



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110389440 A

(43)申请公布日 2019.10.29

(21)申请号 201910660381.9

A61B 18/12(2006.01)

(22)申请日 2019.07.22

(71)申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

申请人 上海长征医院

(72)发明人 张雷洪 徐润初 张大伟 张志晟

叶华龙 肖建如 蔡小攀 魏海峰

吴志鹏 杨兴海 赵剑 龚海熠

王霆 赵铖龙

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

31001

代理人 王晶

(51)Int.Cl.

G02B 23/26(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

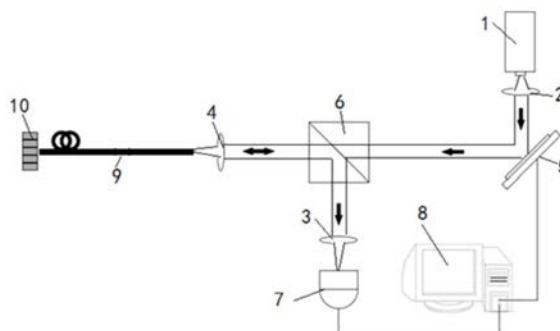
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统及方法

(57)摘要

本发明提出了一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统及方法,该系统包括激光发射器、空间光调制器、计算机、3个凸透镜、光纤束、桶探测器;激光发射器用于产生激光;空间光调制器用于调制激光形成不同的散斑信号,调制矩阵由计算机生成存储并控制空间光调制器调制激光;3个凸透镜起到使激光平行传输或聚焦的作用;桶探测器用于接收光路上物体光场的总光强,并将光强转换为电信号;计算机接收桶探测器传输的电信号与调制矩阵进行关联计算得到图像;该方法将关联成像应用到内窥镜成像中,与传统的内窥镜成像技术相比,关联成像具有大视场,非接触的优点,本发明结合传统内窥镜成像系统和关联成像系统的优点,提高了系统成像的清晰度。



1. 一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,其特征在于,该成像系统包括:激光发射器、空间光调制器、计算机、3个凸透镜、光纤束、桶探测器;

所述激光发射器,用于产生激光;

所述空间光调制器,用于调制所述激光形成不同的散斑信号;

所述凸透镜一,置于激光发射器前,用于使激光平行传输;

所述凸透镜二,置于桶探测器前,用于使激光反射物体信号聚焦形成聚焦信号;

所述凸透镜三,置于光纤束前,用于使输入光纤束的激光聚焦,并使反射回来的激光平行输出;

所述桶探测器,用于接收光路上反射回来的聚焦信号,聚焦信号为目标物体光场的总光强,并将光强转换为电信号;

所述光纤束,用于投射散斑信号至目标物体上,以及为传输目标物体的反射信号;

所述计算机,用于为形成调制矩阵控制空间光调制器调制光源,接收桶探测器传输的电信号,并将调制矩阵与电信号关联计算,形成目标物体的图像。

2. 根据权利要求1所述的基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,其特征在于,所述空间光调制器选择数字微镜器件。

3. 根据权利要求1所述的基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,其特征在于,所述桶探测器选择雪崩二极管。

4. 根据权利要求1所述的基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,其特征在于,所述的调制矩阵选择Hadamard矩阵。

5. 根据权利要求1所述的基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,其特征在于,所述光纤束前段与目标物体之间保持一定探测距离。

6. 一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像方法,其特征在于,所述方法应用权利要求1-5任一所述的基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,具体步骤如下:

步骤1,激光发射器产生激光;

步骤2,决定采样次数为N,计算机产生并存储N个调制矩阵;

步骤3,计算机调用N个调制矩阵控制空间光调制器调制激光形成N个散斑信号;

步骤4,不同的散斑信号耦合后通过光纤束发射到目标物体上;

步骤5,目标物体的信号沿着光纤束的原光路反射回来,每个反射信号有一个散斑信号对应;

步骤6,反射信号通过凸透镜二进行聚焦得到聚焦信号;

步骤7,桶探测器探测每个聚焦信号,为目标物体光场的总光强,将光强转换为电信号;

步骤8,计算机接收桶探测器传输的电信号,将所得的多个电信号与存储的调制矩阵进行关联计算,得到目标物体图像。

7. 根据权利要求6所述的基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像方法,其特征在于:步骤8中的关联计算公式为:

$$G(x, y) = \langle (S_i - \langle S \rangle) R_i(x, y) \rangle$$

在公式中, $G(x, y)$ 表示待测目标物体的图像, $\langle \rangle$ 表示对N次采样取平均值,S表示桶探测器检测到的N个电信号, $R_i(x, y)$ 表示第i次采样的调制矩阵, S_i 表示与 $R_i(x, y)$ 对应的电信号。

基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学成像系统,尤其涉及一种内窥镜成像系统及方法。

背景技术

[0002] 作为医疗器械可视化代表的光纤内窥镜成像技术在医学领域应用广泛,医生通过内窥镜可观察到病人组织器官的病变情况,帮助医生进行诊断。作为观察器械的内窥镜,同时可以作为手术和治疗的辅助器具,将内窥镜与光纤温度传感器相结合,可以精确地观察到测温位置和组织情况,可以用于射频肿瘤切除和消融等手术。同时,光纤内窥镜成像技术在其他领域也有着广泛的应用,例如在工程技术领域,可以用于机械内部的探测,帮助工程师寻找出故障原因。

[0003] 由于单根单模光纤只能获取一个像素的光强值,获得光场的强度分布对于单根单模光纤而言很困难,无法直接成像,因此对于光纤内窥镜成像系统,使用多根单模光纤组合成的光纤束对目标物体成像。图像的分辨率与光纤数目有关,光纤束直径越大,单根光纤的直径越小,所含的光纤数目越多,图像分辨率越高。受到使用条件限制,光纤束的直径很难提高;受到技术限制,目前光纤直径最小为4 μm ,这决定了当前内窥镜的图像分辨率。同时,传统的光纤内窥镜成像,光纤前段需要与目标物体接触,因此探测视场较小,仅能探测小于光纤束截面积的成像范围。

[0004] 单根多模光纤可以通过计算光纤的点扩散函数和波前调制的方法进行图像信号的传输,但是在实际的内窥镜成像过程中,光纤的弯曲、移动都会对信号传输的相位造成严重的影响,需要重新的进行相位调制,因此单根多模光纤无法应用于内窥镜的实时成像。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于改进光纤束和关联成像的内窥镜成像系统及方法,用来提高内窥镜的成像分辨率,同时具备所述系统非接触大视场的探测条件。

[0006] 为了实现上述目标,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,包括:激光发射器、空间光调制器、计算机、3个凸透镜、光纤束、桶探测器;

[0008] 所述激光发射器,用于产生激光;

[0009] 所述空间光调制器,用于调制所述激光形成不同的散斑信号;

[0010] 所述凸透镜一,置于激光发射器前,用于使激光平行传输;

[0011] 所述凸透镜二,置于桶探测器前,用于使激光反射物体信号聚焦形成聚焦信号;

[0012] 所述凸透镜三,置于光纤束前,用于使输入光纤束的激光聚焦,并使反射回来的激光平行输出;

[0013] 所述桶探测器,用于接收光路上反射回来的聚焦信号,聚焦信号为目标物体光场的总光强,并将光强转换为电信号;

[0014] 所述光纤束,用于投射散斑信号至目标物体上,以及传输目标物体的反射信号;

[0015] 所述计算机,用于为形成调制矩阵控制空间光调制器调制光源,接收桶探测器传输的电信号,并将调制矩阵与电信号关联计算,形成目标物体的图像。

[0016] 进一步,所述空间光调制器选择数字微镜器件。

[0017] 进一步,所述桶探测器选择雪崩二极管。

[0018] 进一步,所述的调制矩阵选择Hadamard矩阵。

[0019] 一种基于改进光纤束和关联成像的内窥镜成像方法,应用所述的基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,具体步骤如下:

[0020] 步骤1,激光发射器产生激光;

[0021] 步骤2,决定采样次数为N,计算机产生并存储N个调制矩阵;

[0022] 步骤3,计算机调用N个调制矩阵控制空间光调制器调制激光形成N个散斑信号;

[0023] 步骤4,不同的散斑信号耦合后通过光纤束发射到目标物体上;

[0024] 步骤5,目标物体的信号沿着光纤束的原光路反射回来,每个反射信号有一个散斑信号对应;

[0025] 步骤6,反射信号通过凸透镜二进行聚焦得到聚焦信号;

[0026] 步骤7,桶探测器探测每个聚焦信号,为目标物体光场的总光强,将光强转换为电信号;

[0027] 步骤8,计算机接收桶探测器传输的电信号,将所得的多个电信号与存储的调制矩阵进行关联计算,得到目标物体图像。

[0028] 进一步,步骤8中的关联计算公式为:

$$[0029] \quad G(x,y) = \langle (S_i - \langle S \rangle) R_i(x,y) \rangle$$

[0030] 在公式中, $G(x,y)$ 表示待测目标物体的图像, $\langle \rangle$ 表示对N次采样取平均值,S表示桶探测器检测到的N个电信号, $R_i(x,y)$ 表示第i次采样的调制矩阵, S_i 表示与 $R_i(x,y)$ 对应的电信号。

[0031] 与现有的光纤内窥镜成像技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0032] 本发明提出了一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统及方法,在确定了采样次数的条件下,将计算机预置的多个调制矩阵和桶探测器接收的多个光强转换的电信号进行关联计算得到目标物体的图像。由于光纤束的直径受到应用条件的限制无法增大,单根光纤直径难以减小,因此光纤束确定的成像分辨率通常是个定值,图像的分辨率取决于调制矩阵的分辨率,甚至在误差允许的范围内,可以通过提高调制矩阵分辨率的方式降低光纤数目,节约成本。基于关联成像的特性,所述系统光纤束前段与目标物体无需接触,具备大视场非接触成像条件,提高了内窥镜的灵活性。同时,通过改变传统光纤束前段形状,增加激光出射角度范围,进一步增大了视场。

附图说明

[0033] 图1为基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统的结构图;

[0034] 图2为数字微镜器件DMD工作原理图;

[0035] 图3为改进光纤束前段形状的示意图;

[0036] 图中:(a)光纤束直径不变,增加视场,(b)为视场不变,光纤束直径减小;

[0037] 图4为基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图,对本发明的实施例中技术方法作具体、详细地阐述。

[0039] 本发明的目的在于提供一种基于改进光纤束和关联成像的内窥镜成像系统及方法,用来提高内窥镜的成像分辨率,同时具备非接触大视场的探测条件。

[0040] 如图1所示,一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统,包含激光发射器1、空间光调制器6、计算机8、桶探测器7、3个凸透镜和光纤束9。

[0041] 所述激光发射器1,作用为产生激光。

[0042] 所述空间光调制器6,作用为调制激光形成不同的散斑信号。如图2所示,空间光调制器6优选为DMD,DMD由 1024×1024 个极小反射镜组成,工作过程中,每个反射镜可以向两个方向实现 $\pm 12^\circ$ 的反转,将激光源调制到不同方向,形成散斑信号。

[0043] 所述凸透镜一2,置于激光发射器1前,作用为使激光平行传输;

[0044] 所述凸透镜二3,置于桶探测器7前,作用为使激光反射物体信号聚焦形成聚焦信号;

[0045] 所述凸透镜三4,置于光纤束9前,作用为使输入光纤束的激光聚焦,使反射回来的激光平行输出;

[0046] 所述桶探测器7,作用为接收光路上反射回来的聚焦信号,聚焦信号为目标物体光场的总光强,并将光强转换为电信号;

[0047] 所述光纤束9,作用一:为投射散斑信号至目标物体10上,作用二:为传输目标物体10的反射信号。如图3所示,是光纤束的剖面图,传统的光纤束前段是一个圆面,在所述系统中光纤束前段可与目标物体保持一定的距离,因此有较大视场 S_1 ;通过改变光纤束前段形状,图3(a)中展示了改变为圆锥面和半球面的剖面图,使激光沿着圆锥面和半球面垂直出射增大了出射角度,将其视场分别设为 S_2 和 S_3 。由图3(a)可知随着出射角度的增大,视场也随之增大,因此 $S_3 > S_2 > S_1$ 。同时在视场范围无需扩展的情况下,图3(b)中,通过改变光纤束前段形状的方法可以有效地降低光纤数量,减小光纤束直径。

[0048] 所述计算机8,作用为形成调制矩阵控制空间光调制器调制光源,接收桶探测器7传输的电信号,将调制矩阵与电信号关联计算,形成目标物体的图像。

[0049] 如图4所示,本发明实施例提供的一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像方法,包括如下步骤:

[0050] 步骤1,产生激光,具体为通过激光发射器产生激光。

[0051] 步骤2,决定采样次数为 N ,产生并存储 N 个调制矩阵,具体为通过计算机生成并记录 N 个调制矩阵,所述调制矩阵为Hadamard矩阵。

[0052] 步骤3,根据不同的调制矩阵调制激光形成 N 个散斑信号,具体为DMD根据调制矩阵对激光调制形成散斑信号。

[0053] 步骤4,将不同的散斑信号耦合后发射到目标物体上,具体为耦合的散斑信号通过光纤束投射到目标物体上。

[0054] 步骤5,目标物体的信号沿着原光路反射回来,每个反射信号有一个散斑信号对应,具体为散斑信号投射到目标物体上反射的信号经由光纤束沿着原光路传输。

[0055] 步骤6,对反射信号进行聚焦得到聚焦信号,具体为反射信号通过凸透镜3进行聚焦得到聚焦信号。

[0056] 步骤7,探测每个聚焦信号的光强,为物体光场的总光强,将光强转换为电信号,具体为通过桶探测器探测所述聚焦信号的光强,并将光强转换为电信号。

[0057] 步骤8,将所得的多个电信号与调制矩阵进行关联计算,得到目标物体图像。具体为通过计算机将所述电信号与调制矩阵进行关联计算得到图像。关联计算公式如下:

$$[0058] \quad G(x,y) = \langle (S_i - \langle S \rangle) R_i(x,y) \rangle$$

[0059] 在公式中, $G(x,y)$ 表示待测目标物体的图像, $\langle \rangle$ 表示对N次采样取平均值,S表示桶探测器检测到的N个电信号, $R_i(x,y)$ 表示第i次采样的调制矩阵, S_i 表示与 $R_i(x,y)$ 对应的电信号。

[0060] 上述实施例提供的一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统与传统光纤内窥镜成像系统比较,其的优点在于:

[0061] 1) 传统的光纤内窥镜成像系统使用的光纤束通常由20000-30000根单模光纤组合而成,成本较高,而上述实施例中改进的光纤束允许在相同的视场范围下减少光纤的数量,降低成本。

[0062] 2) 传统的光纤内窥镜成像系统,成像的分辨率由光纤数目决定,由于光纤束的直径受到使用条件的限制,单根光纤的直径很难进一步减小,因此传统光纤内窥镜的成像系统的图像分辨率的提高是一个难题。而上述实施例中,系统的成像分辨率由光纤数目和调制矩阵的分辨率共同决定,由于光纤数目一般是确定的,所以上述实施例中系统的成像分辨率取决于调制矩阵的分辨率。进一步,在分辨率允许的情况下,通过提高调制矩阵的分辨率可以减小光纤数目,降低成本。

[0063] 3) 传统的光纤内窥镜成像系统,在使用过程中,光纤束前段需要紧贴目标物体,其成像范围略小于光纤束直径,视场较小。而上述实施例中的系统允许光纤束前段无需接触目标物体,保持一定距离,具备非接触大视场的成像条件,内窥镜更加灵活。同时,改进的光纤束通过改变光纤束前段形状,增大激光出射角度,进一步增加了视场范围。

[0064] 4) 传统的光纤内窥镜成像系统,使用的面阵光伏器件例如CCD,探测灵敏度有限。而上述实施例中,使用一个凸透镜3作为聚焦透镜,将全部反射的光强信号进行聚焦,并使用雪崩二极管等超灵敏装置作为探测光强信号的桶探测器,如此极大的提高了成像灵敏度,可以提高复杂环境下的内窥镜成像探测精度。

[0065] 上述仅为本发明的优选实施例而已,并不对本发明起到任何限制作用。任何所属技术领域的技术人员,在不脱离本发明的技术方案的范围内,对本发明揭露的技术方案和技术内容做任何形式的等同替换或修改等变动,均属未脱离本发明的技术方案的内容,仍属于本发明的保护范围之内。

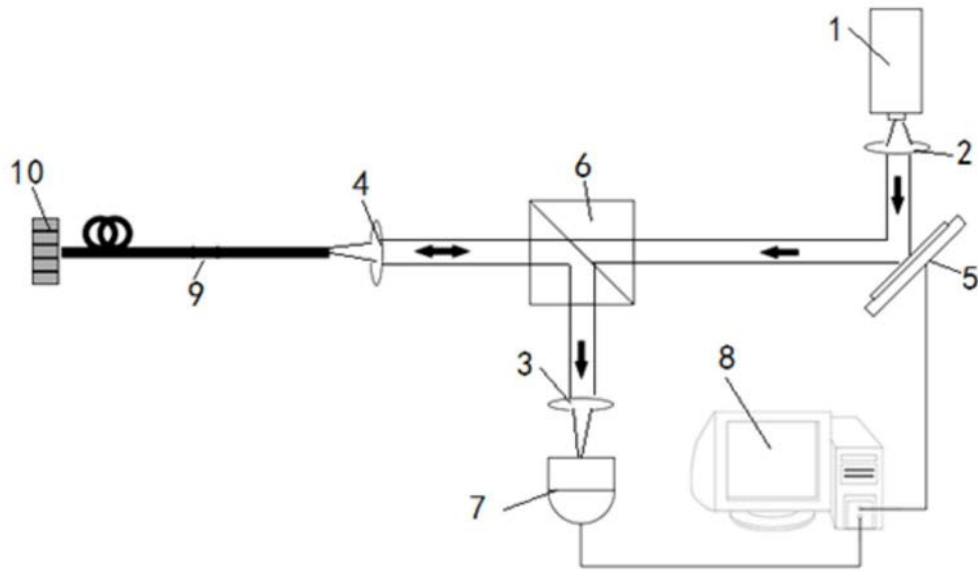


图1

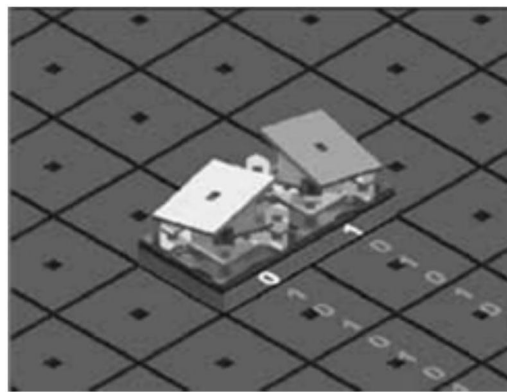


图2



图3

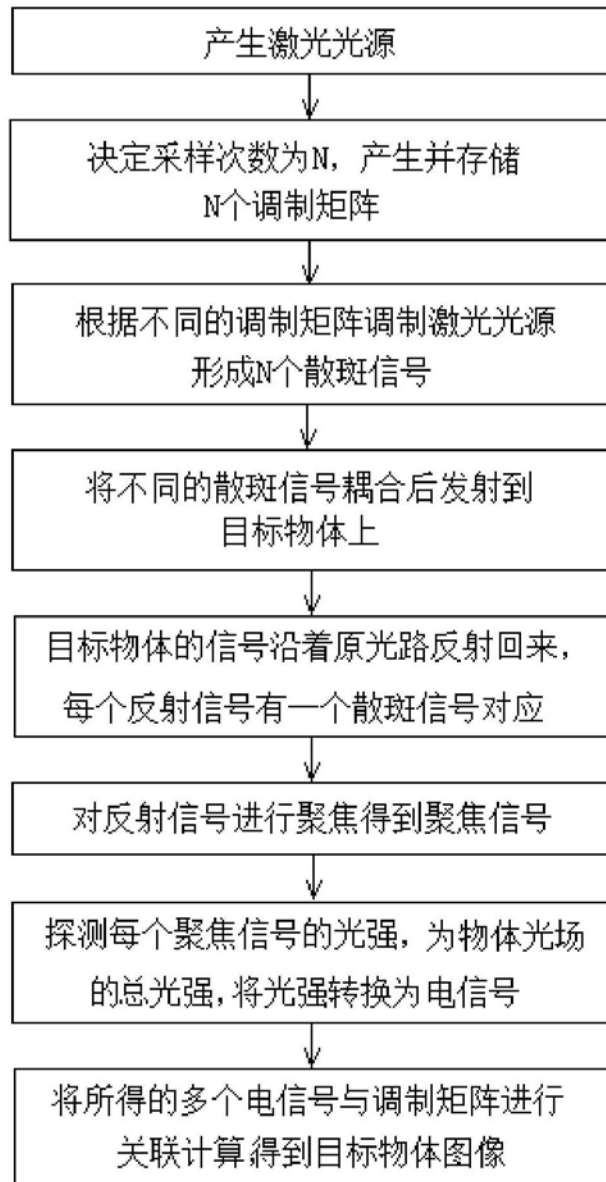


图4

专利名称(译)	基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统及方法		
公开(公告)号	CN110389440A	公开(公告)日	2019-10-29
申请号	CN201910660381.9	申请日	2019-07-22
[标]申请(专利权)人(译)	上海理工大学 上海长征医院		
申请(专利权)人(译)	上海理工大学 上海长征医院		
当前申请(专利权)人(译)	上海理工大学 上海长征医院		
[标]发明人	张雷洪 徐润初 张大伟 张志晟 叶华龙 肖建如 蔡小攀 魏海峰 吴志鹏 杨兴海 赵剑 龚海熠 王霆 赵铨龙		
发明人	张雷洪 徐润初 张大伟 张志晟 叶华龙 肖建如 蔡小攀 魏海峰 吴志鹏 杨兴海 赵剑 龚海熠 王霆 赵铨龙		
IPC分类号	G02B23/26 A61B1/00 A61B18/12		
CPC分类号	A61B1/00167 A61B18/12 A61B2018/00577 A61B2018/00601 A61B2018/00982 G02B23/26		
代理人(译)	王晶		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提出了一种基于关联成像和改进光纤束的内窥镜成像系统及方法，该系统包括激光发射器、空间光调制器、计算机、3个凸透镜、光纤束、桶探测器；激光发射器用于产生激光；空间光调制器用于调制激光形成不同的散斑信号，调制矩阵由计算机生成存

储并控制空间光调制器调制激光；3个凸透镜起到使激光平行传输或聚焦的作用；桶探测器用于接收光路上物体光场的总光强，并将光强转换为电信号；计算机接收桶探测器传输的电信号与调制矩阵进行关联计算得到图像；该方法将关联成像应用到内窥镜成像中，与传统的内窥镜成像技术相比，关联成像具有大视场，非接触的优点，本发明结合传统内窥镜成像系统和关联成像系统的优点，提高了系统成像的清晰度。

