



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103932677 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410015146. 3

(22) 申请日 2014. 01. 13

(30) 优先权数据

14/147, 577 2014. 01. 05 US

(71) 申请人 香港应用科技研究院有限公司

地址 中国香港新界沙田香港科学园科技大道西二号生物资讯中心 3 楼

(72) 发明人 吴昌力 黄旭艳 刘颖 杨丹  
麦志強

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有限公司 44223

代理人 江耀纯

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006. 01)

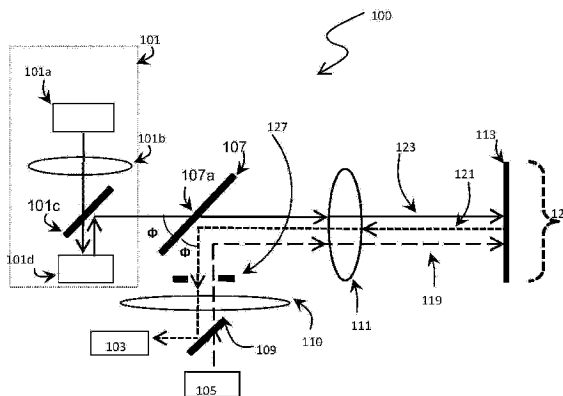
权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

一种图像投影仪

(57) 摘要

本发明披露了一个图像投影仪,用于增强一个物理物体的外表,也称为增强现实投影仪。增强现实投影仪包括一个光学装置,为所述物理物体的一个投影图像投影回到该物体本身提供精确的匹配,而不是使用数字图像处理来做到。可以使用数字图像处理来增强图像特征,不需要调整尺寸或调整图像到物体的方位。这可以减少处理图像所需的计算能力,节省处理资源以实时更新图像。因此,可以更新处理后的图像,从而改变一个移动物体的外表。而且,精确匹配使利用投影图像作为图形用户界面成为可能,因为可以准确地确定用户手指在界面上的动作。



1. 一种图像投影仪,包括:

一个成像元件,用于在一个接收路径上以至少一个第一波长拍摄一个物体的图像;

一个投影元件,用于在一个投影路径上以至少一个第二波长投影一个图像到所述物体上;

一个波长选择性分光器,用于反射所述至少一个第一波长或者所述至少一个第二波长中的任一个波长;并允许所述至少一个第二波长中的任一个波长或者所述至少一个第一波长穿过;

所述成像元件和所述投影元件被布置安排成,使得所述投影路径和所述接收路径中的任一个路径穿过所述分光器,而所述投影路径和所述接收路径中的另一个路径则被所述分光器反射;

所述分光器使在所述分光器到所述物体之间的所述投影路径和所述接收路径重合;

所述分光器使从所述分光器到相应所述投影元件和所述成像元件的所述投影路径和所述接收路径分开;

其中所述投影元件到所述分光器的所述投影路径,与所述成像元件到所述分光器和之间的所述接收路径,相对于所述分光器是共轭的。

2. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中:

所述成像元件有一感应表面;

所述投影元件有一投影表面;

所述感应表面的面积和所述投影表面的面积相等。

3. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中:

所述投影元件有一投影表面;

成像元件包括一视场光栏,所述视场光栏是所述成像元件的一部分,与所述投影元件关于所述分光器共轭;

所述视场光栏用于裁剪在所述视场光栏上接收到的一个图像,使得所述图像和所述投影表面有相同的面积。

4. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中:

由所述投影元件投影的所述图像就是由所述成像元件拍摄的所述物体的图像。

5. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中所述图像是一个增强图像。

6. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中:

由所述投影元件投影的所述图像是一个有盖住部分的图像;

所述盖住部分匹配所述物体的视场。

7. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中所述第二波长是在可见光波长范围内。

8. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中所述第二波长是人眼不可见的。

9. 根据权利要求8所述的图像投影仪,其中所述第一波长是红外光。

10. 根据权利要求8所述的图像投影仪,其中所述第一波长是紫外光。

11. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中一个投影透镜位于所述分光器和所述物体之间。

12. 根据权利要求1所述的图像投影仪,其中所述分光器包含在一个棱镜内。

13. 根据权利要求1所述的图像投影仪,还包括:

第二成像元件；

所述棱镜包含了一个第二分光器，其中

所述第二分光器进一步分离到相应投影元件和所述第二成像元件的所述投影路径和第二接收路径；

在所述投影元件到所述分光器之间的所述投影路径，与在所述分光器和所述第二成像元件之间的所述第二接收路径，是共轭的。

14. 根据权利要求 1 所述的图像投影仪，还包括：

第一光源，用于在一个入射路径上投射至少一个第一波长的光线到一个物体上；

所述光源和所述投影元件被安排布置成，使得所述投影路径和所述入射路径中的任一路径穿过所述分光器，而所述投影路径和所述入射路径中的另一路径则被所述分光器反射；

所述分光器使在所述分光器到所述物体之间的所述投影路径和所述入射路径重合；

所述分光器使从所述分光器到相应所述投影元件和所述光源的所述投影路径和所述入射路径分开。

15. 一种根据权利要求 1 所述的投影仪投影的图形用户界面。

16. 一种根据权利要求 1 所述的投影仪投影的交互式键盘。

17. 一种图像投影仪，包括：

第一光源，用于在一个入射路径上投射至少一个第一波长的光线到一个物体上；

一个投影元件，用于在一个投影路径上以至少一个第二波长投影一个图像到所述物体上；

一个波长选择性分光器，用于反射所述至少一个第一波长或者所述至少一个第二波长中的任一个波长；并允许所述至少一个第二波长中的任一个波长或者所述至少一个第一波长穿过；

所述光源和所述投影元件被安排布置成，使得所述投影路径和所述入射路径中的任一路径穿过所述分光器，而所述投影路径和所述入射路径中的另一路径则被所述分光器反射；

所述分光器使在所述分光器到所述物体之间的所述投影路径和所述入射路径重合；

所述分光器使从所述分光器到相应所述投影元件和所述光源的所述投影路径和所述入射路径分开。

18. 根据权利要求 17 所述的图像投影仪，其中所述投影元件包括：

第二光源；

一个反射式投影元件；

所述第二光源用于投射所述至少一个第二波长光到所述反射式投影元件上，使得所述反射式投影元件在所述投影路径上投影一个图像到所述物体上；其中

所述第二光源通过一个偏振分光器而投射光线到所述反射式投影元件上。

## 一种图像投影仪

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种图像投影仪,尤其涉及增强现实投影仪,用于增强物体的外观。

### 【背景技术】

[0002] 一种图像投影仪如增强现实投影,通过将图像投影到物体上而改变物体的外观。图案、颜色和可见纹理叠加在物体的表面上,使物体看起来不同,或提供信息在表面上。

[0003] 为了确保在一些医疗过程如显微外科或整容手术(甚至在娇贵而精致的人体如人脑等上的手术)中的成功率,增强现实是非常有用的。例如,医疗专业人员发现,如果只是观看人体皮肤是很难看到那部分皮肤正下方的人体内部结构的。颜色、强光和环境光的分布都会消除表面纹理或使表面纹理不清晰。因此,确定在皮肤下或皮下部位如大血管的确切位置是很困难的,甚至在光线充足的环境,更何况如果血管正在一堆厚厚皮下脂肪之下的情况。增强现实投影仪能够鉴别皮下结构,例如通过增强皮下血管和周围组织之间的视觉对比,可以缓解这些困难。用于这类医疗应用的增强现实投影仪可以包括红外成像元件。皮下血管中的血红蛋白吸收近红外波长,而周围的组织则反射它们。因此,可以拍摄到近红外图像,暗色部分表示人体血管,明亮部分表示周围组织。然后增强现实投影根据该红外图像产生一个可见颜色的正图像,其被投射到同一人体部位以突出显示皮肤下的血管位置。为更好地表示血管,可以处理投影图像以增加图像的对比度,或提高边缘检测等。

[0004] 然而,这项技术的实用性是有限的,因为目前有的增强现实投影机无法实现投影图像和物体之间良好的视场匹配;它们无法提供正确的图像尺寸再现,在将图像重合到物体上时无法提供足够的精度,由于红外成像元件和所述图像投影仪之间的角度不匹配。为了克服这种不匹配,数字信号处理技术是一个选择,而不是选择相对繁琐的光学系统设计。对红外图像进行数字处理,以调整投影图像的大小和角度去配合物体。但是,已经发现这样的数字信号处理技术不足以实现高精度的视场匹配,可能是因为有太多的变量去计算。此外,这样的数字信号处理技术需要很高的处理能力,可能要在多任务环境下去竞争计算资源。因此,增强现实投影仪往往无法顺利并实时地刷新投影图像。这限制了该技术应用到增强移动物体的外观。

[0005] 因此,期望能有这样的增强现实投影仪,它能有良好的图像和物体之间的视场匹配,并可以足够快地更新图像,以跟随移动物体的变化。

### 【发明概述】

[0006] 在第一方面,本发明提出了一种图像投影仪,包括:成像元件,用于在一个接收路径上以至少一个第一波长拍摄物体的图像;投影元件,用于在一个投影路径中以至少一个第二波长将图像投影到所述物体上;波长选择性分光器,用于反射所述至少一个第一波长和所述至少一个第二波长中的任一个波长,并且允许所述至少一个第一波长和所述至少一个第二波长中的另一个波长穿过,所述成像元件和所述投影元件被安排布置成使得投影路径和接收路径中的任何一个穿过分光器,而投影路径和接收路径中的另一个则被分光器反射,分光器使分光器到物体之间的接收路径和投影路径相重合,分光器使从分光器分别到

投影元件和成像元件的投影路径和接收路径相分离,其中,所述投影元件到分光器之间的投影路径,与成像元件到分光器之间的接收路径,相对于分光器是共轭的。

[0007] “共轭”在光学用途上的意思是,投影元件到分光器之间的投影路径,与分光器和成像元件之间的接收路径,具有相同距离,并且该投影路径到分光器有效平面的角度,与接收路径与分光器有效平面的角度,是相同的。

[0008] “重合”或“重合的”具有通常的几何意义,这意味着两条或多条线路完全相同,或意味着两个或多个点在位置上完全匹配。在此说明书中,本领域技术人员将理解,两个路径“重合”表示两个路径完全相同,但他们的行进方向可以是相反的。

[0009] 有利地,投影路径和接收路径的分离,提供了隔离成像元件和投影元件的可能性。这会减少两个元件之间的干扰。但是,尽管它们之间相互隔离,但是这两个元件关于分光器的共轭位置,与投影路径和接收路径的重合部分组合起来,就提供了良好的视场匹配。

[0010] 通常,所述成像元件有一感应表面,投影元件有一投影表面,所述感应表面的面积和投影表面的面积基本相同。或者,投影元件有一投影表面,成像元件包括一个视场光栏,视场光栏是成像元件的一部分,与投影元件关于分光器共轭,视场光栏用于调整视场光栏上接收到的图像,使成像图像和投影图像大小匹配。有了视场光栏,就可以自由地使用面积不匹配的投影元件和成像元件。

[0011] 具有“相同面积”,在这里本领域技术人员应当理解为尺寸,也就是有相同的长宽比。这是为了使形成在成像元件上的图像,与形成在投影表面上的图像,有相同的长宽比。

[0012] 通常,由投影元件投影的图像,就是由成像元件拍摄的物体的图像。但是,所述图像最好是一个增强的图像。或者,由投影元件投影的图像不是物体的图像,但是一个能与物体进行交互的图形用户界面。在这种情况下,由投影元件投影的图像与成像物体需达到视场匹配。

[0013] 通常,但不是必须地,所述至少一个第一波长是人眼不可见的如红外线或紫外线,所述至少一个第二波长是在可见光范围内。

[0014] 通常,一个投影透镜被放置在分光器与物体之间,使得由投影元件投影的图像和由成像元件拍摄的图像有来自投影透镜的相同照度分布。

[0015] 可选地,所述分光器包含在一个多面体棱镜如六面体棱柱内。可以使用多面体的不同表面以直角接收和发射光线到不同的表面,以减少折射和畸变。

[0016] 可选地,该图像投影仪还包括:第二成像元件,所述棱镜包含了第二分光器,其中所述第二分光器进一步分离到相应投影元件和所述第二成像元件的投影路径和第二接收路径,投影元件到分光器之间的投影路径,与分光器和所述第二成像元件之间的第二接收路径,是共轭的。

[0017] 在第二方面,本发明提出了从上述投影仪投影的一种图形用户界面。

[0018] 在第三方面,本发明提出了从上述投影仪投影的一种交互式键盘。

[0019] 在第四方面,本发明提出了一种图像投影仪,包括:第一光源,用于在入射路径上投射至少一个第一波长光到物体上;投影元件,用于在一个投影路径中以至少一个第二波长光将图像投影到物体上;波长选择性分光器,用于反射所述至少一个第一波长或者所述至少一个第二波长中的任一个波长;并允许所述至少第二波长中的任一个波长或者所述至少一个第一波长穿过;所述光源和投影元件被安排布置成使得投影路径与入射路径中的任

一个穿过分光器,而投影路径与入射路径中的另一个被干折分光器反射;分光器使分光器到物体之间的接收路径和投影路径相重合,分光器使从分光器分别到投影元件和光源的投影路径和入射路径相分离。

[0020] 这种布置的优点在于,所述第二波长光和所述第一波长光在分开的路径上行进,直到它们在分光器处重合。通常,第二波长用于投影图像,其有较强的强度。但是,第一波长光通常用于照射物体,其有较弱强度。由于具有分开的路径,直到重合点为止,第一波长光不会受到任何影响而造成能量损失或散发到第二波长上。这有助于保持第二波长强光照在物体上,而不需要一个非常强的光源。

[0021] 此外,从分光器到物体这段第一波长和第二波长重合的路径中,第一波长光的第二波长光是以相同角度和相同照度分布被投射到物体上,最好是尽可能均匀地投射到物体上。在这种情况下,物体的图像是以第一波长拍摄,然后图像以第二波长被重新投射回到物体上,重新投射的图像和物体有相同分布的阴影、光线、对比度。

### 【附图说明】

[0022] 现在将参考以下附图来描述本发明非限制性的、示例性实施例,其中相同的参考编号指的是相同部件,其中

- 图 1 是本发明一个实施例的示意图;
- 图 2 是图 1 实施例的更详细的示意图;
- 图 3 显示图 1 实施例的效果;
- 图 4 显示现有技术的对比效果;
- 图 5 是一系列框图,显示图 1 实施例的过程;
- 图 6 是一副图片,显示图 1 实施例的效果;
- 图 7 是一副图片,显示图 1 实施例的效果;
- 图 8 是一副图片,显示图 1 实施例的效果;
- 图 9 显示图 1 实施例中一个部件的特征图表;
- 图 10 是另一个实施例的示意图;
- 图 11 是另一个实施例的示意图;
- 图 12 是另一个实施例的示意图;
- 图 13 是另一个实施例的示意图;
- 图 14 是另一个实施例的示意图;
- 图 15 是另一个实施例的示意图;
- 图 16 是另一个实施例的示意图;
- 图 17 显示实施例中可使用的一个透镜;
- 图 18 显示另一个实施例及其应用。

### 【发明详述】

[0023] 图 1 是一个实施例的增强现实投影仪 100 的简单示意图。

[0024] 增强现实投影仪 100 包括投影元件 101、光源 105、成像元件 103、波长选择分光器 107、半反射镜 109、以及投影透镜 111。

[0025] 投影元件 101 能够以第一波长投影图像。光源 105 能够发射第二波长的光,第二

波长不同于投影元件 101 的第一波长。因此,实施例 100 有两个电磁辐射源:光源 105 和投影元件 101。成像元件 103 能够以第二波长拍摄图像。

[0026] 在一个方向上,投影透镜 111 将来自投影元件 101 的投影聚焦到物体 113 上,物体 113 可以是一个生物器官、一面墙或一投影屏幕。在相反方向,投射透镜 111 物体 113 的图像聚焦到成像元件 103 上。因此,投影元件 101 和成像元件 103 位于投影透镜 111 的焦平面上,但和物体 113 在相反侧上。在这种情况下,物体 113 是这样一个物体,其可被第二波长检测到,但在第一波长检测不到。物体 113 不是实施例的一部分,仅用于说明本实施例。

[0027] 光源 105 发出第二波长的光线,该光线穿过半反射镜 109,然后被分光器 107 反射,再被投影透镜 111 聚焦到物体 113 上。物体 113 反射第二波长光,返回穿过投影透镜 111,由分光器 107 转向,然后由半反射镜 109 转向,聚焦在成像元件 103 上。

[0028] 成像元件 103 拍摄的图像被传送到投影元件 101。随后投影元件 101 通过投影透镜 111 以第一波长将该图像投射到物体 113 上。

[0029] 投影元件 101 和物体 113 之间的光路,以及物体 113 到成像元件 103 之间的光路,是部分重合、部分分开的。这两个光路的重合部分在于分光器 107 和物体 113 之间,分开部分分别在于分光器 107 和投影元件 101 之间、以及分光器 107 和成像元件 103 之间。

[0030] 为了能提供匹配的视场,投影元件 101 和成像元件 103 是共轭的(conjugate),“共轭”是指分光器 107 与投影元件 101 之间的距离,和分光器 107 与成像元件 103 之间的距离基本相同,而且,从分光器 107 反射的第二波长光的角度  $\Phi$ ,和从投影元件 101 来的第一波长光入射到分光器 107 并通过该分光器 107 的角度  $\Phi$  是一样的。在图 1 中, $\Phi$  是和分光器 107 的平面成 45 度角。

[0031] 通常情况下,处理后的图像是突出的、增强的或以任何其他方式使物体 113 的特征更加突出或缓和。物体 113 的视觉外观是由投影元件 101 以这种方式得到增强。如果处理后的图像以匹配的大小、方位和角度来覆盖物体 113,而且观察者几乎注意不到由于投影图像而导致物体 113 表面上的变化,就认为处理后的图像有一个匹配的“视场”。

[0032] 也有这种可能,光源 105 不通过投影透镜 111 而提供光线投射到物体 113 上,例如从物体 113 的一侧,但最好是投影元件 101 到物体 113 之间的光路,和光源 105 到物体 113 之间的光路,也和分光器 107 和物体 113 之间的光路重合。该优选的方式,提供了均匀亮度分布的第二波长光,来自投影元件 101 的第二波长光在投影时有均匀的亮度分布。在这种情况下视场匹配会更好,因为投影图像、拍摄图像和光源 105 发出的光都有相同的亮度分布、或有相同的投影透镜 111 的传递函数。

[0033] 图 2 是图 1 的更详细的示意图。在这个例子中,第一波长为单色波长或是人眼可见的波长范围。在该例子中,第二波长可以是任何单色波长或一个红外波长范围。在该例子中,物体 113 是一个可被红外线检查到的物体,而可见光检测不到其内特征信息。例如,物体 113 可以是一个人的手,手里的血管则是研究对象,在该例子中,红外线是近红外线。近红外线是能够被血液蛋白吸收,但不被血管周围组织吸收。因此,使用近红外线,可以拍摄近红外图像,其中暗色部分表示血管。明亮部分表示手的其它部分。

[0034] 在该例子中,波长选择分光器 107 是一个热反射镜 107。热反射镜 107 能够反射低波长的“暖”光,如红外线,但允许“冷”波长如可见光通过。来自红外光源 105 的红外光穿过半反射镜 109,通过视场光阑 127(field aperture),然后经过照射透镜 110,到达热反

射镜 107, 以入射角  $\Phi$  到达热反射镜 107 的有效平面, 并由热反射镜 107 反射, 通过投影透镜 111 投射到物体 113 上。照射透镜 201 是用来提供均匀亮度分布, 以确保红外光均匀地分散在物体 113 上, 这为物体 113 对红外光有不同响应的不同部分形成鲜明对比度。不均匀分布可能会损害拍摄图像的对比度和准确性。然后热反射镜 107 在偏转点 107a 将红外光转向投射至物体 113。

[0035] 在这里, 从红外光源 105 发出的红外光, 到半反射镜 109, 然后从半反射镜 109 到照射透镜 110, 然后从照射透镜 110 到热反射镜 107, 再通过投影透镜 111 到物体 113 的这段路径被称为“红外光入射路径” 119。

[0036] 当红外光碰到物体 113 时, 红外光被反射并朝热反射镜 107 返回。红外光是由热反射镜 107 在偏转点 107a 以反射角  $\Phi$  反射的, 该反射角是与热反射镜 107 的有效平面成角度的。因此, 热反射镜 107 将返回的红外光转向至视场光阑 127, 然后到半反射镜 109。半反射镜 109 允许同一波长光从半反射镜 109 的一侧穿过到另一侧, 同时将来自反方向的光转向。因此, 从物体反射回的红外光被半反射镜 109 转向至红外成像元件 103, 而不到达红外光源 105。

[0037] 从物体 113 返回到热反射镜 107、从热反射镜 107 到视场光阑 127、从视场光阑 127 到半反射镜 109、从半反射镜 109 到红外成像元件 103 的这段返回红外路径被称为“红外光接收路径” 121。

[0038] 红外成像元件 103 拍摄的红外图像被转换成一个可见颜色的正图像, 然后被发送到投影元件 101, 再以可见光投射回到物体 113 上。将图像从成像元件 103 发送到投影元件 101 的装置可以是任何的电气装置或微控制器, 本领域技术人员应该熟知此技术, 在此不做解释。因为红外图像以视觉可感知的彩色的方式重新投射到物体 113 上, 所以以前人眼不可见的物体 113 的特征如手皮肤下的血管, 现在显示在物体 113 的表面上。

[0039] 投影元件 101 最好是 LCOS 系统。“LCOS”表示硅基液晶, 这是一种通过反射可见光而投射图像的技术。LCOS 系统包括 LCOS 面板 101d, 这是一层固定在硅底板上的多个液晶。投射到液晶上的入射光线的极性可以被液晶反射而改变。在 LCOS 面板 101d 上的每个液晶的形状是可以被电气控制的, 以确定该液晶是否应该反射并改变入射光的极性。通常, 每个晶体对应于将由反射光投影在物体 113 上的图像中的一个像素。因此, LCOS 系统还包括一个可见光源 101a, 以照亮 LCOS 面板 101d。

[0040] 来自可见光源 101a 的光线穿过照射透镜 101b, 然后通过偏振分光器 101c, 因此只有一种极性的可见光到达 LCOS 面板 101d。然后 LCOS 面板 101d 将该可见光反射回偏振分光器 101c。一部分反射光的极性已经被 LCOS 面板 101d 改变了, 使得这部分不能穿过偏振分光器 101c, 而是被偏振分光器 101c 转向至热反射镜 107。

[0041] LCOS 面板 101d 上有一有效面积, 其上形成投影图像。因此, 转向至热反射镜 107 的那部分可见光承载了由 LCOS 面板 101d 内液晶构成的图像。因为热反射镜 107 只反射低波长的光如红外光, 所以该可见光穿过热反射镜 107, 并通过投影透镜 111 聚焦到物体 113 上。

[0042] 偏振分光器 101c 的位置使得可见光在一个“投影路径” 123 上被投影到物体 113 上。投影路径 123 以一个角度  $\Phi$  入射到热反射镜 107 的有效平面上, 并与红外光入射路径 119 和红外光接收路径 121 在热反射镜 107 的偏转点 107a 和物体 113 之间那段重合。因



此,从这里开始将“偏转点”107a 描述为“重合点”107a,将更为合适。

[0043] 为了清楚起见,图 1 和图 2 使用了不同的线来显示在热反射镜 107 和物体 113 之间的红外光入射路径 119、红外光接收路径 121 和投影路径 123。本领域技术人员将会理解,红外光入射路径 119、红外光接收路径 121 和投影路径 123 在重合点 107a 和物体 113 之间是重合的,相互完全重合。但是,不在重合点 107a 和物体 113 之间的那部分投影路径 123 和红外光接收路径 121 是分开的。换句话说,在 LCOS 面板 101d 到重合点 107a 之间的那部分投影路径 123,和重合点 107a 到红外成像元件 103 之间的那部分红外光接收路径 121 是不重合的,是分开的。

[0044] “重合”或“重合的”具有通常的几何意义,这意味着两条或多条线路完全相同,或意味着两个或多个点在位置上完全匹配。此外,在此说明书中,两个路径“重合”表示在相同的两个点之间两个路径完全相同,但他们的行进方向可以是相反的,如投影路径 123 和红外光接收路径 121。

[0045] 红外光入射路径 119、红外光接收路径 121 和投影路径 123 以相同的角度  $\Phi$  入射到热反射镜有效平面上或被热反射镜有效平面以相同角度  $\Phi$  反射,使得红外光接收路径 121 和投影路径 123 之间的角度为  $2 \times \Phi$ 。换句话说,热反射镜 107 的有效平面均匀地分开红外光接收路径 121 和投影路径 123。类似地,红外光入射路径 119 和投影路径 123 之间的角度为  $2 \times \Phi$ ,热反射镜 107 的有效平面均匀地分开红外光入射路径 119 和投影路径 123。

[0046] LCOS 面板 101d 位于投影透镜 111 的焦平面上,使得通过投影透镜 111 而投射到物体 113 上的图像是聚焦的。而且,红外成像元件 103 位于投影透镜 111 的焦平面上,使得形成在红外成像元件 103 上的物体 113 的图像是聚焦的。尽管偏转光路不同,但是 LCOS 面板 101d 和红外成像元件 103 中的任一个都可以说是和热反射镜 107 共轭的,即从重合点 107a 到 LCOS 面板 101d 的距离,和从重合点 107a 到红外成像元件 103 的距离是相同的,投影路径 123 穿过热反射镜 107 一侧的角度  $\Phi$ ,和红外光接收路径 121 从热反射镜 107 另一侧反射的角度  $\Phi$ ,是相同的。

[0047] 在本实施例的特别优点是,红外光源 105 的位置,使得只和 LCOS 可见光在热反射镜 107 和物体 113 之间是重合的。如果红外光源 105 被放置得与 LCOS 的光共享相同的光路,使得红外光必须穿过偏振分光器 109,那么偏振分光器 109 将吸收太多的红外光。这是因为在偏振分光器上有一聚合物涂层,它是吸收红外光的。因此,到达物体 113 的红外光将被削弱,那么红外成像元件 103 拍摄的红外图像将没有足够的强度。本发明的配置会使到达物体 113 的红外光强度提高至少 50%。相反,为了投影图像,来自可见光源 101a 的光要很强,会被偏振分光器 109 大大削弱。

[0048] 因此,红外光源 105 被放置使得红外光入射路径 119 只从重合点 107a 到物体 113 这段路径是重合的。这确保了所有这些光路都受到相同的投影透镜 111 的分布函数。这又确保了红外成像元件 103 拍摄的红外图像和 LCOS 投射的可见图像不仅在尺寸、角度和方位上完全重合,而且在亮度分布的空间强度上也完全重合;红外光的入射角度与投影路径 123 基本相同,即到物体 113 有几乎相同的路径,这使得 LCOS 面板 101d 投影的图像和拍摄的红外图像有高达 85% 的均匀亮度。因此,投射阴影的程度和人看到物体 113 的对比度忠实地再现于投影图像中。

[0049] 进一步的优点是,与红外光入射路径 119 和可见光增强现实投影路径完全不重合

的增强现实投影仪相比,本实施例的物理尺寸可以做到更小。这会减少材料和制造成本。

[0050] 红外成像元件 103 是一个典型的二维红外探测器阵列, LCOS 面板 101d 是一个二维晶体阵列。优选的是, LCOS 面板 101d 上液晶阵列的面积和长宽比,与红外成像元件 103 上红外探测器阵列的面积和长宽比是相同的,使得红外成像元件 103 拍摄的图像和在 LCOS 面板 101d 上形成的图像在大小和长宽比上是匹配的。这进一步保证了投影图像和物体 113 之间的视场匹配。

[0051] 因此,本实施例显示了如果红外光接收路径 121 和投影路径 123 在重合点 107a 和物体 113 之间是重合的,如果 LCOS 面板 101d 和红外成像元件 103 是关于热反射镜 107 共轭的(这意味着它们各自在投影透镜 111 的焦平面上),如果红外成像元件 103 拍摄图像的尺寸和在 LCOS 面板 101d 上形成图像的尺寸是相同的,投影图像和物体 113 之间的视场高度匹配是可根据所述光学装置进行简单配置来实现而无需数字图像处理重新配置。

[0052] 然而在实践中, LCOS 面板和红外探测器通常是由不同的第三方制造商生产的,很难购买到相同表面积的。更有可能的是红外成像元件 103 比 LCOS 面板 101d 有更大的表面积。许多 LCOS 面板 101d 的面积不到一平方英寸,而红外成像元件 103 则稍大一点。为了克服 LCOS 面板 101d 和红外成像元件 103 之间的面积不匹配,一个视场光阑 127 被放置在投影透镜 111 的焦平面上来实现二次成像,同时该视场光阑 127 的尺寸可以调整,使得红外图像与 LCOS 投影面板 101d 上形成的图像大小一致。换句话说,视场光阑的形状和尺寸与 LCOS 面板 101d 的形状和尺寸相同。因此,由视场光阑 127 裁剪的图像变得与形成在 LCOS 面板 101d 上的图像相同,除了图像有所增强。

[0053] 红外图像从视场光阑 127 投射到半反射镜 109 上,并被转向到红外成像元件 103。成像透镜(未示出)用于将图像聚焦到红外成像元件 103 上,因为红外成像元件 103 并不位于投影透镜 111 的焦点处。红外成像元件 103 的实际尺寸和面积不再重要,因为图像已经被裁剪成和 LCOS 面板 101d 具有相同面积和尺寸。即使红外成像元件 103 有比 LCOS 面板 101d 更大或更小的表面积,最终聚焦到红外成像元件 103 上的图像也将保持为视场光阑 127 裁剪的长宽比,然后可以在 LCOS 面板 101d 上重现为一个完全相同长宽比的图像,视场匹配地投影回到物体 113 上。

[0054] 因为视场光阑 127 为红外成像元件 103 有效地裁减图像,所以视场光阑 127 应被视为红外成像元件 103 的一部分或一个延伸。

[0055] 通常,由成像元件 103 拍摄的红外图像在被发送到 LCOS 系统 101 进行投影之前,是要进行图像增强数字处理的。例如可以使用边缘检测、图像锐化、图像平均化、对比度增强、色彩编码温度区域等信号处理技术。这类型的数字图像处理是相对简单的,只需要很少的处理能力,不同于将图像拟合到物体 113 上以匹配视场的数字图像处理。

[0056] 投影透镜 111 的选择,最好能提供一个相对长的后焦距,以提供足够的空间来容纳热反射镜 107。在本实施例中,后焦距最好是偏振分光器的最长边或直径的至少 2 倍。

[0057] 图 3 显示投影图像和物体 113 之间的匹配视场 125 是什么意思。从理论上说,如果相机 103 和投影仪 101 到物体 113 具有相同的光路,那么根据相机 103 拍摄的物体 113 的原始图像 303 而处理后的图像 301 从投影仪 101 投射出来,就可以匹配视场 125 从而精确地叠加在物体 113 上。在此例子中,相机对应于成像元件 103。图 4 是一个对比图示,显示投影仪 101 和相机 103 具有分开的光路,这会在投影图像和物体 113 之间产生错位,给出

一个不良的视场匹配 125。

[0058] 图 5 显示在图像投影仪 100 的不同部分的图像。底部图片 501 是一个红外成像元件 103 拍摄的手的红外图像。该图像被处理成可见颜色 503, 显示血管在手中的位置, 并被传送到 LCOS101 进行投影。当投影在手上时, 手表面现在就增强视觉 505 地显示血管在手的确切位置。如果拍摄红外图像的光路与投影图像的光路重合, 那么投影图像和手将完美地匹配。人手中的血管可以通过投影图像被精确地表示。

[0059] 图 6 是一个红外图像, 显示人手掌中的小血管如何以近红外光突出和明确地表示。该红外图像可以被处理成可见颜色, 然后以可见光投影回到手掌上。

[0060] 图 7 是另一张图像, 显示手背上的血管是如何通过将手的红外图像以可见光形式投影回到手上而被清楚显示。

[0061] 图 8 是一个制作的图片, 显示增强现实投影仪 100 如何用于大脑外科手术, 以表明血管在大脑中的位置。

[0062] 红外光的波长( $\lambda$ )在 780nm 至 1100nm 之间。因此, 可以选择发射该范围内任何波长的红外光源 105。优选的是, 发射的红外光最好是单一波长或在一个狭窄的波长范围内, 这会使拍摄的红外图像具有良好的对比度。例如, 选定的波长 850nm 可以有一个  $\pm 25$ nm 的范围, 从 825nm 到 875nm, 如图 9 所示。可选地, 热反射镜 107 可以过滤或只允许一个窄范围内的红外波长通过, 而不是控制红外光源 105 的可发射波长范围。这就不需要在红外图像传感器之前放置任何红外滤光器以去除干扰光, 这能提供一个更小型的增强现实投影仪 100。因此, 热反射镜 107 有助于防止可见光从 LCOS 系统 101 进入红外成像元件 103, 与可见光干扰红外成像元件 103 的情况相比较, 这会使拍摄的红外图像的清晰度和对比度增加至少 50%。

[0063] 图 10 显示相对于图 2 的另一个实施例。在该实施例中, 使用一个冷反射镜 107 来代替热反射镜 107。冷反射镜 107 有表面涂层, 反射较窄的可见光波长, 而不是如红外光一样的较长的波长。因此, 红外光源 105 可以安排成使得红外光穿过冷反射镜 107, 不转向, 并与到物体 113 的投影路径 123 对齐。但是, LCOS 面板 101d 上被安排成投射可见光到冷反射镜 107 上, 并被冷反射镜 107 转向到物体 113。在本实施例中, 红外光接收路径 121 和投影路径 123 仍然在重合点 107a 和物体 113 之间重合。用于裁剪红外图像的视场光阑 127 仍然位于红外光接收路径 121 上投影透镜 111 的焦平面上, 视场光阑 127 将红外图像裁减成和 LCOS 面板 101d 上液晶阵列具有相同尺寸和面积。使用一个成像透镜 104 将裁剪图像聚焦到红外成像元件 103 的表面上。投影透镜 111 现在是一系列透镜 111, 可以从一个较远的距离将图像聚焦到物体 113 上。

[0064] 图 11 是相对于图 2 的又一个实施例, 其中再次使用一个热反射镜 107 来转向红外光, 但是允许可见光直接穿过。红外成像元件 103 被放置在投影透镜 111 的焦平面上。红外成像元件 103 中的红外探测器阵列与 LCOS 面板 101d 上的晶体阵列具有相同的表面积, 因此, 不需要视场光阑 127 来调整红外图像的大小。

[0065] 图 12 显示又一个实施例, 它使用一个冷反射镜 107。红外成像元件 103 放置在投影透镜 111 的焦平面上, 使得拍摄的图像是聚焦在红外成像元件 103 上的。红外成像元件 103 中的红外探测器阵列与 LCOS 面板 101d 上的晶体阵列具有相同的表面积, 不需要任何视场光阑 127 来裁剪形成的红外成像元件 103 上的图像。

[0066] 图 13 显示又一个实施例,它是图 2 所示实施例的一种变形。热反射镜被替换为一个对称的多面体棱镜 107b,其有一层涂层穿过棱镜中心,充当波长选择分光器 107。在本实施例中,整个多面体棱镜 107b 和热反射镜 107 的功能是一样的。在入射路径 119 和接收路径 121 这两个路径上的红外光都被多面体棱镜 107b 反射,而投影路径 123 则穿过多面体棱镜 107b 到达物体 113。使用多面体棱镜 107b 的额外好处是,能够引导光入射路径 119、接收路径 121 和投影路径以直角进入或离开多面体棱镜 107b 的任何一个表面,从而防止不必要的折射而偏移入射路径 119、接收路径 121 和投影路径的位置。也可以选择和棱镜材料密度相适应的分光器 107,一起合作以降低折射。当光线穿过一个介质,减少折射可以减少不必要的畸变,这是一个众所周知的事实,在这里不再做解释。因此,由于畸变的减少,本实施例可以产生更好的视场匹配。此例子也使用了视场光阑 127。因此,LCOS 面板 101d 和视场光阑 127 关于多面体棱镜 107b 共轭,意思是从多面体棱镜 107b 内的重合点 107a 到 LCOS 面板 101d 的距离,和从重合点 107a 到视场光阑 127 的距离是相同的(用于光学目的),以及投影路径 123 从多面体棱镜 107b 内的分光器 107 一侧穿过的角度  $\Phi$ ,和红外光接收路径 121 从分光器 107 另一侧反射的角度  $\Phi$  是相等的。图中的多面体棱镜 107b 的是一个六面体棱镜, $\Phi$  有一个普通的角度范围, $0^\circ < \Phi < 45^\circ$ 。但是,如果角度  $\Phi$  可以为每一种情况而被精确地调整,也可以使用其他种类的多面体。在另一个实施例中,分光器 107 可以反射“更冷的”波长,并允许“更暖的”波长穿过,如一个冷反射镜,使得可见光被反射,而不是红外光,如图 10 所描述的实施例。

[0067] 图 14 显示又一个实施例,它是图 13 的一个变形。在该例子中,对称的多面体棱镜 107b 有两层分光器 107、107c,作为两个热反射镜。第二分光器 107c 和第一分光器 107 在重合点 107a 处交叉,从而使红外光接收路径 121 被分成两个 121、121a,以及可以使用两个不同的红外成像元件 103、103a,用于拍摄两个红外图像。换句话说,使用内部有两个分光器 107、107c 的多面体,使得将第二成像元件 103a 集成到图像投影仪 100 中成为可能。为了使这两个拍摄图像都视场匹配,第二接收路径 121a 和第二分光器 107c 有效平面之间的反射角度  $\Phi$ ,和红外光接收路径 121 和第一分光器 107 有效平面之间的角度  $\Phi$  相等,也和投影路径 123 和第一分光器 107 有效平面之间的角度  $\Phi$  相等。因为在本实施例中使用一个六面体棱镜,所以角度  $\Phi$  范围为  $0^\circ < \Phi < 45^\circ$ 。和图 2 的实施例一样,使用一个视场光阑 127 裁剪和调整物体 113 在投影透镜 111 焦平面上图像的面积和尺寸,然后图像被成像元件 103 拍摄。第二视场光阑 127a 用于裁减和调整将被第二成像元件 103a 拍摄的图像的面积和尺寸。图中未显示有照射透镜和半反射镜邻近这个第二视场光阑 127a,因为第二成像元件 103a 附近没有光源 105。因此,由两个成像元件 103、103a 拍摄的两个图像,可以在 LCOS 面板 101d 上组合,然后视场匹配地投影到物体 113 上。

[0068] 在本实施例的一个变形中,第二分光器 107c 可以是一个冷反射镜而不是热反射镜,其反射紫外线。因此,第二成像元件 103a 可以用来拍摄紫外线图像。这使得可以拍摄多个范围的不可见波长的图像,再转化为可见光颜色并视场匹配地叠加在物体 113 上。本实施例在下面这种情况下是有用的:当物体 113 上有不同的信息,它们可以在不同波长的光下显示,而且需要在同一时间将这些不同信息以可见光方式叠加在物体 113 上。在该实施例的另一个变形中,第二分光器 107c 可以是热反射镜,但其频率范围不同于第一分光器的频率范围。因此,可以以不同范围的红外波长获得不同的信息,然后重新组合成投影图像。

在此实施例的又一变形中,第二分光器 107c 不是一个基于波长的分光器,而是一个半反射镜。这允许第二成像元件拍摄可见光图像,而第一成像元件 103 拍摄红外图像。

[0069] 使用两个成像元件 103、103a,可以在 LCOS 上产生基于颜色的三维效果,本领域技术人员能理解这个,在这里不再做解释。

[0070] 在不同的发明方面,两个分光器 107、107c 可以由两个半反射镜代替。在这种情况下,两个半反射镜 107、107c 没有波长选择性地将光束分开,两个成像元件 103 就要能拍摄任何波长的图像,包括可见和不可见波长。

[0071] 图 15 显示图 13 实施例的一个变形,不同之处在于多面体棱镜 107b 放置在投影透镜 111 和物体 113 之间。在这种情况下,红外成像元件 103 上的图像不在投影透镜 111 的焦平面上,需要由另一组透镜(未示出)聚焦。虽然在此例子中投影图像和拍摄的红外图像并不经受投影透镜 111 相同的亮度分布或传递函数,但是仍然可以使用视场光阑 127 来调整红外成像元件 103 拍摄的红外图像的面积和大小,以便匹配在 LCOS 面板 101d 上形成图像的面积和大小,这能提供投影图像和物体 113 之间的视场匹配。

[0072] 图 16 显示图 14 实施例的一个变形,不同之处在于多面体棱镜 107b 放置在投影透镜 111 和物体 113 之间。与图 14 一样,有两个成像元件 103、103a。在此例子中,红外成像元件 103 和第二成像元件 103a 上的图像焦点不在投影透镜 111 的焦平面上,需要由另一组透镜(未示出)聚焦。视场光阑 127 为红外成像元件 103,另一个视场光阑 127a 为另一个成像元件 103a,调节两个红外成像元件 103、103a 拍摄的红外图像的视场,从而匹配形成在 LCOS 平板 101d 上的图像到物体 113 上的视场。

[0073] 图 17 显示一个透镜,它可以用来代替红外光源 105 处的半反镜 109。该透镜有一准直表面 801,来自红外光源 105 的红外光穿过该准直表面,通过该透镜的内反射面而散发开来,达到和一个照射透镜有相同的亮度分布效果。红外光穿过一个分光表面(splitting surface),从正向光路不转向地射出。但是,在相反的方向,来自热反射镜 107 或冷反射镜 107 的红外光到达分光面后,会以一个角度转向至红外图像传感器(这里未示出)。因此,该透镜是一个照射透镜和半反射镜的功能组合,可以在任何所述实施例中使用。

[0074] 因此,所述实施例使用一个光学系统来确保投影图像对物体 113 有一个良好的视场匹配。虽然图像可以被数字处理以增强视觉,然后再由投影元件 101 将处理后的图像投影在物体 113 上,但该视觉增强所需的资源需求,远远比进行调整以达到视场匹配的需求要少很多。这就能释放一些处理能力,以允许实时图像刷新,并且允许移动物体 113 的外观连续增强。这使得除了所述实施例的用于医疗过程中增强人体部位外观以外,用于更平凡的实际生活中也是可能的。例如,图 18 显示从增强现实投影仪 100 投影到一个平面上的虚拟键盘。由于实施例对软件处理的依赖减少,而是依靠光学布置安排,以确保视场的良好匹配,所以人手移动和敲击虚拟键盘都可以通过红外光来检测和实时监控。通过对物理手和手的红外图像之间提供良好的视场匹配,虚拟键盘上手指的位置可以精确地推断出来。用户手指的精确检测允许投影键盘有准确的响应性,以和手有交互作用。该应用对计算机来说可以不需要键盘了。对于需要有键盘输入但又不方便提供一个实际键盘的地方,这是特别有用的。例如,在飞机上,键盘可以投影在乘客座位前食物托盘上,用于与娱乐屏幕进行交互。优选地,由于实施例提供了可以实时检测人手,投射到使用者手的背面上的部分虚拟键盘被遮挡。成像元件检测到手的位置并且与投影键盘上的相应键盘匹配。快速的图像更

新可以连续盖住一部分键盘,匹配用户运动的手。在投影键盘上这会给人一种‘真实’的感觉,因为用户不会注意到键盘实际上是一个投影图像。

[0075] 在本实施例的另一应用中,图像投影仪 100 提供一个虚拟生成的菜单,其被投射在餐厅桌子上。投影菜单是用户交互的,餐厅顾客可以用他的手指来选择菜单。这不需要打印菜单了,允许客户通过挑选用户交互菜单来点餐。而且,投影到用户手上的菜单的一部分可能被遮盖,这样就没有图像形成在用户的手的背面上。

[0076] 因此,本实施例提供交互式图形用户界面(GUI),无需屏幕或平板电脑。

[0077] 在本实施例的另一个应用中,在时装零售店中,图像投影仪 100 投影一个选项单到墙壁上,客户可以通过选择墙上的虚拟选项单来选择衣服。

[0078] 其中,“波长”已被本文所用,本领域技术人员读者理解这可以包括“至少一个波长”,并且在一些实施例中,单色波长可以是用于实现同一目的的一部分多色波长范围。例如,如果提到的可见光是白光,那么白光的“波长”通常是由红、绿、蓝的波长范围组成。

[0079] 因此,所述实施例是一种图像投影仪 100,包括:成像元件 103,用于在接收路径 121 上以至少一个第一波长拍摄物体 113 的图像;投影元件 101,用于在投影路径 123 上以至少一个第二波长投影一个图像到物体 113 上;一个波长选择性分光器 107,用于反射至少一个第一波长和至少一个第二波长中的任一个,并允许至少一个第一波长和至少一个第二波长中的另一个通过;所述成像元件 103 及所述投影元件 110 被布置和安排使得投影路径 123 和接收路径 121 中的任一个穿过分光器 107,而投影路径 123 和接收路径 121 中的另一个则被分光器 107 反射;分光器 107 使分光器 107 到物体 113 之间的投影路径 123 和接收路径 121 是重合的;分光器 107 使从分光器 107 分别到投影元件 101 和成像元件 103 的投影路径 123 和接收路径 121 分开;其中投影元件 101 和分光器 107 之间的投影路径 123,和分光器 107 和成像元件 103 之间的接收路径 121 是共轭的。

[0080] 通常,成像元件 103 有一个感应表面;投影元件 101 有一个投影表面 101d;所述感应表面的面积和投影表面 101d 的面积基本相同。或者,投影元件有一投影表面 101d,成像元件包含一个视场光阑 127,视场光阑 127 是成像元件 103 的一部分,与分光器 107 共轭;视场光阑 127 用于裁剪视场光阑 127 接收到的图像,使图像和投影表面 101d 具有相同的尺寸和面积。

[0081] 而且,图像投影仪 100 包括:第一光源 105,用于在入射路径 119 上投射至少一个第一波长光到物体 113 上;投影元件 101,用于在投影路径 123 上以至少一个第二波长将图像投影到物体 113 上;波长选择性分光器 107,用于反射所述至少一个第一波长和所述至少一个第二波长中的任一个,以及允许所述至少一个第一波长和所述至少一个第二波长中的另一个穿过;光源 105 和投影单元 101 被安排布置成使得投影路径 123 与入射路径 119 中的任一个穿过分光器 107,而投影路径 123 与入射路径 119 中的另一个则被分光器 107 反射;分光器 107 使分光器 107 到物体 113 之间的投影路径 123 与入射路径 119 重合;分光器 107 使从分光器 107 分别到投影元件 101 和光源 105 的投影路径 123 与入射路径 119 分离。

[0082] 已经描述了本发明的示例性实施例。虽然上述描述是关于特定实施例的,但是本领域技术人员将清楚,即使这些具体细节有些变化,本发明仍然可以实施。因此,本发明不应该被解释为限于这里所阐述的实施例。

[0083] 虽然红外光已经被描述为不可见光,当然也可能使用其他波长光来代替。例如,当检查物体如植物或紫外线敏感的动物组织时可使用紫外线来代替红外线。另外,成像元件可以拍摄荧光或磷光发射的图像。此外,也可以使用两个单色可见光波长来代替所述的可见和不可见波长对,这取决于以一个波长拍摄的图像是否可以显示或强调另一个波长无法提供的信息。

[0084] 本领域技术人员理解,虽然 LCOS 已被描述为实施例中的一部分,但是使用反射技术来投影图像的类似技术也可以被使用,诸如数字光处理技术。

[0085] 虽然附图二维地显示红外光入射路径 119、红外光接收路径 121 和投影路径 123,二维地描述角度  $\Phi$ ,但是本领域技术人员将懂得,红外光入射路径 119、红外光接收路径 121 和投影路径 123 可以三维地来理解。

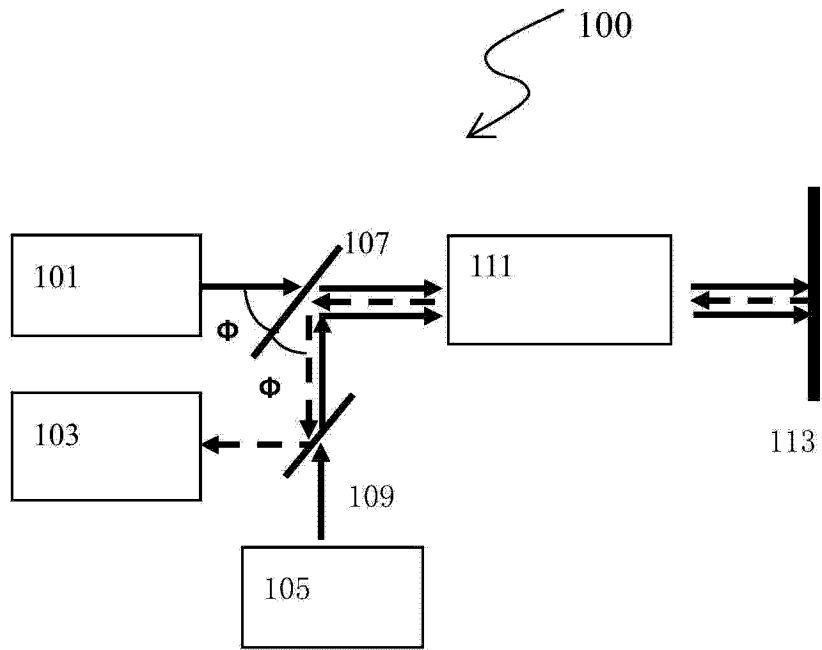


图 1

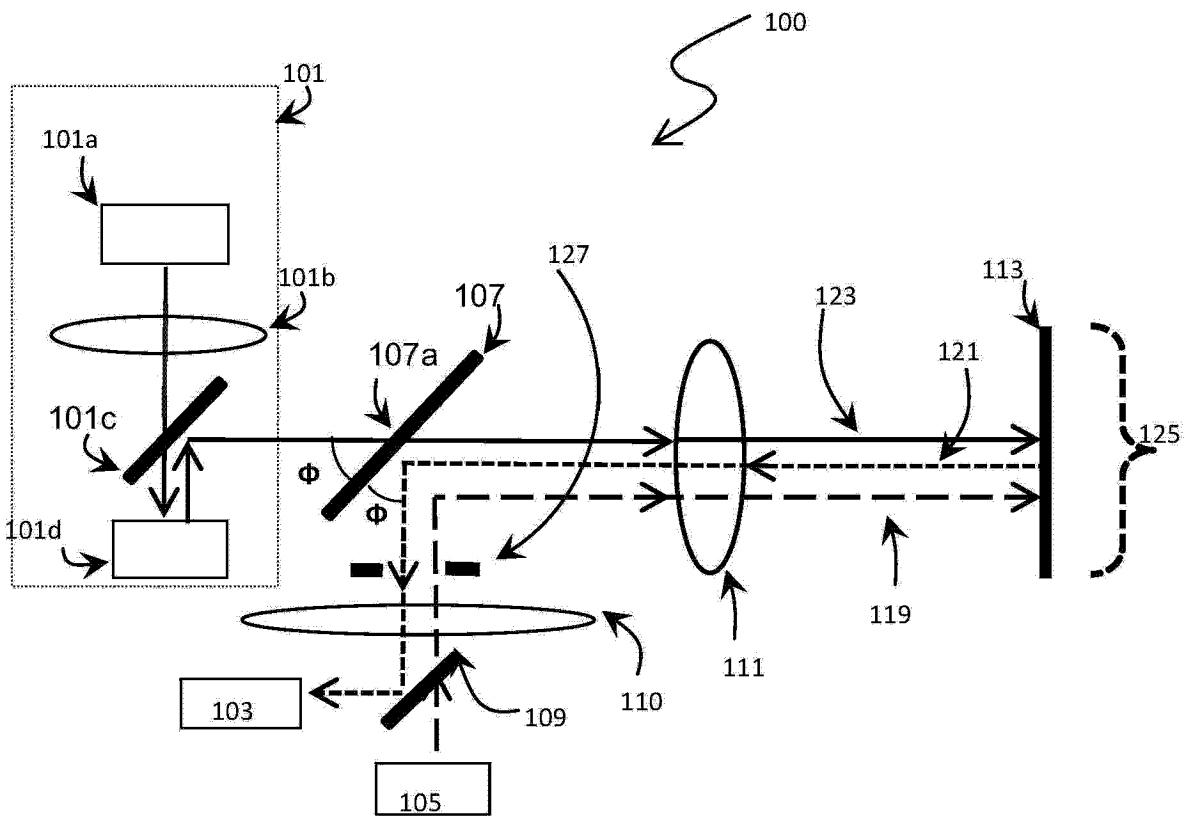


图 2



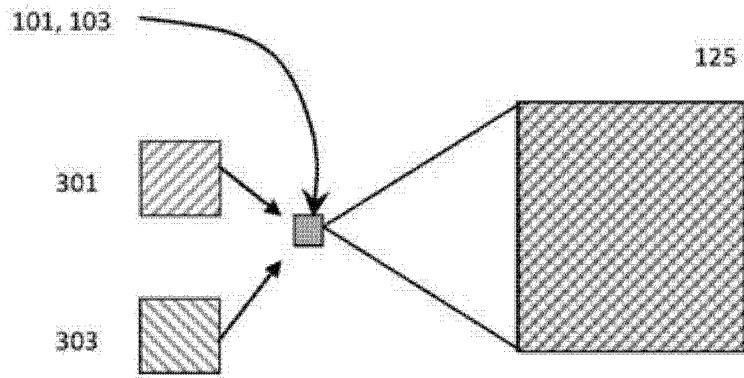


图 3

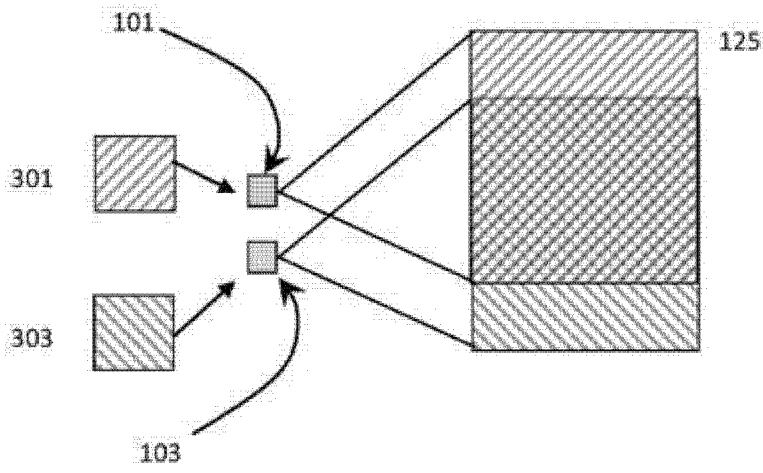


图 4

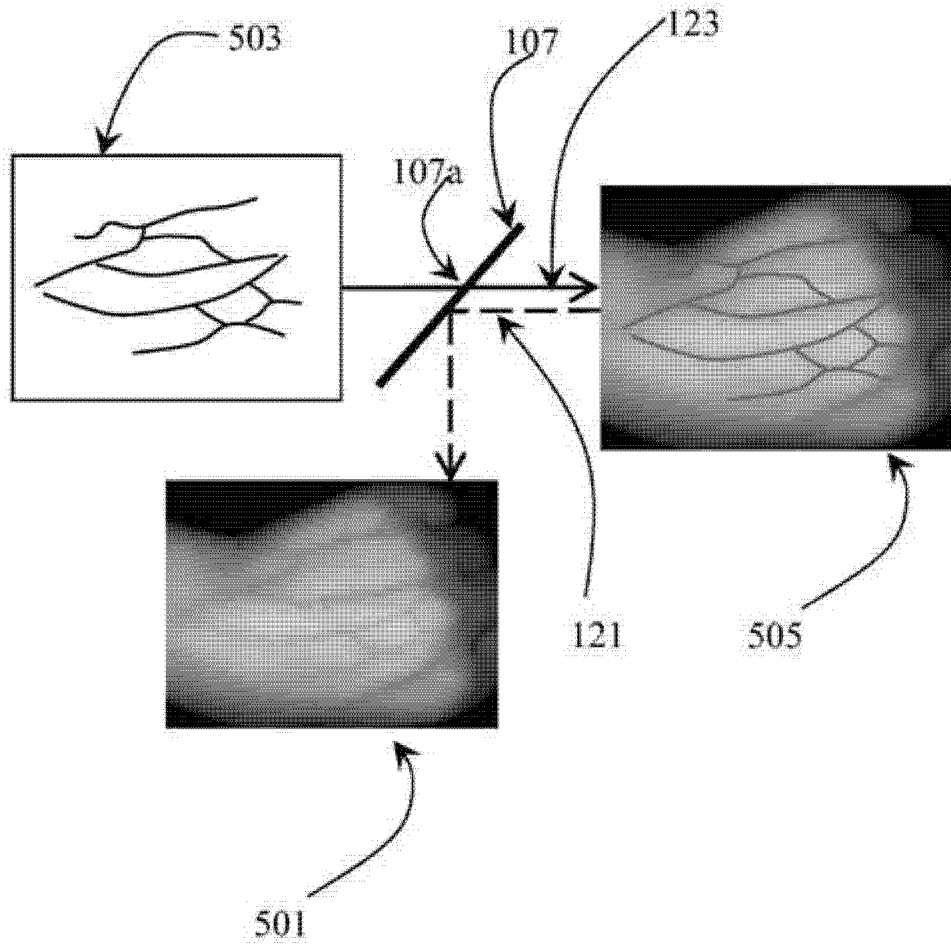


图 5



图 6

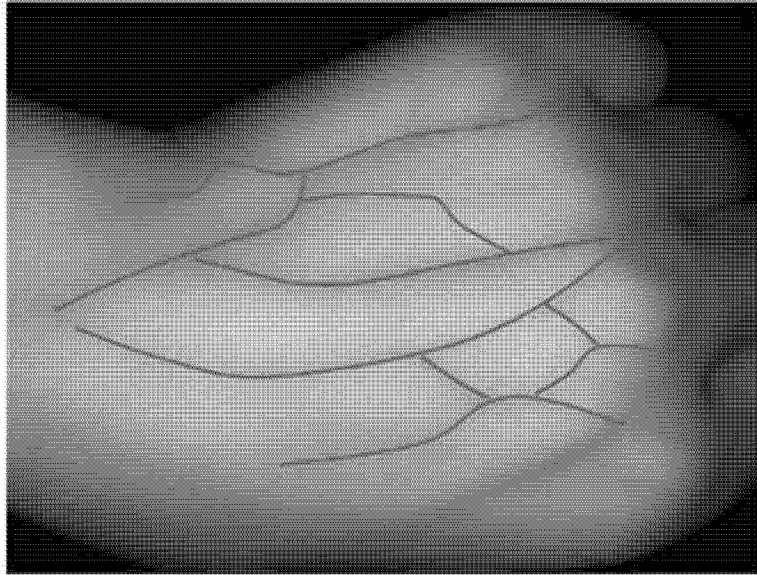


图 7

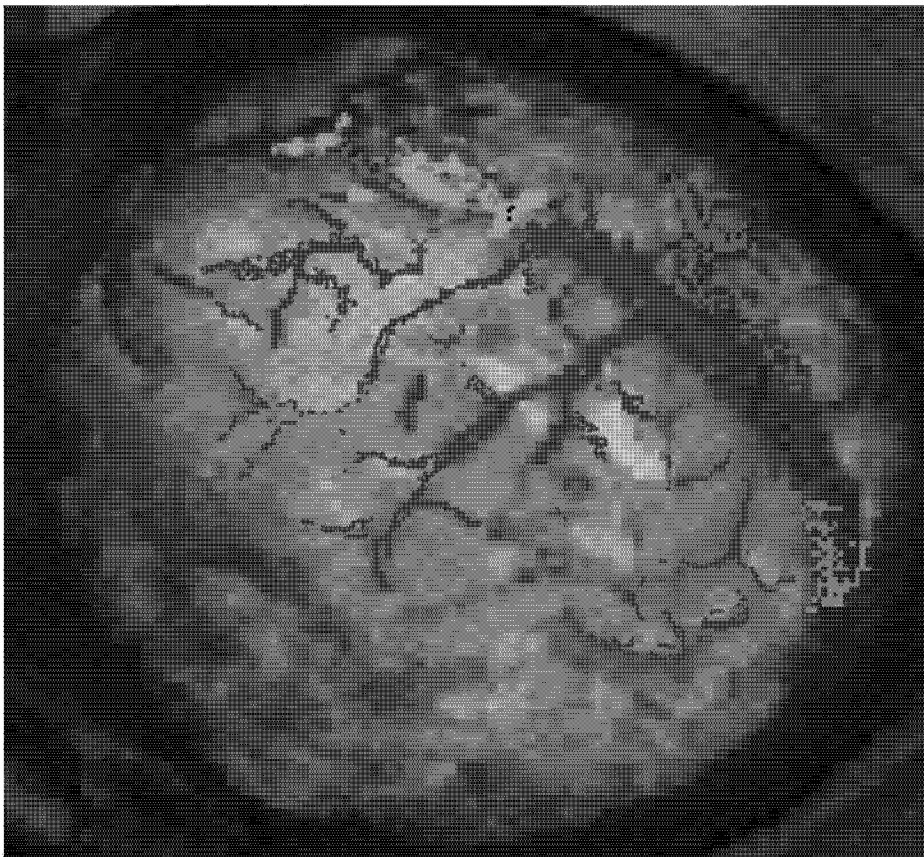


图 8

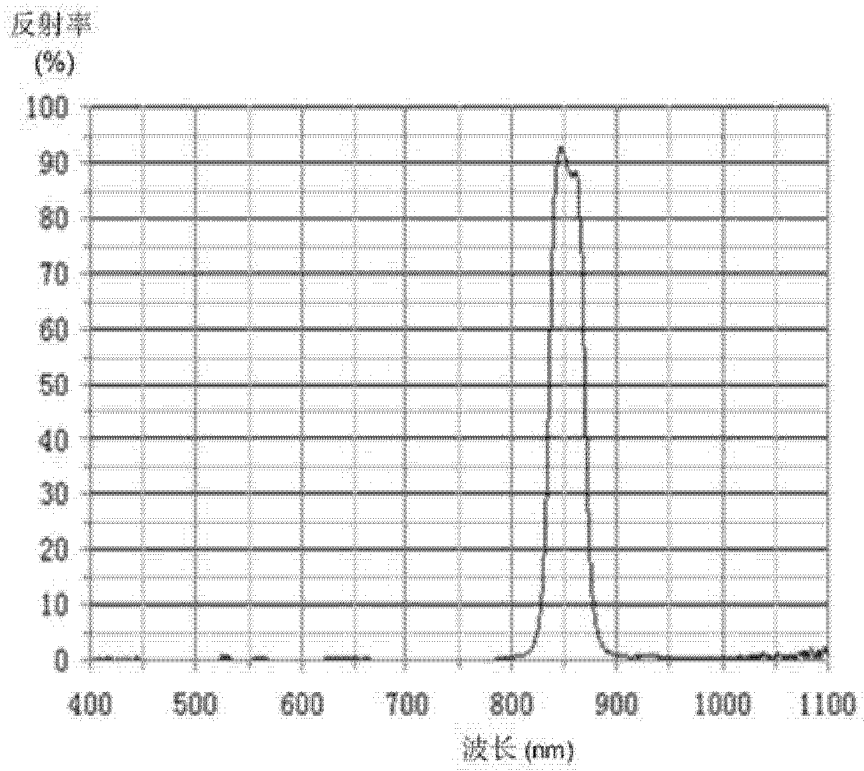


图 9

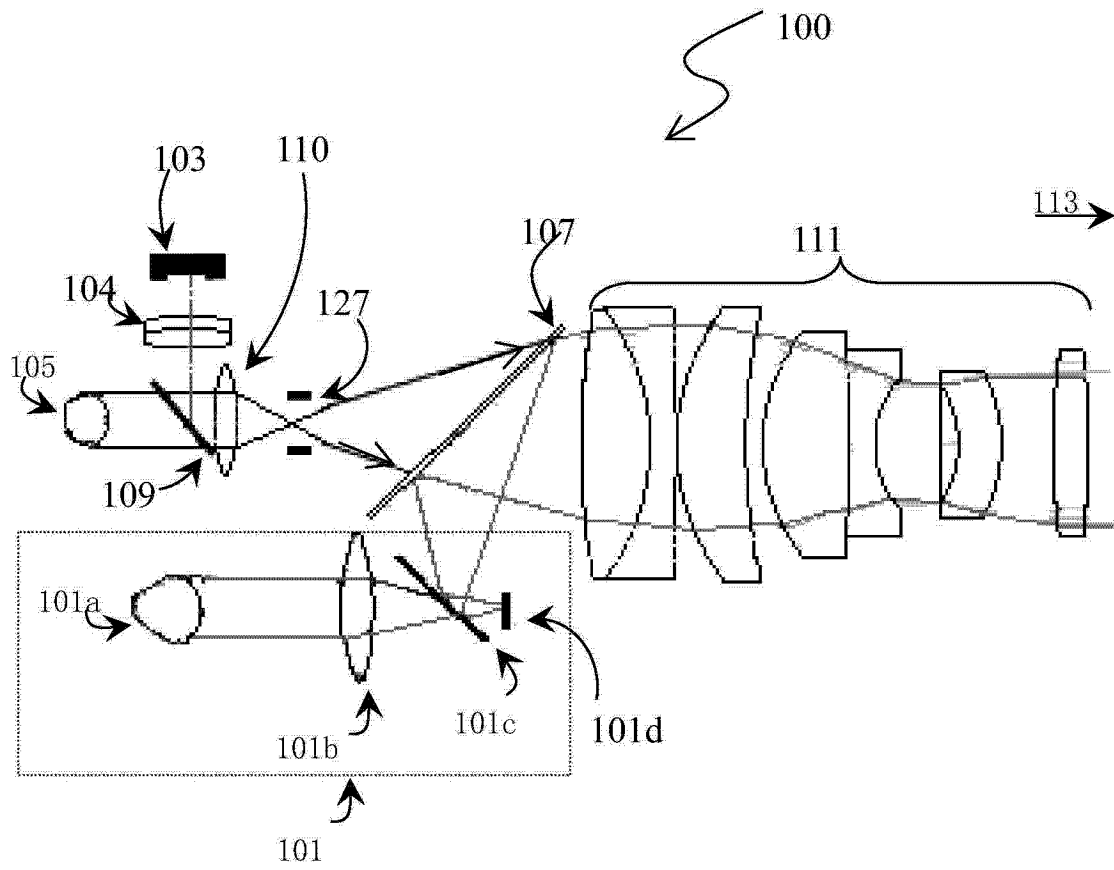


图 10

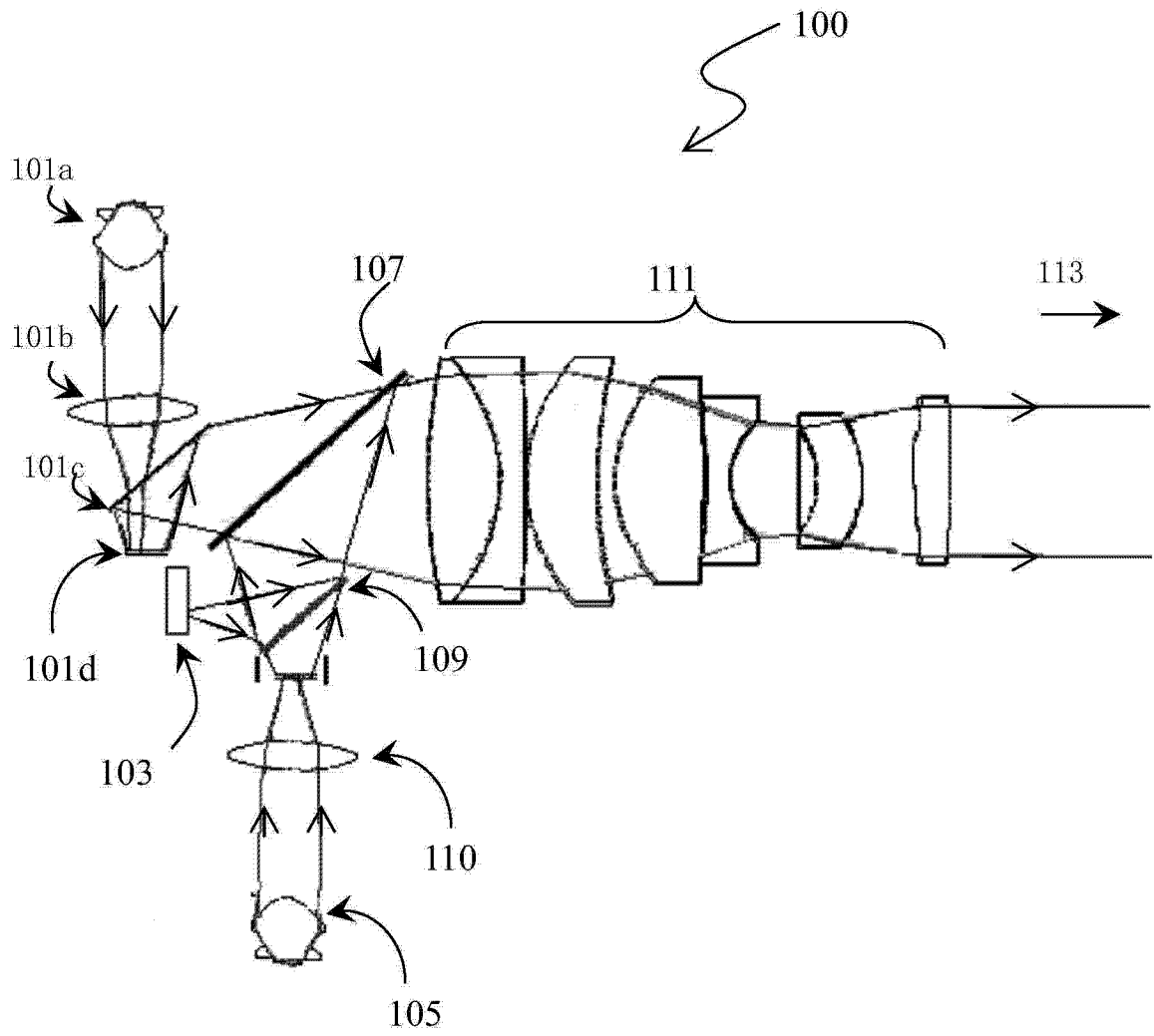


图 11

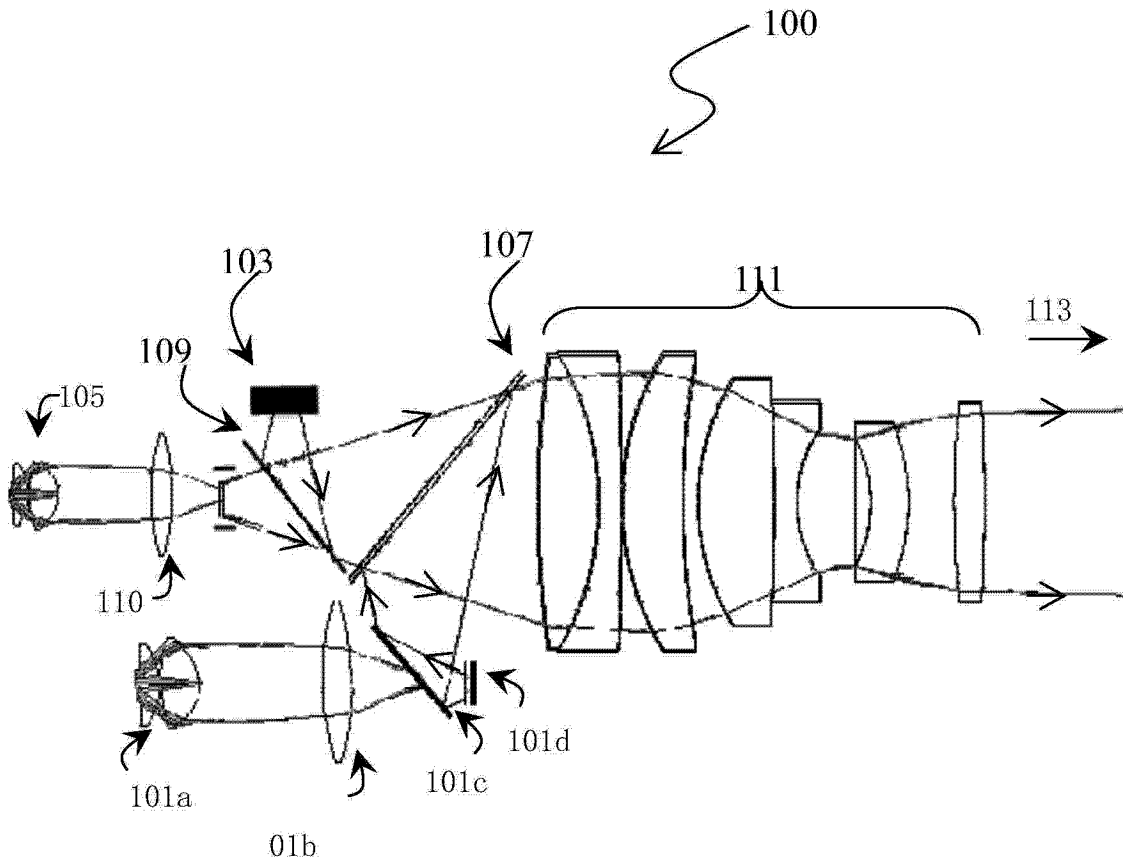


图 12

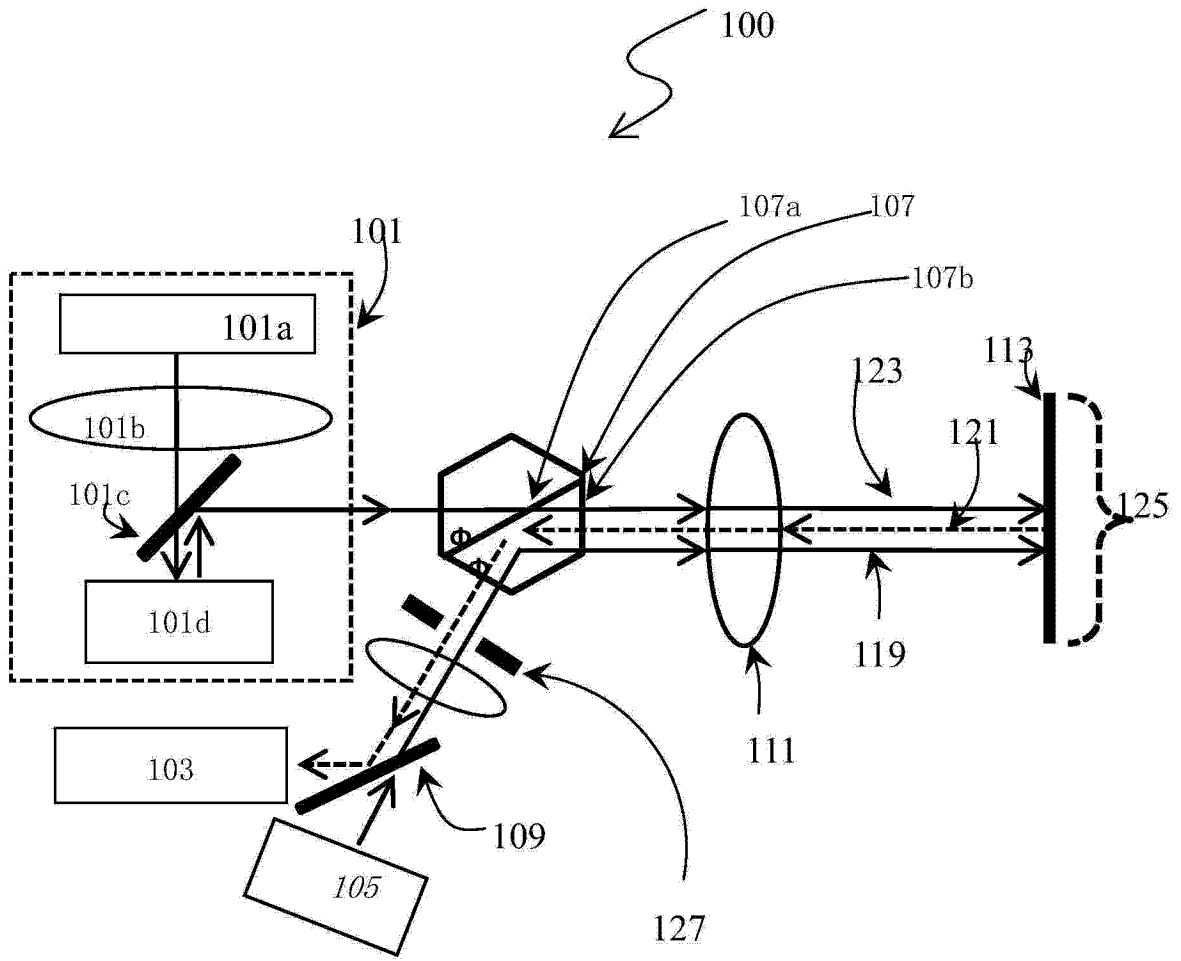


图 13



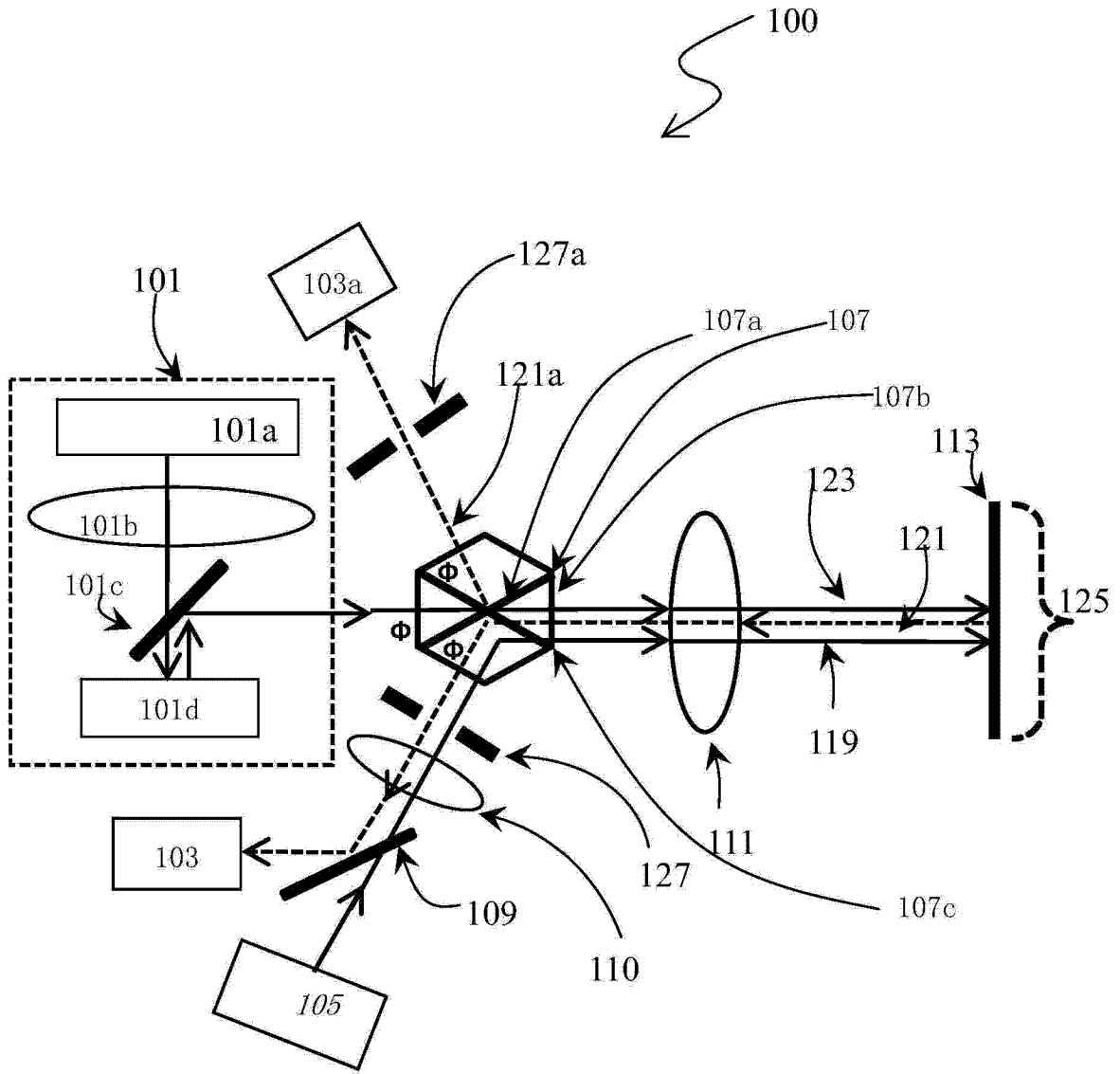


图 14

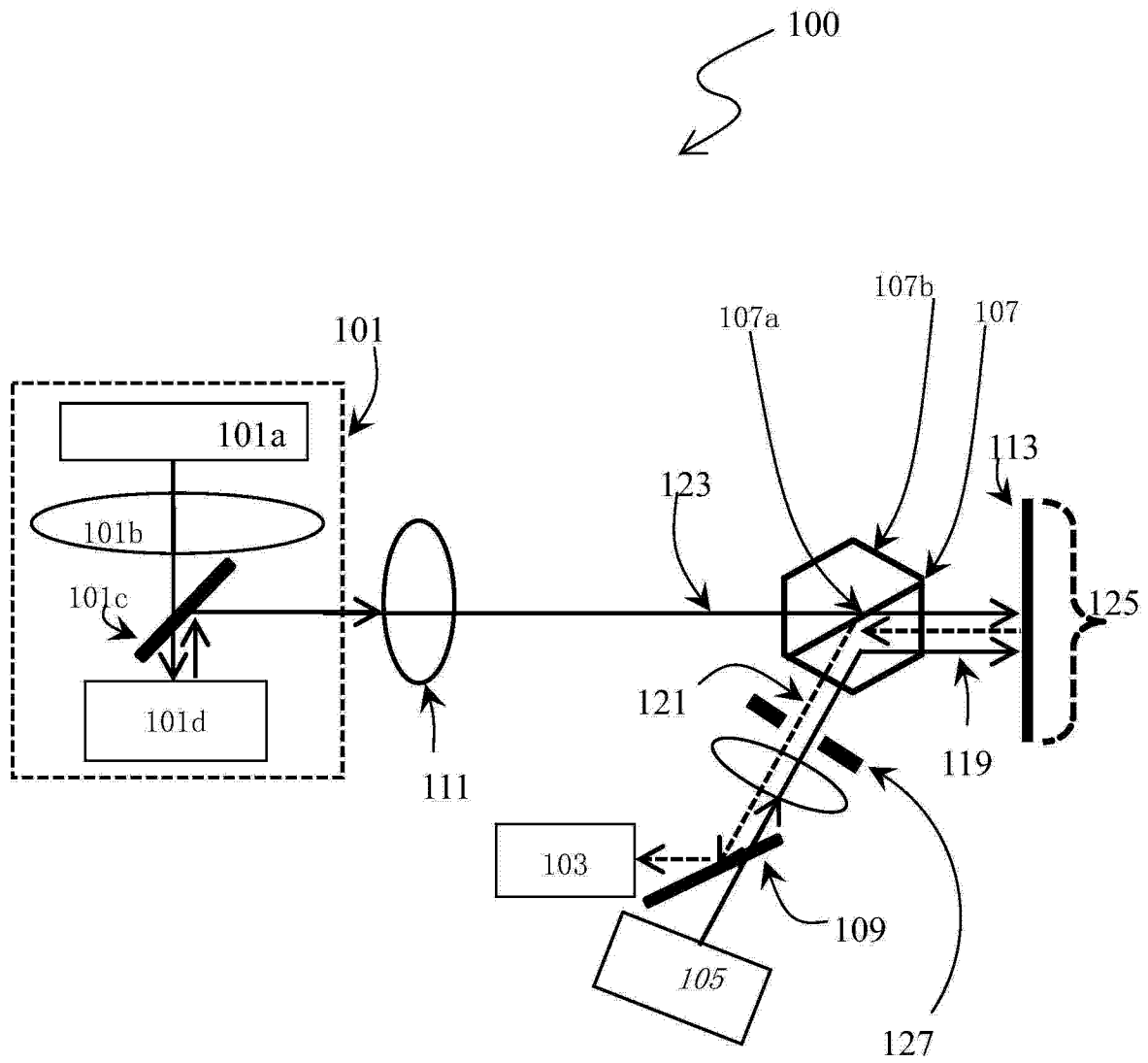


图 15

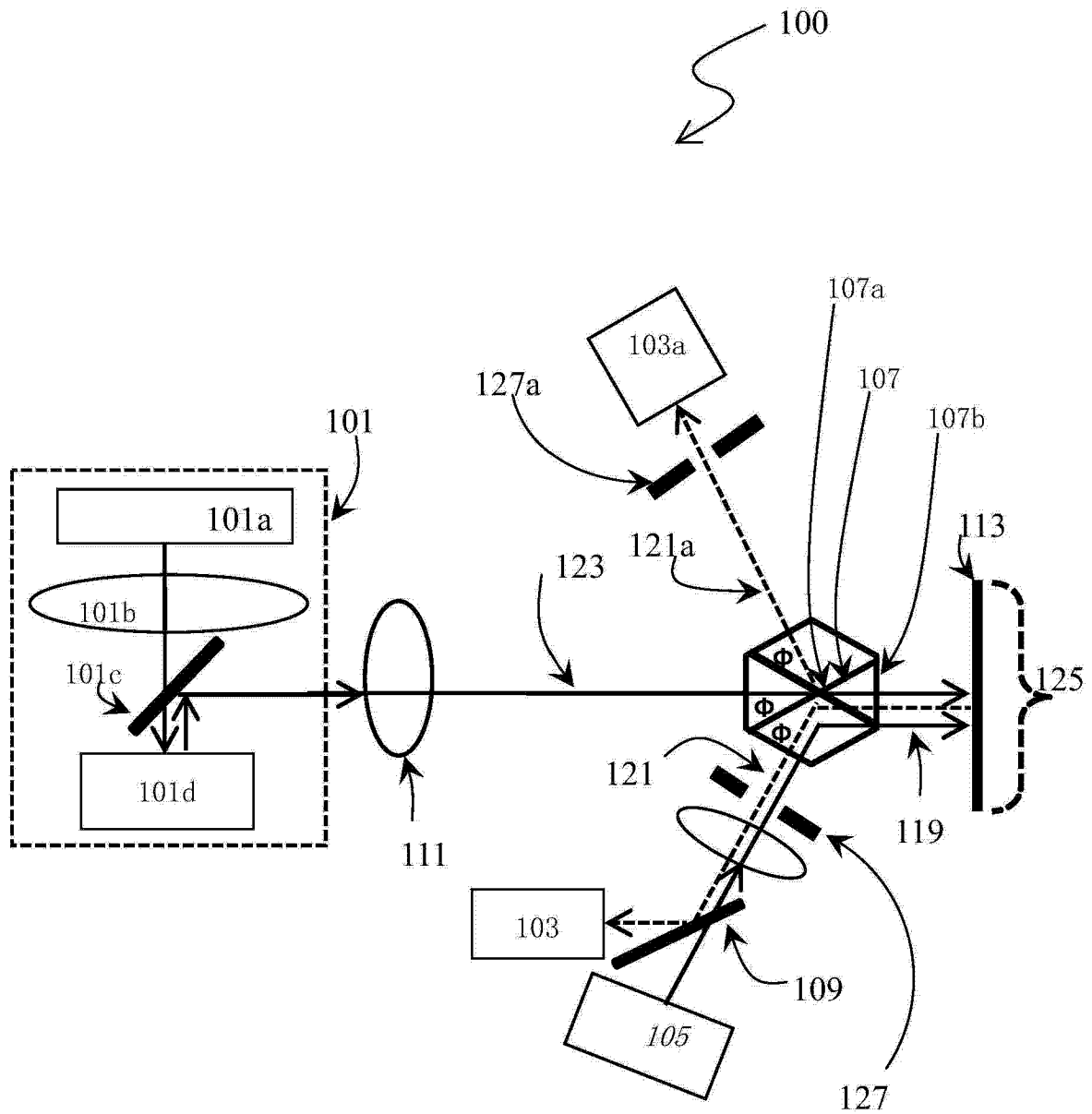


图 16

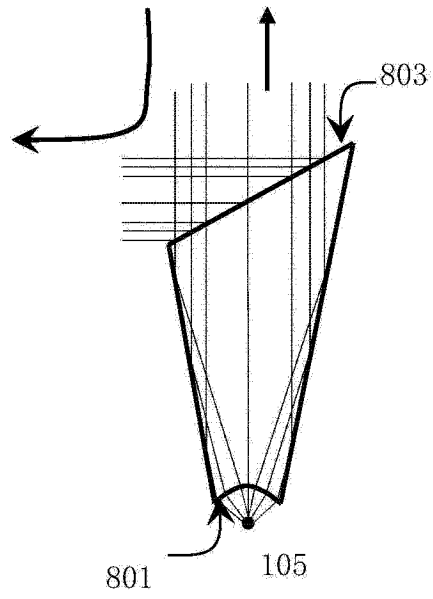


图 17

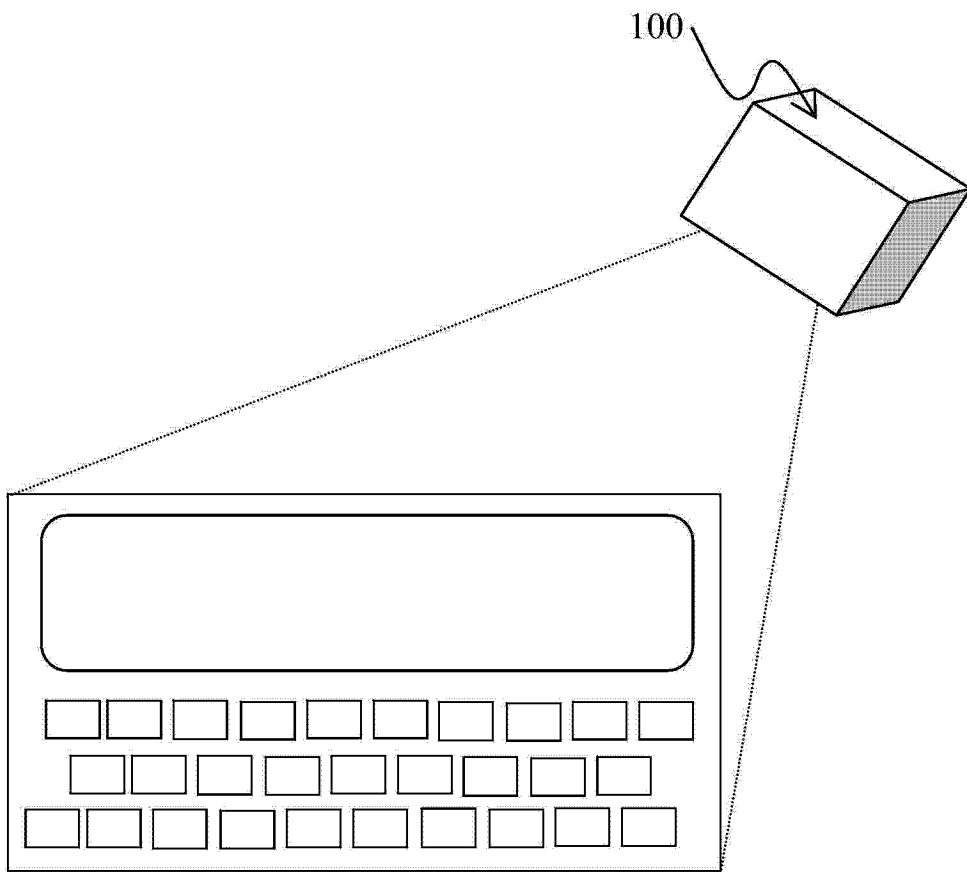


图 18