 的自然物体中也普遍成立。

[0065] 如上,对于光滑表面,偏振光以大致 0 度的入射角度入射,其进行 1 次反射而被观测时,偏振光照明的偏振面的角度 ΨI 就是原样被观测到的回光的偏振光的角度。因此,在观测一侧能够已知入射的偏振光的 ΨI 的值。

[0066] 图 8 是模式化地表示从图 3 的入射光透过部 120 摘除偏振滤光镜的状态的图。构成来自被摄物体某一点的回光的光线之中的透过了区域 L、区域 R 和区域 C 的光线,在拍摄透镜的作用下,聚集到成像面上的一点。换言之,以摄像面上的特定像素观测到的亮度 I,就是分别通过区域 L、区域 R 和区域 C 而在摄像面上产生的像在特定像素下的亮度。若设分别通过区域 L、区域 R 和区域 C 的光线的亮度分别为 I_L 、 I_R 、 I_C ,则以摄像面上的特定像素观测到的亮度 I 为亮度 I_L 、 I_R 、 I_C 的和。

[0067] 【算式 1】

$$[0068] \quad I = I_L + I_R + I_C$$

[0069] 图 9 是模式化地表示,就某一像素而言,来自被摄物体的回光透过没有偏振滤光镜的状态下的入射光透过部 120 的区域 L、区域 C 和区域 R 的情况的图。没有偏振滤光镜时,透过了区域 L、区域 C 和区域 R 的光的亮度,如式 1 所示,成为透过 3 个区域的光的亮度的单纯的合计值。在实际的入射光透过部 120 的区域 L 和区域 R 中,分别附加有透射轴的方向不同的偏振滤光镜。因此,透过偏振滤光镜的光的量,将依存于入射光(来自被摄物体的回光)的偏振方向和与偏振滤光镜的透射轴的角度而变化。还有,如参照图 6 和图 7 进行说明的,由被摄物体的平坦面反射的光的偏振方向,与照射被摄物体的光的偏振方向一致。因此,如果控制偏振光照明的偏振面的角度,则能够调整在入射光透过部 120 入射的光(来自被摄物体的回光)的偏振面。

[0070] 图 10(a) 表示将滤光镜区域 L 的偏振滤光镜的透射轴的角度设定为 0°、滤光镜区域 R 的偏振滤光镜的透射轴的角度设定为 45° 的入射光透过部。关于透射轴的角度,也与图 5 所示的角度 ΨI 同样地定义。在该例中,左右的偏振滤光镜的透射轴的角度差 α 为 45°。图 10(b) 表示照射被摄物体的照明光的偏振面的角度,其相当于来自被摄物体的回光的偏振面的角度。图 10(a) 所示的偏振滤光镜的配置不过是一例。滤光镜区域 L 的偏振滤光镜的透射轴的角度即使设定为 0° 以外的角度,以下说明的内容也成立。

[0071] 在此,偏振滤光镜的透射轴、和入射该偏振滤光镜的直线偏振光的轴一致时的透

过率设为 T_p 。 T_p 满足 $0 < T_p < 1$ 。另外,理想化地将透明区域 C 的透过率设为 1。以具有角度 Ψ_I 的直线偏振光照射被摄物体时,透过入射光透过部 120 的区域 L、R、C 而观测到的光的假想的亮度分别为 IFL_{Ψ_I} 、 IFR_{Ψ_I} 、 IC_{Ψ_I} 。 IFL_{Ψ_I} 、 IFR_{Ψ_I} 、 IC_{Ψ_I} 分别由以下的式 2 表示。

[0072] 【算式 2】

$$[0073] \quad \begin{cases} IFL_{\Psi_I} = T_p [\cos^2 \Psi_I] I_L \\ IFR_{\Psi_I} = T_p [\cos^2 (\Psi_I - \alpha)] I_R \\ IC_{\Psi_I} = I_C \end{cases}$$

[0074] 实际所观测的亮度 I_{Ψ_I} , 是分别透过入射光透过部 120 的区域 L、R、C 的光被合成的亮度, 因此由下式 3 表示。

[0075] 【算式 3】

$$[0076] \quad I_{\Psi_I} = IFL_{\Psi_I} + IFR_{\Psi_I} + IC_{\Psi_I}$$

[0077]

$$= T_p [\cos^2 \Psi_I] I_L + T_p [\cos^2 (\Psi_I - \alpha)] I_R + I_C = \begin{bmatrix} T_p \cos^2 \Psi_I & T_p \cos^2 (\Psi_I - \alpha) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_L \\ I_R \\ I_C \end{bmatrix}$$

[0078] 图 11 是模式化地表示:就某一像素而言来自被摄物体的回光透过入射光透过部 120 的区域 L、区域 C 和区域 R 的情况的图。在透镜的作用下,来自被摄物体的回光分别透过区域 L、R、C 后,会聚到摄像面上,并被合成。

[0079] 例如若以 0、45、90 度这 3 个不同的偏振角 Ψ_I 的直线偏振光依次边照明被摄物体边拍摄 3 个图像,则关于各像素的亮度,得出以下的联立方程式。

[0080] 【算式 4】

$$[0081] \quad \begin{cases} I_0 = T_p I_L + T_p I_R \cos^2 \alpha + I_C \\ I_{45} = T_p \frac{1}{2} I_L + T_p I_R \cos^2 (\frac{\pi}{4} - \alpha) + I_C \\ I_{90} = 0 + T_p I_R \cos^2 (\frac{\pi}{2} - \alpha) + I_C \end{cases}$$

[0082] 在此, I_0 为 $\Psi_I = 0^\circ$ 时观测的亮度, I_{45} 是 $\Psi_I = 45^\circ$ 时观测的亮度, I_{90} 是 $\Psi_I = 90^\circ$ 时观测的亮度。这些亮度相当于从摄像元件 110 的各像素得到的像素信号。

[0083] 若式 4 由矩阵表现,则能够得到以下的式 5。

[0084] 【算式 5】

$$[0085] \quad \begin{bmatrix} I_0 \\ I_{45} \\ I_{90} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_p & T_p \cos^2 \alpha & 1 \\ \frac{T_p}{2} & T_p \cos^2 (\frac{\pi}{4} - \alpha) & 1 \\ 0 & T_p \cos^2 (\frac{\pi}{2} - \alpha) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_L \\ I_R \\ I_C \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} I_L \\ I_R \\ I_C \end{bmatrix}$$

[0086] 在此矩阵 M 的行列式由下式 6 表示。

[0087] 【算式 6】

$$[0088] \quad |M| = (T_p)^2 \begin{vmatrix} 1 & \cos^2 \alpha & 1 \\ \frac{1}{2} & \cos^2(\frac{\pi}{4} - \alpha) & 1 \\ 0 & \cos^2(\frac{\pi}{2} - \alpha) & 1 \end{vmatrix} = (T_p)^2 \cos \alpha \sin \alpha = (T_p)^2 \frac{\sin 2\alpha}{2}$$

[0089] 因此,如果 α 处于由下式 7 表示的范围,则 $|M|$ 非 0,所以存在逆矩阵 M^{-1} 。

[0090] 【算式 7】

$$[0091] \quad 0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$$

$$[0092] \quad (0^\circ < \alpha < 90^\circ)$$

[0093] 如果逆矩阵 M^{-1} 存在,则根据下式 8,由 I_0, I_{45}, I_{90} 计算亮度 I_L, I_R, I_C 。

[0094] 【算式 8】

$$[0095] \quad \begin{bmatrix} I_L \\ I_R \\ I_C \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} I_0 \\ I_{45} \\ I_{90} \end{bmatrix}$$

[0096] 还有, $\alpha = 90^\circ$ 时,矩阵 M 的行列式 = 0,得不到解。这是由于,例如, $0, \Psi_1, \Psi_2$ 这样任意的偏振光照射角的组合的情况下,式 (6) 就变如下。

[0097] 【算式 9】

$$[0098] \quad |M| = (T_p)^2 \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ \cos^2 \psi_1 & \sin^2 \psi_1 & 1 \\ \cos^2 \psi_2 & \sin^2 \psi_2 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

[0099] 由此 α 是 90° 以外的角是本发明的必要条件。这一点,与使一对的偏振滤光镜具有的偏振光透射轴直交的大部分偏振光利用的系统在构成上有很大差异。

[0100] 还有,此次使用的是与未知数的数为相同数的偏振光照明角,但也可以在更多的偏振光照明角下进行观测,不使用逆矩阵,而是以最小二乘法解联立方程式。例如也可以使用偏振转向角为 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 这四种。

$$[0101] \quad \text{【算式 10】} \quad \begin{bmatrix} I_0 \\ I_{45} \\ I_{90} \\ I_{135} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_p & T_p \cos^2 \alpha & 1 \\ \frac{T_p}{2} & T_p \cos^2(\frac{\pi}{4} - \alpha) & 1 \\ 0 & T_p \cos^2(\frac{\pi}{2} - \alpha) & 1 \\ \frac{T_p}{2} & T_p \cos^2(\frac{3\pi}{4} - \alpha) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_L \\ I_R \\ I_C \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} I_L \\ I_R \\ I_C \end{bmatrix}$$

[0102] 在前面的 (式 6) 中,由于矩阵 M 的行列式非 0,所以 M 的阶 = 3。因此,能够得出结论,在 M 上加 1 行而重新建立的 4×3 矩阵 H 的阶也是 3,若使 H 和 H 的转置矩阵相乘,则其结果 3×3 矩阵的阶 = 3,逆矩阵存在。因此,能够如下式这样求得最小二乘解。

[0103] 【算式 11】

$$[0104] \quad \begin{bmatrix} I_L \\ I_R \\ I_C \end{bmatrix} = (H^t H)^{-1} H^t \begin{bmatrix} I_0 \\ I_{45} \\ I_{90} \\ I_{135} \end{bmatrix}$$

[0105] 接着,参照图 12,说明图像处理器 108 的图像处理的例子。图 12 是表示图像处理器 108 的图像处理的流程的流程图。

[0106] 如前述,在步骤 S1001 中,一边改变照明光的偏振面一边进行拍摄。接着,在步骤 S1002 中,计算逆矩阵。在步骤 S1003 中,由多个图像生成左右的多视点图像 LL、RR 和通常图像 CC。如此在本发明中,以简单的像素值运算就能够制作多视点图像 LL 和 RR。换言之,通过图像处理,能够将透过偏振滤光镜区域的光和透过透明区域的光加以分离。

[0107] 在显示图像处理部 121,将图像 LL 和图像 RR 转换成立体视觉用的显示图像。例如,高速地切换 LL 图像和 RR 图像而使之显示。这时,就通常图像 CC 而言,其显示为开 / 关哪一种都可以。

[0108] 图 13 表示通过将多视点图像 LL、RR 和通常图像 CC 交替地显示在显示部,适宜切换立体视觉和通常视觉而观察到的情况。在立体显示部 122,期间 T1 之间只提示 LL 图像 (状态 1101),在之后的期间 T2 之间只提示有 RR 图像 (状态 1102),在之后的期间 T3 之间只提示有 CC 图像 (状态 1103)。该映像通过使之透过偏振滤光镜板等而作为直线或圆偏振的光 1107 发光。观察者戴上由液晶快门等构成的观察眼镜 123 对其进行观察。就观察眼镜的液晶快门而言,与立体显示部 122 同步地、对于偏振光 1107 重复打开 (透过) 和关闭 (遮断)。即,期间 T1 之间 L 液晶快门打开, R 液晶快门关闭 (状态 1104)。期间 T2 之间 L 液晶快门关闭, R 液晶快门打开 (状态 1105)。期间 T3 之间 L 液晶快门、R 液晶快门一起打开 (状态 1106)。通过在短时间内重复期间 T1 和期间 T2,人的视觉系统中建立起立体视觉。

[0109] 图 14 是表示在时间轴上期间 T1、T2、T3 组合的图。图 14(a) 表示立体视觉期间和通常视觉期间切换的情况。在面向内窥镜的应用中,利用通常视觉期间实施现有的彩色图像的观察,例如进行胃内部的整体性的筛查观察。这时相机和照明位于距胃壁很远的距离 (约 50mm 以上),因此需要有效地使用照明光,使用明亮的感光度好的 CC 图像进行观察。然后如果一旦发现病变部,则靠近患部 (例如 5mm 以下),因此照明光变得充分明亮,其结果是,即使是透过左右的小面积的偏振滤光镜区域 L 和 R 的光形成的感光度降低了的图像,充分观察仍很容易。因此,能够成为活用切换到立体视觉并详细地观察病变部位的凹凸这两方的特性的方法。作为操作在立体视觉期间内,重复期间 T1 和期间 T2,通常视觉只使期间 T3 继续。

[0110] 图 14(b) 表示立体视觉和通常视觉混合的情况。在该例中,期间 T1、T2、T3 交替重复。这时,在立体视觉的期间光量低下,发生感光度降低,因此也可以使期间 T1 和期间 T2 比期间 T3 长一些。

[0111] 显示图像处理部 121 也可以再进行追加的处理。例如虽然图像 CC 不是表示视差的图像,但也可能具有与多视点图像类似的地方。因此,类似之处通过在多视点图像上添加图像 CC,也能够生成感光度高的多视点图像 LL 和 RR。

[0112] 通过以上的处理能够以内窥镜使脏器的壁的表面的凹凸成为立体视觉。因此,根

据本实施方式,能够解决作为内窥镜的缺点之一的表面凹凸的观察困难这一课题。

[0113] 在上述的实施方式中,偏振滤光镜区域的个数为 2,但本发明的偏振滤光镜区域的个数也可以是 3 个以上。另外,各偏振滤光镜的位置不需要一定在水平方向上移动,即使沿垂直方向和 / 或倾斜方向移动,也能够得到多视点图像。如果能够得到多视点图像,就可以求得关于被摄物体表面的凹凸的三维信息或视差图像。

[0114] (第二实施方式)

[0115] 接着,参照图 15 说明本发明的第二实施方式。图 15(a) 是表示本发明的第二实施方式的入射光透过部 120 的俯视图。本实施方式的立体图像拍摄装置与图 1 所示的基本构成不同的部分,只是入射光透过部 120 的部分。在本实施方式的入射光透过部 120 中,透明区域 CL 设定在左侧,一个偏振滤光镜区域 R 设置在右侧,在多视点图像的取得上具有更简单的构成。入射的偏振光照明,如图 15(b) 所示,使偏振面的角度为 0° 和 45° 两种并拍摄 2 张图像即可。若透过透明区域的光的亮度为 I_{CL} ,透过偏振滤光镜区域的光的亮度为 I_R ,照明偏振角度为 0° 和 45° 下的观测亮度分别为 I_0 , I_{45} ,则与实施方式的 1 同样,下式成立。

[0116] 【算式 12】

$$[0117] \quad \begin{bmatrix} I_0 \\ I_{45} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_P \cos^2 0 & 1 \\ T_P \cos^2(\frac{\pi}{4}) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_L \\ I_{CL} \end{bmatrix} = T_P A \begin{bmatrix} I_R \\ I_{CL} \end{bmatrix} = T_P \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_R \\ I_{CL} \end{bmatrix}$$

[0118] 若将其分解,则能够得到下式。

[0119] 【算式 13】

$$[0120] \quad \begin{bmatrix} I_R \\ I_{CL} \end{bmatrix} = T_P \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_0 \\ I_{45} \end{bmatrix}$$

[0121] 还有,在该实施方式中,也可以将照明的偏振转向角设定成其他角度。矩阵 A 的行列式由下式 14 表示。

[0122] 【算式 14】

$$[0123] \quad |A| = 1 - \cos^2 \psi \neq 0$$

[0124] 因此, ψ 例如也可以是 0° 和 90° 。

[0125] 在该第二实施方式中,使用入射光透过部将通过透镜的光只进行两等分,具有构成简单的优点。虽然也考虑到左右的图像的光量不同、该状态下立体视觉困难的情况,但如边参照图 14 边说明的,可以改变对人的提示期的长度,以大致相等的亮度进行观察,也可以通过图像处理施加亮度矫正。

[0126] 如上述在本发明的优选的实施方式中,因为在入射光透过部 120 没有遮光部,所以能够以单眼得到可达到立体视觉的明亮的多视点图像。另外,通过使用偏振面旋转的偏振光照明和至少一个偏振滤光镜,不需要现有技术所利用的这种偏振摄像元件,而是能够使用通常的彩色亮度摄像元件。因此,具有不会发生如现有技术这种分辨率降低的优点。

[0127] 通过运算,能够从透过偏振滤光镜区域的光分离透过透明区域的光,因此可以同时与使用了现有的通常透镜的摄像系统同样的通常的彩色观察。因此,也不用如现有的技术这样需要双重摄像光学系统。即本实施方式的内窥镜具有的显著优点是,能够以一个操作模式,同时取得用于立体视觉的视差图像和现有的亮度图像拍摄的双方。

[0128] 产业上的可利用性

[0129] 本发明可以广泛应用于医疗用内窥镜、皮肤科、牙科、内科、外科等的医学用途的照相机,工业用内窥镜,指纹拍摄装置、表面检查装置等需要进行被摄物体的表面凹凸的观察、检查、辨认的图像处理领域。

[0130] 符号说明

[0131] 101 内窥镜

[0132] 102 控制装置

[0133] 103 插入部

[0134] 104 光源

[0135] 105 光波导管

[0136] 106 偏振面控制元件

[0137] 107 照明透镜

[0138] 108 图像处理器

[0139] 109 拍摄透镜

[0140] 110 摄像元件

[0141] 111 映像信号线

[0142] 112 同步装置

[0143] 113 前端部

[0144] 115 所照射的偏振光

[0145] 116 回光的偏振光

[0146] 120 入射光透过部

[0147] 121 显示图像处理部

[0148] 122 立体显示部

[0149] 123 观察眼镜

[0150] 124 被摄物体表面

[0151] CC 通常图像

[0152] LL 左视差图像

[0153] RR 右视差图像

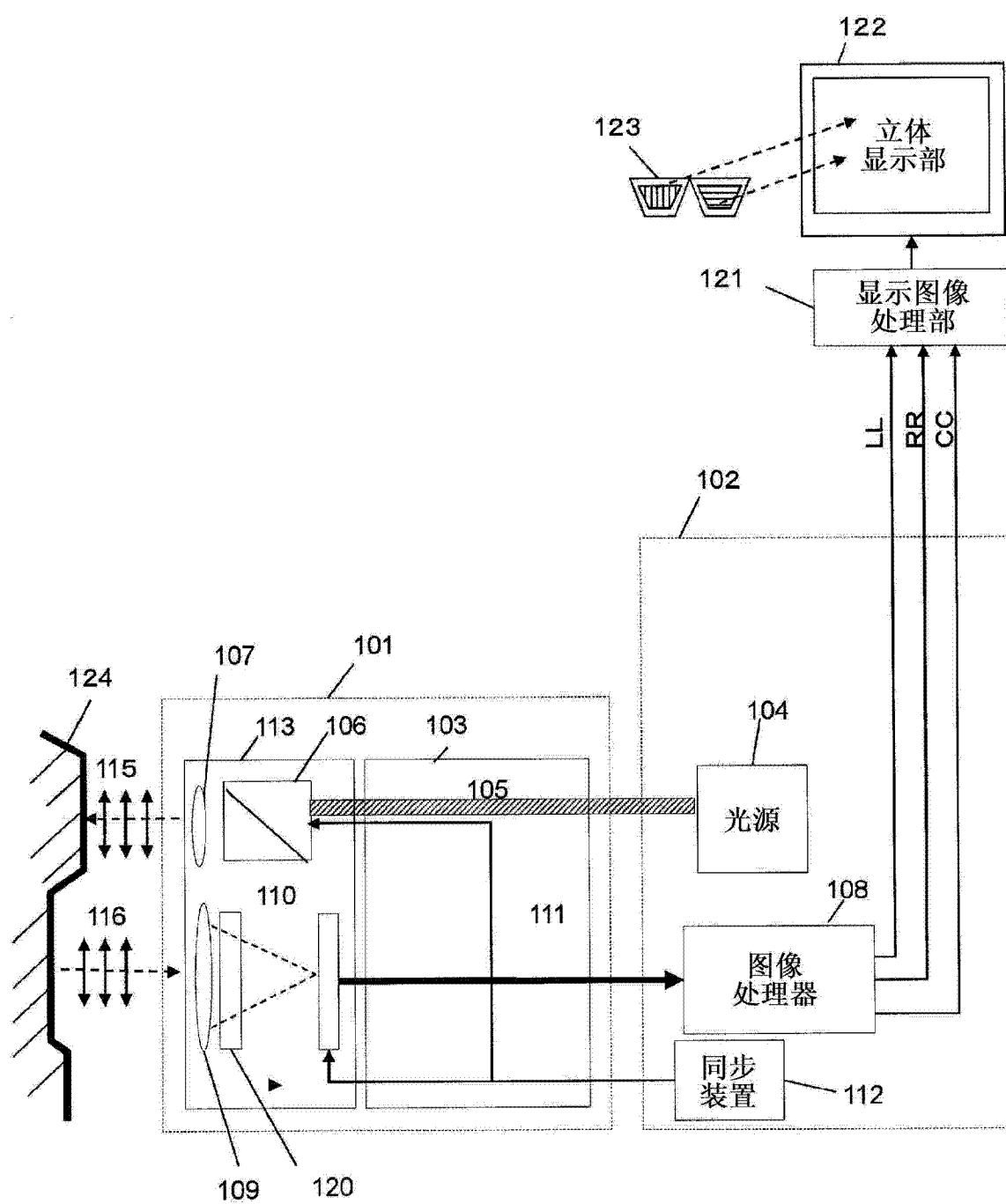


图 1

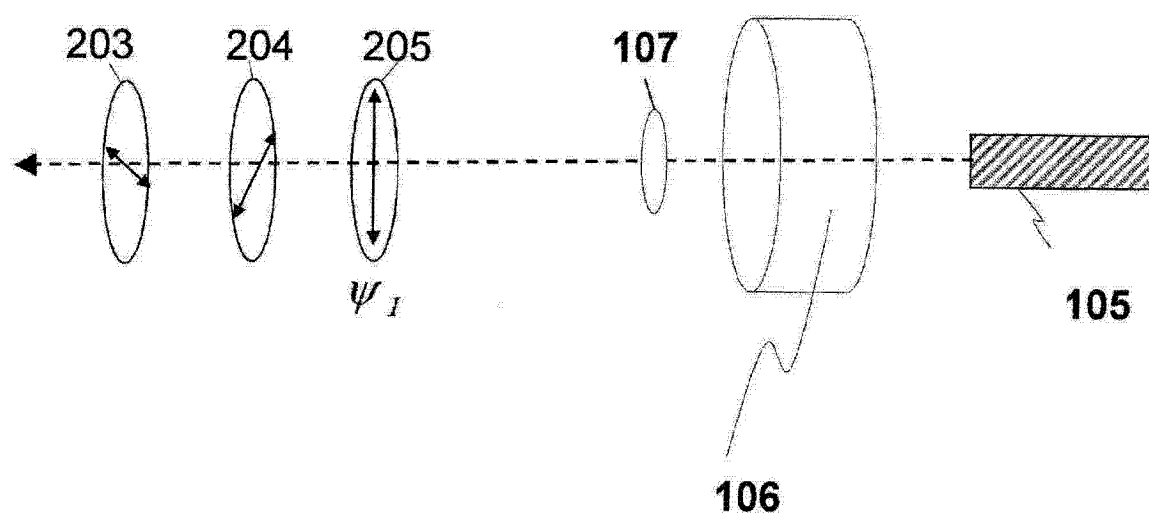


图 2

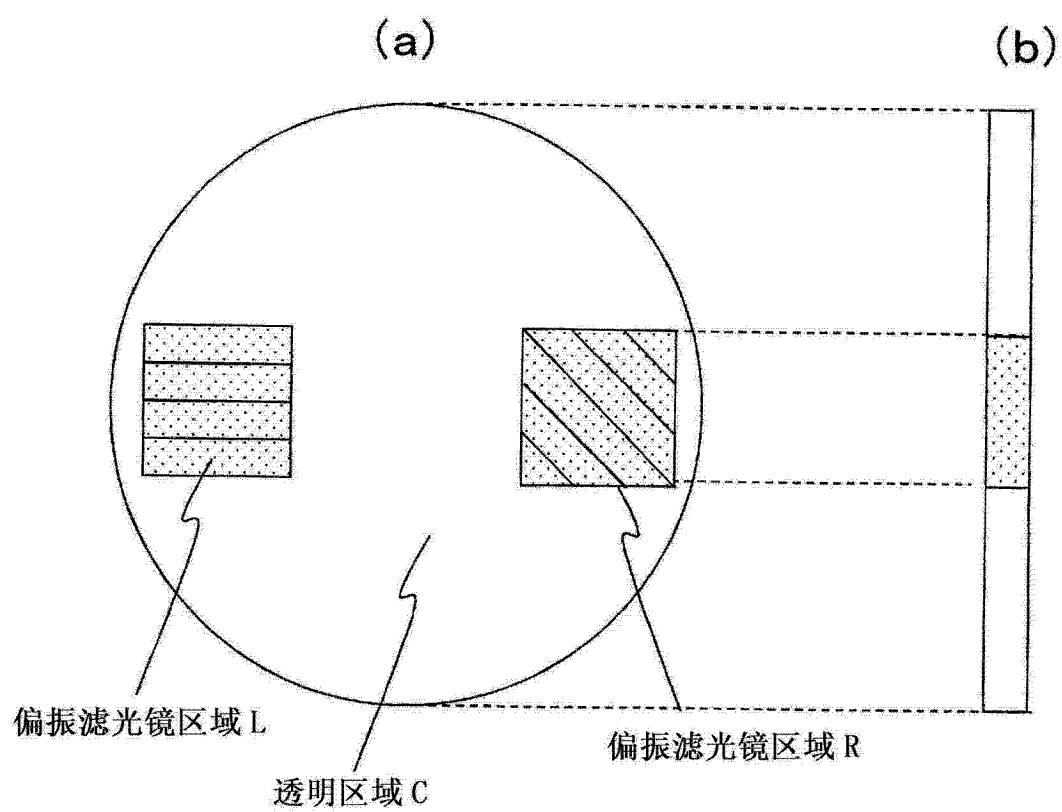


图 3

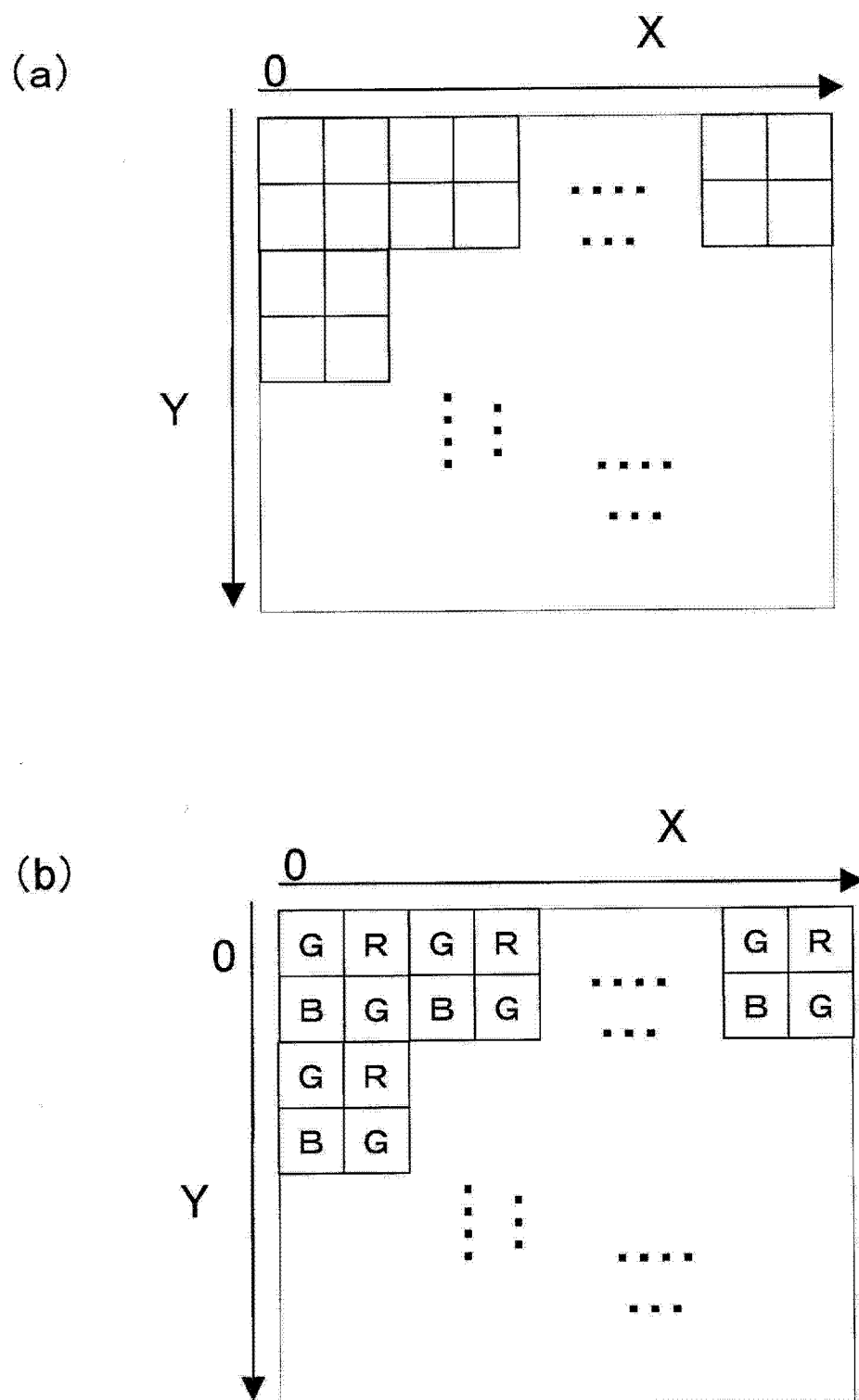


图 4

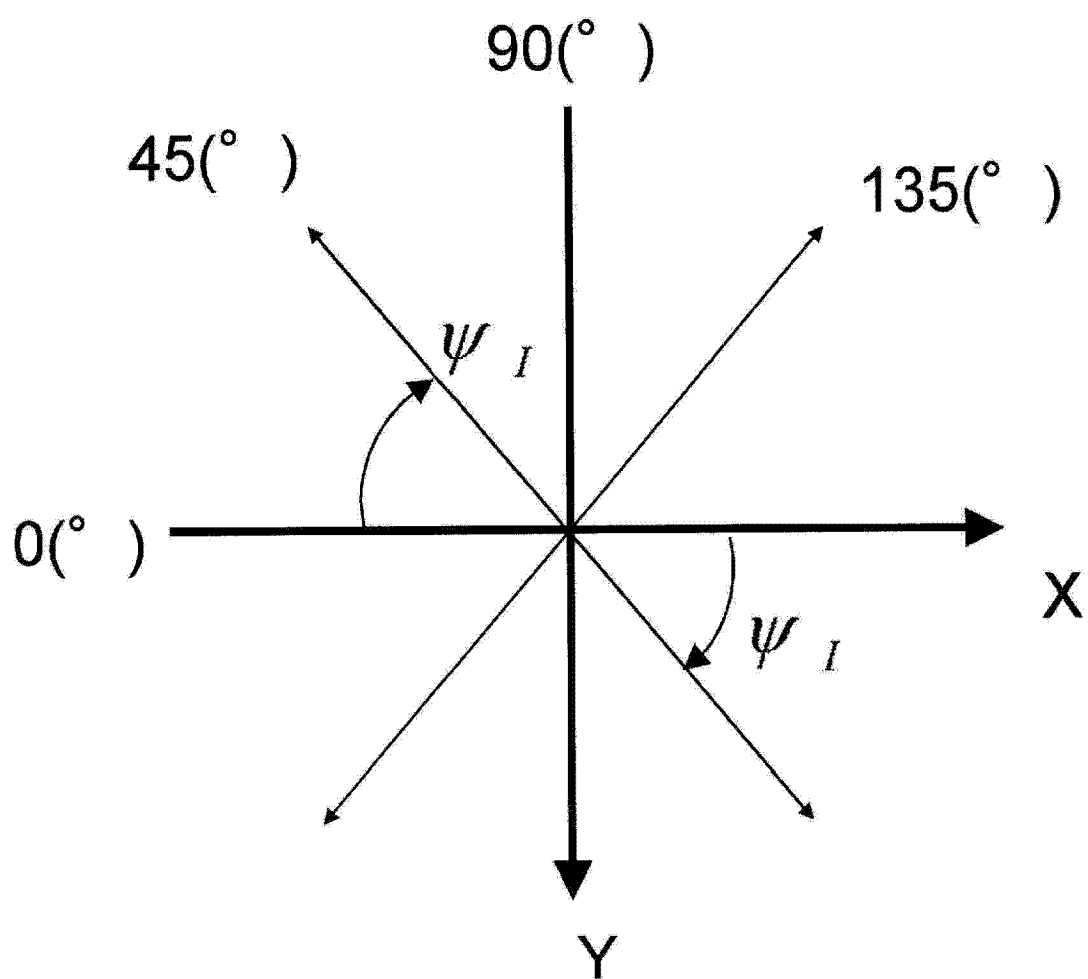


图 5

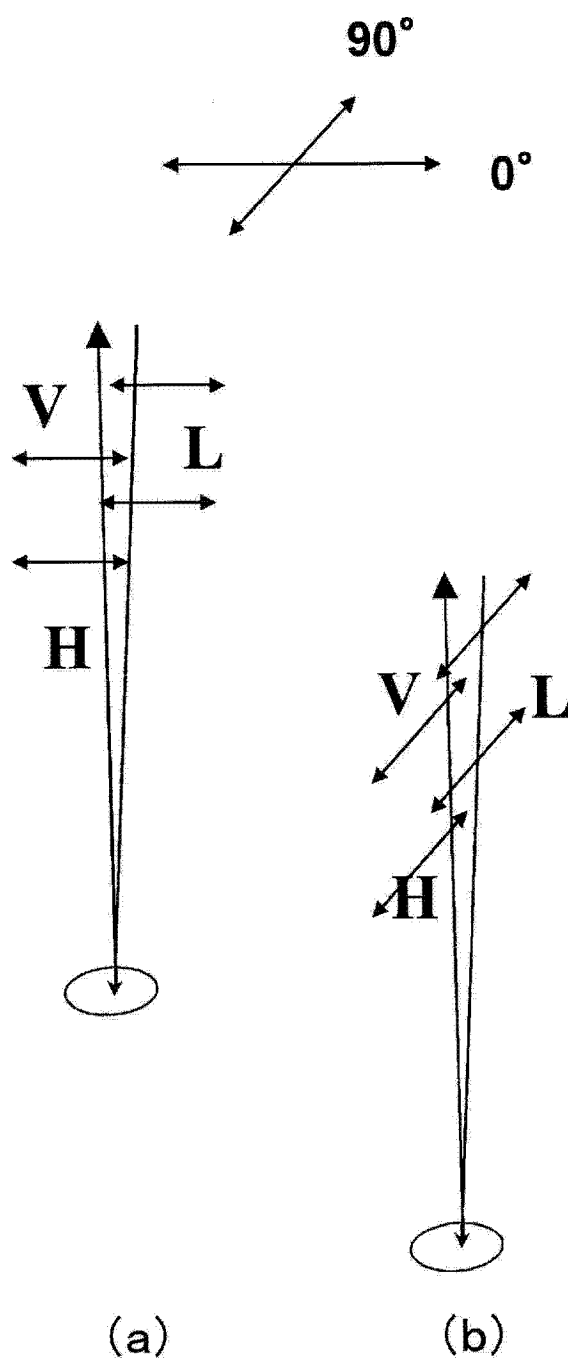


图 6

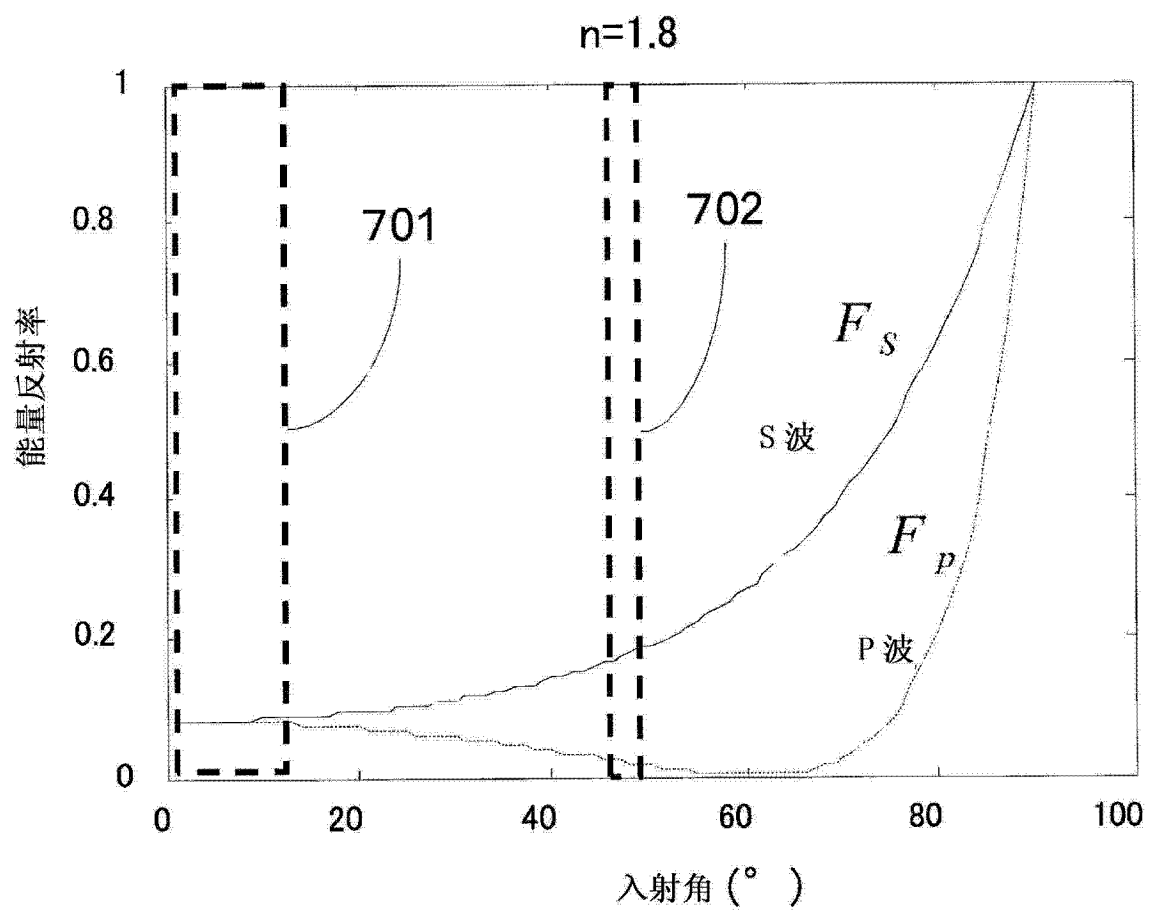


图 7

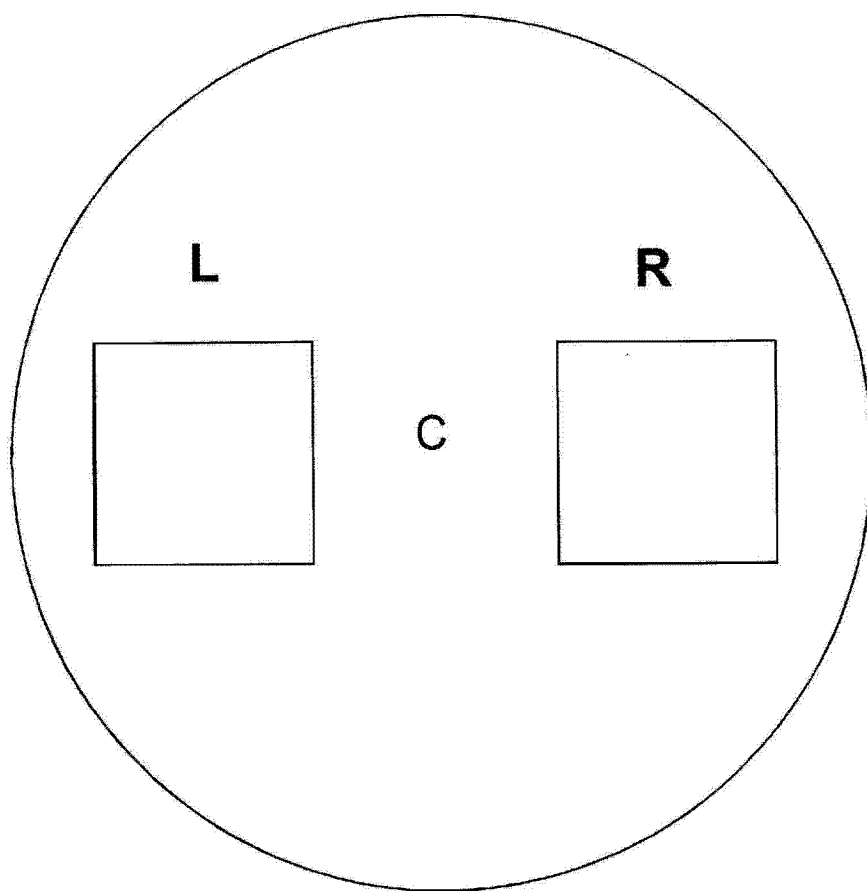


图 8

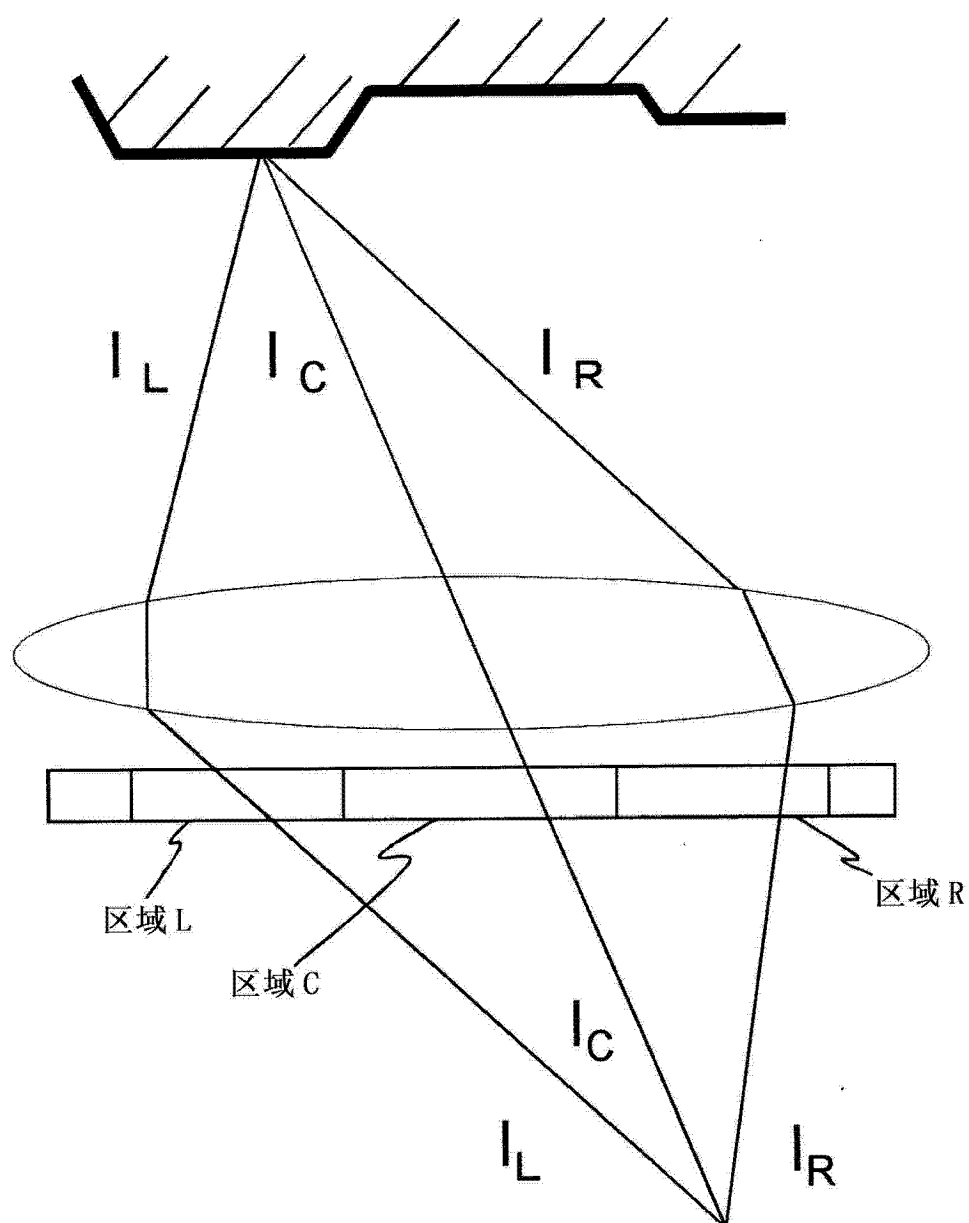


图 9

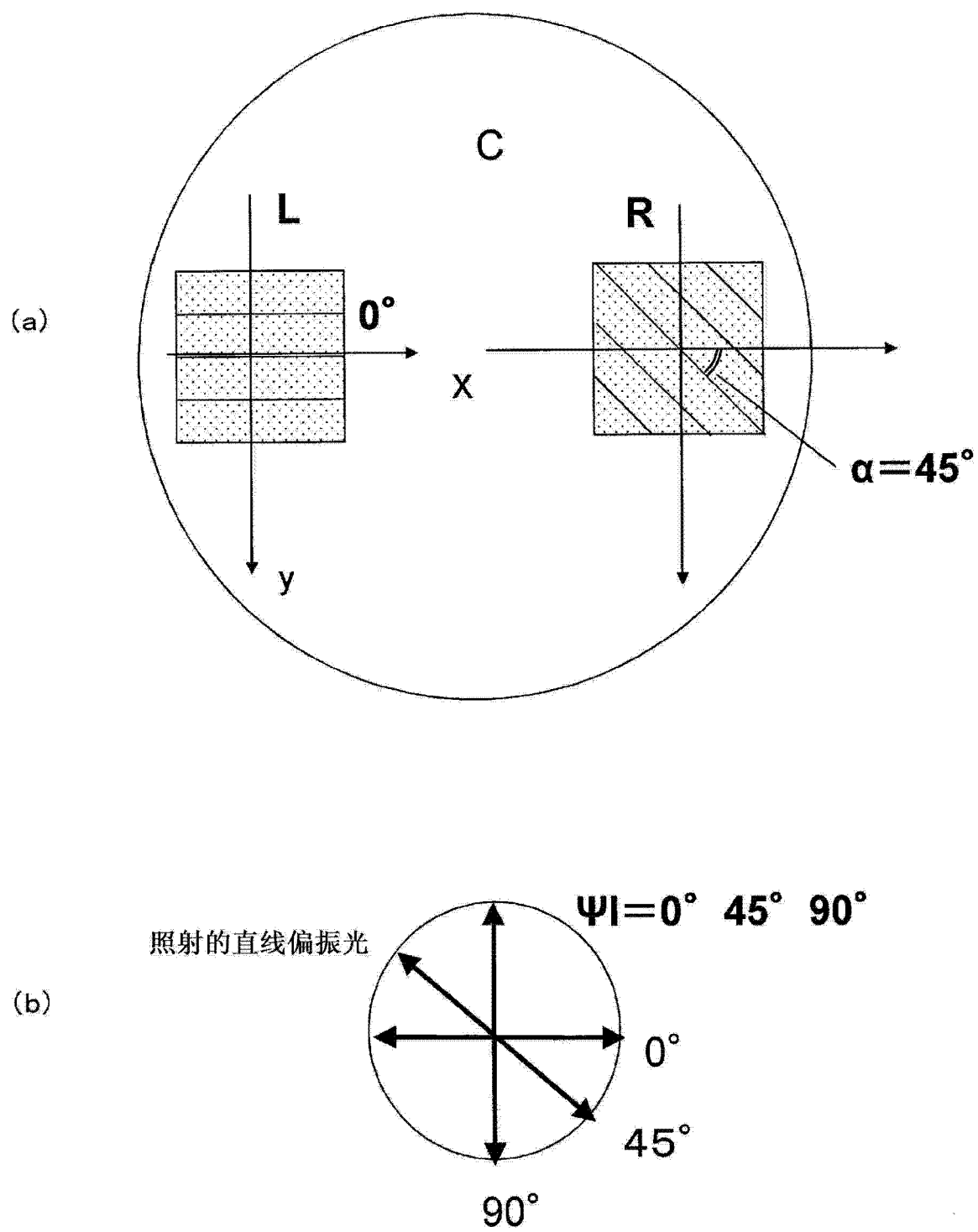


图 10

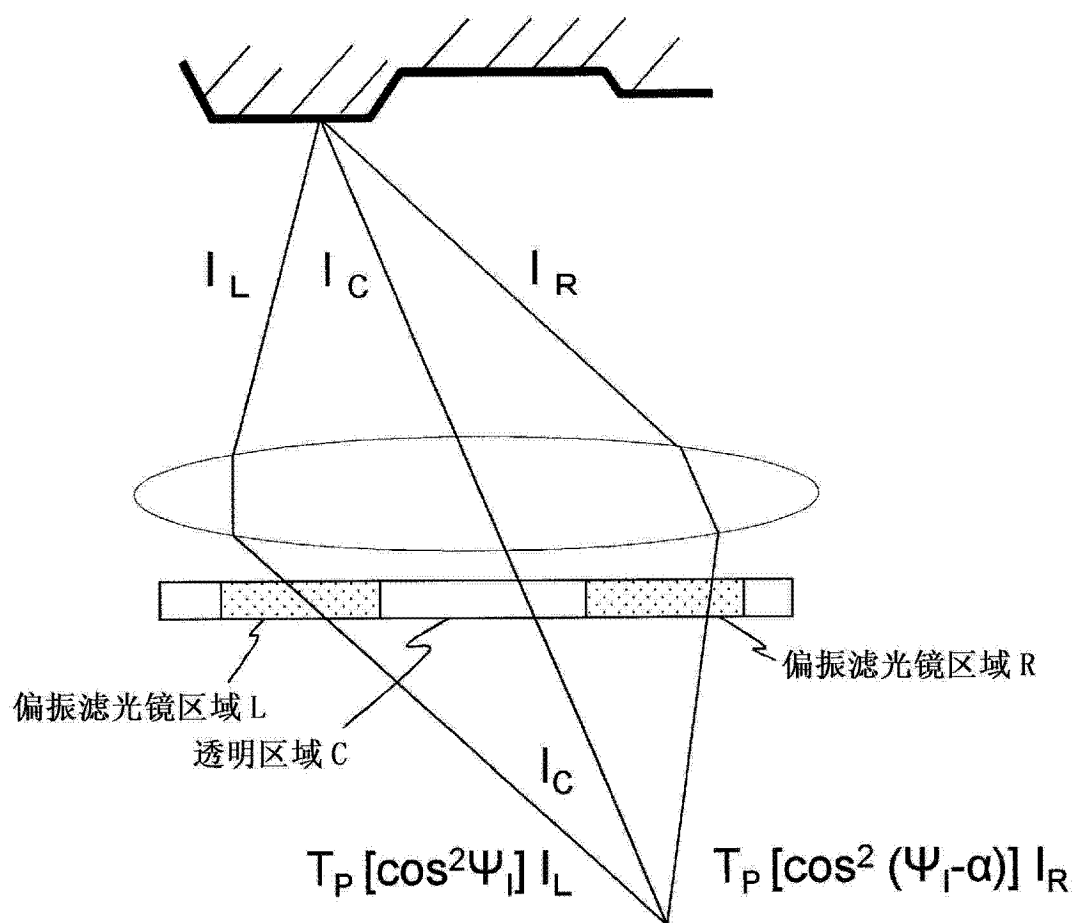


图 11

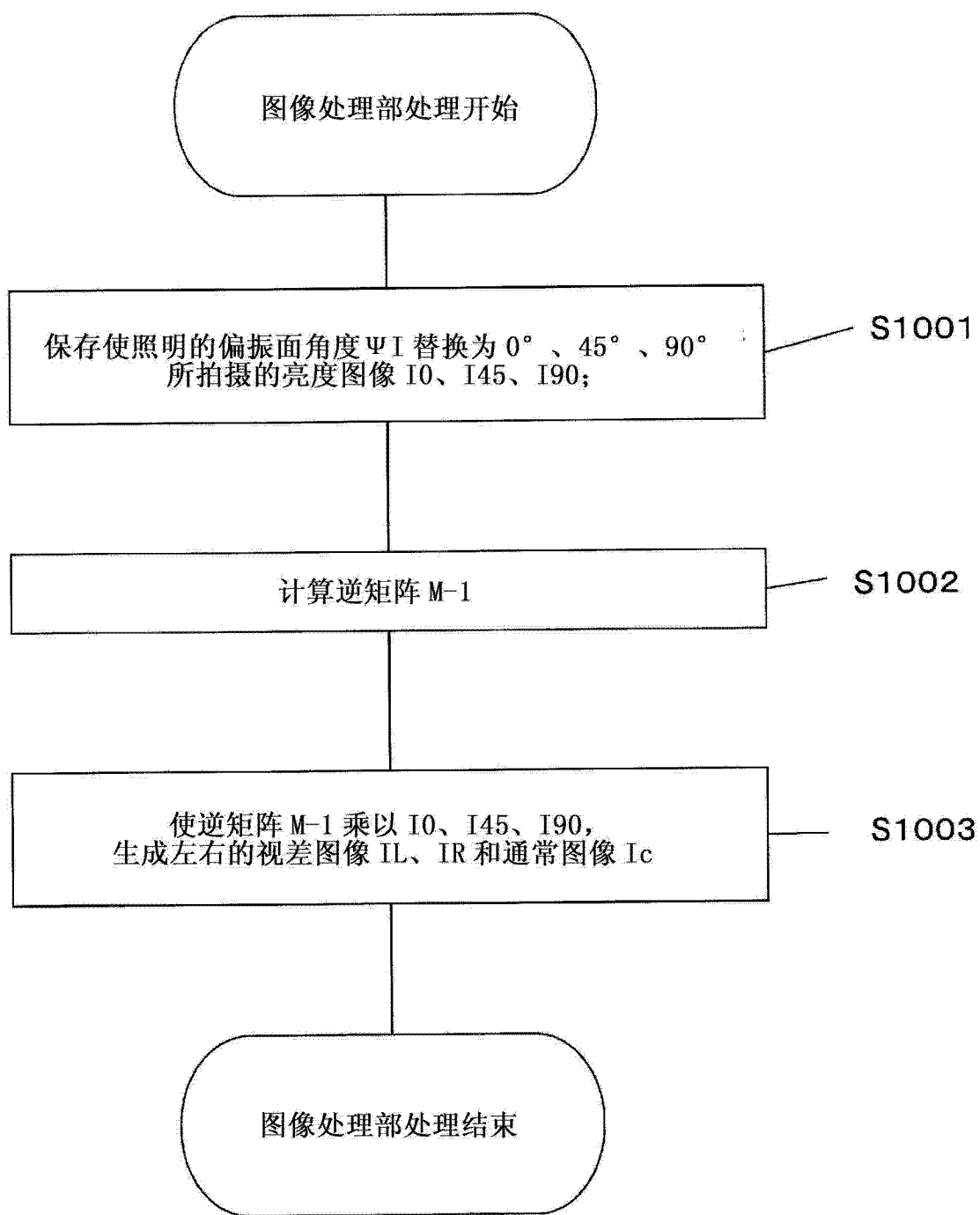


图 12

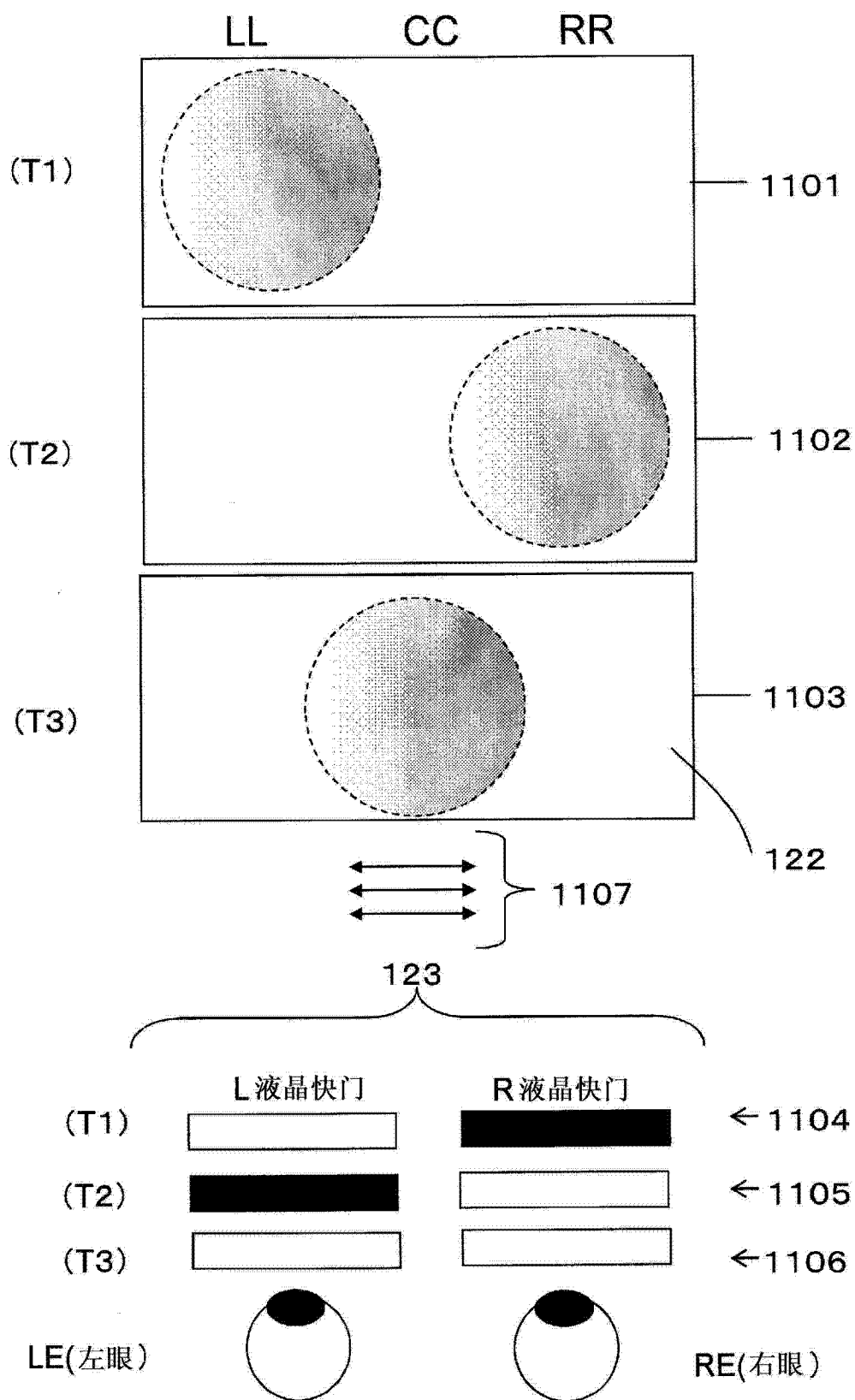


图 13

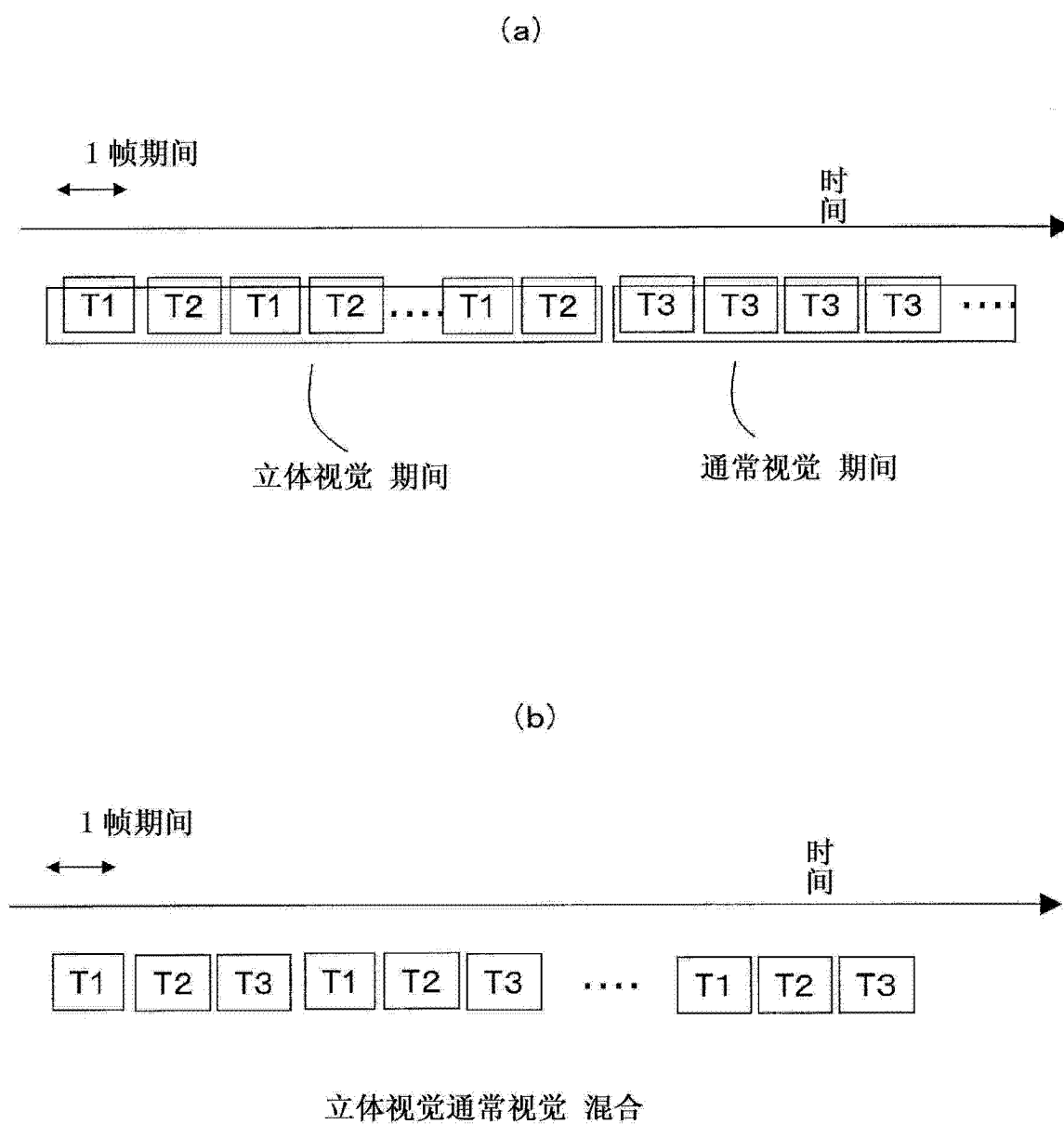


图 14

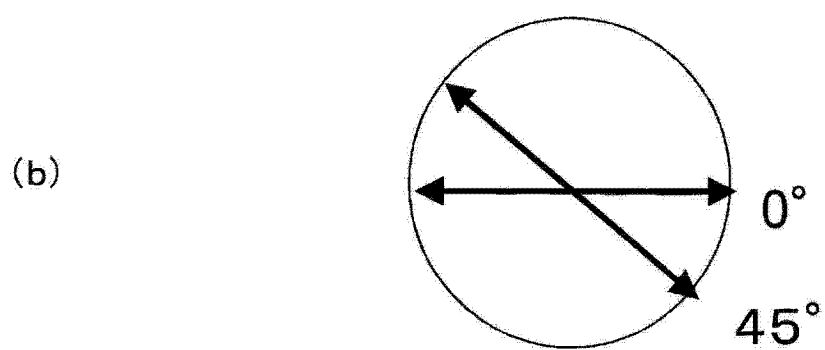
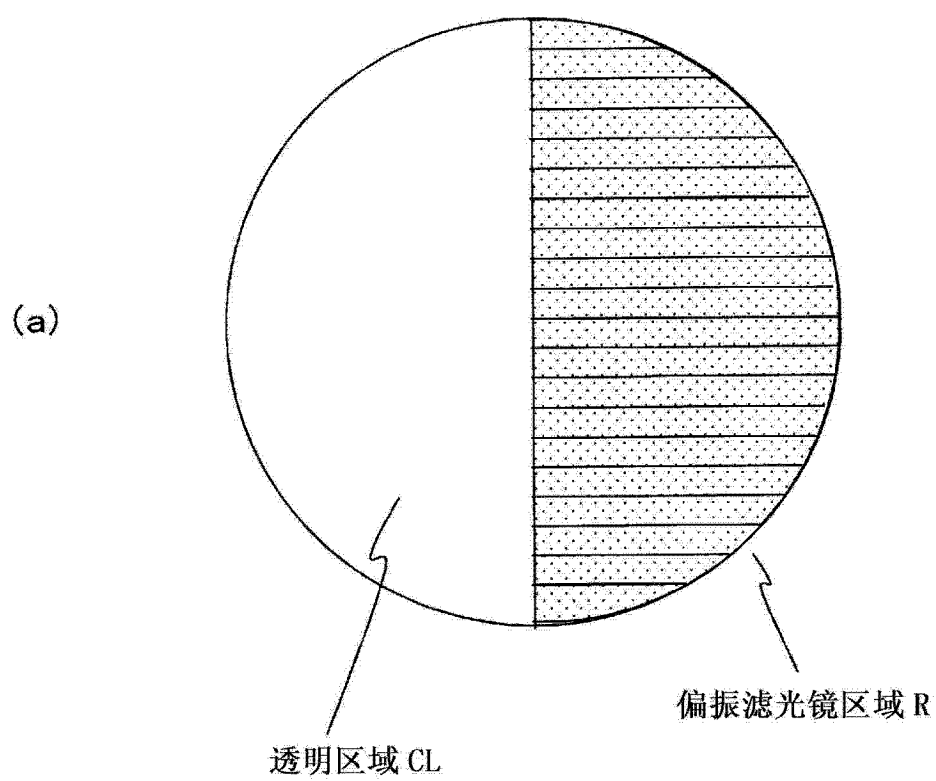


图 15

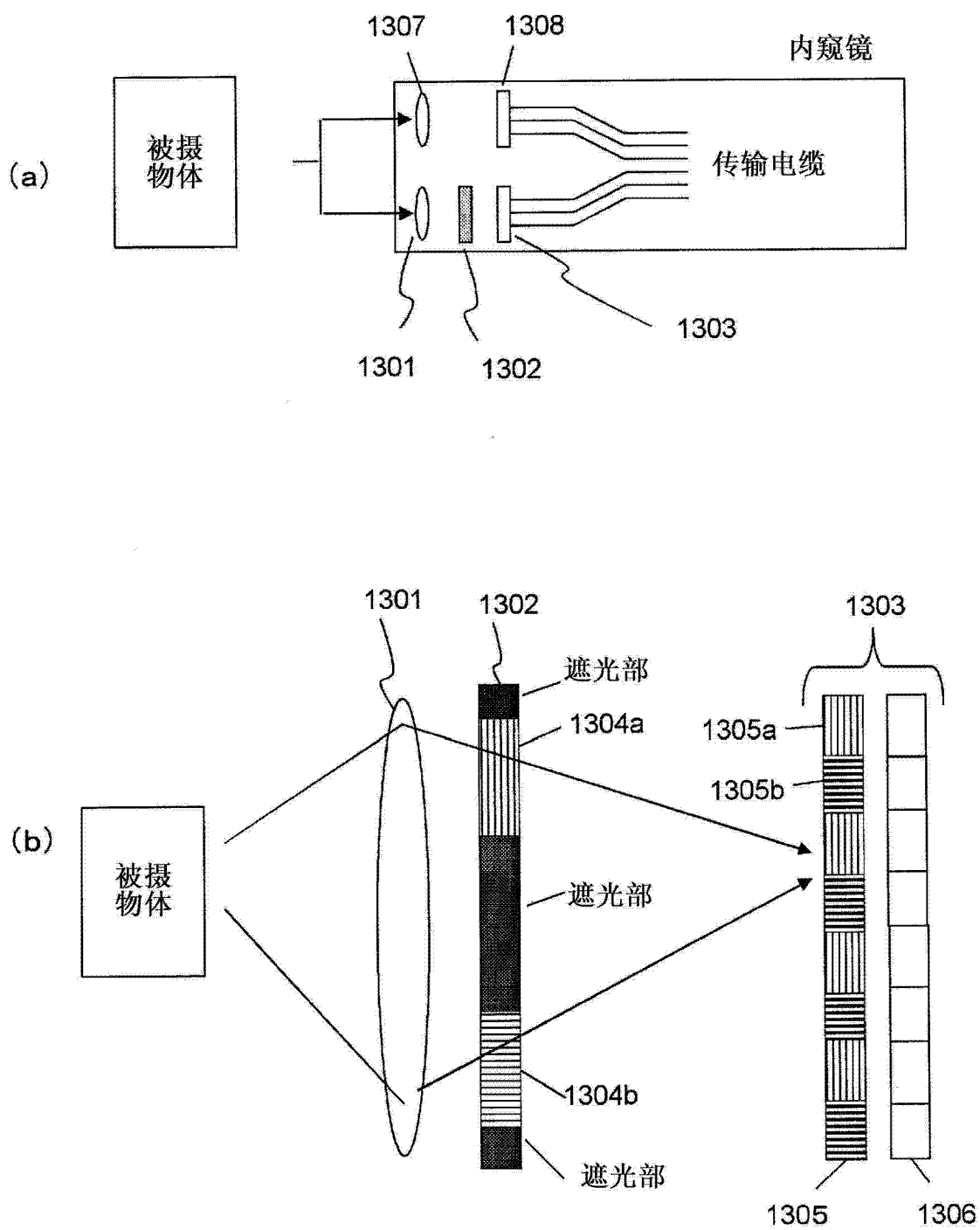


图 16

专利名称(译)	立体图像拍摄装置和内窥镜		
公开(公告)号	CN102742259A	公开(公告)日	2012-10-17
申请号	CN201180007785.X	申请日	2011-09-20
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	金森克洋 平本政夫		
发明人	金森克洋 平本政夫		
IPC分类号	H04N5/232 A61B1/00 A61B1/04 G01B11/24 G01C3/06 G03B35/18 H04N5/225 H04N5/238 H04N13/02		
CPC分类号	A61B1/00096 G03B35/18 H04N13/0207 H04N13/0253 A61B1/00193 G03B35/08 A61B1/0646 H04N13/207 H04N13/254		
优先权	2010268281 2010-12-01 JP		
其他公开文献	CN102742259B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

偏振面控制元件(106)，由起偏镜和液晶元件构成，能够通过电压将非偏振光转换成任意的偏振面的直线偏振光。同步装置(112)向偏振面控制元件(106)发送偏振面旋转的指示、且使照明的偏振面旋转并照射到被摄物体上，同时同步装置(112)向摄像元件(110)发送拍摄开始信号、且取得映像，这样的处理多次实施。摄像映像的信号经由映像信号线(111)被送至图像处理器108。因此，通过左右的偏振孔径和位于中心的非偏振部的图像的各LL、RR，CC图像得以分离生成，而生成左右视差图像并送至立体显示部(122)。

