



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104931472 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201510317036. 7

(22) 申请日 2015. 06. 10

(71) 申请人 东北电力大学

地址 132012 吉林省吉林市船营区长春路  
169 号

(72) 发明人 万瑞军 刘玉秋 郑超 杨文胜  
沈继忱

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任  
公司 22201

代理人 王恩远

(51) Int. Cl.

G01N 21/64(2006. 01)

G01N 33/53(2006. 01)

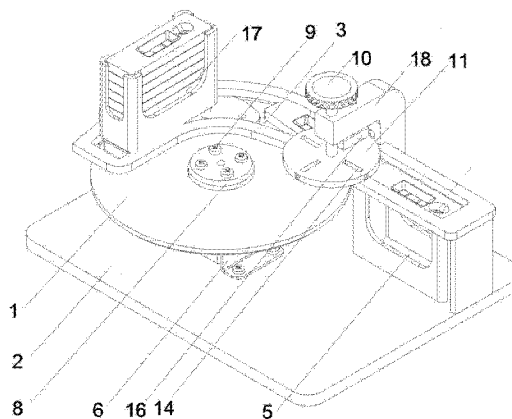
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测  
仪

(57) 摘要

本发明的连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测仪,属于荧光标记免疫样品检测的技术领域。由机械传动系统、光学系统、图像采集系统构成。试纸条放置槽(17)内的荧光标记免疫试纸条落入试纸条滑道(3),由转动的滑道圆盘(1)推动到光源转盘(18)处检测。光源转盘(18)上的矩形孔处装有LED激发光源(12)、狭缝(13)、滤光片(14),荧光经杂光过滤和聚焦透镜(15)聚焦后由CCD线阵传感器(16)接收;最后经图像采集系统处理实现免疫试纸条的检测。本发明实现了连续在线检测和不同波长的荧光试纸条检测;实现光强控制降低试纸条的制备要求;有效的去除噪声,精确读取检测到的荧光的波峰,提高检测的精确度。



1. 一种连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测器, 结构有图像采集系统、座板(2)、光学系统; 所述的图像采集系统, 由 CCD 线阵传感器(16) 和 PC 机组成; 其特征在于, 结构还有机械传动系统;

所述的机械传动系统, 其结构主要由滑道转盘(1)、试纸条放置槽(17)、试纸条滑道(3)、试纸条收集槽(5)、步进电机(7) 组成; 步进电机(7) 固定于座板(2) 上, 其上与滑道转盘(1) 同轴连接; 其中, 滑道转盘(1) 上方装有试纸条滑道(3), 试纸条滑道(3) 的一端上方固定有试纸条放置槽(17); 试纸条滑道(3) 的另一端下方有试纸条收集槽(5);

所述的光学系统, 其结构主要由光源转盘(11)、光源转盘手柄(10)、LED 激发光源(12)、狭缝(13)、滤光片(14)、聚焦透镜(15) 组成; 光源转盘手柄(10) 与光源转盘(11) 同轴固定连接并带动光源转盘(11) 转动; 在光源转盘(11) 沿直径方向开有矩形孔, 在光源转盘(11) 的矩形孔处上下对位安装狭缝(13) 和滤光片(14); 在光源转盘(11) 下表面矩形孔两端安装 LED 激发光源(12); 与矩形孔上下对应装有聚焦透镜(15), 在矩形孔上方装有 CCD 线阵传感器(16); 试纸条滑道(3) 的一段在聚焦透镜(15) 的下方, 并且 LED 激发光源(12) 发出的光照射在试纸条滑道(3) 内经过聚焦透镜(15) 下方的待检测荧光标记免疫试纸条上, 激发的荧光经聚焦透镜(15)、狭缝(13) 和滤光片(14), 由 CCD 线阵传感器(16) 接收。

2. 按照权利要求 1 所述的连续式多波长荧光标记免疫试纸条检测器, 其特征在于, 所述的光源转盘(11), 其上的矩形孔共开有 4 个, 每个矩形孔两端所安装的 LED 激发光源(12) 为一组, 同组的 LED 激发光源(12) 发出相同波长的激发光; 4 组 LED 激发光源(12) 分别发出不同波长的激发光。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的连续式多波长荧光标记免疫试纸条检测器, 其特征在于, 所述的 LED 激发光源(12), 每一组有 6 个, 分别安装在光源转盘(11) 一个矩形孔两端, 每端各装 3 个。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的连续式多波长荧光标记免疫试纸条检测器, 其特征在于, 所述的狭缝(13), 宽度与荧光标记免疫试纸条上的检测带尺寸一致; 所述的滤光片(14), 是对激发光全反射和对荧光全透的膜板。

5. 按照权利要求 4 所述的连续式多波长荧光标记免疫试纸条检测器, 其特征在于, 所述的滤光片(14), 是 2 个, 分别安装在狭缝(13) 的两侧。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的连续式多波长荧光标记免疫试纸条检测器, 其特征在于, 所述的 CCD 线阵传感器(16), 选用 MPS-CCDPro1208。

## 连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测仪

### 技术领域

[0001] 本发明属于荧光标记免疫样品检测的技术领域,是一种连续检测激光诱导荧光标记免疫试纸条的仪器,该装置可对4种波长的荧光标记免疫试纸条进行连续快速检测与结果判断且波长面积精确计算,从而实现医学、环境、化工、病毒等领域的多目标检测。

### 背景技术

[0002] 免疫荧光检测法是以荧光物质(也称为荧光色素或荧光素)作为标记物,标记抗体(或抗原),与相应的抗原(或抗体)反应,根据荧光的存在与否来检测其是否存在。荧光检测器是根据荧光能量定量检测,利用机器取代人类视觉对待测物进行观察检测,提高了检测的自动化程度。

[0003] 目前基于荧光标记技术的荧光试纸条在临床、食品安全检测等领域具有广泛的应用前景,国外针对荧光免疫检测试纸的荧光试纸检测仪器已有一些相关研究,现行的荧光检测器大多采用光电法,总体设计是以激光器做激发光源、用光电二极管和光电倍增管作检测部件。由于激光器光强热稳定性相对较差,容易带来漂移误差,性能稳定的激光器成本很高,而且制造工艺比较复杂,不容易实现。使用光电二极管和光电倍增管检测通过光学聚光后的被测物发出的荧光,会被其他背景光干扰,而且影响程度较大。当光电倍增管作为荧光检测部件时,在免疫试纸条荧光波长为600nm左右时,其光子转换效率仅为5-10%,所以,不适合检测低浓度样品。而且,现有的荧光试纸检测仪器仍为每次只可针对一个试纸条进行检测,且检测波长固定,仪器使用受限。同的被检测物需要的时间不同,操作人员不易掌握最佳检测时间,影响检测精度,浪费了大量的时间和财力。

[0004] 研发出一款高精度快速多试纸条检测的仪器非常重要。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是,设计一种连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测仪,可对4种波长的荧光标记免疫试纸条进行连续快速检测与结果判断且波长面积精确计算,实现连续检测和提高检测精确度。

[0006] 本发明的具体技术方案可参考附图,如下所述。

[0007] 一种连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测器,结构有图像采集系统、座板2、光学系统;所述的图像采集系统,由CCD线阵传感器16和PC机组成;其特征在于,结构还有机械传动系统;

[0008] 所述的机械传动系统,其结构主要由滑道转盘1、试纸条放置槽17、试纸条滑道3、试纸条收集槽5、步进电机7组成;步进电机7固定于座板2上,其上与滑道转盘1同轴固定连接;其中,滑道转盘1上方装有试纸条滑道3,试纸条滑道3的一端上方固定有试纸条放置槽17;试纸条滑道3的另一端前下方有试纸条收集槽5;

[0009] 所述的光学系统,其结构主要由光源转盘11、光源转盘手柄10、LED激发光源12、狭缝13、滤光片14、聚焦透镜15组成;光源转盘手柄10与光源转盘11同轴固定连接并带

动光源转盘 11 转动；在光源转盘 11 沿直径方向开有矩形孔，在光源转盘 11 的矩形孔处上下对位安装狭缝 13 和滤光片 14；在光源转盘 11 下表面矩形孔两端安装 LED 激发光源 12；与矩形孔上下对应装有聚焦透镜 15，在矩形孔上方装有 CCD 线阵传感器 16；试纸条滑道 3 的一段在聚焦透镜 15 的下方，并且 LED 激发光源 12 发出的光照射在试纸条滑道 3 内经过聚焦透镜 15 下方的待检测荧光标记免疫试纸条上，激发的荧光经聚焦透镜 15、狭缝 13 和滤光片 14，由 CCD 线阵传感器 16 接收。

[0010] 所述的图像采集系统，由 CCD 线阵传感器 16 和 PC 机组成，软件由图像采集、处理、分析计算、人机界面组成。CCD 线阵传感器 16 和 PC 机与现有技术相同，软件也是按现有技术进行工作。图像采集系统的基本工作过程：由 CCD 线阵传感器采集的图像，通过 USB 接口连续传输到 PC 计算机，自动或手动操作截取荧光标记免疫试纸条图像，在图像上可以精确读取荧光波长的峰值，可以精确计算出质控带和检测带波形面积，通过图像和精确数值显示待测浓度。

[0011] 所述的光源转盘 11，其上的矩形孔共开有 4 个，每个矩形孔两端所安装的 LED 激发光源 12 为一组，同组的 LED 激发光源 12 发出相同波长的激发光；4 组 LED 激发光源 12 分别发出不同波长的激发光。实现多波长激发荧光标记免疫试纸条的检测。

[0012] 所述的 LED 激发光源 12，每一组有 6 个，分别安装在光源转盘 11 一个矩形孔两端，每端各装 3 个。通过开启不同数目的 LED 激发光源 12 实现对光照强度进行调整；或改变加在 LED 激发光源 12 上的电压大小实现对光照强度进行调整。

[0013] 所述的狭缝 13，宽度与荧光标记免疫试纸条上的检测带尺寸一致；所述的滤光片 14，是对激发光全反射和对荧光全透的膜板。

[0014] 所述的 CCD 线阵传感器 16 可以选用 MPS-CCDPro1208。

[0015] 本发明的工作情况如下：在机械传动系统中，试纸条放置槽 17 内可同时容纳多个待测的荧光标记免疫试纸条，试纸条以相同时间间隔依次落到滑道转盘 1 上面的试纸条滑道 3 内，随着滑道转盘 1 在步进电机 7 带动下转动，试纸条滑道 3 内的试纸条以一定时间间隔依次按试纸条滑道 3 方向连续运动。在光源转盘 11 矩形孔处下方 LED 激发光源 12 发出的光，照射到试纸条滑道 3 内的试纸条的质控带和检测带，激发出荧光。被激发的荧光经滤光片 14、狭缝 13 去噪后，由聚焦透镜 15 成像在 CCD 线阵传感器 16 有效区域上，从而使试纸条上被激发的荧光经 CCD 线阵传感器 16 将光信号转换为电信号，传送到 PC 机进行处理分析。

[0016] 与现有技术相比本发明的技术效果如下：

[0017] 1、机械传动系统可使多个试纸条连续在线检测，不同以往一次只能对一个试纸条进行检测，大大节省了检测时间，且设计结构简单。

[0018] 2、LED 激发光源通过光源转盘，可手动或自动切换 4 种波长的激发光，可应用于不同波长的荧光试纸条检测，克服以往单一波长检测的弊端，同时充分利用仪器空间，实现了一机多用。

[0019] 3、每个波长的 3 组 LED 激发光源，可以通过控制实际电流实现对激发光源的光强控制，还可通过控制 3 组 LED 的通断路实现光强控制，激发光增强时可以使相对较弱的荧光信号的到激发，降低了试纸条的制备要求，可应用于不同的测试。

[0020] 4、狭缝和滤光片在噪声过滤的时候可以有多种组合形式，可以适用于不同背景光

强的滤噪,有效的去除噪声,提高检测的精确度。

[0021] 5、采用 CCD 线阵传感器作为荧光图像传感器,可一次得到质控带和检测带的荧光标记图像,在 PC 界面上有 CCD 线阵传感器坐标值,可精确读取检测到的荧光的波峰;准确选取荧光标记信号进行分析,减少了光电检测中因聚焦造成的背景光影响。

[0022] 6、试纸条检测精度可到 0.0001mm。

### 附图说明

[0023] 图 1 是本发明的整体结构的立体示意图。

[0024] 图 2 是本发明结构的主视图。

[0025] 图 3 是本发明结构的右视图。

[0026] 图 4 是本发明结构的左视图。

[0027] 图 5 是本发明结构的俯视图。

[0028] 图 6 本发明的光学系统示意图。

### 具体实施方式

[0029] 结合附图进一步说明本发明的结构和作用。

[0030] 实施例 1 参见图 1~5 说明本发明的连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测仪的整体结构。

[0031] 本发明的结构有机械传动系统、光学系统、图像采集系统。

[0032] 其中的机械传动系统,由滑道转盘 1、试纸条放置槽 17、试纸条滑道 3、支持架 4、试纸条收集槽 5、电机支架 6、步进电机 7、压垫 8、紧轴套 9 组成;步进电机 7 位于电机支架 6 内固定于座板 2 上,其上与滑道转盘 1 相连,由压垫 8 和紧轴套 9 固定,即,步进电机 7 的主轴与滑道转盘 1 的转动轴相连,步进电机 7 能带动滑道转盘 1 转动;滑道转盘 1 上方固定有试纸条滑道 3,试纸条滑道 3 可以是 90 度圆弧状的,其宽度能通过荧光标记免疫试纸条。试纸条滑道 3 的一端上方固定安装试纸条放置槽 17,试纸条滑道 3 的另一端前方有试纸条收集槽 5。

[0033] 试纸条放置槽 17 内可装入多个待测的荧光标记免疫试纸条,试纸条以相同时间间隔依次落到滑道转盘 1 上面的试纸条滑道 3 内,随着滑道转盘 1 在步进电机 7 带动下转动,试纸条滑道 3 内的试纸条以一定时间间隔依次在试纸条滑道 3 运动。试纸条到达 LED 激发光源 12 处检测后滑落到试纸条收集槽 5 中。机械传动系统传送被测试的荧光免疫试纸条,起到连续自动检测的作用,克服了现有技术一次只能对一个试纸条进行检测的局限。

[0034] 其中的光学系统,由光源固定架 18、光源转盘 11、光源转盘手柄 10、LED 激发光源 12、狭缝 13、滤光片 14、聚焦透镜 15 组成;在光源转盘 11 沿两条相互垂直的直径方向开有 4 个矩形孔,在光源转盘 11 上下表面的每个矩形孔处上下对位安装狭缝 13 和滤光片 14;在光源转盘 11 每个矩形孔两端都安装波长相同的 LED 激发光源 12,四个矩形孔安装的 LED 激发光源 12 波长各不相同;在矩形孔下方装有聚焦透镜 15,在矩形孔上方装有 CCD 线阵传感器 16;狭缝 13、滤光片 14、聚焦透镜 15 与在聚焦透镜 15 下方的试纸条滑道 3 内试纸条四者的中心轴线相重合。光源固定架 18 用于安装并支撑光源转盘 11、光源转盘手柄 10 和 CCD 线阵传感器 16;光源固定架 18 内可以是中空的,其中布有 LED 激发光源 12 和 CCD 线阵传

感器 16 的电源线和连接导线。

[0035] 在聚焦透镜 (15) 下方的试纸条滑道 (3) 内试纸条通过时, LED 激发光源 12 发出的光照射在待检测荧光标记免疫试纸条上, 激发的荧光经聚焦透镜 15 聚焦, 经狭缝 13 和滤光片 14, 由 CCD 线阵传感器 16 接收。旋转光源转盘手柄 10 能够转动光源转盘 11, 使不同波长的 LED 激发光源 12 转到试纸条滑道 3 内的试纸条上方, 实现检测波长的转换。

[0036] 所述的 CCD 线阵传感器 16 有效检测区域与待检测试纸条的检测带和质控带可以平行方向检测也可垂直方向检测: 平行方向检测, 在 PC 机上先后出现检测带和质控带的波形; 垂直方向检测, 在 PC 机上同时出现两个波形, 位置上检测带在上, 质控带在下。

[0037] 所述的滤光片 14 可以是对激发光全反射和对荧光全透的模板。所述的 CCD 线阵传感器最好选用 MPS-CCDPro1208。

[0038] 其中的图像采集系统, 由 CCD 线阵传感器 16 和 PC 机组成, 软件由图像采集、处理、分析计算、人机界面组成。其基本工作过程: 由 CCD 线阵传感器 16 采集的图像, 通过 USB 接口连续传输到 PC 计算机, 自动或手动操作截取荧光标记免疫试纸条图像, 在图像上可以精确读取荧光波长的峰值, 可以精确计算出质控带和检测带波形面积, 通过图像和精确数值显示待测浓度。

[0039] 实施例 2 LED 激发光源 12 的控制与切换

[0040] 本发明由于在每个矩形孔两端装有一组 LED 激发光源 12, 4 组 LED 激发光源 12 可切换 4 种波长的激发光, 且能通过改变加在 LED 激发光源 12 上的电压对光照强度进行调整, 即通过控制 LED 发光源 12 的实际电流实现光强的控制; 还可以以 6 个 LED 激发光源 12 为一组, 每个矩形孔的两端各安装 3 个 LED 激发光源 12, 可以选择性的关掉 1 对或 2 对 LED 激发光源 12 实现对光强的有效控制。

[0041] 激发光源及切换结构是: LED 激发光源 12 由 24 个 LED 组成, 每 6 个 LED 波长相同, 固定于光源转盘 11 上, 其中, 光源转盘 11 以相互垂直的两条直径划分为均等的四个区域, 每个区域圆盘边缘处均有尺寸与 CCD 线阵传感器有效区域相对应的矩形孔, 矩形长边指向圆心, 两条短边各对应固定同波长的 3 个 LED 激发光源 12, 四个区域各自对应一个波长的激发光源, 光源转盘 11 圆心上固定有光源转盘手柄 10, 可通过光源转盘手柄 10 进行手动激发光源波长切换, 也可自动进行波长切换。光源转盘 11 边缘处有四个凹孔, 单向旋转切换一个波长后凹孔处被制动体 19 制动。

[0042] 实施例 3 实现杂光过滤和荧光聚焦的结构。

[0043] 在 LED 激发光源 12 发出的光照射在待检测的荧光标记免疫试纸条上后, 激发的荧光有三种过滤杂光的方法: 荧光经滤光片 14 后经过狭缝 13; 荧光经狭缝 13 后经过滤光片 14; 荧光经滤光片 14 后经过狭缝 13 再经第二个滤光片 14 过滤; 其中狭缝 13 的宽度与试纸条上的检测带尺寸是一致的。其中的第 3 种过滤杂光的方法需要 2 个滤光片 14, 分别安装在狭缝 13 的两侧。

[0044] 由此可见, 狭缝 13 和滤光片 14 的位置关系可以互换, 哪一个在光源转盘 11 的上表面、哪一个在光源转盘 11 的下表面, 并不影响过滤杂光的效果。

[0045] LED 激发光源 12 发出的光照射在待检测的荧光标记免疫试纸条上, 激发的荧光先经聚焦透镜 15 聚焦, 再经狭缝 13 和滤光片 14 过滤杂光由 CCD 线阵传感器 16 接收; 或者 LED 激发光源 12 发出的光照射在待检测的荧光标记免疫试纸条上, 激发的荧光也可以先经

狭缝 13 和滤光片 14 过滤杂光,再经聚焦透镜 15 聚焦于 CCD 线阵传感器 16 有效区域。

[0046] 实施例 4 制动体 19 与旋转光源转盘 11 的锁定

[0047] 所述的制动体 19 由弹簧控制的凸起构成,固定安装在光源固定架 18 内侧面,并对应光源转盘 11 边缘的位置。

[0048] 在光源转盘 11 边缘处对应矩形孔的位置共开有四个凹孔,手动光源转盘手柄 10 单向旋转光源转盘 11,当转盘手柄 10 切换一组相同波长的 LED 激发光源 12 到达制动体 19 位置时,制动体 19 的凸起弹入光源转盘 11 边缘处的凹孔内,光源转盘 11 被制动体 19 制动,从而将一组 LED 激发光源 12 锁定在试纸条滑道 3 内一个试纸条的正上方。



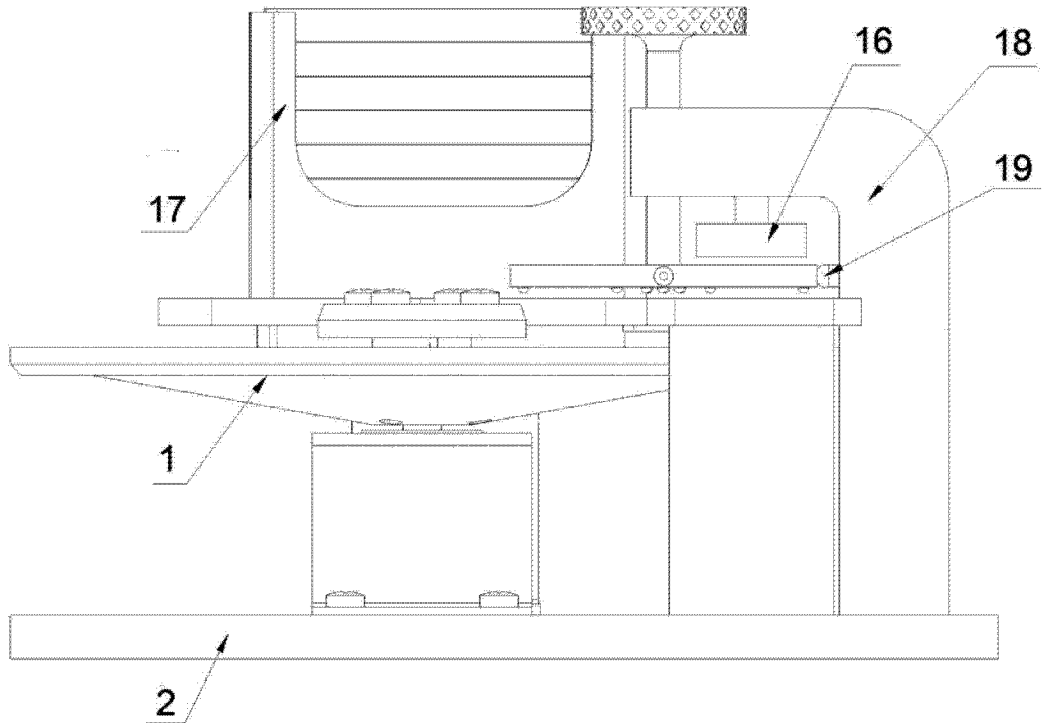


图 3

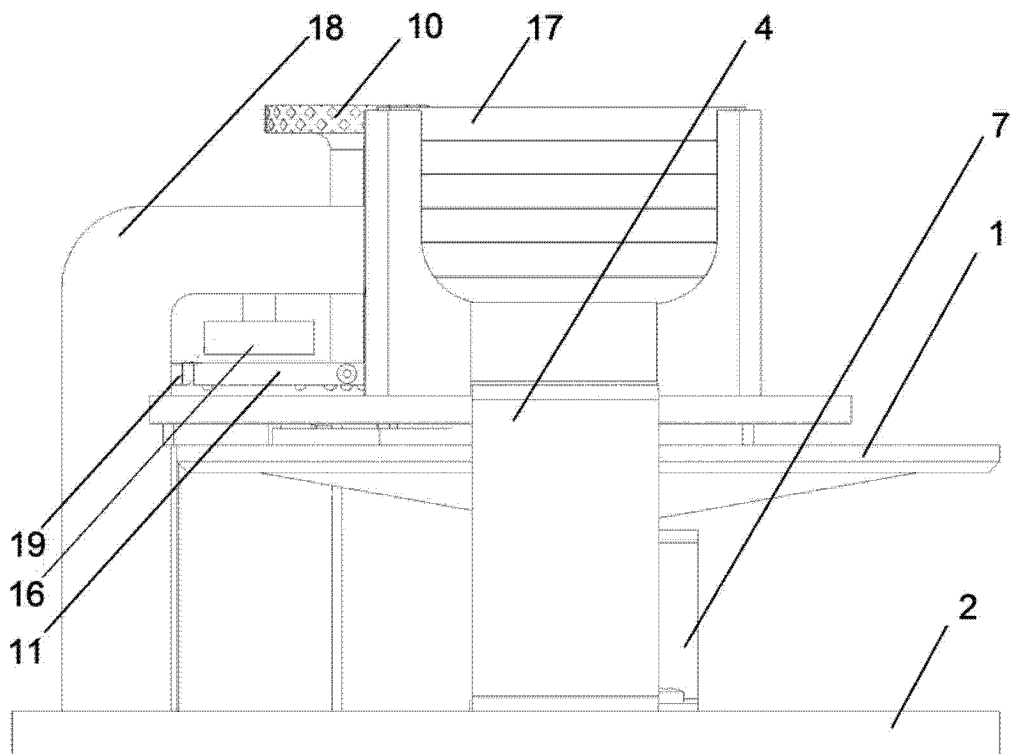


图 4

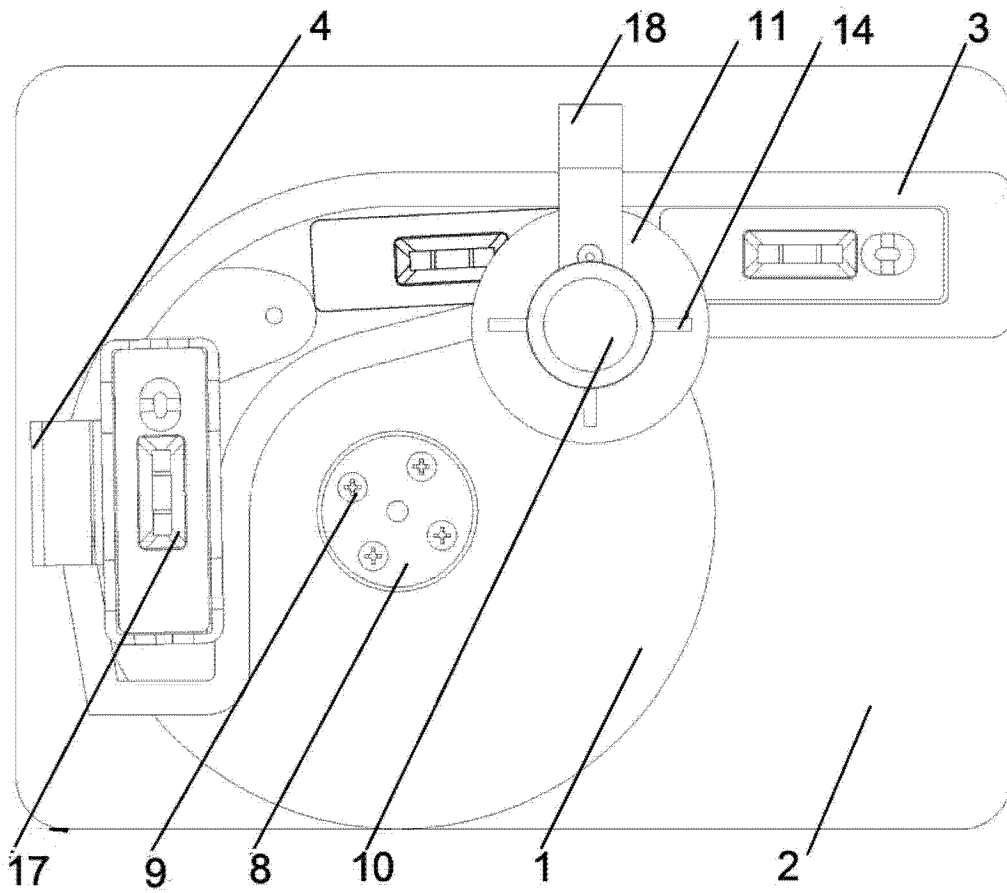


图 5

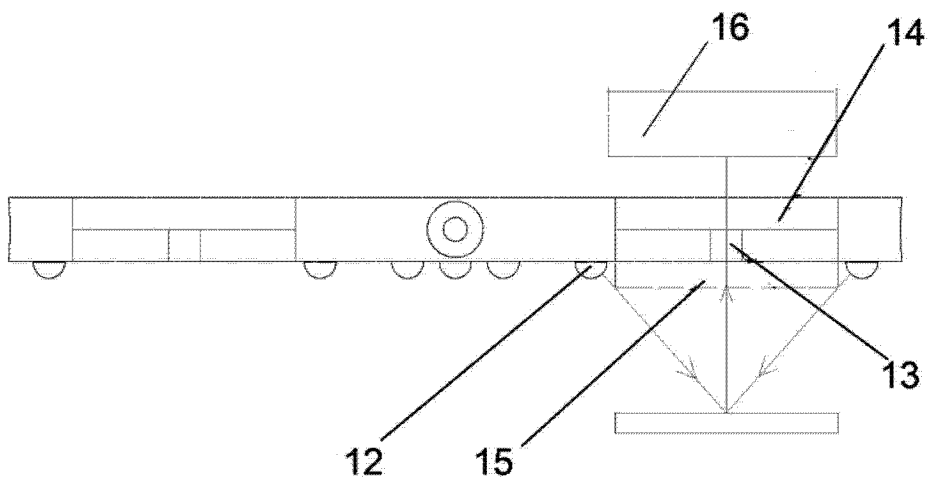


图 6

专利名称(译)	连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测仪		
公开(公告)号	<a href="#">CN104931472A</a>	公开(公告)日	2015-09-23
申请号	CN201510317036.7	申请日	2015-06-10
[标]申请(专利权)人(译)	东北电力大学		
申请(专利权)人(译)	东北电力大学		
当前申请(专利权)人(译)	东北电力大学		
[标]发明人	万瑞军 刘玉秋 郑超 杨文胜 沈继忱		
发明人	万瑞军 刘玉秋 郑超 杨文胜 沈继忱		
IPC分类号	G01N21/64 G01N33/53		
代理人(译)	王恩远		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明的连续式多波长激发荧光标记免疫试纸条检测仪，属于荧光标记免疫样品检测的技术领域。由机械传动系统、光学系统、图像采集系统构成。试纸条放置槽(17)内的荧光标记免疫试纸条落入试纸条滑道(3)，由转动的滑道圆盘(1)推动到光源转盘(18)处检测。光源转盘(18)上的矩形孔处装有LED激发光源(12)、狭缝(13)、滤光片(14)，荧光经杂光过滤和聚焦透镜(15)聚焦后由CCD线阵传感器(16)接收；最后经图像采集系统处理实现免疫试纸条的检测。本发明实现了连续在线检测和不同波长的荧光试纸条检测；实现光强控制降低试纸条的制备要求；有效的去除噪声，精确读取检测到的荧光的波峰，提高检测的精确度。

