



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110579594 B

(45) 授权公告日 2021.06.29

(21) 申请号 201910633255.4

(22) 申请日 2019.07.15

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110579594 A

(43) 申请公布日 2019.12.17

(73) 专利权人 北京化工大学  
地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号  
专利权人 北京万泰生物药业股份有限公司

(72) 发明人 邱宪波 李益民 彭旭 王东  
张晓磊 董盛华

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203  
代理人 沈波

(51) Int.Cl.

G01N 33/533 (2006.01)

G01N 21/64 (2006.01)

B01L 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101086496 A, 2007.12.12

CN 109603936 A, 2019.04.12

CN 103901189 A, 2014.07.02

US 5085832 A, 1992.02.04

CN 105925476 A, 2016.09.07

审查员 赵晓明

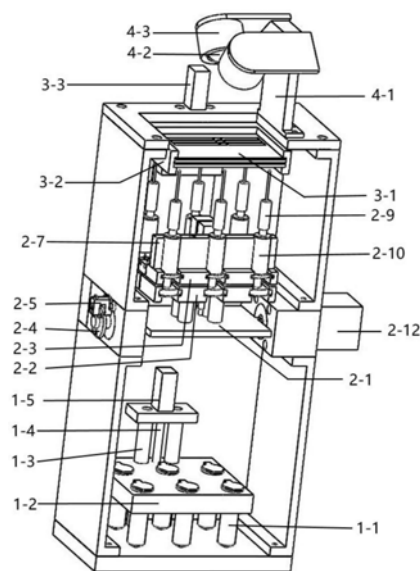
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于结核自动检测的装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于结核自动检测的装置及方法,装置组成从下到上依次包括:储液模块、功能集成泵模块、微流控芯片模块与荧光检测模块。功能集成泵模块中的功能集成泵可以实现180°翻转,当其翻转至垂直向下方向时,可与位于其正下方的储液模块实现对接完成检测样品的预处理,功能集成泵与位于其正上方的微流控芯片实现对接,完成检测样品的混合、驱动及侧向流免疫反应。荧光检测模块位于微流控芯片模块的正上方,利用紫外LED灯发出的紫外光,激发微流控芯片中集成的侧向流荧光试纸条上的荧光信号,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读。本发明具有系统集成度高、检测复杂度低、操作简单方便、成本低等优点。



1. 一种用于结核自动检测的装置,其特征在于:从下到上依次包括:储液模块、功能集成泵模块、微流控芯片模块与荧光检测模块;其中,功能集成泵模块中的功能集成泵能够实现180°翻转,当其翻转至垂直向下方向时,可与位于其正下方的储液模块实现对接,抽取一定体积的检测样品或样本稀释液,随后,功能集成泵翻转至垂直向上状态,完成检测样品的预处理,包括24小时细胞培养及红细胞沉降,然后,功能集成泵与位于其正上方的微流控芯片模块实现对接,完成检测样品的混合、驱动及侧向流免疫反应;荧光检测模块位于微流控芯片模块的上方两侧,利用紫外LED灯发出的紫外光,激发微流控芯片(3-1)中集成的侧向流荧光试纸条(3-13-2)上的荧光信号,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读;储液模块位于装置底部,包括试管架(1-2)、EP试管(1-1)及其配套控制系统;其中,试管架(1-2)上设有多个通孔和一个螺纹孔,多个通孔用于存放多个装有样本稀释液或者全血样本的EP试管(1-1),螺纹孔与螺纹杆(1-4)相结合,螺纹杆(1-4)与直流电机(1-5)的转轴相锁定,控制直流电机(1-5)的正反转,带动螺纹杆(1-4)转动,从而驱动试管架(1-2)沿着光轴(1-3)做竖直方向上的可控上下运动;

功能集成泵模块位于储液模块的正上方,功能集成泵由结构类似注射器的微型化活塞式驱动泵、温育模块以及其配套的控制系統组成,其组成从下到上依次为:底板(2-1)、滑动平台(2-2)、顶板(2-3)和直流电机一(2-16)和直流电机二(2-17),在功能集成泵中,两根光轴穿过滑动平台(2-2),将底板(2-1)、滑动平台(2-2)与顶板(2-3)相锁定,直流电机一(2-16)和直流电机二(2-17)的转轴上带有螺纹,能够与滑动平台(2-2)上的两个螺纹孔相结合,控制直流电机一(2-16)和直流电机二(2-17)的转动,驱动滑动平台(2-2)做竖直方向上的可控上下运动;

微型化活塞式驱动泵由微型化活塞式驱动泵接口(2-9)、微型化活塞式驱动泵泵体(2-10)和微型化活塞式驱动泵活塞(2-11)三部分组成,微型化活塞式驱动泵被固定在功能集成泵的两侧,微型化活塞式驱动泵活塞(2-11)与滑动平台(2-2)相固定,微型化活塞式驱动泵泵体(2-10)与顶板(2-3)相固定,控制直流电机一(2-16)和直流电机二(2-17)的正反转,驱动滑动平台(2-2)做竖直方向上的可控上下运动,从而实现微型化活塞式驱动泵活塞(2-11)的拉推运动,从而实现微型化活塞式驱动泵对检测样品的吸取与泵出;滑动平台(2-2)的运动的初始位置通过触控开关一(2-6)和触控开关二(2-14)辅助定位,终点位置通过调节直流电机的运行时间来确定;

微型化活塞式驱动泵被固定在功能集成泵的两侧,一侧的微型化活塞式驱动泵的操作对象为样本稀释液,另一侧操作对象为全血样本,两侧的微型化活塞式驱动泵内的微型化活塞式驱动泵活塞(2-11)的拉推运动,分别通过直流电机一(2-16)和直流电机二(2-17)控制,即可单独控制样本稀释液或者全血样本的吸取与泵出。

2. 根据权利要求1所述的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于:温育模块位于功能集成泵顶板(2-3)上方并紧贴顶板(2-3),温育模块由铝制导热板(2-7)和聚酰亚胺电热膜(2-15)组成,铝制导热板(2-7)的一侧为半包围结构,铝制导热板(2-7)与功能集成泵一侧的微型化活塞式驱动泵紧密贴合,另一侧粘贴有聚酰亚胺电热膜(2-15),利用聚酰亚胺电热膜(2-15)作为加热源,将热量通过铝制导热板(2-7)传至吸取有全血的多个微型化活塞式驱动泵中,从而实现对全血样本的温育;铝制导热板(2-7)中设计有温度传感器嵌槽(2-8),用于存放温度传感器,温度传感器用于采集温度数据并向控制系统反馈温度数据,

以实现温度的闭环控制,从而实现恒温温育。

3. 根据权利要求1所述的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于:功能集成泵翻转的控制系统由步进电机(2-12)作为驱动,步进电机(2-12)转轴与功能集成泵底板(2-1)相锁定,锁定结构被嵌至轴承(2-13)中,锁定结构在轴承(2-13)内部转动;控制步进电机(2-12)的正转和反转,带动功能集成泵底板(2-1)翻转,从而实现功能集成泵的从0-180°的角度翻转,光栅(2-3)和光耦(2-4)用于辅助翻转角度定位。

4. 根据权利要求1所述的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于:微流控芯片模块位于功能集成泵模块的正上方,其组成包括:微流控芯片(3-1)、芯片架(3-2)及其配套控制系统;其中,芯片架(3-2)上有两个通孔和一个螺纹孔,在两个通孔中插入光轴(3-5),将微流控芯片模块固定在功能集成泵模块的正上方,螺纹孔与直流电机(3-3)的带有螺纹的转轴(3-4)相结合,通过控制直流电机(3-3)的正反转,带动芯片架(3-2)运动,从而驱动芯片架(3-2)沿着光轴(3-5)做竖直方向上的可控上下运动,从而实现了微流控芯片(3-1)在竖直方向的可控上下运动;

微流控芯片模块中的微流控芯片(3-1),能够插入至芯片架(3-2)中,微流控芯片(3-1)分为四层,从下到上依次为芯片过滤层(3-11)、下层混合层(3-12)、上层混合层(3-13)与顶盖(3-14)四个部分;芯片过滤层(3-11)的上表面固定有全血过滤膜3-11-1,全血过滤膜3-11-1用于滤除红细胞,实现血浆分离,芯片过滤层(3-11)的背面用PDMS塞子塞住进样孔,当给微流控芯片(3-1)加样时,功能集成泵模块中的微型化活塞式驱动泵接口(2-9)从芯片过滤层(3-11)背面刺穿PDMS塞子后,开始进样;下层混合层(3-12)和上层混合层(3-13)上设计有来回弯曲的Z字形混合通道,用于血浆和样本稀释液的混合,上层混合层(3-13)设计与Z字形混合通道末端相连的多个检测槽,检测槽内放置侧向流荧光试纸条(3-13-2),用于检测样品的免疫层析反应;顶盖(3-14)用于封装芯片,防止芯片在长期保存中受到污染,顶盖(3-14)上设计有多个与检测槽对应的顶盖缺口(3-14-1),将检测槽中的侧向流荧光试纸条(3-13-2)暴露在空气中,用于荧光信号的检测与读取。

5. 根据权利要求4所述的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于:荧光检测模块位于微流控芯片(3-1)的正上方,其功能为实现荧光信号的激发及检测,其组成包括:紫外LED灯固定架(4-1)、紫外LED灯、凸透镜固定架(4-2)和凸透镜(4-3),凸透镜(4-3)安装在凸透镜固定架(4-2)上,其中,紫外LED灯发出的紫外光,通过凸透镜(4-3)实现光线聚焦,从而获得亮度均匀的紫外光光斑,并照射在微流控芯片(3-1)上的多个侧向流荧光试纸条(3-13-2)上的可显色区域,完成侧向流荧光试纸条(3-13-2)上的荧光信号的激发,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读。

6. 根据权利要求4所述的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于:功能集成泵一方面集成了微型化活塞式驱动泵吸取检测样品和流体驱动泵泵出检测样品的功能,通过触控开关辅助定位微型化活塞式驱动泵活塞(2-11)运动的初始位置,通过控制直流电机运动的时间确定微型化活塞式驱动泵活塞(2-11)的运动距离,从而实现流体定量的精准控制;另一方面,通过将温育模块与微型化活塞式驱动泵相结合,实现对微型化活塞式驱动泵中的全血样本的温育,从而完成对细菌的培养;最终,通过控制功能集成泵将样本稀释液和全血样本等比例泵至微流控芯片(3-1)中,全血样本在芯片过滤层(3-11)中完成血浆分离,血浆与全血样本的稀释液在微流控芯片的下层混合层(3-12)和上层混合层(3-13)中完成等比

例混合,并将固定体积的混合液驱动至微流控芯片(3-1)中的侧向流荧光试纸条(3-13-2)上,以完成免疫层析反应,通过让多个检测样品同时进行免疫层析反应,读取其对应的侧向流荧光试纸条(3-13-2)上的荧光信号,由此实现结核检测结果的阴阳性判读。

## 一种用于结核自动检测的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及结核检测领域,尤其涉及一种用于结核自动检测的装置及方法。

### 背景技术

[0002] 结核病具有易传播、易产生耐药性、不易根治、对身体健康状态影响大等特点,其病毒源为结核杆菌,结核杆菌感染新宿主后,可侵入宿主全身各个器官,诱发不同类型的结核病,对人类健康造成了极大的威胁,因此,实现结核病的早期准确诊断对于结核病的治疗与防控具有重要的现实意义。目前,结核检测的主要方式中,往往需要专业技术人员使用细菌学方法、免疫学方法或分子生物学方法来完成结核诊断,且存在操作复杂、时间长、成本高、灵敏度偏低等缺点,不利于结核检测的推广应用。

[0003] 微流控技术的出现,为实现高效、简便、集成化、智能化的疾病诊断提供了一个具有显著特色的技术平台,在医学诊断中正日益发挥越加重要的作用。基于微流控芯片,研究与微流控芯片配套使用的结核自动检测装置,将结核检测中涉及到的样品培养、反应、检测及信号读取等多个步骤集成在一个以微流控芯片为核心的装置中,实现自动化、智能化、无交叉污染的结核检测,降低对操作人员的依赖程度,由此降低结核检测复杂度,实现准确、简便而高效的结核检测。因此,研究结核自动检测装置及方法,对于提升结核诊断与防控水平具有重要的现实意义。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的为提供一种用于结核自动检测的装置及方法,此装置可实现的功能有:结核检测中的试剂样本吸取与泵出、试剂样本预处理以及试剂样本的反应与检测。此结核自动检测装置实现了试剂样本预处理、试剂流体控制以及试剂样本反应与检测等功能的集成化、一体化与自动化,可实现简化的结核自动检测。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的方案是:一种用于结核自动检测的装置,该装置从下到上依次包括:储液模块、功能集成泵模块、微流控芯片模块与荧光检测模块。其中,功能集成泵模块中的功能集成泵能够实现 $180^{\circ}$ 翻转,当功能集成泵翻转至垂直向下的方向时,能够与位于其正下方的储液模块实现对接,抽取一定体积的检测样品或缓冲液,随后,功能集成泵翻转至垂直向上状态,完成检测样品的预处理,包括24小时细胞培养及红细胞沉降,然后,功能集成泵与位于功能集成泵正上方的微流控芯片模块实现对接,完成检测样品的混合、驱动及侧向流免疫反应。荧光检测模块位于微流控芯片模块的上方两侧,利用紫外LED灯发出的紫外光,激发微流控芯片中集成的侧向流荧光试纸条上的荧光信号,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读。

[0006] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,储液模块位于装置底部,储液模块包括试管架、EP试管及其配套的控制系統。其中,试管架上设有多个通孔和一个螺纹孔,多个通孔用于存放多个装有检测样品的EP试管,螺纹孔与螺纹杆相配合,螺纹杆的端部与直流电机的转轴相连接,直流电机由控制系统控制,控制系统用以控制直流电机的正转

或者反转,进而能够实现螺纹杆的正转或者反转,从而驱动试管架沿着光轴做竖直方向上的可控上下运动。

[0007] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,功能集成泵模块位于储液模块的正上方。其中,功能集成泵由结构类似注射器的微型化活塞式驱动泵和温育模块组成,其组成从下到上依次为:底板、滑动平台、顶板和直流电机一和直流电机二;在功能集成泵中,两根光轴穿过滑动平台,将底板、滑动平台与顶板相连接,直流电机一和直流电机二的转轴上带有螺纹,与滑动平台上的两个螺纹孔相结合,控制直流电机的正反转,驱动滑动平台做竖直方向上的可控上下运动。

[0008] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,微型化活塞式驱动泵由微型化活塞式驱动泵接口、微型化活塞式驱动泵泵体和微型化活塞式驱动泵活塞三部分组成,微型化活塞式驱动泵被固定在功能集成泵的两侧,微型化活塞式驱动泵活塞与滑动平台相固定,微型化活塞式驱动泵泵体与顶板相固定,控制直流电机一和直流电机二的正反转,可驱动滑动平台做竖直方向上的可控上下运动,从而实现微型化活塞式驱动泵活塞的拉推运动,从而实现微型化活塞式驱动泵对检测样品的吸取与泵出。滑动平台的运动的初始位置通过触控开关一和触控开关二辅助定位,终点位置通过调节直流电机的运行时间来确定。

[0009] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,微型化活塞式驱动泵被固定在功能集成泵的两侧,一侧的微型化活塞式驱动泵的操作对象为样本稀释液,另一侧操作对象为全血样本,两侧的微型化活塞式驱动泵内的微型化活塞式驱动泵活塞的拉推运动,分别通过直流电机一和直流电机二控制,即可单独控制样本稀释液或者全血样本的吸取与泵出。

[0010] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,温育模块位于功能集成泵顶板上方并紧贴顶板,其组成由铝制导热板和聚酰亚胺电热膜组成,铝制导热板的一侧为半包围结构,可与功能集成泵一侧的微型化活塞式驱动泵紧密贴合,另一侧粘贴有聚酰亚胺电热膜,利用聚酰亚胺电热膜作为加热源,将热量通过铝制导热板传至吸取有全血的多个微型化活塞式驱动泵中,从而实现对全血样本的温育。铝制导热板中设计有温度传感器嵌槽,用于存放温度传感器,温度传感器用于采集温度数据并向控制系统反馈温度数据,以实现温度的闭环控制,从而实现恒温温育。

[0011] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,控制功能集成泵翻转的控制系统由步进电机作为驱动,步进电机转轴与功能集成泵底板相锁定,锁定结构被嵌至轴承中,锁定结构可在轴承内部转动。控制步进电机的正转和反转,可带动功能集成泵底板翻转,从而实现功能集成泵的从0-180°的角度翻转,光栅和光耦用于辅助翻转角度定位。

[0012] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,微流控芯片模块位于功能集成泵模块的正上方,其组成包括:微流控芯片、芯片架及其配套控制系统。其中,芯片架上有两个通孔和一个螺纹孔,在两个通孔中插入光轴,将微流控芯片模块固定在功能集成泵模块的正上方,螺纹孔与直流电机的带有螺纹的转轴相结合,通过控制直流电机的正反转,带动芯片架运动,从而驱动芯片架沿着光轴做竖直方向上的可控上下运动,从而实现微流控芯片在竖直方向的上下可控运动。

[0013] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,微流控芯片模块中的微流

控芯片,能够插入至芯片架中,其组成为四层,微流控芯片从下到上依次为芯片过滤层、下层混合层、上层混合层与顶盖四个部分。芯片过滤层的上表面固定有全血过滤膜,用于滤除红细胞,实现血浆分离,芯片过滤层的背面用PDMS塞子塞住进样孔,当给微流控芯片加样时,功能集成泵模块中的微型化活塞式驱动泵接口从芯片过滤层背面刺穿PDMS塞子后,开始进样。下层混合层和上层混合层上设计有来回弯曲的Z字形混合通道,用于血浆和样本稀释液的混合,上层混合层设计有与Z字形混合通道末端相连的多个检测槽,检测槽内放置侧向流荧光试纸条,用于检测样品的免疫层析反应。顶盖用于封装芯片,防止微流控芯片在长期保存中受到污染,顶盖上设计有多个与检测槽对应的顶盖缺口,将检测槽中的侧向流荧光试纸条暴露在空气中,用于荧光信号的检测与读取。

[0014] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,荧光检测模块位于微流控芯片的正上方,荧光检测模块的功能为实现荧光信号的激发及检测,其组成包括:紫外LED灯固定架、紫外LED灯、凸透镜固定架和凸透镜,其中,紫外LED灯发出的紫外光,通过凸透镜实现光线聚焦,从而获得亮度均匀的紫外光光斑,并照射在微流控芯片上的多个侧向流荧光试纸条上的可显色区域,完成侧向流荧光试纸条上的荧光信号的激发,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读。

[0015] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其特征在于,本发明的一种用于结核自动检测的装置,功能集成泵一方面集成了微型化活塞式驱动泵吸取检测样品和流体驱动泵泵出检测样品的功能,通过触控开关辅助定位微型化活塞式驱动泵活塞运动的初始位置,通过控制直流电机运动的时间确定微型化活塞式驱动泵活塞的运动距离,从而实现精准的流体定量控制。另一方面,通过将温育模块与微型化活塞式驱动泵相结合,可实现对微型化活塞式驱动泵中的全血样本的温育,从而完成对细菌的培养。最终,通过控制功能集成泵将样本稀释液和全血样本等比例泵至微流控芯片中,全血样本在芯片过滤层中完成血浆分离,血浆与样本稀释液在芯片的下层混合层和上层混合层中完成等比例混合,并将固定体积的混合液驱动至微流控芯片中的侧向流荧光试纸条上,以完成免疫层析反应,通过让多个检测样品同时进行免疫层析反应,读取其对应的侧向流荧光试纸条上的荧光信号,由此实现结核检测结果的阴阳性判读。

[0016] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,其有益效果有:

[0017] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,能够实现:结核检测中的试剂样本的吸取与泵出、试剂样本预处理以及试剂样本的反应与检测。本结核自动检测装置实现了试剂样本预处理、试剂流体控制以及试剂样本反应与检测功能的集成化、一体化与自动化。

[0018] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,将微型化活塞式驱动泵、流体驱动泵与温育室等功能集成在一个功能集成泵中,功能齐全,具有操作方便、结构简单、成本低等优点。

[0019] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,功能集成泵模块与装置中的储液模块、芯片运动模块和荧光检测模块相互配合,能够实现同时对多组结核试剂的吸取、培养、泵出、反应以及检测等功能,易于实现高通量的结核检测,有效提高结核检测效率。

## 附图说明

[0020] 图1是一种用于结核自动检测的装置结构示意图。

- [0021] 图2是一种用于结核自动检测的装置中的功能集成泵模块结构示意图(正面)。
- [0022] 图3是一种用于结核自动检测的装置中的功能集成泵模块结构示意图(背面)。
- [0023] 图4是一种用于结核自动检测的装置中的芯片运动模块结构示意图。
- [0024] 图5是一种用于结核自动检测的装置中的芯片运动模块中的微流控芯片结构示意图。
- [0025] 图6是一种用于结核自动检测的装置中的荧光检测模块结构示意图。
- [0026] 图7是一种用于结核自动检测的装置的一个具体实施例操作流程示意图。
- [0027] 图中：
- [0028] 1-1-EP试管；1-2-试管架；1-3-光轴；1-4-螺纹杆；1-5-直流电机；
- [0029] 2-1-底板；2-2-滑动平台；2-3-顶板；2-4-光栅；2-5-光耦；2-6-触控开关一；
- [0030] 2-7-铝制导热板；2-8-温度传感器嵌槽；2-9-微型化活塞式驱动泵接口；2-10-微型化活塞式驱动泵泵体；
- [0031] 2-11-微型化活塞式驱动泵活塞；2-12-步进电机；2-13-轴承；2-14-触控开关二；
- [0032] 2-15-聚酰亚胺电热膜；2-16-直流电机一；2-17-直流电机二；
- [0033] 3-1-微流控芯片；3-2-芯片架；3-3-直流电机；3-4-转轴；3-5-光轴；
- [0034] 3-11-芯片过滤层；3-11-1-全血过滤膜；3-12-下层混合层；3-13-上层混合层；
- [0035] 3-13-2-侧向流荧光试纸条；3-14-顶盖；3-14-1-顶盖缺口。
- [0036] 4-1-LED紫外灯固定架；4-2-凸透镜固定架；4-3-凸透镜。

### 具体实施方式

[0037] 下面结合附图中的图1至图6,对本发明中的技术方案进行清楚、完整的描述。显然,所描述的实施例仅是本发明部分实施例,并非全部的实施例。以下对实施例的描述仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用上的任何限制。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。同时,为了便于描述,附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

[0038] 一种用于结核自动检测的装置,从下到上依次包括:储液模块、功能集成泵模块、微流控芯片模块与荧光检测模块。其中,功能集成泵模块中的功能集成泵实现180°翻转,当其翻转至垂直向下方向时,可与位于其正下方的储液模块实现对接,抽取一定体积的检测样品或缓冲液,随后,功能集成泵翻转至垂直向上状态,完成检测样品的预处理,包括24小时细胞培养及红细胞沉降,然后,功能集成泵与位于其正上方的微流控芯片模块实现对接,完成检测样品的混合、驱动及侧向流免疫反应。荧光检测模块位于微流控芯片模块的上方两侧,利用紫外LED灯发出的紫外光,激发微流控芯片3-1中集成的侧向流荧光试纸条3-13-2上的荧光信号,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读。

[0039] 储液模块位于装置底部,包括试管架1-2、EP试管1-1及其配套控制系统。其中,试管架1-2上设有多个通孔和一个螺纹孔,多个通孔用于存放多个装有检测样品的EP试管1-1,螺纹孔与螺纹杆1-4相结合,螺纹杆1-4与直流电机1-5的转轴相锁定,控制直流电机1-5的正反转,带动螺纹杆1-4转动,从而驱动试管架1-2沿着光轴1-3做竖直方向上的可控上下运动。



[0040] 功能集成泵模块位于储液模块的正上方,功能集成泵由结构类似注射器的微型化活塞式驱动泵、温育模块以及其配套的控制系統组成,其组成从下到上依次为:底板2-1、滑动平台2-2、顶板2-3和直流电机一2-16和直流电机二2-17,在功能集成泵中,两根光轴穿过滑动平台2-2,将底板2-1、滑动平台2-2与顶板2-3相锁定,直流电机一2-16和直流电机二2-17的转轴上带有螺纹,能够与滑动平台2-2上的两个螺纹孔相结合,控制直流电机一2-16和直流电机二2-17的转动(正转或者反转),驱动滑动平台2-2做竖直方向上的可控上下运动。

[0041] 微型化活塞式驱动泵由微型化活塞式驱动泵接口2-9、微型化活塞式驱动泵泵体2-10和微型化活塞式驱动泵活塞2-11三部分组成,微型化活塞式驱动泵被固定在功能集成泵的两侧,微型化活塞式驱动泵活塞2-11与滑动平台2-2相固定,微型化活塞式驱动泵泵体2-10与顶板2-3相固定,控制直流电机一2-16和直流电机二2-17的正反转,驱动滑动平台2-2做竖直方向上的可控上下运动,从而实现微型化活塞式驱动泵活塞2-11的拉推运动,从而实现微型化活塞式驱动泵对检测样品的吸取与泵出。滑动平台2-2的运动的初始位置通过触控开关一2-6和触控开关二2-14辅助定位,终点位置通过调节直流电机的运行时间来确定。

[0042] 微型化活塞式驱动泵被固定在功能集成泵的两侧,一侧的微型化活塞式驱动泵的操作对象为样本稀释液,另一侧操作对象为全血样本,两侧的微型化活塞式驱动泵内的微型化活塞式驱动泵活塞2-11的拉推运动,分别通过直流电机一2-16和直流电机二2-17控制,即可单独控制样本稀释液或者全血样本的吸取与泵出。

[0043] 温育模块位于功能集成泵顶板2-3上方并紧贴顶板2-3,温育模块由铝制导热板2-7和聚酰亚胺电热膜2-15组成,铝制导热板2-7的一侧为半包围结构,铝制导热板2-7与功能集成泵一侧的微型化活塞式驱动泵紧密贴合,另一侧粘贴有聚酰亚胺电热膜2-15,利用聚酰亚胺电热膜2-15作为加热源,将热量通过铝制导热板2-7传至吸取有全血的多个微型化活塞式驱动泵中,从而实现对全血样本的温育。铝制导热板2-7中设计有温度传感器嵌槽2-8,用于存放温度传感器,温度传感器用于采集温度数据并向控制系统反馈温度数据,以实现温度的闭环控制,从而实现恒温温育。

[0044] 功能集成泵翻转的控制系统由步进电机2-12作为驱动,步进电机2-12转轴与功能集成泵底板2-1相锁定,锁定结构被嵌至轴承2-13中,锁定结构在轴承2-13内部转动。控制步进电机2-12的正转和反转,带动功能集成泵底板2-1翻转,从而实现功能集成泵的从0-180°的角度翻转,光栅2-3和光耦2-4用于辅助翻转角度定位。

[0045] 微流控芯片模块位于功能集成泵模块的正上方,其组成包括:微流控芯片3-1、芯片架3-2及其配套控制系统。其中,芯片架3-2上有两个通孔和一个螺纹孔,在两个通孔中插入光轴3-5,将微流控芯片模块固定在功能集成泵模块的正上方,螺纹孔与直流电机3-3的带有螺纹的转轴3-4相结合,通过控制直流电机3-3的正反转,可带动芯片架3-2运动,从而驱动芯片架3-2沿着光轴3-5做竖直方向上的可控上下运动,从而实现了微流控芯片3-1在竖直方向的可控上下运动。

[0046] 微流控芯片模块中的微流控芯片3-1,能够插入至芯片架3-2中,微流控芯片3-1分为四层,从下到上依次为芯片过滤层3-11、下层混合层3-12、上层混合层3-13与顶盖3-14四个部分。芯片过滤层3-11的上表面固定有全血过滤膜3-11-1,全血过滤膜3-11-1用于滤除红细胞,实现血浆分离,芯片过滤层3-11的背面用PDMS塞子塞住进样孔,当给微流控芯片3-

1加样时,功能集成泵模块中的微型化活塞式驱动泵接口2-9从芯片过滤层3-11背面刺穿PDMS塞子后,开始进样。下层混合层3-12和上层混合层3-13上设计有来回弯曲的Z字形混合通道,用于血浆和样本稀释液的混合,上层混合层3-13设计了与Z字形混合通道末端相连的多个检测槽,检测槽内放置侧向流荧光试纸条3-13-2,用于检测样品的免疫层析反应。顶盖3-14用于封装芯片,防止芯片在长期保存中受到污染,顶盖3-14上设计有多个与检测槽对应的顶盖缺口3-14-1,将检测槽中的侧向流荧光试纸条3-13-2暴露在空气中,用于荧光信号的检测与读取。

[0047] 荧光检测模块位于微流控芯片3-1的正上方,其功能为实现荧光信号的激发及检测,其组成包括:紫外LED灯固定架4-1、紫外LED灯、凸透镜固定架4-2和凸透镜4-3,其中,凸透镜4-3安装在凸透镜固定架4-2上,紫外LED灯发出的紫外光,通过凸透镜4-3实现光线聚焦,从而获得亮度均匀的紫外光光斑,并照射在微流控芯片3-1上的多个侧向流荧光试纸条3-13-2上的可显色区域,完成侧向流荧光试纸条3-13-2上的荧光信号的激发,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读。

[0048] 本发明的一种用于结核自动检测的装置,功能集成泵一方面集成了微型化活塞式驱动泵吸取检测样品和流体驱动泵泵出检测样品的功能,通过触控开关辅助定位微型化活塞式驱动泵活塞2-11运动的初始位置,通过控制直流电机运动的时间确定微型化活塞式驱动泵活塞2-11的运动距离,从而实现流体定量的精准控制。另一方面,通过将温育模块与微型化活塞式驱动泵相结合,可实现对微型化活塞式驱动泵中的全血样本的温育,从而完成对细菌的培养。最终,通过控制功能集成泵将样本稀释液和全血样本等比例泵至微流控芯片3-1中,全血样本在芯片过滤层3-11中完成血浆分离,血浆与全血样本的稀释液在微流控芯片的下层混合层3-12和上层混合层3-13中完成等比例混合,并将固定体积的混合液驱动至微流控芯片3-1中的侧向流荧光试纸条3-13-2上,以完成免疫层析反应,通过让多个检测样品同时进行免疫层析反应,读取其对应的侧向流荧光试纸条3-13-2上的荧光信号,由此实现结核检测结果的阴阳性判读。

[0049] 本发明的一个实施例操作过程为:首先,将3mL样本稀释液和3mL全血样本分别以1mL/管装入六支EP试管1-1中。功能集成泵模块中的微型化活塞式驱动泵处于竖直向上状态,控制功能集成泵模块中的步进电机2-12驱动功能集成泵向下翻转180°,使六个微型化活塞式驱动泵接口2-9分别与EP试管1-1中心对准,控制储液模块中的直流电机1-5,驱动试管架1-2向上运动,与功能集成泵模块完成对接,使微型化活塞式驱动泵接口2-9插入EP试管1-1中,控制功能集成泵模块中的直流电机一2-16和直流电机二2-17转动,驱动滑动平台2-2运动,从而拉动微型化活塞式驱动泵活塞2-11,完成微型化活塞式驱动泵对样本稀释液和全血样本的吸取,控制功能集成泵模块中的步进电机2-12驱动功能集成泵向上翻转180°,使微型化活塞式驱动泵接口处于竖直向上状态,启动温育模块,开始对全血样本进行温育,完成细菌培养,24小时后,停止加热,完成温育。然后,控制功能集成泵模块中的直流电机一2-16和直流电机二2-17转动,驱动滑动平台2-2运动,从而推动微型化活塞式驱动泵活塞2-11,将样本稀释液和全血样本泵入至微流控芯片3-1中,全血样本流经微流控芯片3-1中的芯片过滤层3-11,完成血浆分离,随后,继续泵出试剂样本,使血浆和样本稀释液在微流控芯片3-1里完成流体混合与定量,最终,泵出70μL的血浆和样本稀释液的混合液至侧向流荧光纸条3-13-2上,发生层析反应,等待15分钟。最后,启动荧光检测模块中的LED紫外

灯,激发侧向流荧光纸条3-13-2上的荧光信号,通过采集并处理荧光信号,实现结核检测结果的阴阳性判读。

[0050] 以上对本发明的实施例的描述是为了示例起见而给出的,并不是毫无遗漏的或者将本发明限于所公开的形式。描述该实施例是为了更好说明本发明的原理和实际应用,并且使本领域的技术人员能够更好的理解本发明,凡是依据本实例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均属于本发明的技术方案的范围。

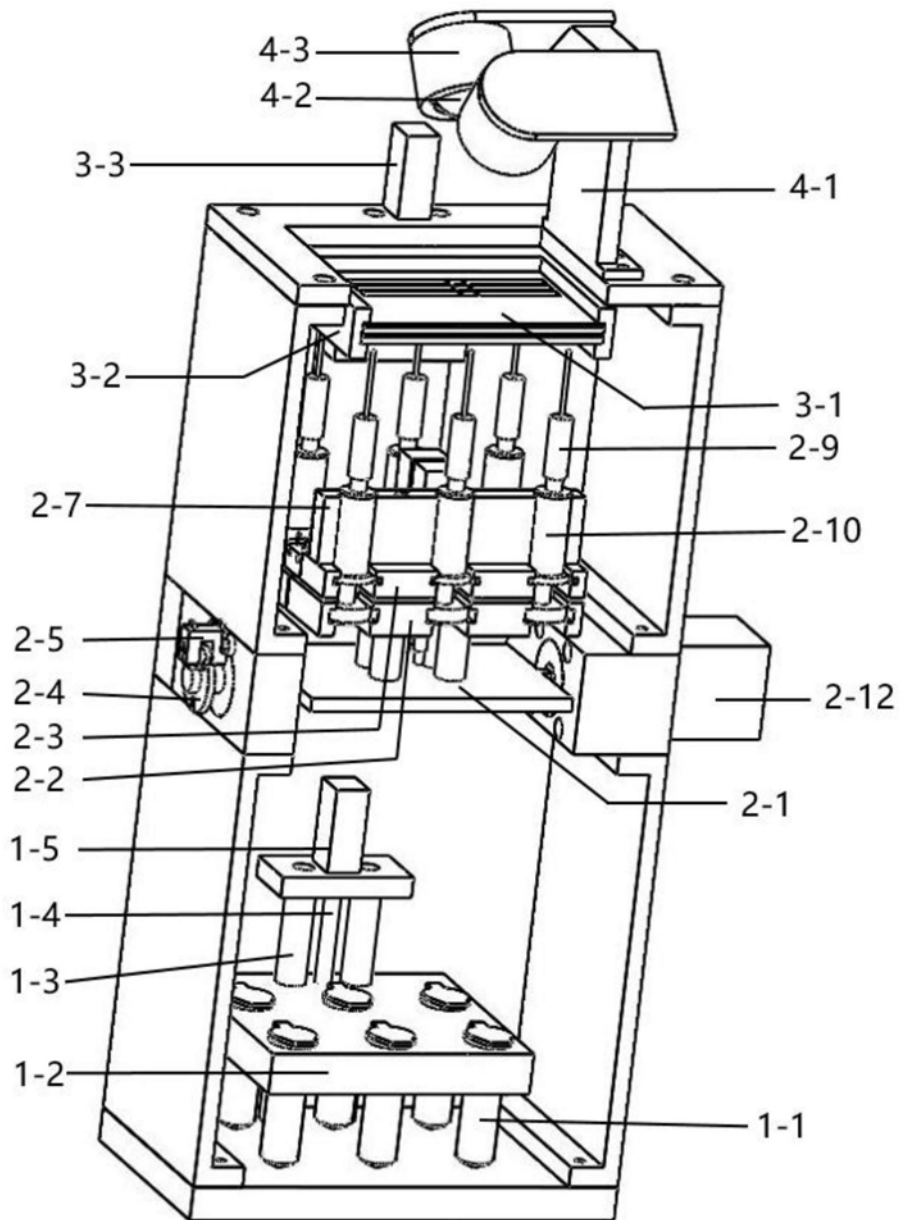


图1

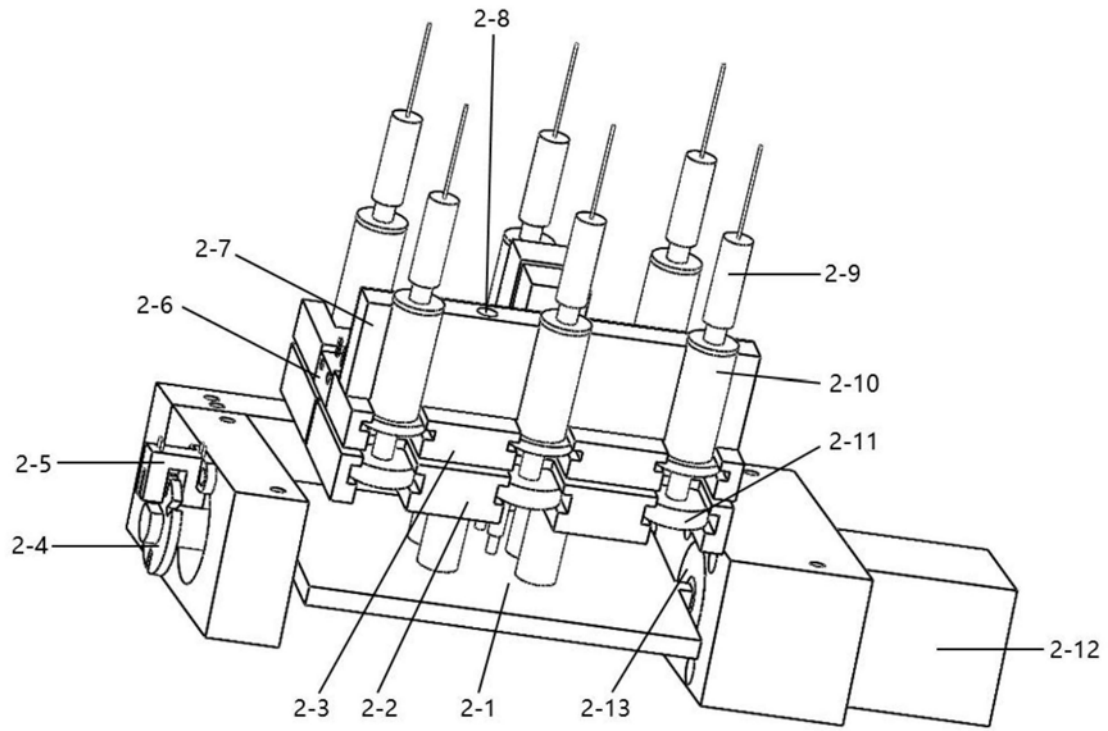


图2

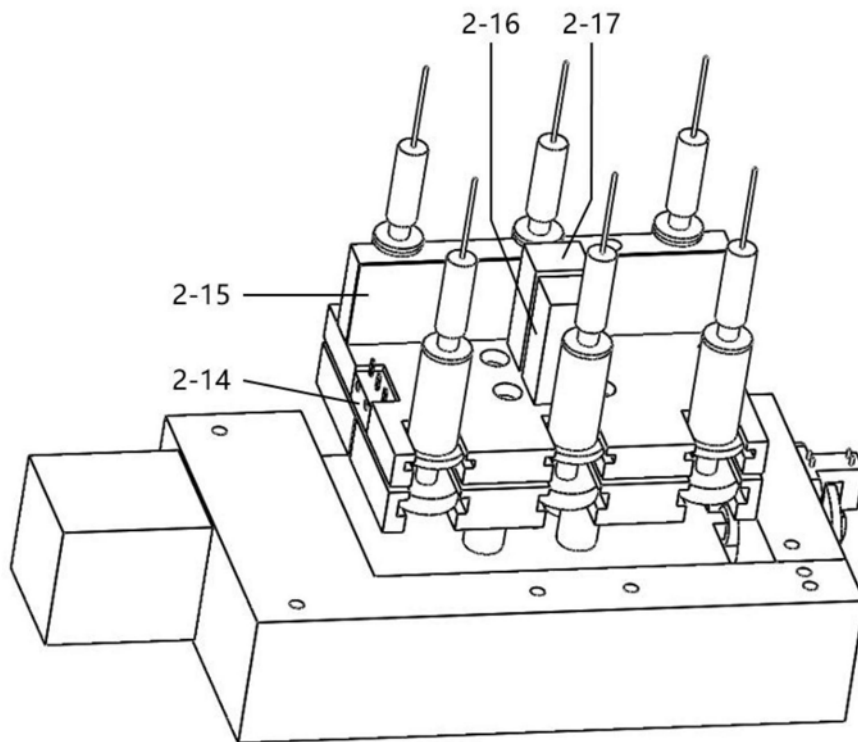


图3

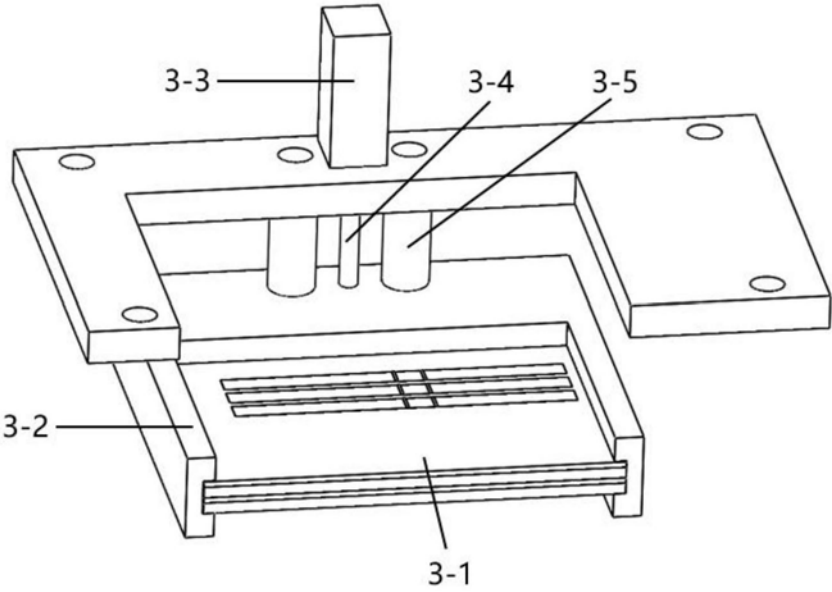


图4

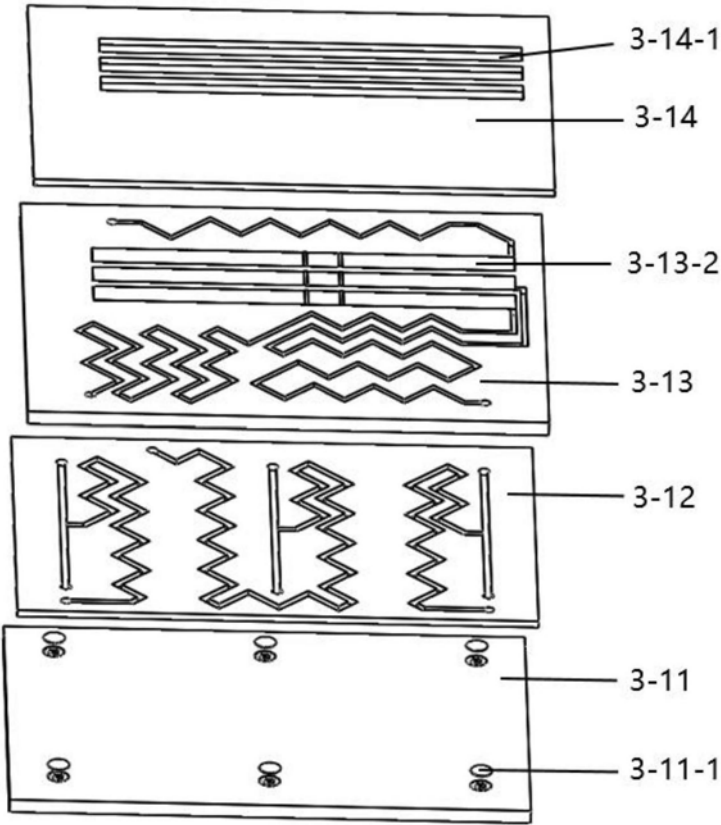


图5

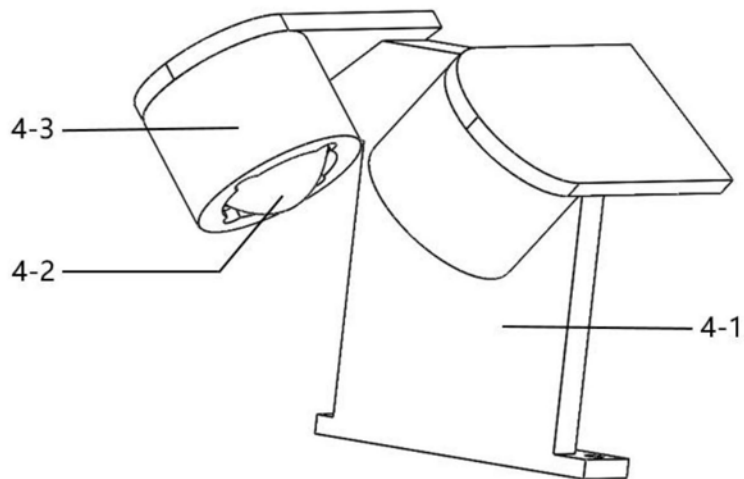


图6

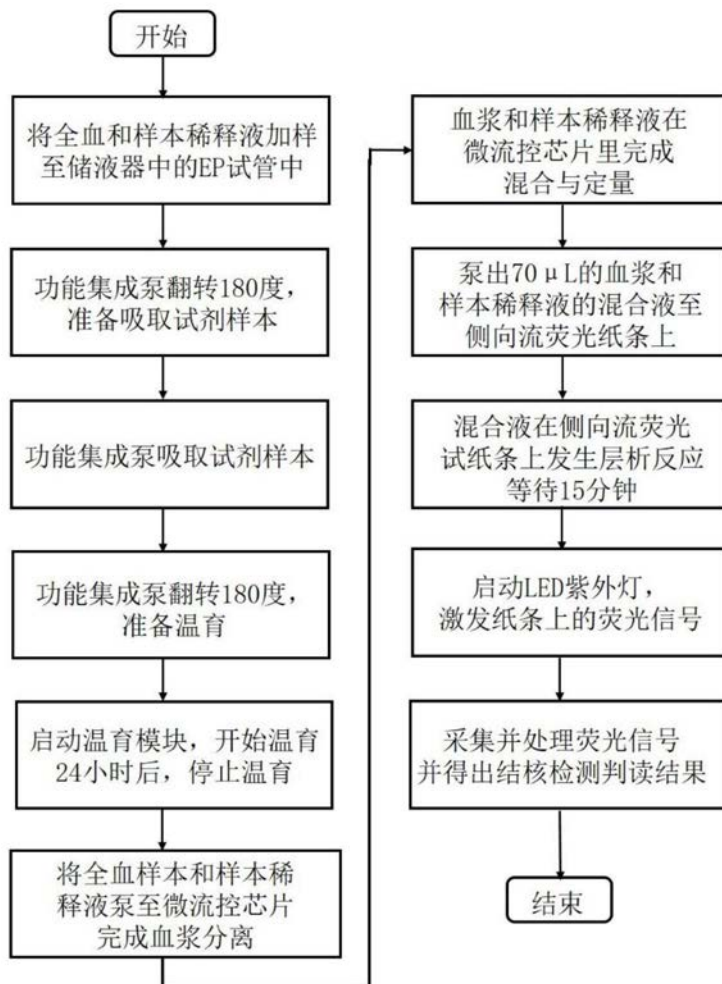


图7