



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111521773 B

(45) 授权公告日 2021.09.14

(21) 申请号 201910107872.0

(22) 申请日 2019.02.02

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111521773 A

(43) 申请公布日 2020.08.11

(73) 专利权人 深圳迎凯生物科技有限公司

地址 518051 广东省深圳市南山区西丽街
道留仙洞中山园路1001号TCL科学园
区研发楼D2栋6层C单元603号房(72) 发明人 张震 何太云 于怀博 姚言义
刘奇林(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 易长乐

(51) Int.Cl.

G01N 33/53 (2006.01)

G01N 33/531 (2006.01)

G01N 33/543 (2006.01)

G01N 35/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 207866714U ,2018.09.14

CN 207866716 U,2018.09.14

CN 207866715 U,2018.09.14

CN 108061810 A,2018.05.22

CN 109142768 A,2019.01.04

WO 2016002394A1 ,2016.01.07

王峤等.大容量高通量化学发光免疫分析仪
的结构设计方案.《制造业自动化》.2015,第37卷
(第9期),

审查员 赵佩

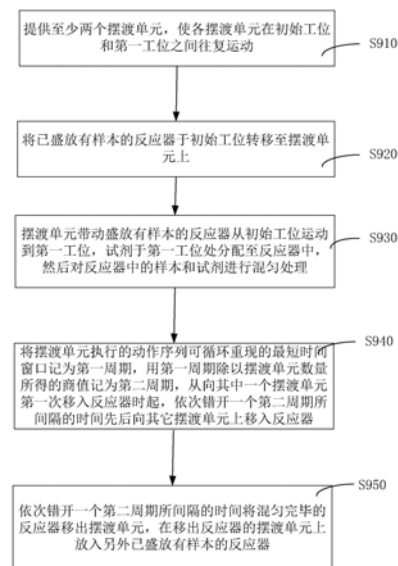
权利要求书1页 说明书16页 附图8页

(54) 发明名称

液体分配方法和免疫分析方法

(57) 摘要

本发明涉及一种液体分配方法。包括如下步骤：提供至少两个摆渡单元，使各摆渡单元在初始工位和第一工位之间往复运动；将已盛放有样本的反应器于初始工位转移至摆渡单元上；于第一工位处将试剂加入至反应器中；将摆渡单元执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口记为第一周期，用第一周期除以摆渡单元数量所得的商值记为第二周期，从向其中一个摆渡单元第一次移入反应器时起，依次错开一个第二周期所间隔的时间先后向其它摆渡单元上移入反应器；及依次错开一个第二周期所间隔的时间将反应器移出摆渡单元，在移出反应器的摆渡单元上放入另外已盛放有样本的反应器。这样能够达到以“数量换时间”的目的，从而提高液体分配的工作效率。



1. 一种液体分配方法,其特征在于,包括如下步骤:

提供至少两个摆渡单元,使各摆渡单元在初始工位和第一工位之间往复运动;

将已盛放有样本的反应器于初始工位移送至摆渡单元上;

于第一工位处将试剂加入至反应器中;

将摆渡单元执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口记为第一周期,用第一周期除以摆渡单元数量所得的商值记为第二周期,从向其中一个摆渡单元第一次移入反应器时起,依次错开一个第二周期所间隔的时间先后向其它摆渡单元上移入反应器;及

依次错开一个第二周期所间隔的时间将反应器移出摆渡单元,在移出反应器的摆渡单元上移入另外已盛放有样本的反应器。

2. 根据权利要求1所述的液体分配方法,其特征在于,还包括如下步骤:

提供与摆渡单元数量相等存储单元,将试剂存放在每个存储单元的多个存储部上;

将存储部跟随存储单元运动到用于吸取试剂的吸液工位;及

使每个存储单元执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口等于第一周期,从其中一个存储单元第一次带动存储部朝吸液工位运动时起,依次错开一个第二周期所间隔的时间先后使其它存储单元带动存储部朝相应的吸液工位运动。

3. 根据权利要求2所述的液体分配方法,其特征在于,提供与存储单元数量相等并用于分配试剂的试剂分配件,使每个存储单元分别对应一个试剂分配件。

4. 根据权利要求1所述的液体分配方法,其特征在于,使摆渡单元在初始工位和第一工位之间做直线运动。

5. 根据权利要求4所述的液体分配方法,其特征在于,将存储单元平分为数量相等的两半,其中一半存储单元与另一半存储单元相对摆渡单元的运动轨迹对称。

6. 根据权利要求1所述的液体分配方法,其特征在于,提供用于承载并带动反应器运动的缓存单元,当样本加入至缓存单元上的反应器后,将盛放有样本的反应器于初始工位从缓存单元转移至摆渡单元上。

7. 根据权利要求6所述的液体分配方法,其特征在于,还包括如下子步骤:

通过加样件吸取相同样本连续排入到缓存单元上的至少两个反应器中;及

在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器后,将加样件进行清洗或更换。

8. 根据权利要求7所述的液体分配方法,其特征在于,将加样件采用样本针或一次性吸嘴,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器后,对样本针的内壁、外壁进行清洗或对一次性吸嘴进行更换。

9. 根据权利要求8所述的液体分配方法,其特征在于,对样本针进行清洗的时间为2秒至10秒。

10. 根据权利要求7所述的液体分配方法,其特征在于,在切换不同样本之间进行吸取时,将加样件进行清洗或更换。

11. 根据权利要求7所述的液体分配方法,其特征在于,当加样件的容量大于各反应器所需相同样本的总量时,加样件仅吸取一次并连续分多次将相同样本排入至不同的反应器中。

12. 一种免疫分析方法,其特征在于,包括权利要求1至11中任一项液体分配方法中的步骤。

液体分配方法和免疫分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及体外诊断技术领域,特别是涉及一种液体分配方法和包含该液体分配方法中各步骤的免疫分析方法。

背景技术

[0002] 全自动免疫分析仪能够对血液等待测样本中所含的抗体和抗原等目标分析物质进行定量或定性检测,通常将空置的反应器中加入待测样本和试剂(或称反应物)并经过混匀、孵育和清洗分离(Bound-free,结合分离,即BF分离,本文有时简称清洗)等步骤后,再在反应器中加入信号试剂以测量光信号或电信号,从而实现对待测样本中所含目标分析物的测量分析。

[0003] 衡量免疫分析仪工作效率的一个重要参数为测试通量,测试通量可以理解为免疫分析仪在单位时间内可以报告测试结果的数量,即对含有目标分析物的反应器的测量个数,单位时间内所测量的反应器的总数量越多,免疫分析仪的测试通量越高。由于分析项目的反应模式和测试流程通常不同,免疫分析仪的测试通量不是一成不变的,通常将最大测试通量作为免疫分析仪测试快慢的衡量标准,本发明为了叙述方便,除非特别说明,测试通量特指分析仪的最大测试通量。将免疫分析仪对反应器的处理看成为流水线,如果单位时间内存在N个含有目标分析物的反应器完成测量而离开流水线,为保证测试按最大通量连续可靠的进行,则必须在相同时间内同样有N个空置的反应器进入流水线,即反应器在流水线进口处的流量(进口流量)与出口处的流量(出口流量)相等。同理,为确保整条流水线无缝、连续衔接,反应器在流水线中间各个环节的流量应与进口流量、出口流量相等,即流水线各处流量均相等。

[0004] 对于传统的免疫分析仪,由于样本和试剂分配以及样本和试剂在混匀过程中占用时间较长,使得样本和试剂分配以及反应器在混匀环节的流量较低,从而成为影响工作效率的瓶颈和短板,导致免疫分析仪难以满足较高测试通量的要求。

发明内容

[0005] 本发明解决的一个技术问题是如何提高液体分配的工作效率。

[0006] 一种液体分配方法,包括如下步骤:

[0007] 提供至少两个摆渡单元,使各摆渡单元在初始工位和第一工位之间往复运动;

[0008] 将已盛放有样本的反应器于初始工位转移至摆渡单元上;

[0009] 于第一工位处将试剂加入至反应器中;

[0010] 将摆渡单元执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口记为第一周期,用第一周期除以摆渡单元数量所得的商值记为第二周期,从向其中一个摆渡单元第一次移入反应器时起,依次错开一个第二周期所间隔的时间先后向其它摆渡单元上移入反应器;及

[0011] 依次错开一个第二周期所间隔的时间将反应器移出摆渡单元,在移出反应器的摆渡单元上放入另外已盛放有样本的反应器。

[0012] 一种免疫分析方法,包括上述液体分配方法中的步骤。

[0013] 本发明的一个实施例的一个技术效果是:通过将已盛放有样本的反应器于初始工位转移至摆渡单元上,即样本在转移至摆渡单元之前已事先加入至反应器中,省去了从摆渡单元向反应器中加入样本的时间,从而降低了反应器在每个摆渡单元上的停留时间,使每个摆渡单元能快速输出一个反应器。同时,将摆渡单元设置为至少两个,至少两个摆渡单元相隔一个第二周期而“错开并行”,尽管单个摆渡单元每间隔一个第一周期输出一个反应器,但全部摆渡单元作为一个整体将每隔一个时间较短的第二周期快速输出一个反应器,这样能够达到以“数量换时间”的目的,从而提高液体分配的工作效率。

附图说明

[0014] 图1为第一实施例提供的第一示例免疫分析仪的平面结构示意图;

[0015] 图2为图1中包含有摆渡单元的局部立体结构示意图;

[0016] 图3为第一实施例提供的第二示例免疫分析仪的平面结构示意图;

[0017] 图4为第一实施例提供的第三示例免疫分析仪的平面结构示意图;

[0018] 图5为第二实施例提供的免疫分析仪的平面结构示意图;

[0019] 图6为将相同样本连续分配到至少两个反应器中的示意图;

[0020] 图7为样本和试剂分配至反应器的时序图;

[0021] 图8为对至少两个反应器提供稀释样本的示意图;

[0022] 图9为第一种液体分配方法的流程框图;

[0023] 图10为第二种液体分配方法的流程框图;

[0024] 图11为样本稀释方法的流程框图;

[0025] 图12为第三种液体分配方法的流程框图;

[0026] 图13为第三种液体分配方法的样本和试剂分配至反应器的时序图。

具体实施方式

[0027] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的较佳实施方式。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施方式。相反地,提供这些实施方式的目的是使对本发明的公开内容理解的更加透彻全面。

[0028] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“内”、“外”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的,并不表示是唯一的实施方式。

[0029] 同时参阅图1至图8,样本和试剂(或称反应物)孵育特指反应器20开始清洗分离前,其内的反应物在恒温环境下发生的抗原抗体结合反应或生物素亲和素结合反应的过程。这里所述的试剂与分析项目为“一一对应”关系,即不同分析项目对应的具体试剂在配方、试剂量、组分数量等方面一般不同。根据具体分析项目的不同,试剂通常包括多个组分,如常见的2-5个组分,包括磁粒、标记、稀释液、解离剂等试剂组分(对应的各试剂组分可分别用R1、R2、R3、R4表示)。例如T4试剂(thyroxine,甲状腺素)包含磁粒(R1)、标记(R2)、解离

剂(R4)三个组分。根据反应模式不同,一个分析项目的多个试剂组分可以一次性分配也可以分多个步骤分配,分步骤分配时按照分配次序定义为第一试剂、第二试剂、第三试剂等。孵育完成后进行清洗分离,清洗分离指用磁场捕捉结合后的磁粒、标记的复合物,同时去除含游离(Free,游离)的标记物及其他未反应或结合成分(本文为表述方便,简称未结合成分)的过程。清洗分离后分配信号试剂,进行信号孵育(一般为1-6分钟),最后测量标记试剂与信号试剂反应产生的发光量(本文为表述方便,称为反应物信号)。信号试剂用于测量信号(通常为发光量)的产生,通常为通用试剂的一种,与分析项目为“一对多”的对应关系,即不同的分析项目共用信号试剂。信号孵育指清洗分离后的反应器20在分配信号试剂后,在恒温环境下反应一段时间,使信号增强的过程。需要指出的是,由于信号试剂具体成分的不同,有些发光体系不需要信号孵育,在分配信号试剂过程中或分配完信号试剂后可以直接测量。信号试剂可以是一种或多种,如有些信号试剂包括第一信号试剂、第二信号试剂等。在免疫分析装置中,经过上述过程,定量或定性测定与标记试剂结合的样本中所含抗原或抗体。此外,免疫分析仪10能够对样本进行与数种不同的分析项目相应的分析。

[0030] 工作周期或循环,简称周期,是在测试过程中可循环重现的最短时间窗口,其通常具有固定的时间长度,在周期时间内,一定数量的过程操作、任务或工作包等,比如取液、混匀、孵育、清洗分离、测量等操作和任务,按照受控的顺序串行或并行执行。同一部件在一个周期内的任务通常串行执行,不同部件在同一个周期内的任务,取决于相关部件间的动作是否有依赖关系,可以串行执行或并行执行。在一个周期中执行的所有过程操作只有在需要时才执行,不一定会在另一个周期中重复。特别是,某些过程操作可以在每个周期中重复出现,而其它的可能会每两个或更多个周期发生一次。当多个测试连续进行时,由于每个测试通常处在测试进程的不同阶段,在单个周期内发生的所有的过程操作中,只有某些过程操作专用于执行一个测试,另外一些过程操作用于执行其它的测试。为了提高测试效率和通量,对于存在速度瓶颈的部件,可以通过增加部件的数量和延长部件的周期来实现,这样不同部件的工作周期不一定相同,即同一系统中可能存在多个并行的周期,通常并行的多个周期的时间长度存在倍数关系,倍数通常等于同一部件的个数。当存在两个工作周期时,分别称为第一周期、第二周期,比如摆渡单元200数量为N个($N \geq 2$,为自然数)时,每个摆渡单元200工作在第一周期,第一周期长度为第二周期的N倍,且N个摆渡单元200的动作序列连续“错开并行”第二周期。

[0031] 需要指出的是,并不是所有部件或操作都按工作周期工作,有些部件或操作的工作过程对测试性能或测试结果没有影响,可以不按照固定的周期工作,比如反应器20的供给,可以没有固定的工作周期。

[0032] 参阅图1至图5,本发明一实施例提供的免疫分析仪10包括液体分配装置11和反应装置12,液体分配装置11位于反应装置12的旁侧,液体分配装置11用于在反应器20中完成样本和试剂的分配、以及样本和试剂的混匀。反应装置12用于将反应器20中混匀处理后样本和试剂(反应物)进行孵育、清洗分离和测量。

[0033] 液体分配装置11包括缓存单元100、供给料仓130、供给滑道140、摆渡单元200、加样件300、样本输送单元400、试剂分配件500、存储单元600、移送单元700、清洗池800和排序机构。当然,液体分配装置11还可以包括加样驱动单元301和试剂驱动单元501以及加样动力器和试剂分配动力器,加样件300安装在加样驱动单元301上,加样驱动单元301用于带动

加样件300运动以便加样件300在加样动力器作用下吸取或排除样本。试剂分配件500安装在试剂驱动单元501上,试剂驱动单元501用于带动试剂分配件500运动以便试剂分配件500在试剂分配动力器下吸取或排放试剂。加样动力器和试剂分配动力器可采用通用的注射器、柱塞泵、定量泵等流体定量器件。

[0034] 样本输送单元400可以包括样本架410、样本管430和输送轨道420,样本架410可以与输送轨道420配合,样本管430放置在样本架410上,样本管430用于盛放样本,例如,每个样本架410上可以放置五个至十个左右的样本管430。当样本架410带动样本管430沿输送轨道420运动至指定位置时,加样件300吸取样本管430的样本,并将样本分配至空置的反应器20中。

[0035] 供给料仓130用于存放洁净且空置的反应器20,排序机构可以用于将来自供给料仓130的散乱放置的反应器20进行整理以按一定秩序排列,供给滑道140将排序后的反应器20逐个导入至缓存单元100,缓存单元100用于缓存供给滑道140输送过来的反应器20。

[0036] 参阅图1,在一些实施例中,整个液体分配装置11具有接收工位33、加样工位34和移出工位35。缓存单元100包括转盘110,转盘110能够绕自身的中心轴线做旋转运动,转盘110上设置有多个缓存位101,缓存位101用于承载反应器20,缓存位101可以为容置孔,当然,容置孔还可以采用托架等实体结构进行替换,只要能将反应器20放置在转盘110上即可。缓存位101沿转盘110的周向间隔分布,当转盘110旋转时,可以带动缓存位101在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间运动,从而使转盘110上的反应器20在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间运动。显然,转盘110带动反应器20在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间做圆周运动。

[0037] 具体而言,来自供给滑道140上的反应器20将于接收工位33进入转盘110上的缓存位101,当转盘110带动该空置反应器20运动到加样工位34时,加样件300可以从样本管430中吸取样本以将其分配至反应器20中,当转盘110带动已盛放有样本的反应器20继续运动到移出工位35后,移送单元700将已盛放有样本的反应器20于移出工位35脱离转盘110而移送至摆渡单元200。

[0038] 缓存位101沿转盘110的周向间隔排列,缓存单元100可以仅排列成形成一个缓存圈,该缓存圈靠近转盘110的边缘设置。当然,缓存位101还可以排列形成多个缓存圈,多个缓存圈环绕转盘110的中心轴线同心设置。

[0039] 参阅图3,在一些实施例中,缓存单元100包括滑块120,滑块120上同样设置有用以放置反应器20的缓存位101,滑块120上的该缓存位101可以同样为容置孔,缓存位101可以仅在滑块120上沿直线间隔分布形成一排。当然,缓存位101可以在滑块120上沿直线间隔分布形成多排,此时,多排缓存位101在滑块120上呈矩阵式分布排列。滑块120在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间直线运动,从而带动其上的缓存位101(对应反应器20)在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间运动。同样地,参考上述转盘110的工作模式,反应器20于接收工位33进入滑块120,加样件300对位于加样工位34处的反应器20中分配样本,移送单元700将已盛放有样本的反应器20于移出工位35脱离滑块120而移送至摆渡单元200。该实施例中,滑块120和其上的缓存位101在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间直线往复运动,完成反应器20的接收、样本分配和已盛放有样本的反应器20的移出,滑块120本身体积可以设计得更小,同时,滑块120直线运动轨迹所覆盖区域的面积较小,这样有

利于供给料仓130、供给滑道140、样本输送单元400、加样件300、移送单元700等的空间优化布局,可使液体分配装置11更为紧凑,成本更低。

[0040] 参阅图4,在一些实施例中,缓存单元100同时包括均设置有缓存位101的转盘110和滑块120,转盘110绕自身中心轴线做旋转运动,转盘110能够带动其上的缓存位101经过接收工位33,供给滑道140上的反应器20将于接收工位33进入转盘110上的缓存位101。滑块120在加样工位34和移出工位35之间做直线运动,当转盘110带动空置反应器20从接收工位33旋转设定角度后,移送单元700可以将空置反应器20脱离转盘110并移送至处于移出工位35的滑块120上,当滑块120带动反应器20运动到加样工位34后,加样件300向空置反应器20中分配样本,随后,滑块120带动盛放有样本的反应器20运动到移出工位35后,移送单元700将盛放有样本的反应器20从移出工位35脱离滑块120而移送至摆渡单元200上。

[0041] 参阅图2,在一些实施例中,液体分配装置11还包括机架210、传送器220、支座230和驱动器240,传送器220设置在机架210上,传送器220用于带动支座230相对机架210滑动,传送器220包括电机221、主动轮222、从动轮223和同步带224,电机221用于驱动主动轮222转动,同步带224缠绕在主动轮222和从动轮223上,当电机221转动时,主动轮222和从动轮223带动同步带224移动。当然,在其它实施例中,传送器220还可以由丝杆机构、齿轮齿条等传动机构的一种或几种进行替换。

[0042] 具体地,机架210上可以设置滑轨225,支座230与滑轨225配合,同步带224与支座230连接并驱动支座230沿滑轨225延伸的方向滑动,驱动器240和摆渡单元200均设置在支座230上,摆渡单元200用于放置反应器20,驱动器240能够带动摆渡单元200产生偏心震荡,从而使反应器20中的样本和试剂(反应物)因产生非接触式偏心震荡而实现混匀。

[0043] 摆渡单元200上可以设置多个收容孔,反应器20插置在该收容孔中,从而实现摆渡单元200对反应器20的承载作用。当然,收容孔还可以采用托架等实体结构进行替换,只要能将反应器20放置在摆渡单元200上即可。

[0044] 在一些实施例中,整个液体分配装置11还具有初始工位30和第一工位31,当电机221运动时,可以使摆渡单元200在初始工位30和第一工位31之间做往复直线运动。当摆渡单元200位于初始工位30时,对于来自缓存单元100上盛放有样本的反应器20,移送单元700可以将其移送至位于该初始工位30的摆渡单元200上。接着,摆渡单元200带动盛放有样本的反应器20运动到第一工位31,试剂分配件500将从用于存储试剂的存储单元600中吸取试剂、并将试剂分配至位于第一工位31的反应器20中。然后,摆渡单元200在直线运动过程中,驱动器240可以带动摆渡单元200产生偏心震荡,从而使反应器20中的样本和试剂进行混匀,这样可以使反应物的混匀和摆渡单元200的运动并行进行,即摆渡单元200在运动过程中能够同时对反应器20中的反应物进行混匀,提高混匀效率和混匀效果,从而提高整机的测试通量。当然,在摆渡单元200运动前后的静止过程中,驱动器240也可以带动摆渡单元200产生偏心震荡使反应器20中的样本和试剂进行混匀。摆渡单元200将分配试剂后的反应器20返回至初始工位30,移送单元700可以将反应物已混匀的反应器20从初始工位30脱离摆渡单元200而移送至反应装置12,以便反应器20在反应装置12上进行孵育、清洗分离和测量处理。

[0045] 由此可见,驱动器240直接对摆渡单元200形成偏心震荡,使摆渡单元200上的反应器200内的反应物实现混匀,不需要额外的独立混匀装置,摆渡单元200的直线运动或静止

状态并不限制反应器200中反应物的混匀,解决了现有技术混匀装置复杂、混匀效率低下和混匀效果不好等问题。此外,摆渡单元200在加样件300、移送单元700、试剂分配件500之间做直线运动,一方面直线运动的控制难度减低,使摆渡单元200运动更精准高效,避免摆渡单元200偏离指定停靠位置,确保摆渡单元200能够准确且及时地停靠在初始工位30或第一工位31,保证盛放有样本的反应器20能够顺利于初始工位30转移至摆渡单元200上,也能保证试剂分配件500可靠地将试剂于第一工位31加入至反应器20中;另一方面将盛放有样本的反应器20承载在缓冲单元100上以等待移送至摆渡单元200加入试剂并混匀,无需将盛放有样本的反应器20全部转移至摆渡单元200上,这样充分利用了缓存单元100的承载空间,使得摆渡单元200同一时刻所承载的反应器20的数量减少,确保摆渡单元200的体积设计得更小,结构更为紧凑;同时,摆渡单元200直线运动轨迹所覆盖区域的面积较小,解决了现有技术加样件300、移送单元700、试剂分配件500必须沿着大半径的旋转或回转盘布局的限制,优化了部件或单元间的空间布局和控制流程,可以更加高效连接和协调加样件300、移送单元700、试剂分配件500之间的逻辑动作,不仅可使免疫分析仪更为紧凑,而且提升了整体的工作效率。

[0046] 通过将缓存单元100上的反应器20用于分配样本,将分配样本后的反应器20移送至摆渡单元200上分配试剂并混匀,使得样本的分配和试剂的分配分别在不同的独立单元上实现、混匀直接在摆渡单元上实现,解决了现有技术样本的分配和试剂的分配相互限制的问题以及在特定工位单独对反应物混匀的问题,提升了液体分配和混匀的效率。

[0047] 在一些实施例中,存储单元600为可转动的圆盘,存储单元600靠近第一工位31设置,存储单元600上设置多个存储部610,存储部610用于放置和存储试剂容器,试剂则盛放在试剂容器中,试剂分配件500用于吸取存储部610上的试剂容器内的试剂组分,并将试剂组分分配至处于第一工位31的反应器20中。存储部610的数量可以根据需要而设置,考虑到使用需求、成本和布局,每个存储单元600上的存储部610的数量最好为15-50个,比如每个存储单元600上的存储部610的数量都为25个,这样两个存储单元600一共可以同时在线存储50个试剂容器。每个存储单元600存放相应分析项目所需的全部试剂组分,例如,在一个分析项目中,必须向反应器20中分配磁粒、标记和解离剂共三个试剂组分,则将磁粒、标记和解离剂三个组分盛放在同一个存储单元600上。当某个分析项目需要装载多个试剂容器以扩充该项目的上机测试量时,多个试剂容器可以按任何合适的组合存放于每个存储单元600。比如存储单元600数量为2个时,需要装载3个每个含100个测试的TSH(thyroid stimulating hormone,促甲状腺激素)试剂容器,可以将3个TSH试剂容器都装载在同一个存储单元600,也可以1个TSH试剂容器装载在其中一个存储单元600、另外2个装载在另一个存储单元600。当存储单元600间歇性转动时,可以带动存储部610运动到指定的吸液工位,以便试剂分配件500在吸液工位吸取存储部610上的试剂并将其分配至反应器20中。

[0048] 在存储部610跟随存储单元600转动(公转)的过程中,使存储部610上的试剂容器的至少一个腔(如盛放磁粒试剂组分的磁粒腔)绕其自身的中心轴线产生自转,使得以固体悬浮液形式存在的磁粒试剂组分产生涡旋,避免其中的固体物质(例如磁粒)产生沉淀。存储单元600上还可以设置扫描器,扫描器可以识别存储部610上试剂容器的条码信息,从而用以区分不同的试剂。存储单元600上还可以设置制冷器,制冷器可以对存储部610中的试剂进行冷藏处理,从而实现在线长期保存试剂。

[0049] 移送单元700用于将反应器20在摆渡单元200、缓存单元100和反应装置12之间移送,移送单元700可以做水平运动和垂直运动,显然,移出工位35和初始工位30均处于移送单元700的运动轨迹之上。

[0050] 当采用该液体分配装置11对反应器20中分配样本和试剂、并将样本和试剂进行混匀处理时,可以形成第一种液体分配方法,该第一种液体分配方法的主要特点在于:样本从缓存单元100(并非从摆渡单元200)分配至反应器20中。参阅图9,该第一种液体分配方法主要包括如下步骤:

[0051] S510,提供用于接收并带动反应器20运动的缓存单元100,向位于缓存单元100上空置的反应器20中分配样本;

[0052] S520,使摆渡单元200停止在初始工位30,将已分配样本的反应器20从缓存单元100移送至位于初始工位30的摆渡单元200上;

[0053] S530,使摆渡单元200在初始工位30和第一工位31之间运动,向位于第一工位31处的反应器20中分配试剂;当然,可以使摆渡单元200在初始工位30和第一工位31之间做直线运动。其中,在摆渡单元200承载已分配样本的反应器20运动或静止的过程中,样本能够同时被分配至缓存单元100上空置的反应器20中。

[0054] S540,当反应器20中分配试剂后,使摆渡单元200对样本和试剂进行混匀处理。摆渡单元200可以通过非接触偏心震荡的方式对反应器20中的反应物进行混匀处理,从而消除其它接触式搅拌对反应物构成的携带污染。为提高测试通量,可以在从第一工位31运动到初始工位30的过程中,使摆渡单元200对反应器20中的样本和试剂进行混匀处理。

[0055] S550,使摆渡单元200停止在初始工位30,样本和试剂混匀完成后,通过移送单元700将反应器20从初始工位30离开摆渡单元200并移送至反应装置12上。

[0056] 在该第一种液体分配方法中,将摆渡单元200执行的上述步骤S520、S530、S540、S550中的动作序列可循环重现的最短时间窗口记为工作周期T,使摆渡单元200在一个工作周期T内在初始工位30接收已分配样本的反应器20、直线运动到第一工位31处接受反应器20中分配试剂、对反应器20中的反应物进行混匀、直线运动到初始工位30处使反应器20离开。

[0057] 将向位于缓存单元100上空置的至少两个反应器20中连续分配样本之间的时间间隔记为样本分配间隔 t , $t=T$ 或者存在至少一个 t ,使得 $t<T$ 。 $t=T$ 时,每个工作周期T的间隔内,向位于缓存单元100上空置的反应器20中分配一次样本。特别地, $t<T$ 时,在工作周期T的间隔内向位于缓存单元100上空置的反应器20中分配不止一次样本。存在至少一个 t ,使得 $t<T$ 时,向位于缓存单元100上空置的反应器20中分配样本的时间不固定,可以不受工作周期T的限制,根据测试的需要决定分配样本的间隔,使测试更灵活高效。

[0058] 该第一种液体分配方法中,样本只从缓存单元100分配至反应器20中,并不从摆渡单元200分配至反应器20中,这样可以省去从摆渡单元200向反应器20中分配样本的时间,提高了液体分配装置工作效率。在一些实施例中,当缓存单元100仅包括做圆周运动的转盘110或仅包括做直线运动的滑块120时,向缓存单元100中分配样本的步骤包括如下子步骤:

[0059] 将反应器20从接收工位33输入至缓存单元100上;

[0060] 将反应器20跟随缓存单元100从接收工位33运动至加样工位34,向位于加样工位34处的反应器20中分配样本;及

[0061] 将反应器20跟随缓存单元100从加样工位34运动至移出工位35,反应器20能够从移出工位35被移送至摆渡单元200。

[0062] 在一些实施例中,当缓存单元100同时包括圆周运动的转盘110和做直线运动的滑块120时,向缓存单元100中分配样本的步骤包括如下子步骤:

[0063] 将反应器20从接收工位33输入至缓存单元100的转盘110上;

[0064] 将转盘110绕自身的中心轴线运动,反应器20跟随转盘110旋转设定角度;

[0065] 将反应器20从转盘110移送至缓存单元100的滑块120上,反应器20跟随滑块120做直线运动至加样工位34,向位于加样工位34处的反应器20中分配样本;及

[0066] 将反应器20跟随滑块120从加样工位34做直线运动至移出工位35,反应器20能够从移出工位35被移送至所述摆渡单元200。

[0067] 为保证最大测试通量,必须在规定的时间内从摆渡单元200上移出一个反应物已混匀处理完成的反应器20。因此,当单个反应器20从进入摆渡单元200直至离开摆渡单元200所间隔的时间(即单个反应器20在摆渡单元200上的总停留时间)越短,测试通量越大。而对于传统将样本和试剂均从摆渡单元200分配至反应器20的方案,由于均从摆渡单元200对其上的反应器20分配样本和试剂,故反应器20在摆渡单元200上的停留时间将至少包括样本分配时间、试剂分配时间、摆渡单元200运动时间和反应物混匀时间。

[0068] 而对于该第一种液体分配方法,样本只从缓存单元100分配反应器20中(样本并不从摆渡单元200分配反应器20中),即样本只分配位于缓存单元100的反应器20中;当盛放有样本的反应器20从缓存单元100移送至摆渡单元200后,试剂将分配至位于摆渡单元200上已盛放有样本的反应器20中。因此,与传统方案相比较,在加样件300和试剂分配件500两者工作效率相同、以及摆渡单元200运行速度相同的基础上,反应器20在摆渡单元200上的停留时间仅包括试剂分配时间、摆渡单元200运动时间和反应物混匀时间,从而省去了样本分配时间,反应器20在摆渡单元200上停留时间较短,使得反应器20能在相对较短的时间内将反应物混匀而离开摆渡单元200,提高整个免疫分析仪10的测试通量。

[0069] 事实上,对于该第一种液体分配方法,样本的分配不会受摆渡单元200运动速度和所处位置的限制,当摆渡单元200承载已分配样本的反应器20在运动或静止的过程中,加样件300均可以充分利用该空闲的等待时间,从而将样本从缓存单元100上事先分配至反应器20中,压缩单个反应器20在摆渡单元200上的总停留时间,最终达到提高最大测试通量的目的。因此,即便在试剂分配件500从摆渡单元200向其上的反应器20中分配试剂的同时,加样件300可以从缓存单元100向其上的反应器20中分配样本,即样本和试剂的分配可以同步进行,从而消除在摆渡单元200上的样本分配时间。而对于传统的方案,样本的分配无法摆脱摆渡单元200运动速度和所处位置的限制,只有当摆渡单元200抵达至初始工位30时,加样件300才能从摆动单元向反应器20中分配样本,不可能实现在同一时刻向反应器20中分配样本和试剂。

[0070] 当然,在保证与传统方案测试通量相同的基础上,对于该第一种液体分配方法,还可以适当降低摆渡单元200、加样件300与试剂分配件500的运行速度(工作效率或工作负荷),从而降低对摆渡单元200、加样件300与试剂分配件500三者运动控制的难度,也会减少液体分配装置11中各部件因高速运行而产生的振动、噪音和故障,提高整个液体分配装置11运行的平稳性与可靠性。

[0071] 当采用上述液体分配装置11对反应器20中分配样本和试剂、并将样本和试剂进行混匀处理时,还可以形成第二种液体分配方法,该第二种液体分配方法的主要特点在于:通过加样件300吸取相同样本分多次分配到至少两个反应器20中;同时,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器后,将加样件300进行清洗或更换,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器之间,加样件300不进行清洗或更换。参阅图10,该第二种液体分配方法主要包括如下步骤:

[0072] S710,提供加样件300,同时提供缓存单元100和摆渡单元200。

[0073] S720,通过加样件300吸取相同样本连续分配到缓存单元100的至少两个反应器20中,将向位于缓存单元100上空置的至少两个反应器20中连续分配样本之间的时间间隔记为样本分配间隔 t 。本领域技术人员可以理解,此处相同样本特指需要进行至少两次检测的同一待检样本(即对应某一被检者,如某病人的样本),该至少两次检测可以是至少两个不同的分析项目,也可以是相同的分析项目至少重复两次检测;不同样本指不同被检者的样本。

[0074] S730,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器后,将加样件300进行清洗或更换。在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器之间,加样件300不进行清洗或更换。特别地,在分配不同样本之间,将加样件300进行清洗或更换。

[0075] S740,将摆渡单元200执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口记为工作周期 T ,使摆渡单元200在初始工位30和第一工位31之间运动,通过试剂分配件500将试剂于第一工位31分配至每个已盛放有样本的反应器20中,具体地,通过试剂分配件500将试剂于第一工位31分配至摆渡单元200上的每个已盛放有样本的反应器20中。与摆渡单元200相同,试剂分配件500同样按工作周期 T 分配试剂,即每个工作周期 T 内只向一个已盛放有样本的反应器20分配试剂。因此,对于加样件300按样本分配间隔 t 分配样本后的至少两个反应器,其被同一个试剂分配件500分配试剂的间隔时间至少为 T 。

[0076] S750,当反应器20中分配试剂后,使摆渡单元200对样本和试剂进行混匀处理。摆渡单元200可以通过非接触偏心震荡的方式对反应器20中的反应物进行混匀处理,从而消除其它接触式搅拌对反应物构成的携带污染。为提高测试通量,可以在从第一工位31运动到初始工位30的过程中,使摆渡单元200对反应器20中的样本和试剂进行混匀处理。

[0077] S760,样本和试剂混匀完成后,通过移送单元700将反应器20从初始工位30离开摆渡单元200并移送至反应装置12上。

[0078] 第二种液体分配方法的其它相同之处可以参考上述第一种液体分配方法,在此不再赘述。

[0079] 在一些实施例中,加样件300采用呈细长状的圆柱型样本针,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器后,特别地,在分配不同样本之间,将样本针运动到清洗池800,对样本针的内壁和外壁同时进行清洗,以清除不同样本之间的携带污染。清洗时,通过注射器或泵等流体动力器件往样本针的内腔中注入清洗液,以一定速度流过样本针的内腔的清洗液将对样本针内壁进行冲刷而达到清洗效果,同时,对样本针的外壁喷洒或浸入清洗液以对其进行清洗,从样本针内腔和外壁上流出的清洗液可以同时排入清洗池800中。为确保样本针的内壁和外壁的彻底清洗以消除携带污染,同时保证样本针的工作效率和免疫分析仪10的测试通量,对样本针进行清洗的时间为2秒至10秒。

[0080] 在一些实施例中,加样件300采用一次性吸嘴,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器20后,对一次性吸嘴进行更换,特别地,在分配不同样本之间,对一次性吸嘴进行更换。这样可以省去对一次性吸嘴的清洗,减少清洗时间以提高效率,同时,可以通过减少清洗液的成本消耗以弥补一次性吸嘴的成本消耗。

[0081] 同时参阅图6和图7,在一些实施例中,当待检样本对应的所有分析项目所需样本之和并未超过样本针容量时,即当加样件300的容量大于各反应器20所需相同样本的总量时,加样件300仅吸取一次并连续分多次将相同样本分配至不同的反应器20中。例如,加样件300需要吸取相同血液样本(记为第一S)以检测甲功五项中的两个项目,即TSH项目和T4项目,对于检测TSH项目的反应器20,该反应器20(记为TSH反应器)需要100微升血液样本;对于检测T4项目的反应器20,该反应器20(记为T4反应器)需要50微升血液样本。此时,加样件300的容量大于150微升,即加样件300的容量大于TSH反应器与T4反应器所需血样本容量的总和,因此,加样件300从样本管430中一次性吸取至少150微升血液样本(第一S),分配血液样本时,缓存单元100带动TSH反应器运动到加样工位34,加样件300向TSH反应器中分配100微升血液样本(第一S);然后,缓存单元100继续带动T4反应器运动到加样工位34,样本分配间隔 t 后(存在至少一个 t ,使得 $t < T$),加样件300向T4反应器中分配50微升血液样本(第一S)。在向TSH反应器和T4反应器分配血液样本之间,由于是相同的血液样本,无需对加样件300进行清洗,当然,可以将加样件300运动到清洗池800上方或清洗池800中进行回程差校准,也可以停留在加样工位34处。试剂分配件500随后向TSH反应器分配TSH试剂,该TSH试剂可以包括R1组分和R2组分,并至少间隔一个工作周期 T 后向T4反应器分配T4试剂,该T4试剂同样可以包括R1组分和R2组分。

[0082] 在一些实施例中,当待检样本对应的所有分析项目所需样本之和超过样本针容量时,即当加样件300的容量小于各反应器20所需相同样本的总量时,加样件300分多次吸取相同样本(记为第二S)并按样本分配间隔 t (存在至少一个 t ,使得 $t < T$)将其分配至不同的反应器20中。例如,需要向四个反应器20中分配相同样本(第二S)以检测四个不同项目,假如加样件300的容量为500微升,而四个反应器20所需的相同样本的总量超过500微升,此时,加样件300可以分两次吸取以向四个反应器20中分配相同样本(第二S)。操作时,加样件300第一次吸取少于500微升的样本(第二S),并连续分三次按设定量分配至三个反应器20中,然后,加样件300第二次吸取少于500微升的样本,并设定量将其分配至最后一个反应器20中。在加样件300第一次和第二次吸取相同样本(第二S)之间,将加样件300运行到清洗池800中对加样动力器进行复位处理。由于复位需要在对加样件300的清洗过程中进行,而相同样本之间不存在携带污染问题,故仅需对加样件300进行较短时间清洗,以便加样件300为更好地完成第二次样本吸取做好准备。

[0083] 在一些实施例中,对于样本分配间隔 t ,存在至少一个 t ,使得 $t < T$,即存在至少一个工作周期 T 的间隔内,加样件300的工作效率大于试剂分配件500的工作效率。对于已分配样本的同一反应器20,试剂分配件500在每个工作周期 T 内可分多次吸取不同试剂组分分配至反应器20中。在试剂分配件500将各所需试剂组分分配至单个反应器20的工作周期 T 的时间间隔内,加样件300能够将样本分配到至少两个反应器20中。简而言之,在工作周期 T 的时间间隔内,每个试剂分配件500仅能对一个反应器20中分配各个试剂组分,而加样件300能够对至少两个反应器20中分配样本。在试剂分配件500吸取不同试剂组分之间,对试剂分配件

500进行清洗以防止不同试剂组分的携带污染;例如,不同的试剂组分试剂组件包括R1组分和R2组分,试剂分配件500先后吸取R1组分和R2组分至同一反应器20中,当试剂分配件500在吸取R2组分之前,将刚吸取过R1组分的试剂分配件500进行清洗,以防止R1组分对R2组分构成携带污染。

[0084] 根据实际情况的需要,可以使加样件300每次吸取的样本量设置为10微升至500微升,每个反应器20所需的样本量为5微升至250微升。

[0085] 对于传统的方案,当加样件300每对一个反应器20分配样本后,均需将加样件300进行清洗,以便消除加样件300伸入样本管430中再次吸取样本和分配样本后导致的携带污染,这样会使得清洗次数增多,从而至少导致如下三个缺陷,第一,存在大量时间消耗,也降低了加样件300的工作效率,从而影响整个免疫分析仪10的测试通量。第二,消耗大量的清洗液,增加免疫分析仪10的测试成本。第三、由于清洗次数较多,为保证加样件300的工作效率并保证测试通量,会压缩加样件300的清洗时间,使得加样件300清洗不彻底,不能无法有效消除携带污染。

[0086] 而该第二种液体分配方法至少存在如下有益效果,第一,由于加样件300吸取相同样本连续分配到至少两个反应器20中,在将相同样本连续分配至两个反应器20之间,加样件300无需再次伸入样本管430中吸取样本,也无需对加样件300进行清洗,故加样件300每隔至少两个反应器20才存在一次清洗的可能,有效避免传统方案中每隔仅一个反应器20即需清洗加样件300的现象。这样能减少加样件300的清洗次数,从而提高加样件300的工作效率和免疫分析仪10的测试通量。第二,当加样件300在多次伸入样本管430中吸取相同样本之间,仅需对加样件300进行短时间清洗,这样可以使加样件300集中分配某一种相同样本后,再集中分配另一种相同样本,减少不同样本之间的切换频次,进一步起到减少加样件300清洗次数和清洗时间的作用。第三、由于减少了加样件300的清洗次数,在确保工作效率和测试通量的基础上,可以适当延长加样件300的每次清洗时间,以便对加样件300进行彻底的清洗,有效降低不同样本之间携带污染的风险。显然,清洗次数的减少也会减少清洗液的消耗,可以降低免疫分析仪10的测试成本。第四、在提高了加样效率和有效降低样本之间携带污染的基础上,使摆渡单元200和试剂分配件500协调高效运动,进一步提高了试剂的分配和反应物混匀的效率。在工作周期T内,通过试剂分配件500将试剂于第一工位31分配至每个已盛放有样本的反应器20中,并通过摆渡单元200对样本和试剂进行混匀处理,样本分配通过缓存单元完成,试剂分配和反应物混匀在摆渡单元上完成,提高了样本、试剂分配及反应物混匀的效率,从而提高了免疫分析仪的测试效率和通量,比如,本发明的免疫分析仪测试通量可以突破行业内目前报道的最高水平(600个测试每小时),实现720、800个测试每小时甚至更高的测试通量。

[0087] 当采用上述液体分配装置11对反应器20中分配样本和稀释液(如前文所述,稀释液可以看成分析项目对应试剂的一个组分),并对样本和稀释液混匀以形成稀释样本,然后稀释样本分配至多个反应器20中,最后将试剂分配至盛放有稀释样本的反应器20并进行混匀处理,这样可以形成一种样本稀释方法。同时参阅图8和图11,该样本稀释方法主要包括如下步骤:

[0088] S810,将摆渡单元200承载已盛放有样本的第一反应器从初始工位30运动到第一工位31。

[0089] S820,向处于第一工位31处的第一反应器中分配稀释液。

[0090] S830,将第一反应器中的样本和稀释液混匀以形成稀释样本。

[0091] S840,将摆渡单元200承载盛放有稀释样本的第一反应器运动至第二工位32,将处于第二工位处的第一反应器中的稀释样本分配到至少二个空置的第二反应器中,当然,根据分析试项目的不同,向每个空置第二反应器中分配的稀释样本的量可能会存在不同,例如其中一个第二反应器中所分配的稀释样本的量可以大于另外一个第二反应器中所分配的稀释样本的量。

[0092] S850,将摆渡单元200承载分配有稀释样本的第二反应器运动到第一工位31,向处于第一工位31的第二反应器中分配试剂。

[0093] S860,对第二反应器中的稀释样本和试剂进行混匀处理。

[0094] 在一些实施例中,参考上述第一种液体分配方法中的相关介绍,将第一反应器放置在缓存单元100上,通过加样件300在缓存单元100上的第一反应器中分配样本后,将盛放样本的第一反应器于初始工位30从缓存单元100移送至摆渡单元200上。换言之,样本均仅从缓存单元100上(并非从摆渡单元200上)分配至反应器20中,使得样本的分配不会受摆渡单元200运动速度和所处位置的限制,当摆渡单元200承载反应器20运动或静止的过程中,样本均能够从缓存单元100上(并非从摆渡单元200上)分配至反应器20中,从而提高免疫分析仪10的测试通量。

[0095] 在一些实施例中,将空置的第二反应器放置在缓存单元100上,当稀释样本分配至第二反应器后,将盛放有稀释样本的第二反应器于初始工位30从缓存单元100移送至摆渡单元200上。对于第一反应器中样本和稀释液、及第二反应器中的稀释样本和试剂,均通过摆渡单元200本身对其进行混匀处理;混匀处理的方式为非接触偏心震荡处理。同时,将初始工位30设置在第一工位31和第二工位32之间,并使摆渡单元200在初始工位30、第一工位31和第二工位32之间做往复直线运动。

[0096] 在一些实施例中,使缓存单元100在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间运动。第一反应器和第二反应器均从接收工位33进入至缓存单元100,样本从加样工位34分配至第一反应器中,稀释样本同样从加样工位34分配至第二反应器中,第一反应器和第二反应器两者均从移出工位35离开缓存单元100而移送至摆渡单元200上。当缓存单元100为转盘110时,转盘110带动第一、第二反应器在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间做圆周运动。当缓存单元100为滑块120时,滑块120带动第一、第二反应器在接收工位33、加样工位34和移出工位35之间做直线运动。

[0097] 对于传统的样本稀释方法,液体分配装置11每一次混匀形成的稀释样本只能供一个反应器20使用,即液体分配装置11对每一个反应器20均应单独进行一次混匀处理以形成稀释样本,换言之,一次混匀处理形成的稀释样本仅对应一个反应器20。这样增加了混匀形成稀释样本的处理次数,从而降低样本稀释的工作效率,进一步影响免疫分析仪10的最大测试通量。

[0098] 而对于上述的样本稀释方法,液体分配装置11在第一反应器中将样本和稀释液混匀处理以形成稀释样本,并将第一反应器中的稀释样本分配到至少两个第二反应器中。因此,液体分配装置11每一次混匀形成的稀释样本能供至少两个反应器20使用,从而无需将液体分配装置11对每一个反应器20均单独进行一次混匀处理以形成稀释样本,换言之,一

次混匀处理形成的稀释样本能对应至少两个反应器20,这样能大幅减少混匀形成稀释样本的处理次数,提高该样本稀释方法的工作效率,从而提高免疫分析仪10的最大测试通量。特别地,对于待检样本需要自动稀释后再进行测试的免疫分析项目,比如自身免疫疾病或过敏原检测等测试项目,常常需要样本稀释,且稀释样本需要进行多个测试,对于这类测试项目,该样本稀释方法有效解决了免疫分析仪10的最大测试通量瓶颈。

[0099] 同时参阅图5和图12,当上述液体分配装置11的摆渡单元200的数量至少为两个时,可以形成第三种液体分配方法。当然,该第三种液体分配方法与第一种液体分配方法存在相似之处,即样本并非从摆动单元分配至反应器20中、而是从缓存单元100分配至反应器20中,当反应器20中分配样本后,移送单元将已盛放有样本的反应器20从缓存单元100移送至摆渡单元200。该第三种液体分配方法主要包括如下步骤:

[0100] S910,提供至少两个摆渡单元200,使各摆渡单元200在初始工位30和第一工位31之间往复运动。

[0101] S920,将已盛放有样本的反应器20于初始工位30移送至摆渡单元200上,事实上,样本从缓存单元100上分配至反应器20中,当样本分配至缓存单元100上的反应器20后,将盛放有样本的反应器20从缓存单元100移出并于初始工位30移入至摆渡单元200上。

[0102] S930,摆渡单元200带动从缓存单元100上输入并盛放有样本的反应器20从初始工位30运动到第一工位31,试剂于第一工位31处分配至反应器20中,然后对反应器20中的样本和试剂进行混匀处理。

[0103] S940,将摆渡单元200执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口记为第一周期,用第一周期除以摆渡单元200数量所得的商值记为第二周期,从向其中一个摆渡单元200第一次移入反应器20时起,依次错开一个第二周期所间隔的时间先后向其它摆渡单元200上移入反应器20。

[0104] S950,依次错开一个第二周期所间隔的时间将混匀处理完毕的反应器20移出摆渡单元200,在移出反应器20的摆渡单元200上放入另外已盛放有样本的反应器20。

[0105] 为使整个免疫分析仪10具有较高的测试通量,第二周期的长度可以为4-15秒内任何合适的值,比如4秒、4.5秒、5秒、6秒、9秒等,对应的测试通量为每小时900-240个测试,即免疫分析仪10每小时可以连续报告900-240个结果。为方便理解,下面以第二周期取5秒为例进行说明。

[0106] 假如免疫分析仪10必须每隔5秒完成对一个反应器20的测量,即每隔5秒报告一个测试结果,此时,第二周期的时间为5秒。将整个免疫分析仪10看做流水线,必须保证流水线各处流量均相等,故摆渡单元200上同样必须每隔5秒输出一个已混匀处理完毕的反应器20。假如在只有一个摆渡单元200的情况下,由于摆渡单元200在一个周期内执行的移入已盛放有样本的反应器20、接受试剂分配件500分配试剂、偏心震荡混匀、移出已混匀完成的反应器20等动作序列所需要的时间总和大于5秒,摆渡单元200将无法每隔5秒输出一个已混匀处理完毕的反应器20,摆渡单元200的流量低于流水线的出口流量,导致流水线无法以最大效率(测试通量)连续工作。因此,通过将第一周期设置为第二周期的两倍,即第一周期为10秒,同时使得摆渡单元200的数量为两个,使两个摆渡单元200执行的动作序列相对错开第二周期的时间(即5秒)执行,即两个摆渡单元200相隔一个第二周期而“错开并行”。

[0107] 工作时,按照摆渡单元200既有的运动规律,假如在第0秒于第一个摆渡单元200上

移送已盛放有样本的反应器20,然后于第5秒向第二个摆渡单元200上移送已盛放有样本的反应器20。假定第一个摆渡单元200上的反应器20将于第10秒输出,在反应器20输出后,再向第一个摆动单元上移送已盛放有样本的反应器20。接着,第二个摆渡单元200上的反应器20将于第15秒输出,同样地,在反应器20输出后,再向第二个摆动单元上移送已盛放有样本的反应器20。按照上述的操作方式循环运作,将使得第一个摆渡单元200将于第10秒、第20秒、第30秒,……第10N秒输出一个反应器20;同时,第二个摆渡单元200将于第15秒、第25秒、第35秒,……第(5N+10)秒输出一个反应器20。因此,在每个摆渡单元200每隔10秒输出一个已混匀处理完毕的反应器20的基础上,两个摆渡单元200作为一个整体将每隔5秒输出一个已混匀处理完毕的反应器20,从而达到以“数量换时间”的目的,最终满足免疫分析仪10最高测试通量的要求。

[0108] 当然,当第二周期仍然为5秒时,第一周期的时间还可以更长,此时使摆渡单元200的数量为三个、四个甚至更多,第一周期可以设置为第二周期的三倍、四倍甚至更多,即第一周期为15秒或20秒等。这样在保证测试通量的基础上,可以减少摆渡单元200的运动速度,延长分配试剂以及样本与试剂的混匀时间,有效解决摆渡单元200的运动速度瓶颈、试剂分配以及样本、试剂的混匀时间瓶颈。在摆渡单元200的运动速度和样本、试剂的混匀时间一定的情况下,每个摆渡单元200仍然每隔10秒输出一个混匀处理完成的反应器20,即第一周期仍然为10秒。

[0109] 在液体分配装置11的存储单元600数量与摆渡单元200数量相等的情况下,该第三种液体分配方法还包括如下步骤:

[0110] 提供与摆渡单元200数量相等存储单元600,将试剂存放在每个存储单元600的多个存储部610上。

[0111] 将存储部610跟随存储单元600运动到用于吸取试剂的吸液工位。

[0112] 使每个存储单元600执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口等于第一周期,从其中一个存储单元600第一次带动存储部610朝吸液工位运动时起,依次错开一个第二周期所间隔的时间先后使其它存储单元600带动存储部610朝相应的吸液工位运动。

[0113] 参考上述对至少两个摆渡单元200相隔一个第二周期而“错开并行”的相关描述,通过使存储单元600数量与摆渡单元200数量相等,同时使存储单元600同样每相隔一个第二周期而“错开并行”。将所有存储单元600看成一个整体,每相隔一个第二周期的时间,均有其中一个存储单元600上的存储部610运动到吸液工位,以便试剂分配件500于该吸液工位吸取试剂。因此,对于单独的存储单元600来说,尽管每隔一个第一周期的时间带动存储部610运动到吸液工位,但是,当全部存储单元600看成一个整体时,每隔一个第二周期的时间将有存储部610抵达至吸液工位,这同样能达到以“数量换时间”的目的,最终满足免疫分析仪10最高测试通量的要求。

[0114] 此外,对于传统的方案,存储单元600的数量通常为一个,为增加供分析项目使用的试剂的存储量,必须增加存储部610的数量,从而导致整个存储单元600的尺寸增大,存储单元600占用面积较大,不利于存储单元600的布局和生产制造,同时,对于体积和重量较大的存储单元600,也增加了对其运动控制的难度,导致存储部610无法在很短的时间内抵达指定位置以供试剂分配件500吸取试剂,成为实现高测试通量的一个瓶颈。同时,当存储单元600出现故障时,将导致整个免疫分析仪10无法工作。而该第三种液体分配方案通过设置

至少两个存储单元600,每个存储单元600体积较小,有利于整机布局和运动控制,也能确保有较大的试剂存储量。同时,可以提高存储单元600对故障的容忍度,当其中一个存储单元600出现故障而无法工作时,其它剩余存储单元600可以继续工作,确保试剂能持续供应。当然,可以在其它存储单元600工作的同时,对出现故障的存储单元600进行整修。

[0115] 在一些实施例中,提供与存储单元600数量相等的试剂分配件500,使得每个存储单元600对应一个试剂分配件500。这样可以提高试剂分配的效率,当然也可以在保证最大测试通量的基础上降低单个试剂分配件500的工作效率(负荷)。使每个试剂分配件500执行的动作序列可循环重现的最短时间窗口等于第一周期,从其中一个试剂分配件500分配试剂时起,依次错开一个第二周期所间隔的时间先后使其它试剂分配件500分配试剂。

[0116] 参考上述对至少两个摆渡单元200和至少两个存储单元600相隔一个第二周期而“错开并行”的相关描述,通过使试剂分配件500与存储单元600数量、摆渡单元200数量相等,同时使试剂分配件500同样每相隔一个第二周期而“错开并行”。将所有试剂分配件500看成一个整体,每相隔一个第二周期的时间,均有其中一个试剂分配件500分配试剂。因此,对于单独的试剂分配件500来说,尽管每隔一个第一周期的时间向一个反应器20内分配试剂,但是,当全部试剂分配件500看成一个整体时,每隔一个第二周期的时间将有试剂分配件500分配一次试剂,这同样能达到以“数量换时间”的目的,最终满足免疫分析仪10最高测试通量的要求。

[0117] 当摆动单元在初始工位30和第一工位31之间做直线运动时,可以将存储单元600平分数量为数量相等的两半,其中一半存储单元600与另一半存储单元600相对摆渡单元200的运动轨迹对称,这样有利于免疫分析仪10整机的布局。

[0118] 因此,通过将已盛放有样本的反应器20于初始工位30移送至摆渡单元200上,即样本从缓存单元100事先分配至反应器20中,省去了从摆渡单元200向反应器20中分配样本的时间,从而降低了反应器20在每个摆渡单元200上的停留时间,使每个摆渡单元200能快速输出一个反应器20。同时,将摆渡单元200设置为至少两个,至少两个摆渡单元200相隔一个第二周期而“错开并行”,尽管单个摆渡单元200每间隔一个第一周期输出一个反应器20,但全部摆渡单元200作为一个整体将每隔一个时间较短的第二周期输出一个反应器20,这样能够达到以“数量换时间”的目的,最终满足免疫分析仪10最高测试通量的要求。

[0119] 在一些实施例中,该第三种液体分配方法与第二种液体分配方法存在相似之处,即通过加样件300吸取相同样本连续分配到缓存单元100上的至少两个反应器20中,同时,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器后,将加样件300进行清洗或更换,其有益效果可以参考对上述第二种液体分配方法的描述。

[0120] 同样地,在分配样本的过程中,使加样件300采用样本针或一次性吸嘴,在吸取相同样本连续分配到至少两个反应器后,对样本针的内壁、外壁进行清洗或对一次性吸嘴进行更换。为清洗彻底,对样本针进行清洗的时间为2秒至10秒。当加样件300的容量大于各反应器20所需相同样本的总量时,加样件300仅吸取一次并连续分多次将相同样本分配至不同的反应器20中。

[0121] 参见图13,以相同样本(第一S)测试四个分析项目为例进行说明。加样件300吸一次相同样本(第一S)并连续分4次将分成四份(分别记为S1、S2、S3、S4)的第一S分配到四个反应器中。由于加样件300下一次吸取的样本为不同样本,分配S1、S2、S3、S4到四个反应器

完成后,对加样件300的样本针的内壁、外壁进行清洗或对一次性吸嘴进行更换。

[0122] 对于加样件300吸一次连续分配的四个反应器,每个试剂分配件500按第一周期分配对应分析项目的试剂到位于第一工位处的摆渡单元200上的已分配第一S的反应器内,两个试剂分配件500之间相隔N个第二周期分配对应分析项目的试剂到位于第一工位处31的摆渡位上的摆渡单元200上的已分配第一S的反应器内。具体地,第一试剂分配件500在第1第一周期T向含有S1的第一反应器20内分配试剂,在第2第一周期T向含有S3的第三反应器20内分配试剂,第二试剂分配件500在第2第一周期T向含有S2的第二反应器20内分配试剂,在第3第一周期T向含有S4的第四反应器20内分配试剂,可见,第一试剂分配件500和第二试剂分配件500之间相隔N个第二周期($T/2$)分配对应分析项目的试剂。这样可以保证每个第二周期($T/2$)都有一个反应器20完成试剂的分配,从而提升了试剂的分配效率。总之,对于分配同一样本后的至少两个反应器,每个试剂分配件500依次错开一个第二周期($T/2$)按N(N为整数且 $N \geq 1$)个第一周期间隔分配分析项目的试剂。

[0123] 本发明的第三种液体分配方法,在提高了样本分配效率和有效降低样本之间携带污染的基础上,使至少2个摆渡单元200、至少两个存储单元600、至少2个试剂分配件500高效协调运动,进一步提高了试剂的分配和反应物混匀的效率,从而提高了免疫分析仪的测试效率和通量,比如,本发明的免疫分析仪测试通量可以突破行业内目前报道的最高水平(600个测试每小时),实现720、800个测试每小时甚至更高的测试通量。

[0124] 本发明还提供一种免疫分析方法,该免疫分析方法包括上述第一种液体分配方法、第二种液体分配方法、第三种液体分配方法和样本稀释方法中的步骤。

[0125] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0126] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

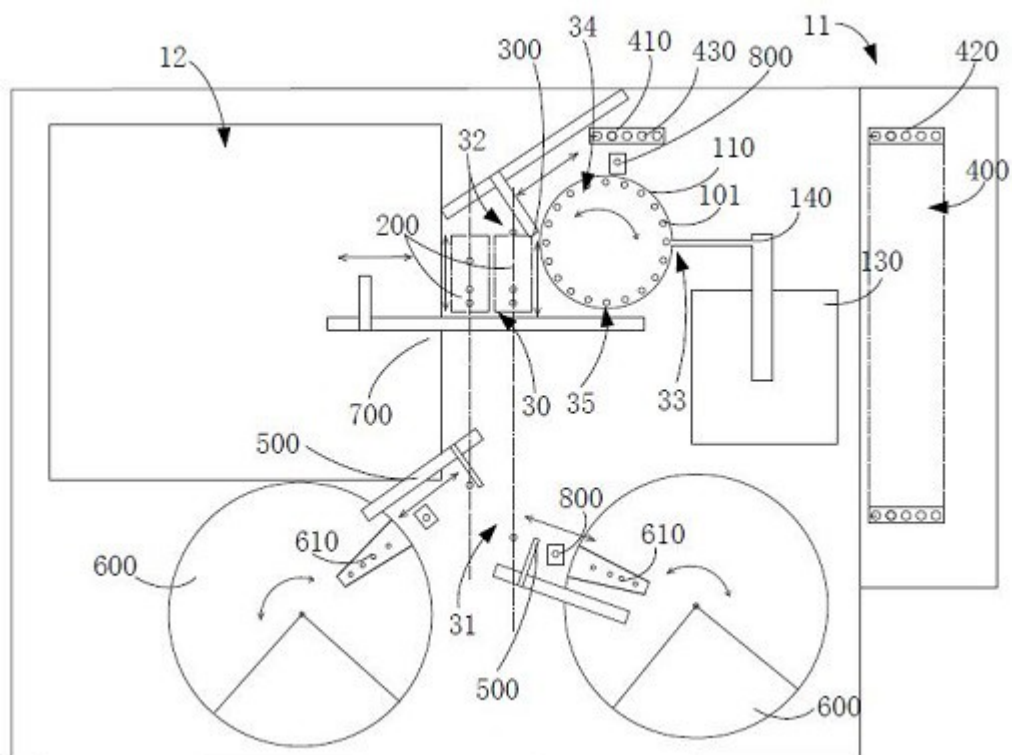


图5

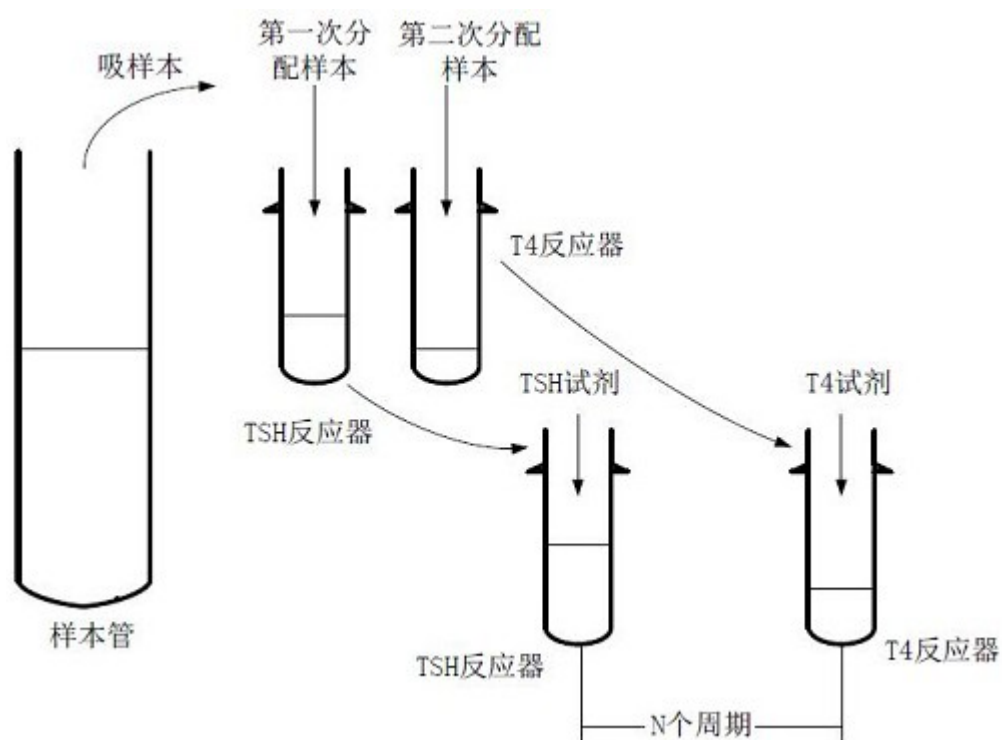


图6

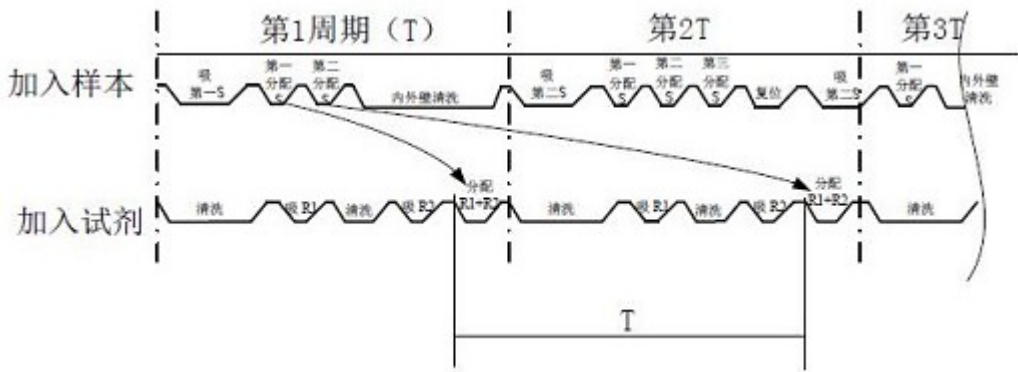


图7

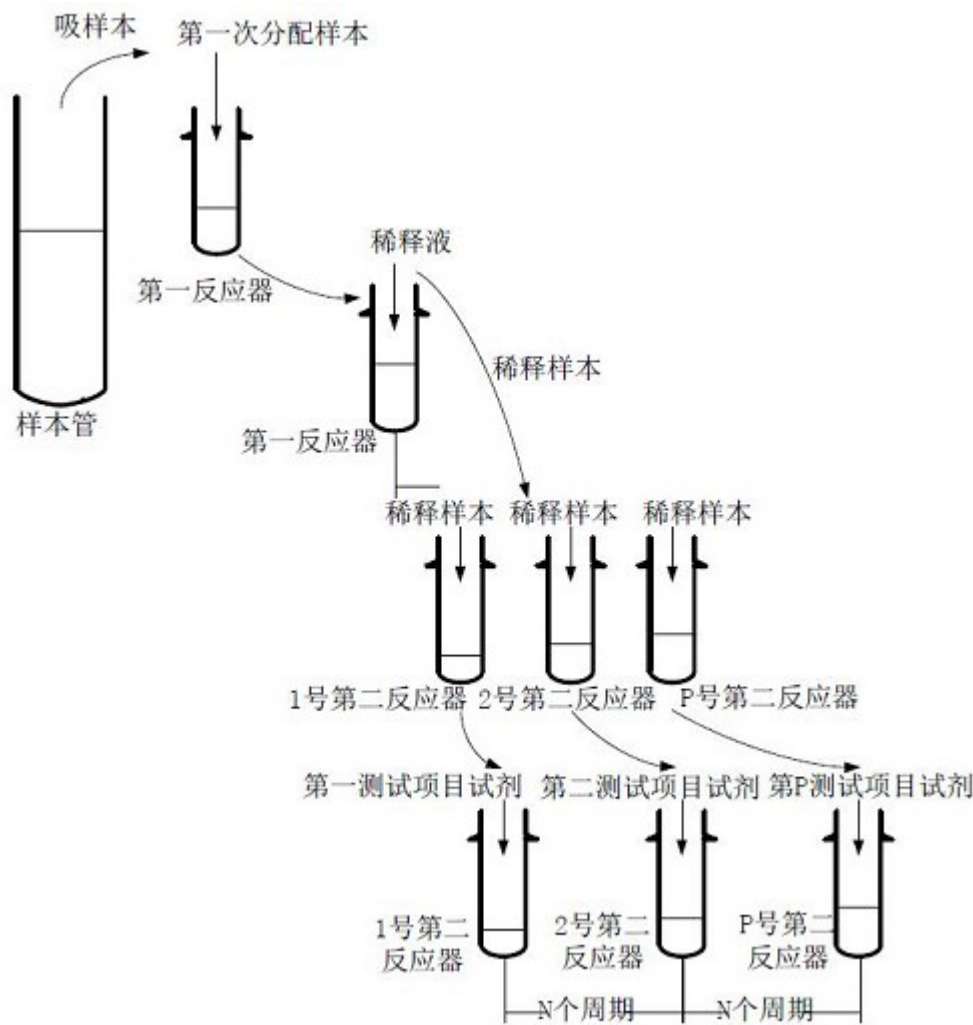


图8

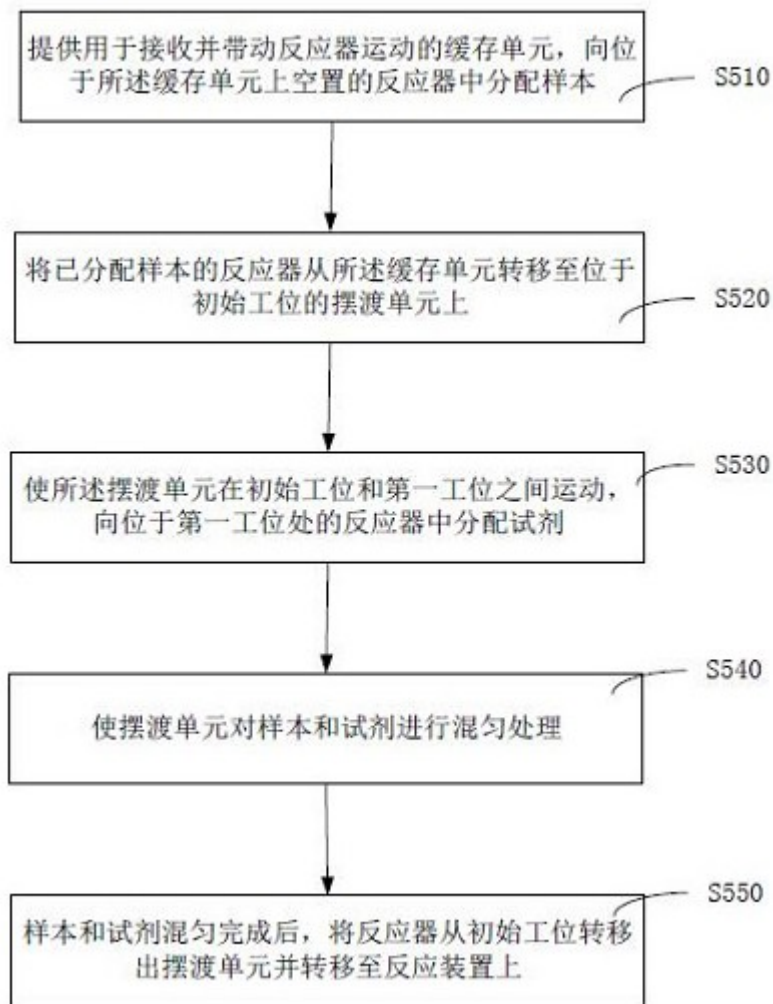


图9

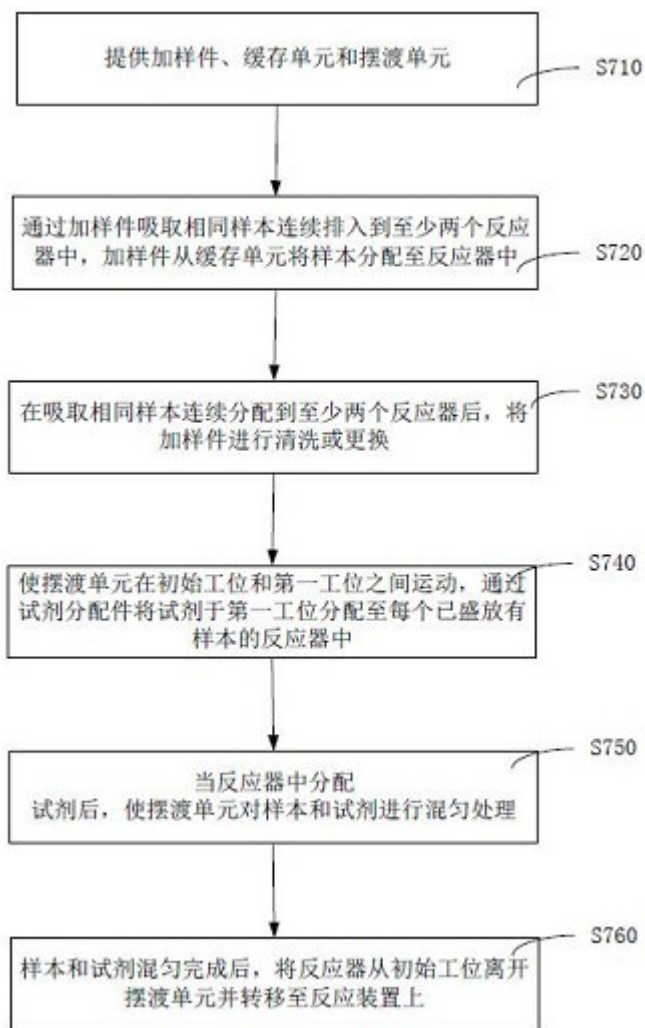


图10

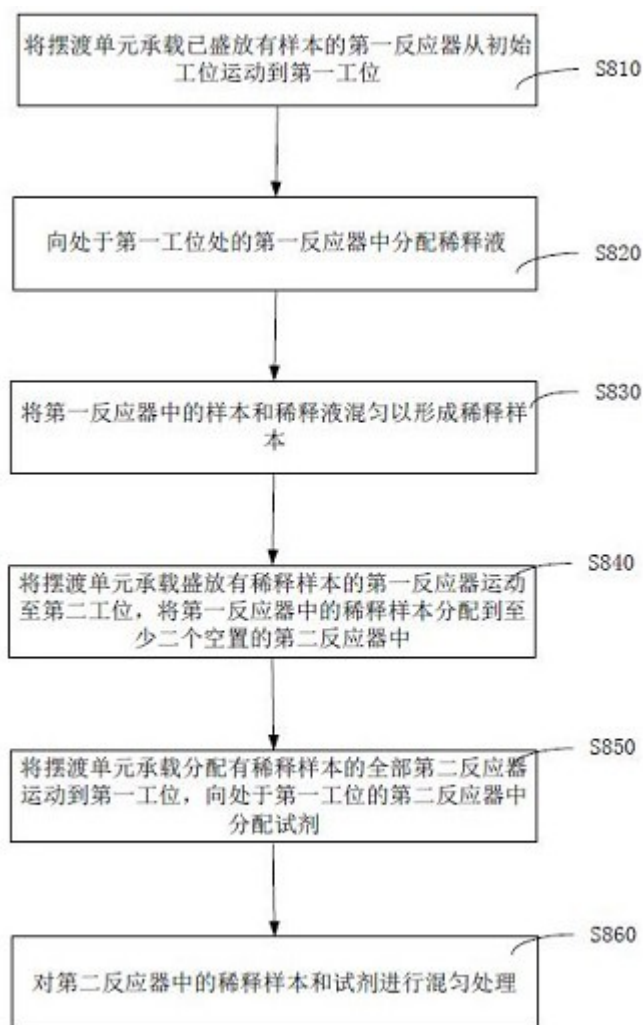


图11

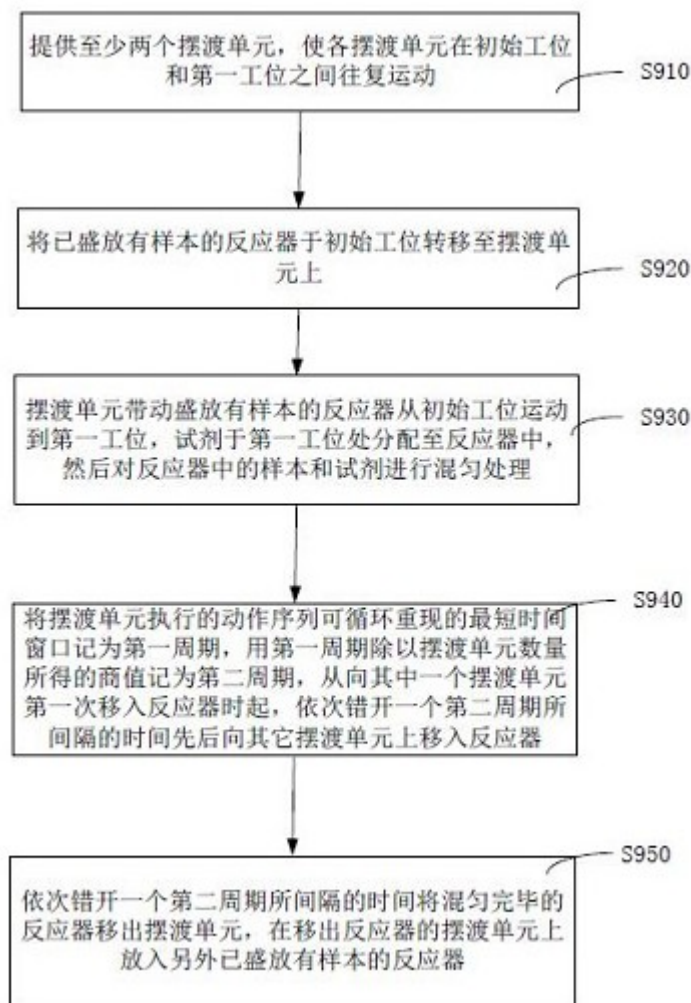


图12

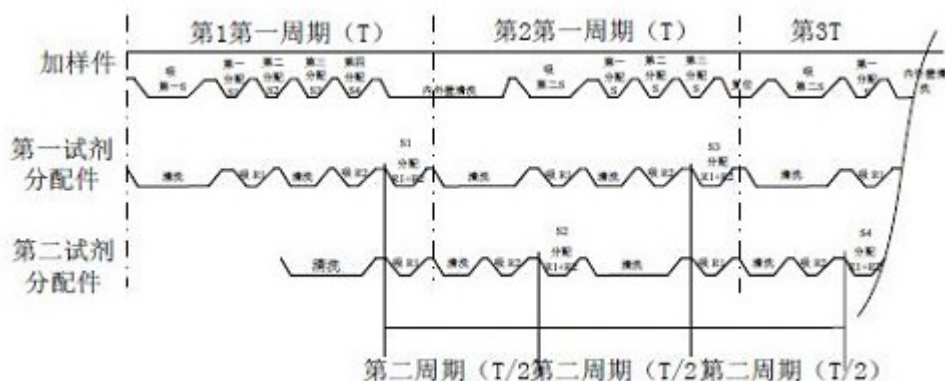


图13