



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106645226 B

(45)授权公告日 2020.02.07

(21)申请号 201710038819.0

审查员 蒋超

(22)申请日 2017.01.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106645226 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 中国科学院上海应用物理研究所

地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路2019号

(72)发明人 佟亚军 杜国浩 邓彪 王玉丹

陈敏 肖体乔

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 邓琪

(51)Int.Cl.

G01N 23/046(2018.01)

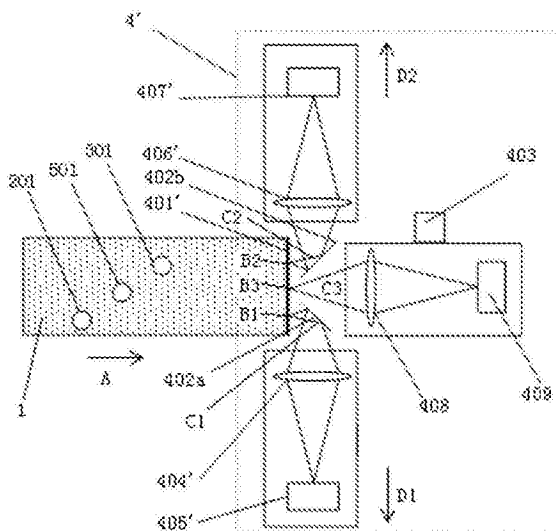
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种并行CT采集系统

(57)摘要

本发明公开了一种并行CT采集系统,其用于并行采集射线光束中至少两个样品的扫描信号,其中,所述并行CT采集系统包括:至少两个样品台,所述样品台被设置为用于放置所述样品,且所有所述样品台上放置的样品在所述射线光束的垂直于其入射方向的截面上的投影之间相互不交叠;至少两个视场的射线探测器系统,所述射线探测器系统通过各所述视场分别对应采集各所述样品的扫描信号。本发明所述的并行CT采集系统能并行采集射线光束中尤其是同步辐射X射线中多个样品的扫描信号以分别供多个CT同时使用。由于各样品使用不同区域的射线光束,实验之间互不干扰,成像质量完全一样,即使有一个失败,其余的也可以完成。



1. 一种并行CT采集系统,其用于并行采集射线光束中至少两个样品的扫描信号,其特征在于,所述并行CT采集系统包括:

至少两个样品台,所述样品台被设置为用于放置所述样品,且所有所述样品台上放置的样品在所述射线光束的垂直于其入射方向的截面上的投影之间相互不交叠;

至少两个视场的射线探测器系统,所述射线探测器系统通过各所述视场分别对应采集各所述样品的扫描信号;所述射线探测器系统包括与各所述视场分别对应的至少两个射线探测器;

所述射线光束为大尺寸矩形的同步辐射X射线光束,其光束尺寸远大于所述射线探测器的视场尺寸;

所述射线探测器包括闪烁体、显微物镜以及面阵探测器,其中:

所述闪烁体被配置为在所述样品的扫描信号的作用下产生相应视场的可见光;

所述显微物镜被配置为将所述相应视场的可见光匹配传输至相应视场的所述面阵探测器;为同时实现并行采集和高分辨率,显微物镜采用长工作距离物镜;

所述面阵探测器被配置为接收相应视场的可见光并将其转换为相应视场的探测信号输出;

所述闪烁体为共用的;所述射线探测器还包括用于将所述闪烁体产生的可见光的光轴方向偏转至所述显微物镜的反射镜,以使得各射线探测器被设置为在空间上互不干扰。

2. 如权利要求1所述的并行CT采集系统,其特征在于,所述样品数量为两个,且位于同一水平面上,相应地,所述射线探测器为两个,其中,两个反射镜将两根可见光的光轴分别向两个相反的方向偏转 90° ,所述两个射线探测器相对位置固定。

3. 如权利要求2所述的并行CT采集系统,其特征在于,还包括CT校轴系统,所述CT校轴系统包括分别设于各所述样品台上和所述射线探测器系统上的倾角传感器,其中,两个所述射线探测器共用一个倾角传感器。

4. 如权利要求1所述的并行CT采集系统,其特征在于,所述样品数量为三个,且位于同一水平面上,相应地,所述射线探测器为三个,其中,与两侧的两个样品对应的两个射线探测器中,两个反射镜将两根可见光的光轴分别向两个相反的方向偏转 90° ,与中间的样品对应的射线探测器中,没有反射镜且可见光的光轴方向不变,所述三个射线探测器相对位置固定。

5. 如权利要求4所述的并行CT采集系统,其特征在于,还包括CT校轴系统,所述CT校轴系统包括分别设于各所述样品台上和所述射线探测器系统上的倾角传感器,其中,三个所述射线探测器共用一个倾角传感器。

6. 如权利要求1-5中任意一项权利要求所述的并行CT采集系统,其特征在于,所述闪烁体为各所述射线探测器共用的表面垂直于所述射线光束入射方向设置的能够在射线作用下产生荧光可见光的超薄晶体。

一种并行CT采集系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种CT (Computed Tomography, 计算机断层扫描) 系统, 尤其涉及一种CT采集系统。

背景技术

[0002] 同步辐射由于其高亮度, 相干性, 准直性的特点, 非常适合用于高分辨率X射线成像。例如某成像线站采用wiggler (扭摆器) 光源, 提供50mm×5mm的光斑尺寸, 可以对老鼠这样的小动物实现微米级的同轴相位衬度成像, 以及一些更小的样品实现亚微米的成像分辨率。由于探测器发展的限制, 高探测分辨率与大视场尺寸不可同时兼得, 因此当实现高分辨率时实际观测的视场范围只有1mm×1mm甚至更小, 此时大量X射线被浪费。针对这种情况, 如果能够让多个样品和多个探测器同时分享X射线, 就意味着可以充分利用X射线, 充分利用稀缺的同步辐射资源。

[0003] 现有技术中有采用同一个探测器, 多个样品串联放置进行实验的方案, 该实验方法虽然把效率加倍, 但是也存在很多问题, 首先前后放置的样品使用同一区域的X射线互相干扰, 如果有一个样品吸收极大, 后续样品就会被掩盖, 前面的样品对X射线的散射作用会使后面样品的成像质量大幅降低。另外如果一个样品出现移动等引起实验失败的情况, 其余实验也都失败。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种并行CT采集系统, 该并行CT采集系统能并行采集射线光束中尤其是同步辐射X射线中多个样品的扫描信号以分别供多个CT同时使用。

[0005] 根据上述发明目的, 本发明提出了一种并行CT采集系统, 其用于并行采集射线光束中至少两个样品的扫描信号, 其中, 所述并行CT采集系统包括:

[0006] 至少两个样品台, 所述样品台被设置为用于放置所述样品, 且所有所述样品台上放置的样品在所述射线光束的垂直于其入射方向的截面上的投影之间相互不交叠;

[0007] 至少两个视场的射线探测器系统, 所述射线探测器系统通过各所述视场分别对应采集各所述样品的扫描信号。

[0008] 本发明所述的并行CT采集系统中, 由于各所述样品在所述射线光束的垂直于其入射方向的截面上的投影之间相互不交叠, 通常相应地所述视场在所述射线光束的垂直于其入射方向的截面上也是不交叠的, 各所述样品之间、各所述视场之间可以位于同一水平面, 也可以位于不同水平面。

[0009] 本发明所述的并行CT采集系统使用时, 所述样品置于所述射线光束中, 各样品使用的射线光束区域相互不交叠, 射线光束入射在各样品上生成相应的各扫描信号, 所述射线探测器系统通过各所述视场分别对应采集各所述样品的扫描信号。因此, 所述并行CT采集系统能并行采集射线光束中尤其是同步辐射X射线中多个样品的扫描信号以分别供多个CT同时使用。由于各样品使用不同区域的射线光束, 实验之间互不干扰, 成像质量完全一

样,即使有一个失败,其余的也可以完成。

[0010] 进一步地,本发明所述的并行CT采集系统中,所述射线探测器系统包括与各所述视场分别对应的至少两个射线探测器。

[0011] 上述方案中,一个射线探测器对应一个视场,一个视场对应一个样品的扫描信号,通常各视场之间相互不交叠。

[0012] 更进一步地,上述并行CT采集系统中,所述射线光束为X射线光束,所述射线探测器包括闪烁体、显微物镜以及面阵探测器,其中:

[0013] 所述闪烁体被配置为在所述样品的扫描信号的作用下产生相应视场的可见光;

[0014] 所述显微物镜被配置为将所述相应视场的可见光匹配传输至相应视场的所述面阵探测器;

[0015] 所述面阵探测器被配置为接收相应视场的可见光并将其转换为相应视场的探测信号输出。

[0016] 上述方案中,所述X射线光束通常为同步辐射X射线光束,且截面通常为矩形。上述方案中,对每个射线探测器,相应视场的样品的扫描信号通过转换为相应的可见光被所述面阵探测器转换为探测信号输出,以实现相应视场的样品的扫描信号的采集。

[0017] 更进一步地,上述并行CT采集系统中,所述射线探测器还包括用于偏转所述可见光的光轴方向的反射镜,以使得各射线探测器被设置为在空间上互不干扰。

[0018] 上述方案中,由于射线光束截面面积相对不大,如果光轴方向都一样,势必各射线探测器之间在占用空间上会互相干涉,导致无法安装。因此,需要对各光轴方向进行不同方向的偏转,以拉开各射线探测器之间的距离,避免相互干扰。

[0019] 更进一步地,上述并行CT采集系统中,所述样品数量为两个,且位于同一水平面上,相应地,所述射线探测器为两个,其中,两个反射镜将两根可见光的光轴分别向两个相反的方向偏转 90° ,所述两个射线探测器位置相对固定。

[0020] 更进一步地,上述并行CT采集系统中,还包括CT校轴系统,所述CT校轴系统包括分别设于各所述样品台上和所述射线探测器系统上的倾角传感器,其中,两个所述射线探测器共用一个倾角传感器。

[0021] 上述方案中,CT校轴系统可以保证CT实验校轴迅速完成,在时间上可以很好的同步。CT校轴系统可以采用公开号为CN104374786A,公开日为2015年2月25号,名称为“一种同步辐射X射线CT校轴系统及方法”的中国专利文献公开的方案。

[0022] 更进一步地,上述并行CT采集系统中,所述样品数量为三个,且位于同一水平面上,相应地,所述射线探测器为三个,其中,与两侧的两个样品对应的两个射线探测器中,两个反射镜将两根可见光的光轴分别向两个相反的方向偏转 90° ,与中间的样品对应的射线探测器中,没有反射镜且可见光的光轴方向不变,所述三个射线探测器位置相对固定。

[0023] 更进一步地,上述并行CT采集系统中,还包括CT校轴系统,所述CT校轴系统包括分别设于各所述样品台上和所述射线探测器系统上的倾角传感器,其中,三个所述射线探测器共用一个倾角传感器。

[0024] 上述方案中,CT校轴系统可以保证CT实验校轴迅速完成,在时间上可以很好的同步。CT校轴系统可以采用公开号为CN104374786A,公开日为2015年2月25号,名称为“一种同步辐射X射线CT校轴系统及方法”的中国专利文献公开的方案。

[0025] 更进一步地,上述各并行CT采集系统中,所述闪烁体为各所述射线探测器共用的表面垂直于所述射线光束入射方向设置的能够在射线作用下产生荧光可见光的超薄晶体。

[0026] 上述方案中,所述闪烁体可以为雅格晶体。

[0027] 本发明所述的并行CT采集系统包括以下优点和有益效果:

[0028] (1) 并行采集射线光束中尤其是同步辐射X射线中多个样品的扫描信号以分别供多个CT同时使用。

[0029] (2) 由于各样品使用不同区域的射线光束,实验之间互不干扰,成像质量完全一样,即使有一个失败,另一个也可以完成。

[0030] (3) 充分利用X射线,充分利用稀缺的同步辐射资源,且数倍提升实验效率。

[0031] (4) 在不改变同步辐射成像光束线布局的情况下,极大缓解同步辐射医学成像线站机时压力,提升大科学装置的投入产出比。

附图说明

[0032] 图1为本发明所述的并行CT采集系统在第一种实施方式下的俯视结构示意图。

[0033] 图2为本发明所述的并行CT采集系统在第一种实施方式下的主视结构示意图。

[0034] 图3为本发明所述的并行CT采集系统在第二种实施方式下的俯视结构示意图。

[0035] 图4为本发明所述的并行CT采集系统在第二种实施方式下的主视结构示意图。

具体实施方式

[0036] 下面将结合说明书附图和具体的实施例对本发明所述的并行CT采集系统做进一步的详细说明。

[0037] 图1和图2分别从俯视和主视的角度示意了本发明所述的并行CT采集系统在第一种实施方式下的结构。

[0038] 如图1和图2所示,该实施方式下的并行CT采集系统,其用于并行采集与入射方向A垂直的截面为矩形的同步辐射X射线光束1中两个样品的扫描信号,其中,并行CT采集系统包括样品台2和样品台3、射线探测器系统4,其中:

[0039] 同步辐射X射线光束1为同步辐射成像线站的大尺寸矩形光束,其光束尺寸远大于高分辨探测器视场尺寸。

[0040] 样品台2和样品台3分别包括八轴调节系统202和八轴调节系统302,样品台2和样品台3被设置为分别用于放置样品201和样品301,且样品201和样品301在同步辐射X射线光束1的垂直于其入射方向A的截面上的投影之间相互不交叠。

[0041] 射线探测器系统4具有视场B1和视场B2,该射线探测器系统4包括与视场B1和视场B2分别对应的第一射线探测器和第二射线探测器,该第一射线探测器和第二射线探测器分别通过视场B1和视场B2对应采集样品201和样品301的扫描信号。其中,第一射线探测器包括显微物镜404、面阵探测器405,第二射线探测器包括显微物镜406、面阵探测器407,第一射线探测器和第二射线探测器还包括共用的闪烁体401、直角反射镜402。

[0042] 该实施方式中,样品201和样品301之间、视场B1和视场B2之间位于同一水平面。

[0043] 该实施方式中,为实现高分辨率(例如高于1微米的分辨率),显微物镜404和显微物镜406采用长工作距离物镜。

[0044] 该实施方式中,闪烁体401为第一射线探测器和第二射线探测器共用的表面垂直于同步辐射X射线光束1入射方向设置的能够在射线作用下产生荧光可见光的超薄晶体,其在样品201和样品301的扫描信号的作用下分别产生相应视场B1和视场B2的可见光C1和可见光C2;直角反射镜402将可见光C1和可见光C2的光轴分别向相反的方向D1和方向D2偏转,偏转角度大小均为90°;显微物镜404和显微物镜406分别将可见光C1和可见光C2匹配传输至面阵探测器405和面阵探测器407;面阵探测器405和面阵探测器407分别接收可见光C1和可见光C2并将其转换为相应视场B1和视场B2的探测信号输出,以实现样品201和样品301的扫描信号的采集。其中,第一射线探测器和第二射线探测器位置相对固定。

[0045] 此外,该实施方式的并行CT采集系统还包括CT校轴系统,该CT校轴系统包括分别设于样品台2和样品台3最上方的两轴倾角传感器203和两轴倾角传感器303,以及设于射线探测器系统4上的两轴倾角传感器403,其中,第一射线探测器和第二射线探测器共用两轴倾角传感器403。

[0046] 请继续参考图1和图2,该实施方式的并行CT采集系统使用时,样品201和样品301置于同步辐射X射线光束1中,样品201和样品301使用的射线光束区域相互不交叠,同步辐射X射线光束1入射在样品201和样品301上生成相应的各扫描信号,射线探测器系统4通过视场B1和视场B2分别对应采集样品201和样品301的扫描信号。CT校轴系统根据调试时的两轴倾角传感器的数据,可以直接对样品进行校轴。CT校轴系统通过两轴倾角传感器203、两轴倾角传感器303、以及两轴倾角传感器403保证CT实验校轴迅速完成,在时间上可以很好的同步。因此,该实施方式的并行CT采集系统能并行采集同步辐射X射线光束1中两个样品的扫描信号以分别供两个CT同时使用。由于样品201和样品301使用不同区域的射线光束,实验之间互不干扰,成像质量完全一样,即使有一个失败,另一个也可以完成。

[0047] 图3和图4分别从俯视和主视的角度示意了本发明所述的并行CT采集系统在第二种实施方式下的结构。

[0048] 如图3和图4所示,该实施方式下的并行CT采集系统,其用于并行采集与入射方向A垂直的截面为矩形的同步辐射X射线光束1中三个样品的扫描信号,其中,并行CT采集系统包括样品台2、样品台3以及样品台5、射线探测器系统4',其中:

[0049] 同步辐射X射线光束1为同步辐射成像线站的大尺寸矩形光束,其光束尺寸远大于高分辨探测器视场尺寸。

[0050] 样品台2、样品台3以及样品台5分别包括八轴调节系统202、八轴调节系统302以及八轴调节系统502,样品台2、样品台3以及样品台5被设置为分别用于放置样品201、样品301以及样品501,且样品201、样品301以及样品501在同步辐射X射线光束1的垂直于其入射方向A的截面上的投影之间相互不交叠。

[0051] 射线探测器系统4'具有视场B1、视场B2以及视场B3,该射线探测器系统4'包括与视场B1、视场B2以及视场B3分别对应的第一射线探测器、第二射线探测器以及第三射线探测器,该第一射线探测器、第二射线探测器以及第三射线探测器分别通过视场B1、视场B2以及视场B3对应采集样品201、样品301以及样品501的扫描信号。其中,第一射线探测器包括显微物镜404'、面阵探测器405'、反射镜402a,第二射线探测器包括显微物镜406'、面阵探测器407'、反射镜402b,第三射线探测器包括显微物镜408、面阵探测器409,第一射线探测器、第二射线探测器以及第三射线探测器还包括共用的闪烁体401'。

[0052] 该实施方式中,样品201、样品301以及样品501之间、视场B1、视场B2以及视场B3之间位于同一水平面。

[0053] 该实施方式中,为实现高分辨率(例如高于1微米的分辨率),显微物镜404'、显微物镜406'以及显微物镜408采用长工作距离物镜。

[0054] 该实施方式中,闪烁体401'为第一射线探测器、第二射线探测器以及第三射线探测器共用的表面垂直于同步辐射X射线光束1入射方向设置的能够在射线作用下产生荧光可见光的超薄晶体,其在样品201、样品301以及样品501的扫描信号的作用下分别产生相应视场B1、视场B2以及视场B3的可见光C1、可见光C2以及可见光C3;反射镜402a和反射镜402b分别将可见光C1和可见光C2的光轴分别向相反的方向D1和方向D2偏转,偏转角度大小均为 90° ;显微物镜404'、显微物镜406'以及显微物镜408分别将可见光C1、可见光C2以及可见光C3匹配传输至面阵探测器405'、面阵探测器407'以及面阵探测器409;面阵探测器405'、面阵探测器407'以及面阵探测器409分别接收可见光C1、可见光C2以及可见光C3并将其转换为相应视场B1、视场B2以及视场B3的探测信号输出,以实现样品201、样品301以及样品501的扫描信号的采集。其中,第一射线探测器、第二射线探测器以及第三射线探测器位置相对固定。

[0055] 此外,该实施方式的并行CT采集系统还包括CT校轴系统,该CT校轴系统包括分别设于样品台2、样品台3以及样品台5最上方的两轴倾角传感器203、两轴倾角传感器303以及两轴倾角传感器503,还包括设于射线探测器系统4'上的两轴倾角传感器403,其中,第一射线探测器、第二射线探测器以及第三射线探测器共用两轴倾角传感器403。

[0056] 请继续参考图3和图4,该实施方式的并行CT采集系统使用时,样品201、样品301以及样品501置于同步辐射X射线光束1中,样品201、样品301以及样品501使用的射线光束区域相互不交叠,同步辐射X射线光束1入射在样品201、样品301以及样品501上生成相应的各扫描信号,射线探测器系统4'通过视场B1、视场B2以及视场B3分别对应采集样品201、样品301以及样品501的扫描信号。CT校轴系统根据调试时的两轴倾角传感器的数据,可以直接对样品进行校轴。CT校轴系统通过两轴倾角传感器203、两轴倾角传感器303、两轴倾角传感器503、两轴倾角传感器403保证CT实验校轴迅速完成,在时间上可以很好的同步。因此,该实施方式的并行CT采集系统能并行采集同步辐射X射线光束1中三个样品的扫描信号以分别供三个CT同时使用。由于样品201、样品301以及样品501使用不同区域的射线光束,实验之间互不干扰,成像质量完全一样,即使有一个失败,另两个也可以完成。

[0057] 要注意的是,以上列举的仅为本发明的具体实施例,显然本发明不限于以上实施例,随之有着许多的类似变化。本领域的技术人员如果从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形,均应属于本发明的保护范围。

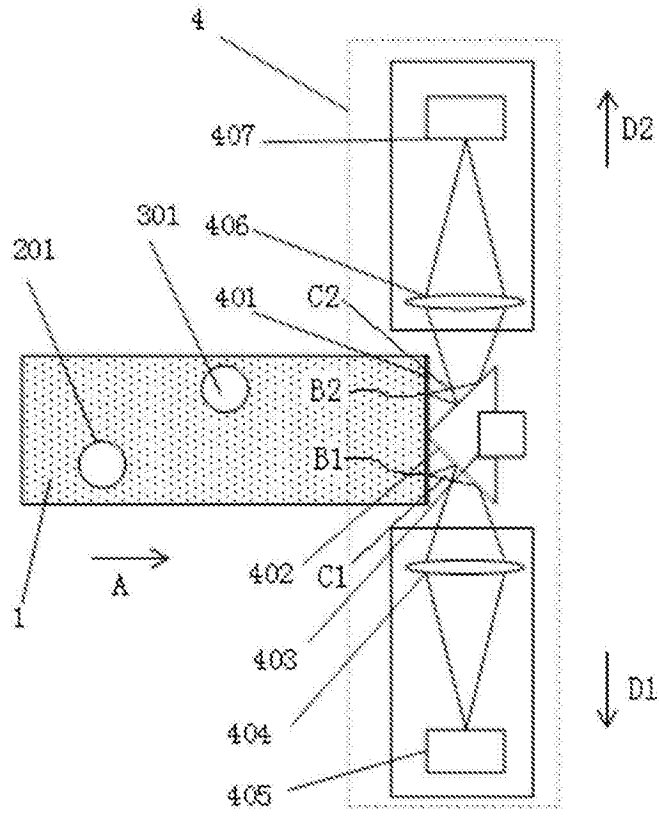


图1

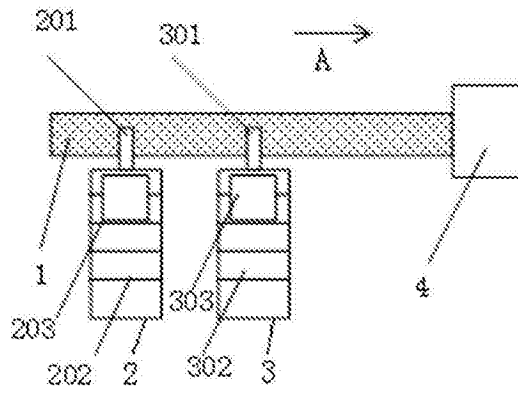


图2

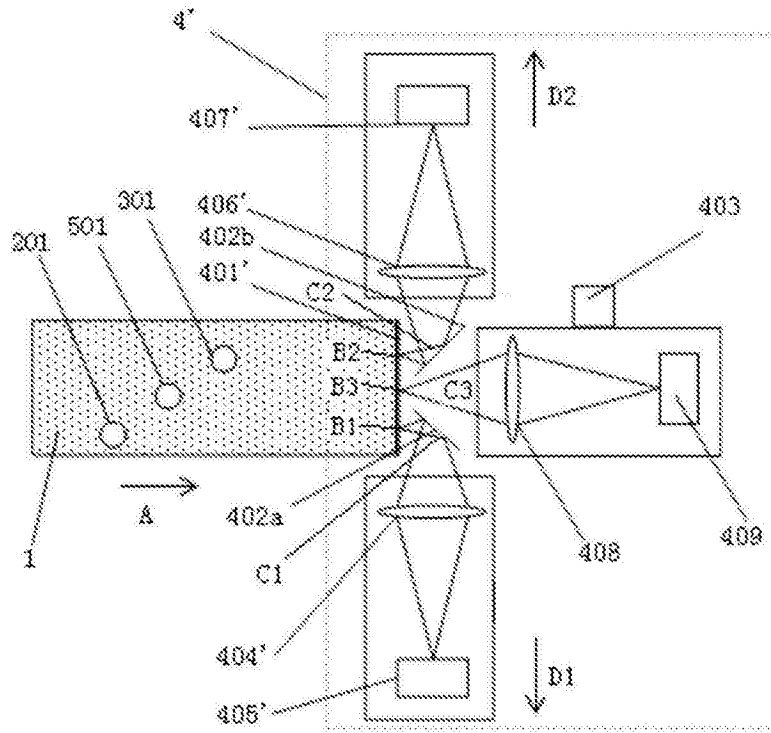


图3

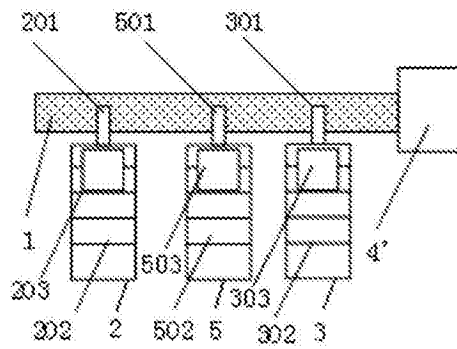


图4