



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110623625 A

(43)申请公布日 2019.12.31

(21)申请号 201910904974.5

(22)申请日 2019.09.24

(71)申请人 东南大学苏州医疗器械研究院  
地址 215163 江苏省苏州市高新区锦峰路8号医疗器械产业园1号楼3楼

(72)发明人 周平 杨子 顾承 蔡维嘉

(74)专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任公司 32112

代理人 汤志武

(51) Int. Cl.

A61B 1/00(2006.01)

A61B 1/313(2006.01)

G02B 27/22(2006.01)

G03B 35/00(2006.01)

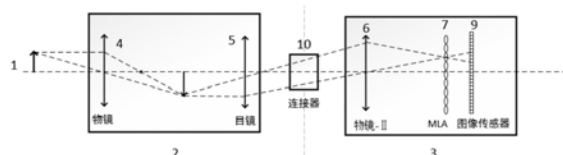
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54)发明名称

用于二维腹腔镜的三维成像转换器

## (57)摘要

用于二维腹腔镜的三维成像转换器,包括连接器和三维成像转换模块,三维成像转换模块包括依次设置的物镜-Ⅱ、微透镜阵列和图像传感器,二维腹腔镜的二维成像经物镜-Ⅱ和微透镜阵列投射在图像传感器。本发明使用三维成像转换器外接于二维腹腔镜成像硬杆的目镜端,将物体经二维腹腔镜所成的二维像再次成像为含有位置与方向信息的新的像,对新的像进行后处理即可得到物体的三维信息。具体应用时,三维成像转换器可接装在二维腹腔镜上,通过后处理算法获得被测物的三维信息,不应用时,将三维成像转换器从二维腹腔镜上拆卸,原二维腹腔镜仍可实现原功能。



1. 用于二维腹腔镜的三维成像转换器,其特征是包括连接器(10)和三维成像转换模块(3),三维成像转换器通过连接器(10)对接在二维腹腔镜(2)的目镜端,三维成像转换模块(3)包括依次设置的物镜-II(6)、微透镜阵列(7)和图像传感器(9),二维腹腔镜(2)的二维成像经物镜-II(6)和微透镜阵列(7)投射在图像传感器(9),其中各部件满足如下约束:

- a) 物镜-II(6)与目镜(5)之间的距离参数等于物镜-II(6)的焦距;
- b) 物镜-II(6)与微透镜阵列(7)之间的距离参数等于物镜-II(6)的焦距;
- c) 微透镜阵列(7)与图像传感器(9)之间的距离等于微透镜的焦距;
- d) F数匹配要求:

$$\frac{\text{物镜-II(6)的焦距}}{\text{二维腹腔镜(2)在物镜-II(6)上投射光束的直径}} = \frac{\text{微透镜的焦距}}{\text{光场图像的元素图像的直径}}$$

光场图像的元素图像指微透镜阵列(7)的微透镜在图像传感器(9)上所成的像。

2. 根据权利要求1所述的用于二维腹腔镜的三维成像转换器,其特征是光场图像的元素图像直径等价于微透镜的直径。

3. 根据权利要求1所述的用于二维腹腔镜的三维成像转换器,其特征是微透镜阵列(7)和图像传感器(9)之间还设有中继镜(8),满足如下约束:

- e) 中继镜(8)与微透镜阵列(7)之间的距离等于中继镜焦距与微透镜焦距之和;
- f) 中继镜(8)与图像传感器(9)之间的距离等于中继镜焦距。

4. 根据权利要求3所述的用于二维腹腔镜的三维成像转换器,其特征是中继镜(8)与微透镜阵列(7)之间的距离等价于中继镜焦距。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的用于二维腹腔镜的三维成像转换器,其特征是进行F数匹配时,通过光学4F系统调整二维腹腔镜(2)在物镜-II(6)上投射光束的直径,满足F数匹配的要求。

## 用于二维腹腔镜的三维成像转换器

### 技术领域

[0001] 本发明属于光学成像技术领域和计算机视觉技术领域,涉及成像检测,为一种用于二维腹腔镜的三维成像转换器。

### 技术背景

[0002] 相较于传统手术方案,腹腔镜微创手术在减少手术期外围并发症,加快术后恢复,增强患者安全性等方面具有明显先进性。腹腔镜是一种带有微型摄像头的医疗器械,作为腹腔镜微创手术的辅助器械,其性能十分重要。

[0003] 目前,腹腔镜手术中常用的为二维腹腔镜,三维腹腔镜尚未普及。在腹腔镜手术中,医生需要做出很多精细手术操作,需要对深度有非常准确的判断,二维腹腔镜深度信息的缺乏降低了外科医生确认解剖结构位置和尺寸的能力,限制了手术中操作的敏感度,进而影响诊断和手术的效果。目前的三维成像技术主要分为三类:双目立体视觉成像,结构光成像和光场成像。市场上现有的三维腹腔镜均为基于双目立体视觉原理的产品。在双目立体成像技术中,通过两台参数和空间位置已知的成像设备对物体进行拍摄,对应于现有技术的三维腹腔镜中的双光路,得到各个空间点在两台成像设备中的投影位置,结合成像设备参数和空间位置即可得到物点相对于成像设备的三维信息。受限于狭小的应用空间,基于双目立体视觉的三维腹腔镜属于短基线三维成像系统,成像算法属于被动式成像,因此其三维测量精度难以提高,这也是目前市场上现有三维腹腔镜没有测量功能的主要原因。结构光成像技术的主要原理为通过投影仪在待测物体表面投射出具有一定结构的光平面,在拍摄到的图像中提取出这些结构光的特征,并计算得到物体表面轮廓相对于成像设备的三维信息。由于结构光成像技术要求投射多幅图像,因此目前在实时性方面无法达到腹腔镜系统的要求,因此市场上未见采用该技术的三维腹腔镜。光场成像使用微透镜阵列,将传统相机汇聚到成像平面的光线重新发散开得到光场图像,能够同时记录光线的位置信息和方向信息,对光场图像进行处理可以得到物体的三维信息,光场成像是近年逐步成熟中的技术,尚未见有基于光场成像技术的三维腹腔镜产品。

[0004] 虽然二维腹腔镜的应用改善了诊断、手术条件,但由于二维腹腔镜成像缺少深度信息,不利于医生在诊断、手术过程中进行更加准确的判断,因此三维腹腔镜是目前研发的热点项目。相较于现有的基于双目立体视觉的三维腹腔镜,光场成像技术具有能够实现测量功能的优势,是未来三维腹腔镜的一个发展途径。此外,医疗机构现有设备多为二维腹腔镜系统,设备更换为三维腹腔镜成本高昂,因此在现有二维腹腔镜基础上升级为三维腹腔镜是医院更易于接受的途径。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的问题是:二维腹腔镜成像缺少深度信息不能满足使用需求,而现有的三维腹腔镜在精度、实时性上存在欠缺,需要研究新的三维腹腔镜满足使用需求。同时,还考虑到设备更换成本的问题,在原有设备基础上进行改进升级。

[0006] 本发明的技术方案为：用于二维腹腔镜的三维成像转换器，包括连接器和三维成像转换模块，三维成像转换器通过连接器对接在二维腹腔镜的目镜端，三维成像转换模块包括依次设置的物镜-Ⅱ、微透镜阵列和图像传感器，二维腹腔镜的二维成像经物镜-Ⅱ和微透镜阵列投射在图像传感器，其中各部件满足如下约束：

[0007] a) 物镜-Ⅱ与目镜之间的距离参数等于物镜-Ⅱ的焦距；

[0008] b) 物镜-Ⅱ与微透镜阵列之间的距离参数等于物镜-Ⅱ的焦距；

[0009] c) 微透镜阵列与图像传感器之间的距离等于微透镜的焦距；

[0010] d) F数匹配要求：

[0011] 
$$\frac{\text{物镜-Ⅱ (6) 的焦距}}{\text{二维腹腔镜 (2) 在物镜-Ⅱ (6) 上投射光束的直径}} = \frac{\text{微透镜的焦距}}{\text{光场图像的元素图像的直径}}$$

[0012] 光场图像的元素图像指微透镜阵列(7)的微透镜在图像传感器(9)上所成的像。

[0013] 进一步的，根据光学成像原理，光场图像的元素图像直径可等价于微透镜的直径。

[0014] 进一步的，微透镜阵列和图像传感器之间还设有中继镜，满足如下约束：

[0015] e) 中继镜与微透镜阵列之间的距离等于中继镜焦距与微透镜焦距之和；

[0016] f) 中继镜与图像传感器之间的距离等于中继镜焦距。

[0017] 由于微透镜焦距较小，中继镜与微透镜阵列之间的距离可等价于中继镜焦距。

[0018] 进一步的，进行F数匹配时，通过光学4F系统调整二维腹腔镜在物镜-Ⅱ上投射光束的直径，可满足F数匹配的要求。

[0019] 本发明针对现有技术的问题，在现有二维腹腔镜的基础上，提出了基于光场成像技术的三维成像转换器。使用三维成像转换器外接于二维腹腔镜成像硬杆的目镜端，将物体经二维腹腔镜所成的二维像再次成像为含有位置与方向信息的新的像。后续对新的像进行后处理即可得到物体的三维信息。本发明具体应用时，三维成像转换器可接装在二维腹腔镜上，通过后处理算法获得被测物的三维信息，不应用时，将三维成像转换器从二维腹腔镜上拆卸，原二维腹腔镜仍可正常使用，实现原功能。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明用于二维腹腔镜的三维成像转换器的结构示意图之一。

[0021] 图2为本发明用于二维腹腔镜的三维成像转换器的结构示意图之二。

[0022] 图3为F数匹配原理示意图。

[0023] 图4为光学4F系统的原理示意图。

[0024] 图5为本发明转换器的原理机实物图。

## 具体实施方式

[0025] 本发明涉及一种用于二维腹腔镜的三维成像转换器，具体涉及一种可以安装在二维腹腔镜成像硬杆的目镜端，将腹腔镜的二维像转换为含有三维信息的像的设备。本发明技术可用于医学检测领域，也可用于工业检测等诸多领域。

[0026] 本发明三维成像转换器由三维成像转换模块3与连接器10组成。在本发明中，连接器10的作用在于将三维成像转换模块3与二维腹腔镜2的目镜5做物理结构上的连接，使得两者之间稳定传输二维成像。如图1所示，本发明提出的用于二维腹腔镜2的三维成像转换

模块3可由三部分组成,分别是物镜-Ⅱ6、微透镜阵列7和图像传感器9,物镜-Ⅱ就是物镜,为区别于二维腹腔镜的物镜,写作物镜-Ⅱ。三维成像转换模块3与二维腹腔镜2连接时,三维成像转换模块3的物镜-Ⅱ6一侧与二维腹腔镜2的目镜5一侧相对接。二维腹腔镜2的物镜4与被测物体1位于同侧。

[0027] 如图2所示,本发明提出的用于二维腹腔镜2的三维成像转换模块3也可由四部分组成,分别是物镜-Ⅱ6、微透镜阵列7、中继镜8和图像传感器9。三维成像转换模块3通过转换器10与二维腹腔镜2连接时,三维成像转换模块3的物镜-Ⅱ6一侧与二维腹腔镜2的目镜5一侧相对接。二维腹腔镜2的物镜4与被测物体1位于同侧。

[0028] 本发明的三维成像转换模块3相当于光场相机,无论采用三部分还是四部分组成的三维成像转换模块,均可以通过对其所成的像的后处理实现对被测物体1的三维成像,对光场相机成像的后处理为现有技术,不再详述。三维成像转换模块各个部分的参数、各部分之间的距离参数以及物镜-Ⅱ6与目镜5之间的距离参数对三维成像性能有影响。为获得三维成像转换模块的高成像性能,本发明三维成像转换模块需满足以下要求:

[0029] a) 物镜-Ⅱ6与目镜5之间的距离参数等于物镜-Ⅱ6的焦距。

[0030] b) 物镜-Ⅱ6与微透镜阵列7之间的距离参数等于物镜-Ⅱ6的焦距。

[0031] c) 对于由三部分组成的三维成像转换模块3,其中微透镜阵列7与图像传感器9之间的距离等于微透镜的焦距。

[0032] d) 对于由四部分组成的三维成像转换模块3,其中继镜8与微透镜阵列7之间的距离等于中继镜焦距与微透镜焦距之和。由于微透镜焦距较小,该距离也可等于中继镜焦距。

[0033] e) 对于由四部分组成的三维成像转换模块3,其中继镜8与图像传感器9之间的距离等于中继镜焦距。

[0034] f) F数匹配要求:如图3所示,三维成像转换模块3与二维腹腔镜2的组成部分之间的参数要求满足以下关系:

$$[0035] \quad \frac{\text{物镜-Ⅱ6的焦距}}{\text{二维腹腔镜2在物镜-Ⅱ6上投射光束的直径}} = \frac{\text{微透镜的焦距}}{\text{光场图像的元素图像的直径}}$$

[0036] 如图3所示,物镜-Ⅱ6的焦距为 $f_{c1}$ ,微透镜的焦距为 $f_{MLA}$ ,光场图像的元素图像定义为微透镜在图像传感器9上所成的像,元素图像的直径为 $d'$ 。二维腹腔镜2在物镜-Ⅱ6上投射光束的直径为 $D_e$ 。计算中,由于元素图像的直径 $d'$ 与微透镜的直径 $d$ 基本相等,因此可用微透镜的直径 $d$ 代替元素图像的直径 $d'$ 。

[0037] 在上述参数中,物镜-Ⅱ6的焦距通常固定且不可随意调整,微透镜焦距、光场图像的元素图像直径与微透镜阵列的加工情况有关,按照F数匹配需求进行加工会带来较高的成本。经分析,二维腹腔镜2在物镜-Ⅱ6上投射光束的直径在不做调整时,其等于二维腹腔镜2的目镜3的直径,因此当F数匹配不能达到上述要求时,可以通过采用光学中常用的4F系统的方式调整二维腹腔镜2在物镜-Ⅱ6上投射光束的直径 $D_e$ ,4F系统原理如图4所示。

[0038] 需要说明的是,上述a)-f)约束要求的精确满足可以得到对被测物体1的最优性能的三维成像。不满足上述条件的微小误差会对成像性能产生影响,但是仍然可以通过光场相机对应的后处理算法实现对被测物体1的三维成像。

[0039] 下面结合附图具体说明本发明的实施内容。以用于二维腹腔镜,带有中继镜的三维成像转换器为例进行说明。

[0040] 本实施例所展示的用于二维腹腔镜的三维成像转换方法的原理机如图5所示,内窥镜即二维腹腔镜。在原理机的结构基础上,根据本发明方案中的各个距离参数的约束条件加工光学参数,并在三维成像转换模块3的物镜-Ⅱ6的一侧设计制造与二维腹腔镜相连接连接器10,连接器10与三维成像转换模块3组装成用于二维腹腔镜的三维转换器。本实施例所使用的二维腹腔镜为沈大公司生产的二维腹腔镜硬杆,其物镜4位于图5的二维腹腔镜的右端,正对被摄物,其目镜5位于图5的二维腹腔镜的左端,对接物镜-Ⅱ6。物镜-Ⅱ6为焦距50mm的凸透镜,直径为30mm。微透镜阵列为 $110 \times 165$ 的微透镜排列而成,每个微透镜的直径为0.136mm,每个微透镜的焦距为0.93mm。中继镜选择放大比例为1:1的中继镜,焦距为15mm。

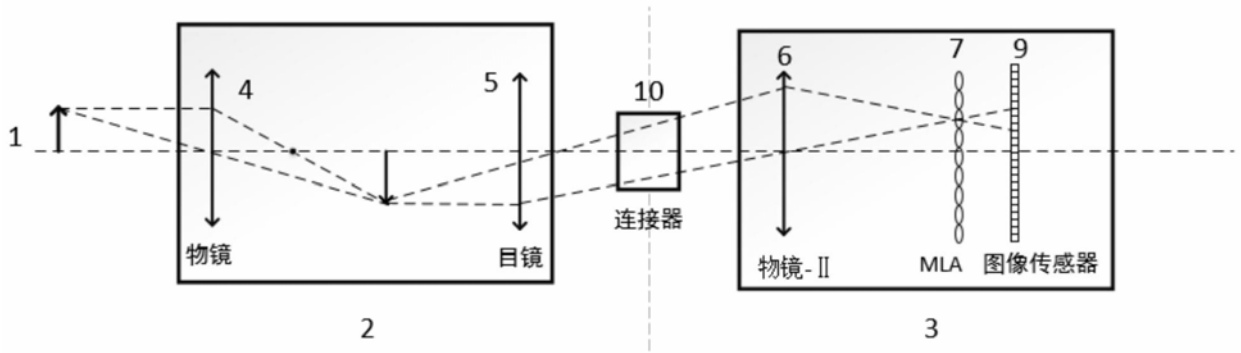


图1

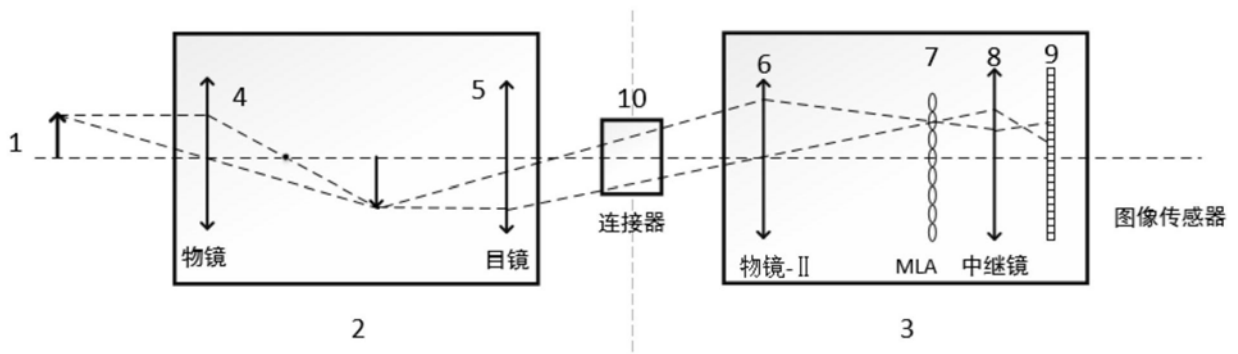


图2

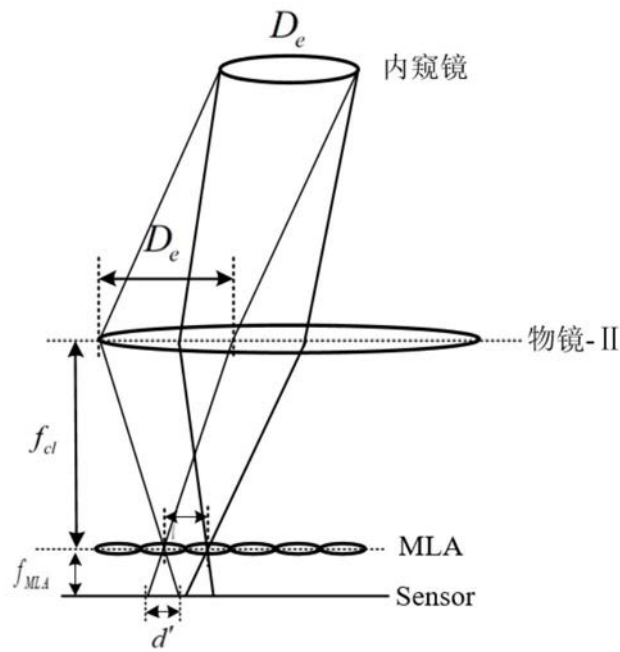


图3

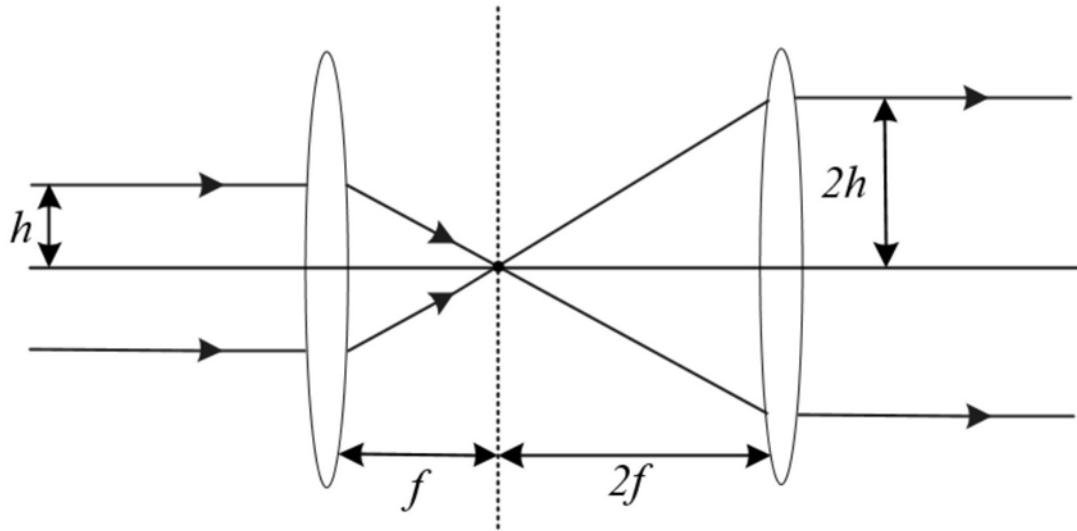


图4

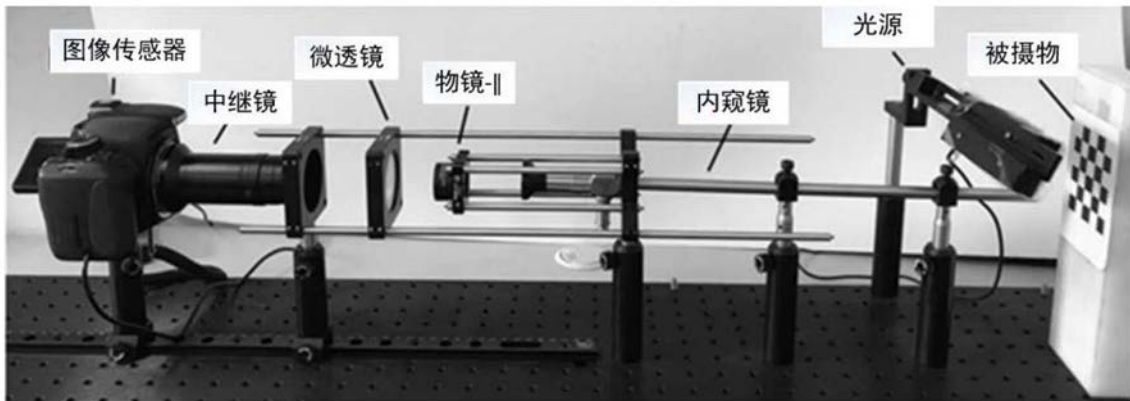


图5

|         |   |         |            |
|---------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 用于二维腹腔镜的三维成像转换器   |         |            |
| 公开(公告)号 | <a href="#">CN110623625A</a>  | 公开(公告)日 | 2019-12-31 |
| 申请号     | CN201910904974.5  | 申请日     | 2019-09-24 |
| [标]发明人  | 周平<br>杨子<br>顾承  |         |            |
| 发明人     | 周平<br>杨子<br>顾承<br>蔡维嘉   |         |            |
| IPC分类号  | A61B1/00 A61B1/313 G02B27/22 G03B35/00  |         |            |
| CPC分类号  | A61B1/00009 A61B1/0005 A61B1/00131 A61B1/00163 A61B1/00193 A61B1/3132 G03B35/00 |         |            |
| 外部链接    | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                                  |         |            |

摘要(译)

用于二维腹腔镜的三维成像转换器，包括连接器和三维成像转换模块，三维成像转换模块包括依次设置的物镜-II、微透镜阵列和图像传感器，二维腹腔镜的二维成像经物镜-II和微透镜阵列投射在图像传感器。本发明使用三维成像转换器外接于二维腹腔镜成像硬杆的目镜端，将物体经二维腹腔镜所成的二维像再次成像为含有位置与方向信息的新的像，对新的像进行后处理即可得到物体的三维信息。具体应用时，三维成像转换器可接装在二维腹腔镜上，通过后处理算法获得被测物的三维信息，不应用时，将三维成像转换器从二维腹腔镜上拆卸，原二维腹腔镜仍可实现原功能。

