



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111684262 B

(45) 授权公告日 2024.05.14

(21) 申请号 201980008454.4  
(22) 申请日 2019.04.26  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111684262 A  
(43) 申请公布日 2020.09.18  
(66) 本国优先权数据  
201810405048.9 2018.04.28 CN  
(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.07.14  
(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2019/084509 2019.04.26  
(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/206267 ZH 2019.10.31  
(73) 专利权人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦1-4层

(72) 发明人 易秋实 汪东生 代勇  
(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270  
专利代理师 赵翠萍 张颖玲  
(51) Int.Cl.  
G01N 15/10 (2024.01)  
G01N 15/1434 (2024.01)  
(56) 对比文件  
CN 102155927 A, 2011.08.17  
CN 103471982 A, 2013.12.25  
CN 104075976 A, 2014.10.01  
CN 104811248 A, 2015.07.29  
CN 104819957 A, 2015.08.05  
CN 207895096 U, 2018.09.21  
EP 1710558 A2, 2006.10.11  
EP 3141885 A1, 2017.03.15  
审查员 李珺瑶

权利要求书6页 说明书13页 附图4页

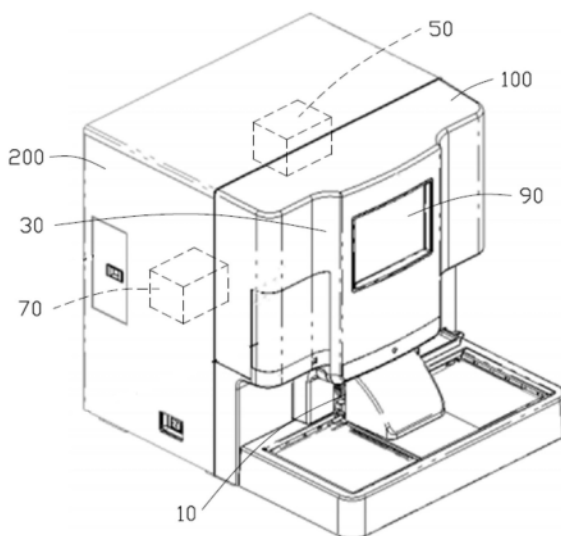
(54) 发明名称

光学检测系统、血细胞分析仪及血小板检测方法

(57) 摘要

一种光学检测系统(200)、一种血细胞分析仪及血小板检测方法。光学检测系统(200)包括:光学子系统(1)、流动室(2)、第一检测器(3);光学子系统(1)包括:激光器(11)、包括光隔离器(121)的前光组件(12)及包括挡直光阑(131)的后光组件(13);其中,激光器(11),配置为发射激光光束;前光组件(12),配置为对激光光束进行前光处理,经前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于挡直光阑(131)处,在第一方向上汇聚于流动室(2)的血细胞被测样本处并产生散射光;后光组件(13),沿激光光束的传播方向设置于流动室(2)之后,配置为对散射光及汇聚于挡直光阑(131)处的激光光束进行后光处理,使得经后光处理的散射光进入第一检测器(3)进行光强检测;

光隔离器(121),配置为隔离激光光束经流动室(2)所产生的反射光。



1. 一种血细胞分析仪,包括:采样部、反应部、光学检测系统、解析部及输出部;其中,所述光学检测系统包括:光学子系统、流动室、第一检测器;

所述采样部,具有采样针,采集血液样本,并将采集的血液样本输送至反应部;

所述反应部,具有反应池和试剂供应部件,所述血液样本和试剂进行反应,得到包含多个血小板粒子的待测试液,使得所述血小板粒子逐一流经所述流动室;

所述光学子系统包括:激光器、前光组件及后光组件,所述前光组件包括光隔离器;其中,

所述激光器,发射激光光束;

所述流动室,供血小板粒子排队通过;

所述前光组件,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血小板粒子处并产生散射光;

所述后光组件,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室之后,配置为对所述散射光进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器进行光强检测;

所述光隔离器,配置为将反射光与所述激光器隔离;所述反射光为所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生;

所述解析部,配置为根据所述第一检测器检测得到的所述散射光的光强信号,检测出流经所述流动室的血小板粒子,得到对应所述血小板粒子的检测结果;

所述输出部,配置为输出对应所述血小板粒子的检测结果;

其中,所述激光器具有一个;所述反应部,还配置为对采集的血液样本进行溶血处理,使得所述血液样本中的红细胞被裂解,得到包含多个所述血小板粒子的待测试液。

2. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的分光棱镜及偏振态转换组件构成;

所述分光棱镜,配置为反射入射的所述激光光束的S偏振分量,透射入射的所述激光光束的P偏振分量;

所述偏振态转换组件,配置为改变经所述分光棱镜透射的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光反射后的偏振态为S偏振光而被所述分光棱镜反射。

3. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的检偏器及偏振态转换组件组成;

所述检偏器,配置为仅允许所述激光光束的P偏振分量通过;

所述偏振态转换组件,配置为改变经所述检偏器的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光的反射光偏振态为S偏振光而被所述检偏器隔离。

4. 如权利要求2所述的血细胞分析仪,其中,

所述偏振态转换组件为以下之一:

1/4波片、磁光晶体。

5. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,

当所述激光光束垂直入射光隔离器时,所述光隔离器的第一入射面反射率不大于

0.5%。

6. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的带通滤光片及倍频晶体组成;

所述带通滤光片,配置为使波长为 $\lambda$ 的所述激光光束通过;

所述倍频晶体,配置为对经所述带通滤光片的激光光束进行倍频,并对所述倍频后的激光光束的反射光再次进行倍频,而被所述带通滤光片滤除。

7. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述前光组件还包括准直透镜;

所述准直透镜,沿所述激光光束的传播方向设置于所述激光器与所述光隔离器之间,配置为对所述激光光束进行准直处理,使所述激光光束成为平行光束。

8. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述后光组件还包括挡直光阑;

所述前光组件,还配置为对所述激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处。

9. 如权利要求8所述的血细胞分析仪,其中,所述前光组件还包括第一光汇聚组件及第二光汇聚组件;

所述第一光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第一聚焦,使所述激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光;

所述第二光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第二聚焦,使所述激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处。

10. 如权利要求9所述的血细胞分析仪,其中,

所述第二方向与所述血细胞被测样本的流动方向垂直;

所述第一方向与所述血细胞被测样本的流动方向相同。

11. 如权利要求9所述的血细胞分析仪,其中,

所述挡直光阑的光收集角度为 $1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

12. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述后光组件还包括第三汇聚组件及小孔光阑;

所述第三汇聚组件,配置为对所述散射光进行第三聚焦,使所述散射光汇聚于所述小孔光阑处,并经所述小孔光阑的小孔进入所述第一检测器。

13. 如权利要求12所述的血细胞分析仪,其中,第三汇聚组件为以下之一:

至少一个平凸透镜与至少一个双凸透镜构成的透镜组;

至少两个平凸透镜构成的透镜组;

至少两个双凸透镜构成的透镜组;

至少两个球面透镜构成的透镜组;

非球面镜。

14. 如权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述光学检测系统还包括第二检测器和/或荧光检测器;

所述第二检测器,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的散射光进行光强检测;

所述荧光检测器,配置为对血细胞被测样本所产生的荧光进行荧光检测。

15. 如权利要求14所述的血细胞分析仪,其中,

所述解析部,还配置为根据以下信息至少之一检测出所述流动室的所述血小板粒子,并得到对应所述血小板粒子的检测结果:

所述第二检测器检测得到的所述散射光的光强信号;

所述荧光检测器检测得到的荧光光强信号。

16.如权利要求1至15任一项所述的血细胞分析仪,其中,所述激光光束的传播方向与所述流动室的光入射面之间的夹角为非直角。

17.如权利要求1至15任一项所述的血细胞分析仪,其中,所述光隔离器的光隔离度不小于30db。

18.如权利要求1至15任一项所述的血细胞分析仪,其中,所述激光光束的波长为630nm—640nm。

19.如权利要求1至15任一项所述的血细胞分析仪,其中,所述激光光束为P线偏振光。

20.根据权利要求8所述的血细胞分析仪,其中,所述后光组件还包括第三汇聚组件及小孔光阑;

所述第三汇聚组件,配置为对所述散射光进行第三聚焦,使所述散射光汇聚于所述小孔光阑处,并经所述小孔光阑的小孔进入所述第一检测器;

所述挡直光阑,沿所述激光光束的传播方向设置在所述流动室与第三汇聚组件之间。

21.根据权利要求1所述的血细胞分析仪,其中,所述前光组件还包括第一光汇聚组件及第二光汇聚组件;

所述光隔离器,沿着所述激光光束的传播方向设置在所述激光器与所述第一光汇聚组件及第二光汇聚组件之间。

22.一种血小板检测方法,应用于包括光学检测系统的血细胞分析仪,所述光学检测系统包括:激光器、包括光隔离器的前光组件、后光组件、流动室及第一检测器;所述方法包括:

提供含有血小板的待测试液;

使待测试液中的血小板粒子逐个通过流动室的检测区;

使用所述前光组件对激光器发射的激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第一方向上汇聚于流动室的检测区,所述血小板粒子经过所述检测区产生散射光;其中,所述激光器具有一个;

使用所述后光组件对所述散射光进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入第一检测器;

其中,所述激光光束经所述流动室所产生的反射光被所述光隔离器所隔离;

使用所述第一检测器对进入的所述散射光进行光强检测,得到第一检测结果,以基于所述第一检测结果识别所述血小板粒子;

其中,所述方法还包括:

对采集的血液样本进行溶血处理,使得所述血液样本中的红细胞被裂解,得到包含多个所述血小板粒子的待测试液。

23.如权利要求22所述的血小板检测方法,其中,

所述红细胞被裂解为碎片,所述碎片的散射光强度显著不同于血小板的散射光强度。

24. 如权利要求22所述的血小板检测方法,其中,还包括:

使用前光组件对所述激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述后光组件包括的挡直光阑处。

25. 如权利要求22所述的血小板检测方法,其中,所述血细胞分析仪还包括第二检测器;相应的,所述方法还包括:

使用所述第二检测器对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定角度范围内的散射光进行光强检测,得到第二检测结果,以结合所述第一检测结果及所述第二检测结果识别所述血小板粒子。

26. 如权利要求22所述的血小板检测方法,其中,所述血细胞分析仪还包括荧光检测器;相应的,所述方法还包括:

所述待测试液中的血小板粒子经荧光染色处理;

所述待测试液中的血小板粒子经过所述检测区时,还产生荧光,所述荧光检测器,配置为对所述血小板粒子所产生的荧光进行检测,得到第三检测结果,以结合所述第一检测结果及所述第三检测结果识别所述血小板粒子。

27. 如权利要求26所述的血小板检测方法,其中,还包括:

所述待测试液中的血小板粒子经荧光染色处理,使得多个血小板粒子荧光特征显著不同于红细胞被裂解后的碎片。

28. 如权利要求22所述的血小板检测方法,其中,所述血细胞分析仪还包括第二检测器及荧光检测器;相应的,所述方法还包括:

所述待测试液中的血小板粒子经荧光染色处理;

所述待测试液中的血小板粒子经过所述检测区时,还产生荧光,

所述第二检测器,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定角度范围内的散射光进行光强检测,得到第二检测结果;

所述荧光检测器,配置为对所述血小板粒子所产生的荧光进行检测,得到第三检测结果;

根据第一检测结果和第三检测结果,识别所述血小板粒子;

根据第二检测结果和第三检测结果,识别白细胞粒子,和/或计数白细胞,和/或区分白细胞以获得白细胞的至少包括单核细胞、淋巴细胞和中性粒细胞的亚群。

29. 一种光学检测系统,包括:光学子系统、流动室、第一检测器;

所述光学子系统包括:激光器、前光组件及后光组件,所述前光组件包括光隔离器;其中,

所述激光器,所述激光器具有一个,配置为发射激光光束;

所述前光组件,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光;其中,所述流动室的血细胞被测样本是对采集的血液样本进行溶血处理,使得所述血液样本中的红细胞被裂解,得到包含多个血小板粒子的待测试液;

所述后光组件,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室之后,配置为对所述散射光进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器进行光强检测;

所述光隔离器,配置为将反射光与所述激光器隔离;所述反射光为所述激光光束经所述流动室所产生。

30.如权利要求29所述的光学检测系统,其中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的分光棱镜及偏振态转换组件构成;

所述分光棱镜,配置为反射入射的所述激光光束的S偏振分量,透射入射的所述激光光束的P偏振分量;

所述偏振态转换组件,配置为改变经所述分光棱镜透射的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光反射后的偏振态为S偏振光而被所述分光棱镜反射。

31.如权利要求30所述的光学检测系统,其中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的检偏器及偏振态转换组件组成;

所述检偏器,配置为仅允许所述激光光束的P偏振分量通过;

所述偏振态转换组件,配置为改变经所述检偏器的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光的反射光偏振态为S偏振光而被所述检偏器隔离。

32.如权利要求31所述的光学检测系统,其中,

所述偏振态转换组件为以下之一:

1/4波片、磁光晶体。

33.如权利要求30所述的光学检测系统,其中,

当所述激光光束相对所述光隔离器的偏振轴方向以零度角入射时,所述分光棱镜的第一入射面的反射率不大于0.5%。

34.如权利要求29所述的光学检测系统,其中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的带通滤光片及倍频晶体组成;

所述带通滤光片,配置为使波长为 $\lambda$ 的所述激光光束通过;

所述倍频晶体,配置为对经所述带通滤光片的激光光束进行倍频,并对所述倍频后的激光光束的反射光再次进行倍频,而被所述带通滤光片滤除。

35.如权利要求29所述的光学检测系统,其中,所述前光组件还包括准直透镜;

所述准直透镜,沿所述激光光束的传播方向设置于所述激光器与所述光隔离器之间,配置为对所述激光光束进行准直处理,使所述激光光束成为平行光束。

36.如权利要求29所述的光学检测系统,其中,所述后光组件还包括挡直光阑;

所述前光组件,还配置为对所述激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处。

37.如权利要求29所述的光学检测系统,其中,所述前光组件还包括第一光汇聚组件及第二光汇聚组件;

所述第一光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第一聚焦,使所述激光光束在第二方向上汇聚于所述后光组件包括的挡直光阑处;

所述第二光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第二聚焦,使所述激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光。

38.如权利要求37所述的光学检测系统,其中,

所述挡直光阑的光收集角度为 $1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

39. 如权利要求38所述的光学检测系统,其中,所述后光组件还包括第三汇聚组件及小孔光阑;

所述第三汇聚组件,配置为对所述散射光进行第三聚焦,使所述散射光汇聚于所述小孔光阑处,并经所述小孔光阑的小孔进入所述第一检测器;

以及,配置为对汇聚于所述挡直光阑处的激光光束进行第三聚焦,使经挡直光阑的激光光束汇聚于所述小孔的两侧。

40. 如权利要求29所述的光学检测系统,其中,所述光学检测系统还包括第二检测器和/或荧光检测器;

所述第二检测器,沿与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的方向设置,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的散射光进行光强检测;

所述荧光检测器,沿与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的方向设置,配置为对所述血细胞被测样本所产生的荧光进行荧光检测。

41. 如权利要求29至40任一项所述的光学检测系统,其中,所述激光光束的传播方向与所述流动室的光入射面之间的夹角为非直角。

42. 如权利要求29至40任一项所述的光学检测系统,其中,所述光隔离器的光隔离度不小于30db。

43. 如权利要求29至40任一项所述的光学检测系统,其中,所述激光光束的波长为630nm—640nm。

44. 如权利要求29至40任一项所述的光学检测系统,其中,所述激光光束为P线偏振光。

45. 根据权利要求36所述的光学检测系统,其中,所述后光组件还包括第三汇聚组件及小孔光阑;

所述第三汇聚组件,配置为对所述散射光进行第三聚焦,使所述散射光汇聚于所述小孔光阑处,并经所述小孔光阑的小孔进入所述第一检测器;

所述挡直光阑,沿所述激光光束的传播方向设置在流动室与第三汇聚组件之间。

46. 根据权利要求29所述的光学检测系统,其中,所述前光组件还包括第一光汇聚组件及第二光汇聚组件;

所述光隔离器,沿着所述激光光束的传播方向设置在所述激光器与所述第一光汇聚组件及第二光汇聚组件之间。

## 光学检测系统、血细胞分析仪及血小板检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及生物学检验技术,尤其涉及一种光学检测系统、血细胞分析仪及血小板检测方法。

### 背景技术

[0002] 血细胞分析仪中的光学检测系统一般采用激光器作为光源,这里的激光器易受到光路中反射光的影响而不稳定,产生振幅变化、频率移动或功率尖峰等。

[0003] 在实际应用中,当激光器不稳定振荡产生功率尖峰时,其在光学前向信号上的表现是小脉冲,其幅值比白细胞(WBC,White Blood Cell)粒子生成的有效信号脉冲小得多,因此,对于WBC光学脉冲信号分析而言,一般通过将脉冲检测阈值设置成大于这些干扰小脉冲的幅值,以滤除这些干扰小脉冲。但是,如果想要深入分析光学脉冲的小信号特征以获得更多的临床信息,例如分析光学通道的血小板(PLT,Platelet)粒子时,这些干扰小脉冲就和正常PLT粒子形成的小脉冲相互混淆,导致无法区分正常PLT生成的脉冲信号和干扰小脉冲。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明实施例期望提供一种光学检测系统、血细胞分析仪及血小板检测方法,能够有效的隔离激光光束在光路中传播时产生的反射光,使得激光器能够稳定输出激光光束,提高对血细胞被测样本的检测效率。

[0005] 为达到上述目的,本发明实施例的技术方案是这样实现的:

[0006] 本发明实施例提供了一种血细胞分析仪,包括:采样部、反应部、光学检测系统、解析部及输出部;其中,所述光学检测系统包括:光学子系统、流动室、第一检测器;

[0007] 所述采样部,具有采样针,采集血液样本,并将采集的血液样本输送至反应部;

[0008] 所述反应部,具有反应池和试剂供应部件,所述血液样本和试剂进行反应,得到包含多个所述血小板粒子的待测试液,使得所述血小板粒子逐一流经所述流动室;

[0009] 所述光学子系统包括:激光器、前光组件及后光组件,所述前光组件包括光隔离器;其中,

[0010] 所述激光器,发射激光光束;

[0011] 所述流动室,供血小板粒子排队通过;

[0012] 所述前光组件,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血小板粒子处并产生散射光;

[0013] 所述后光组件,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室之后,配置为对所述散射光进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器进行光强检测;

[0014] 所述光隔离器,配置为将反射光与所述激光器隔离;所述反射光为所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生;



- [0015] 所述解析部,配置为根据所述第一检测器检测得到的所述散射光的光强信号,检测出流经所述流动室的血小板粒子,得到对应所述血小板粒子的检测结果;
- [0016] 所述输出部,配置为输出对应所述血小板粒子的检测结果。
- [0017] 上述方案中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的分光棱镜及偏振态转换组件构成;
- [0018] 所述分光棱镜,配置为反射入射的所述激光光束的S偏振分量,透射入射的所述激光光束的P偏振分量;
- [0019] 所述偏振态转换组件,配置为改变经所述分光棱镜透射的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光反射后的偏振态为S偏振光而被所述分光棱镜反射。
- [0020] 上述方案中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的检偏器及偏振态转换组件组成;
- [0021] 所述检偏器,配置为仅允许所述激光光束的P偏振分量通过;
- [0022] 所述偏振态转换组件,配置为改变经所述检偏器的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光的反射光偏振态为S偏振光而被所述检偏器隔离。
- [0023] 上述方案中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的带通滤光片及倍频晶体组成;
- [0024] 所述带通滤光片,配置为使波长为 $\lambda$ 的所述激光光束通过;
- [0025] 所述倍频晶体,配置为对经所述带通滤光片的激光光束进行倍频,并对所述倍频后的激光光束的反射光再次进行倍频,而被所述带通滤光片滤除。
- [0026] 上述方案中,所述前光组件还包括准直透镜;
- [0027] 所述准直透镜,沿所述激光光束的传播方向设置于所述激光器与所述光隔离器之间,配置为对所述激光光束进行准直处理,使所述激光光束成为平行光束。
- [0028] 上述方案中,所述后光组件还包括挡直光阑;
- [0029] 所述前光组件,还配置为对所述激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处。
- [0030] 上述方案中,所述前光组件还包括第一光汇聚组件及第二光汇聚组件;
- [0031] 所述第一光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第一聚焦,使所述激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的检测区并产生散射光;
- [0032] 所述第二光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第二聚焦,使所述激光光束在第二方向上汇聚于所述后光组件包括的挡直光阑处。
- [0033] 上述方案中,所述后光组件还包括第三汇聚组件及小孔光阑;
- [0034] 所述第三汇聚组件,配置为对所述散射光进行第三聚焦,使所述散射光汇聚于所述小孔光阑处,并经所述小孔光阑的小孔进入所述第一检测器。
- [0035] 上述方案中,所述光学检测系统还包括第二检测器和/或荧光检测器;
- [0036] 所述第二检测器,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围(如 $60^\circ$ 至 $120^\circ$ )内的散射光进行光强检测;
- [0037] 所述荧光检测器,配置为对所述血小板粒子所产生的荧光进行检测。

- [0038] 上述方案中,所述解析部,还配置为根据以下信息至少之一检测出所述流动室的所述血小板粒子,并得到对应所述血小板粒子的检测结果:
- [0039] 所述第二检测器检测得到的所述散射光的光强信号;
- [0040] 所述荧光检测器检测得到的荧光光强信号。
- [0041] 上述方案中,所述反应部,还配置为对采集的血液样本进行溶血处理,使得所述血液样本中的红细胞被裂解,得到包含多个所述血小板粒子的待测试液。
- [0042] 上述方案中,所述第二方向与所述血小板粒子的流动方向垂直;
- [0043] 所述第一方向与所述血小板粒子的流动方向相同。
- [0044] 上述方案中,所述激光光束的传播方向与所述流动室的光入射面之间的夹角为非直角。
- [0045] 上述方案中,所述激光光束为P线偏振光。
- [0046] 本发明实施例还提供了一种血小板检测方法,应用于包括光学检测系统的血细胞分析仪,所述光学检测系统包括:激光器、包括光隔离器的前光组件、后光组件、流动室及第一检测器;所述方法包括:
- [0047] 提供含有血小板的待测试液;
- [0048] 使待测试液中的血小板粒子逐个通过流动室的检测区;
- [0049] 使用所述前光组件对激光器发射的激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第一方向上汇聚于流动室的检测区,所述血小板粒子经过所述检测区产生散射光;
- [0050] 使用所述后光组件对所述散射光进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入第一检测器;
- [0051] 其中,所述激光光束经所述流动室所产生的反射光被所述光隔离器所隔离;
- [0052] 使用所述第一检测器对进入的所述散射光进行光强检测,得到第一检测结果,以基于所述第一检测结果识别所述血小板粒子。
- [0053] 上述方案中,还包括:
- [0054] 对采集的血液样本进行溶血处理,使得所述血液样本中的红细胞被裂解,得到包含多个所述血小板粒子的待测试液。优选的,待测试液中,红细胞被裂解得到的碎片的散射光性质显著不同于血小板粒子的散射光性质。
- [0055] 上述方案中,还包括:
- [0056] 使用前光组件对所述激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述后光组件包括的挡直光阑处。
- [0057] 上述方案中,所述血细胞分析仪还包括第二检测器;相应的,所述方法还包括:
- [0058] 使用所述第二检测器对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的散射光进行光强检测,得到第二检测结果,以结合所述第一检测结果及所述第二检测结果识别所述血小板粒子。
- [0059] 上述方案中,所述血细胞分析仪还包括荧光检测器;相应的,所述方法还包括:
- [0060] 所述待测试液中的血小板粒子经荧光染色处理;
- [0061] 所述待测试液中的血小板粒子经过所述检测区时,还产生荧光,所述荧光检测器,配置为对所述血小板粒子所产生的荧光进行检测,得到第三检测结果,以结合所述第一检

测结果及所述第三检测结果识别所述血小板粒子。

[0062] 上述方案中,所述血细胞分析仪还包括第二检测器及荧光检测器;相应的,所述方法还包括:

[0063] 所述待测试液中的血小板粒子经荧光染色处理;

[0064] 所述待测试液中的血小板粒子经过所述检测区时,还产生荧光,

[0065] 所述第二检测器,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的散射光进行光强检测,得到第二检测结果;

[0066] 所述荧光检测器,配置为对所述血小板粒子所产生的荧光进行检测,得到第三检测结果;

[0067] 根据第一检测结果和第三检测结果,识别所述血小板粒子;

[0068] 根据第二检测结果和第三检测结果,识别白细胞粒子,和/或计数白细胞,和/或区分白细胞以获得白细胞的至少包括单核细胞、淋巴细胞和中性粒细胞的亚群。

[0069] 本发明实施例还提供一种光学检测系统,包括:光学子系统、流动室、第一检测器;

[0070] 所述光学子系统包括:激光器、包括光隔离器的前光组件及包括挡直光阑的后光组件;其中,

[0071] 所述激光器,配置为发射激光光束;

[0072] 所述前光组件,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处,在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光;

[0073] 所述后光组件,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室之后,配置为对所述散射光及汇聚于所述挡直光阑处的激光光束进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器进行光强检测;

[0074] 所述光隔离器,配置为隔离所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生的反射光。

[0075] 上述方案中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的分光棱镜及偏振态转换组件构成;

[0076] 所述分光棱镜,配置为反射入射的所述激光光束的S偏振分量,透射入射的所述激光光束的P偏振分量;

[0077] 所述偏振态转换组件,配置为改变经所述分光棱镜透射的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光反射后的偏振态为S偏振光而被所述分光棱镜反射。

[0078] 上述方案中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的检偏器及偏振态转换组件组成;

[0079] 所述检偏器,配置为仅允许所述激光光束的P偏振分量通过;

[0080] 所述偏振态转换组件,配置为改变经所述检偏器的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光的反射光偏振态为S偏振光而被所述检偏器隔离。

[0081] 上述方案中,当所述激光光束垂直入射所述光隔离器时,所述分光棱镜的第一入射面的反射率不大于0.5%。

- [0082] 上述方案中,所述光隔离器由采用粘合方式相互连接的带通滤光片及倍频晶体组成;
- [0083] 所述带通滤光片,配置为使波长为 $\lambda$ 的所述激光光束通过;
- [0084] 所述倍频晶体,配置为对经所述带通滤光片的激光光束进行倍频,并对所述倍频后的激光光束的反射光再次进行倍频,而被所述带通滤光片滤除。
- [0085] 上述方案中,所述前光组件还包括准直透镜;
- [0086] 所述准直透镜,沿所述激光光束的传播方向设置于所述激光器与所述光隔离器之间,配置为对所述激光光束进行准直处理,使所述激光光束成为平行光束。
- [0087] 上述方案中,所述前光组件还包括第一光汇聚组件及第二光汇聚组件;
- [0088] 所述第一光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第一聚焦,使所述激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光;
- [0089] 所述第二光汇聚组件,配置为对所述激光光束进行第二聚焦,使所述激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处。
- [0090] 上述方案中,所述后光组件还包括第三汇聚组件及小孔光阑;
- [0091] 所述第三汇聚组件,配置为对所述散射光进行第三聚焦,使所述散射光汇聚于所述小孔光阑处,并经所述小孔光阑的小孔进入所述第一检测器。
- [0092] 上述方案中,所述光学检测系统还包括第二检测器及荧光检测器;
- [0093] 所述第二检测器,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内(如 $60^\circ$ 至 $120^\circ$ )的散射光进行光强检测;
- [0094] 所述荧光检测器,配置为对所述血细胞被测样本所产生的荧光进行荧光检测。
- [0095] 上述方案中,所述第二方向与所述血细胞被测样本的流动方向垂直;
- [0096] 所述第一方向与所述血细胞被测样本的流动方向相同。
- [0097] 上述方案中,所述光隔离器的光隔离度不小于30db。
- [0098] 上述方案中,所述挡直光阑的光收集角度为 $1 \sim 10^\circ$ 。
- [0099] 上述方案中,所述激光光束的波长为630nm—640nm。
- [0100] 上述方案中,所述激光光束为P线偏振光。
- [0101] 应用本发明上述实施例的光学检测系统、血细胞分析仪及血小板检测方法,能够很好的隔离激光光束在光路中传播时产生的反射光,使得激光器能够稳定输出激光光束,进而避免反射光进入激光器产生的功率尖峰出现的小脉冲,也避免了当血细胞被测样本为血小板时,出现干扰小脉冲和血小板粒子形成的小脉冲相互混淆的情况,极大的提高了血细胞分析仪的检测精度。

## 附图说明

- [0102] 图1为本发明实施例提供的光学检测系统的组成结构示意图一;
- [0103] 图2为本发明实施例提供的光学检测系统的组成结构示意图二;
- [0104] 图3为本发明实施例提供的光隔离器的原理示意图;
- [0105] 图4为本发明实施例提供的光隔离器的第一入射面的示意图;
- [0106] 图5为本发明实施例提供的第二柱面镜的光汇聚原理示意图;
- [0107] 图6为本发明实施例提供的挡直光阑的正面视图;

- [0108] 图7为本发明实施例提供的血细胞分析仪的组成结构示意图；  
[0109] 图8为本发明实施例提供的光学检测系统的组成结构示意图三；  
[0110] 图9为本发明实施例提供的光学检测系统的组成结构示意图四。

### 具体实施方式

[0111] 以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所提供的实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。另外,以下所提供的实施例是用于实施本发明的部分实施例,而非提供实施本发明的全部实施例,在不冲突的情况下,本发明实施例记载的技术方案可以任意组合的方式实施。

[0112] 需要说明的是,在本发明实施例中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的方法或者装置不仅包括所明确记载的要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为实施方法或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的方法或者装置中还存在另外的相关要素(例如方法中的步骤或者装置中的单元,这里的单元可以是部分电路、部分处理器、部分程序或软件等等)。

[0113] 需要说明的是,本发明实施例所涉及的术语“第一\第二\第三”仅仅是区别类似的对象,不代表针对对象的特定排序,可以理解地,“第一\第二\第三”在允许的情况下可以互换特定的顺序或先后次序。应该理解“第一\第二\第三”区分的对象在适当情况下可以互换,以使这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。

[0114] 发明人在研究过程中发现,为阻止反射光回馈到激光器中,可以采用基于法拉第效应的磁光器件作为光隔离器,放置于光路中。这种隔离器机械尺寸较大,一般只能放置在光源组件外部,而光源组件外部的光束为非平行光,当非平行光入射光隔离器时,其光隔离的效果会受到严重削弱。因此这种方案存在尺寸大、成本高、隔离效果不好的缺点。

[0115] 在本发明实施例中,光学检测系统包括:光学子系统、流动室、第一检测器;所述光学子系统包括:激光器、包括光隔离器的前光组件及包括挡直光阑的后光组件;其中,

[0116] 所述激光器,配置为发射激光光束;

[0117] 所述前光组件,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处,在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光;

[0118] 所述后光组件,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室之后,配置为对所述散射光及汇聚于所述挡直光阑处的激光光束进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器进行光强检测;

[0119] 所述光隔离器,配置为隔离所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生的反射光。

[0120] 接下来对本发明实施例提供的光学检测系统进行详细说明。

[0121] 图1为本发明实施例提供的光学检测系统的组成结构示意图一,图2为本发明实施例提供的光学检测系统200的组成结构示意图二,结合图1、图2所示,本发明实施例提供的光学检测系统200包括:光学子系统1、流动室2、第一检测器3;

[0122] 所述光学子系统1包括:激光器11、包括光隔离器121的前光组件12及包括挡直光阑131的后光组件13;其中,

[0123] 所述激光器11,配置为发射激光光束;

[0124] 所述前光组件12,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑131处,在第一方向上汇聚于所述流动室2的血细胞被测样本处并产生散射光;

[0125] 所述后光组件13,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室2之后,配置为对所述散射光及汇聚于所述挡直光阑131处的激光光束进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器3进行光强检测;

[0126] 所述光隔离器121,配置为隔离所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生的反射光。

[0127] 接下来对光学系统中的激光器11进行说明,在一实施例中,所述激光器11为半导体激光器,实际实施时,可以为P线偏振激光器;在实际应用中,激光器发射激光光束的波长决定了光路主要参数的设计,比如透镜的选型、信号收集角度的选择等,且激光光束的波长,也和检测中用到的试剂如荧光染料有关,在一实施例中,激光器11发出的激光光束的波长为630nm—640nm。

[0128] 接下来对光学系统中的前光组件12中的各部分进行说明。在一实施例中,前光组件12中的光隔离器121由采用粘合方式相互连接的分光棱镜及偏振态转换组件构成;

[0129] 所述分光棱镜,配置为反射入射的所述激光光束的S偏振分量,透射入射的所述激光光束的P偏振分量;

[0130] 所述偏振态转换组件,配置为改变经所述分光棱镜透射的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光反射后的偏振态为S偏振光而被所述分光棱镜反射。

[0131] 以偏振态转换组件为1/4波片为例,参见图3,图3为本发明实施例提供的光隔离器的原理示意图,当激光光束L(TM模)垂直入射分光棱镜35时,激光光束L中的P偏振光31(即平行纸面的偏振分量)能够通过分光棱镜35,而激光光束L中的S偏振光32(即垂直纸面的偏振分量)被分光棱镜35的45°斜面反射出去;继而,P偏振光31透过1/4波片36,经过1/4波片36后的P偏振光31的偏振态发生改变,由线偏振光变成圆偏振光33;圆偏振光33的反射光(被后级光路37反射形成的反射光)再次经过1/4波片36后,偏振态发生改变,由圆偏振光转换成S偏振光34,而S偏振光34会被分光棱镜35的45°斜面反射出去,不会回馈到激光器,从而实现了对光路反射光的隔离。

[0132] 这里,在实际应用中,当激光光束垂直入射光隔离器时,分光棱镜的第一入射面的反射率优选不大于0.5%,或者不大于0.1%,或者不大于0.05%。这里的第一入射面参见图4,图4为本发明实施例提供的光隔离器的第一入射面的示意图,其中,标号41所示即为第一入射面,在实际实施时,第一入射面的光反射率可由第一入射面的镀膜设计与工艺实现。

[0133] 在一实施例中,光隔离器121还可由采用粘合方式相互连接的检偏器及偏振态转换组件组成;

[0134] 所述检偏器,配置为仅允许所述激光光束的P偏振分量通过;

[0135] 所述偏振态转换组件,配置为改变经所述检偏器的所述P偏振分量的偏振态,使所

述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光反射后的反射光的偏振态为S偏振光而被所述检偏器隔离。

[0136] 以偏振态转换组件为磁光晶体为例进行说明,当激光光束入射检偏器时,仅激光光束中的P偏振光能够通过检偏器,经过检偏器的P偏振光进入磁光晶体,经过磁光晶体的P偏振光的偏振态发生改变,其偏振方向旋转 $45^\circ$ 。该偏振光被后级光路反射形成的反射光再次经过磁光晶体后,偏振方向再次旋转 $45^\circ$ ,形成与原P偏振光的偏振态垂直的S偏振光而被检偏器隔离,不会回馈到激光器。

[0137] 在实际应用中,所述偏振态转换组件还可以为旋光晶体,在实际应用中,分光棱镜、检偏器可以和 $1/4$ 波片、磁光晶体、旋光晶体中任一个进行组合实现光路中反射光的隔离。

[0138] 在一实施例中,所述光隔离器121由采用粘合方式相互连接的带通滤光片及倍频晶体组成;

[0139] 所述带通滤光片,配置为使波长为 $\lambda$ 的所述激光光束通过;

[0140] 所述倍频晶体,配置为对经所述带通滤光片的激光光束进行倍频,并对所述倍频后的激光光束的反射光再次进行倍频,而被所述带通滤光片滤除。

[0141] 在一实施例中,所述光隔离器的光隔离度不小于30db。

[0142] 在一实施例中,所述前光组件12还包括准直透镜122;

[0143] 所述准直透镜122,沿所述激光光束的传播方向(光轴方向)设置于所述激光器11与所述光隔离器121之间,配置为对所述激光光束进行准直处理,使所述激光光束成为平行光束。

[0144] 在一实施例中,所述前光组件12还包括第一光汇聚组件123及第二光汇聚组件124;

[0145] 所述第一光汇聚组件123,配置为对所述激光光束进行第一聚焦,使所述激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光;

[0146] 所述第二光汇聚组件124,配置为对所述激光光束进行第二聚焦,使所述激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑131处。

[0147] 这里,在实际应用中,所述第二方向为横向,即与所述血细胞被测样本的流动方向垂直的方向;所述第一方向为纵向,即与所述血细胞被测样本的流动方向相同的方向。在实际应用中,第一光汇聚组件123和第二光汇聚组件124可以为光学参数(如焦距等)不同的柱面镜实现,如第一光汇聚组件123由第一柱面镜实现,第二光汇聚组件124由第二柱面镜实现。

[0148] 以第二光汇聚组件124为第二柱面镜为例进行说明,参见图5,图5为本发明实施例提供的第二柱面镜的光汇聚原理示意图,激光光束经过第二柱面镜,第二柱面镜在纵向上不对激光光束进行处理,经第二柱面镜的激光光束在横向上被压缩,激光光束在横向(垂直于血细胞被测样本的流动方向)上聚焦,在本发明实施例中聚焦于挡直光阑处。

[0149] 接下来对后光组件13中各部分进行说明,参见图6,图6为本发明实施例提供的挡直光阑的正面视图,照射到流动室中血细胞样本处的激光光束发生散射,产生的散射光被挡直光阑所收集,在实际实施时,挡直光阑对低角度散射信号的收集角度进行约束;同时,挡直光阑在第二方向上汇聚于挡直光阑处的激光光束进行阻挡。在一实施例中,挡直光阑

的光收集角度可以为 $1 \sim 10^\circ$ 。

[0150] 在一实施例中,所述后光组件13还包括第三汇聚组件132及小孔光阑133;

[0151] 所述第三汇聚组件132,配置为对所述散射光进行第三聚焦,使所述散射光汇聚于所述小孔光阑处,并经所述小孔光阑的小孔进入所述第一检测器,以进行光强检测。

[0152] 在一实施例中,第三汇聚组件可以为以下之一:

[0153] 至少一个平凸透镜与至少一个双凸透镜构成的透镜组;

[0154] 至少两个平凸透镜构成的透镜组;

[0155] 至少两个双凸透镜构成的透镜组;

[0156] 至少两个球面透镜构成的透镜组;

[0157] 非球面镜。

[0158] 在一实施例中,所述光学检测系统还包括第二检测器4及荧光检测器5;

[0159] 所述第二检测器,沿与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的方向设置,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的散射光进行光强检测;

[0160] 所述荧光检测器,沿与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的方向设置,配置为对所述血细胞被测样本所产生的荧光进行荧光检测。

[0161] 接下来对本发明实施例提供的血细胞分析仪进行说明,图7为本发明实施例提供的血细胞分析仪700的组成结构示意图,该血细胞分析仪700中包括第一机壳100、第二机壳、采样部10、反应部30、光学检测系统50、解析部70及输出部90,在实际应用中输出部90可以为用户界面。本实施方式中,光学检测系统50及解析部70设置在第二机壳的内部,分别设置在第二机壳两侧。反应部30设置在第一机壳100的内部,输出部90、采样部10在第一机壳100的外表面。其中,所述光学检测系统50包括:光学子系统、流动室、第一检测器;

[0162] 所述采样部10,具有采样针,采集血液样本,并将采集的血液样本输送至反应部;

[0163] 所述反应部30,具有反应池和试剂供应部件,提供反应场所供所述血液样本和试剂进行反应,得到包含多个所述血小板粒子的待测试液,还具有管路和驱动部件,如注射器、气泵等,使得所述血小板粒子逐一流经光学检测系统的流动室;

[0164] 所述光学子系统包括:激光器、前光组件及后光组件,所述前光组件包括光隔离器;其中,

[0165] 所述激光器,具有光源,发射激光光束;

[0166] 所述流动室,供血小板粒子排队通过;

[0167] 所述前光组件,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第一方向上汇聚于所述流动室的血小板粒子处并产生散射光;

[0168] 所述后光组件,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室之后,配置为对所述散射光进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器进行光强检测;

[0169] 所述光隔离器,配置为将反射光与所述激光器隔离;所述反射光为所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生;

[0170] 所述解析部70,配置为根据所述第一检测器检测得到的所述散射光的光强信号,检测出流经所述流动室的血小板粒子,得到对应所述血小板粒子的检测结果;



[0171] 所述输出部90,配置为输出对应所述血小板粒子的检测结果。

[0172] 接下来对血细胞分析仪700包括的光学检测系统50所包括的各部分进行说明。

[0173] 图8为本发明实施例提供的光学检测系统的组成结构示意图,如图8所示,本发明实施例提供的光学检测系统包括:激光器71、前光组件72、流动室73、后光组件74、前向检测器75、侧向检测器76及荧光检测器77。

[0174] 在实际应用中,血小板粒子从流动室穿过而被检测(如光强检测)、计数等,在本实施例中,血小板粒子的流动方向为垂直于纸面方向,激光器71发射的激光光束的传播方向为平行于纸面方向。

[0175] 在实际实施时,激光器71为P线偏振激光器,激光器71发出的激光光束的波长为630nm~640nm。

[0176] 参见图8,前光组件72包括沿所述激光光束的传播方向依次设置的准直透镜721、光隔离器722、第一柱面镜723及第二柱面镜724;后光组件74包括沿所述激光光束的传播方向依次设置的挡直光阑741、平凸透镜742、双凸透镜743及小孔光阑744。

[0177] 激光器71发出的激光光束经准直透镜721的准直处理,形成平行激光光束,然后透过光隔离器722,经第一柱面镜723在纵向(垂直于纸面方向)上聚焦于流动室73中心处作为检测光斑,所述激光光束的传播方向与所述流动室的光入射面之间的夹角呈直角,聚焦于流动室的激光光束照射到流动室中的血小板粒子而产生光散射,经第一柱面镜723在纵向的压缩,激光光束在纵向上的尺寸与血小板粒子的尺寸相匹配,经第一柱面镜723的激光光束,进入第二柱面镜724,在横向(平行于纸面方向)上被压缩,在横向上汇聚于挡直光阑741处。

[0178] 其中,照射到流动室中的血小板粒子产生的散射光经挡直光阑的收集,进而被平凸透镜742、双凸透镜743组成的透镜组聚焦,汇聚于小孔光阑744处,经小孔光阑744的小孔进入前向检测器75,而被前向检测器75进行前向光信号强度检测。

[0179] 在实际应用中,如图8所示,侧向检测器76及荧光检测器77沿与所述激光光束的传播方向垂直的方向设置;其中,侧向检测器76配置为对与所述激光光束的传播方向垂直的散射光进行光强检测;荧光检测器77,沿与所述激光光束的传播方向垂直的方向设置,配置为对所述散射光进行荧光检测。

[0180] 在实际实施时,由激光器71发出的激光光束在图8所示光路中传播会形成反射光,光隔离器722配置为隔离激光器71发出的激光光束在光路中传播所产生的反射光。

[0181] 在实施例中,光隔离器722由采用粘合方式相互连接的分光棱镜及1/4波片构成;

[0182] 所述分光棱镜,配置为反射入射的所述激光光束的S偏振分量,透射入射的所述激光光束的P偏振分量;

[0183] 所述1/4波片,配置为改变经所述分光棱镜透射的所述P偏振分量的偏振态,使所述P偏振分量从线偏振光变成圆偏振光,并改变所述圆偏振光反射后的偏振态为S偏振光而被所述分光棱镜反射。

[0184] 当激光光束垂直入射分光棱镜时,激光光束中的P偏振光(即平行纸面的偏振分量)能够通过分光棱镜,而激光光束中的S偏振光(即垂直纸面的偏振分量)被分光棱镜的45°斜面反射出去;继而,P偏振光透过1/4波片,经过1/4波片后的P偏振光的偏振态发生改变,由线偏振光变成圆偏振光;圆偏振光的反射光(被后级光路反射形成的反射光)再次经

过1/4波片后,偏振态发生改变,由圆偏振光转换成S偏振光,而S偏振光会被分光棱镜的45°斜面反射出去,不会回馈到激光器,从而实现对光路反射光的隔离。

[0185] 这里,在实际应用中,当激光光束垂直入射光隔离器时,分光棱镜的第一入射面的反射率不大于0.5%。这里的第一入射面参见图4,图4为本发明实施例提供的光隔离器的第一入射面的示意图,其中,标号41所示表面即为第一入射面,在实际实施时,第一入射面的光反射率可由第一入射面的镀膜设计与工艺实现。

[0186] 在一实施例中,光隔离器121还可由采用粘合方式相互连接的检偏器及偏振态转换组件组成;

[0187] 所述检偏器,配置为仅允许所述激光光束的P偏振分量通过;

[0188] 所述磁光晶体,配置为改变经所述检偏器的所述P偏振分量的偏振态,使其偏振方向旋转45°。该偏振光被后级光路反射形成的反射光再次经过磁光晶体后,偏振方向再次旋转45°,形成与原P偏振光的偏振态垂直的S偏振光,从而被所述检偏器隔离。

[0189] 当激光光束入射检偏器时,仅激光光束中的P偏振光能够通过检偏器,经过检偏器的P偏振光进入磁光晶体,经过磁光晶体的P偏振光的偏振态发生改变,其偏振方向旋转45°。该偏振光被后级光路反射形成的反射光再次经过磁光晶体后,偏振方向再次旋转45°,形成与原P偏振光的偏振态垂直的S偏振光,从而被所述检偏器隔离,不会回馈到激光器。

[0190] 在一实施例中,所述光隔离器还可由采用粘合方式相互连接的带通滤光片及倍频晶体组成;

[0191] 所述带通滤光片,配置为使波长为 $\lambda$ 的所述激光光束通过;

[0192] 所述倍频晶体,配置为对经所述带通滤光片的激光光束进行倍频,并对所述倍频后的激光光束的反射光再次进行倍频,而被所述带通滤光片滤除。

[0193] 在一实施例中,所述光隔离器的光隔离度不小于30db。

[0194] 在一实施例中,所述激光光束的传播方向与所述流动室的光入射面之间的夹角可以为非直角,即对上述实施例中的流动室的位置在x-y平面即纸面进行一定角度的偏转,使得所述流动室倾斜放置,图9为本发明实施例提供的光学检测系统的组成结构示意图,如图9所示,激光光束的传播方向与所述流动室的光入射面之间的夹角 $\theta$ 为锐角,在一实施例中, $\theta$ 角的范围为80°~90°,如此,当激光光束照射至流动室内部时,光束在流动室内部表面发生反射后,反射光偏离光轴(激光光束传播方向),从而减少进入激光器的反射光的光通量。本领域技术人员可知,只要能使流动室光入射面的反射光不进入前光组件的 $\theta$ 角都可以适用本申请。通过深入研究发现,虽然流动室倾斜放置可能会使前向散射光的光路偏移,荧光和侧向散射光的收集角度发生变化,但进一步深入研究发现,可以通过调整后光组件在光路中的位置弥补前向散射光的影响,同时,通过大量的研究实验证明对荧光和侧向散射光的检测可以接受,不影响最终的检测结果。

[0195] 应用本发明上述实施例,血小板粒子较小,流经流动室形成小脉冲,由于上述血细胞分析仪中的光学检测系统中光隔离器能够很好的隔离激光光束在光路中传播时产生的反射光,使得激光器能够稳定输出激光光束,避免了反射光进入激光器产生的功率尖峰出现的小脉冲,也即避免了干扰小脉冲和血小板粒子形成的小脉冲相互混淆,极大的提高了检测精度。

[0196] 本发明实施例还提供了一种血小板检测方法,应用于上述包括光学检测系统的血

细胞分析仪,所述光学检测系统包括:激光器、包括光隔离器的前光组件、后光组件、流动室及第一检测器;所述方法包括:

[0197] 提供含有血小板的待测试液;

[0198] 使待测试液中的血小板粒子逐个通过流动室的检测区;

[0199] 使用所述前光组件对激光器发射的激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第一方向上汇聚于流动室的检测区,所述血小板粒子经过所述检测区产生散射光;

[0200] 使用所述后光组件对所述散射光进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入第一检测器;

[0201] 其中,所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生的反射光被所述光隔离器所隔离;

[0202] 使用所述第一检测器对进入的所述散射光进行光强检测,得到第一检测结果,以基于所述第一检测结果识别所述血小板粒子。

[0203] 在一实施例中,还包括:

[0204] 对采集的血液样本进行溶血处理,使得所述血液样本中的红细胞被裂解,得到包含多个所述血小板粒子的待测试液。

[0205] 在一实施例中,还包括:

[0206] 使用前光组件对所述激光光束进行前光处理,使得经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述后光组件包括的挡直光阑处。

[0207] 在一实施例中,所述血细胞分析仪还包括第二检测器;相应的,所述方法还包括:

[0208] 使用所述第二检测器对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的散射光进行光强检测,得到第二检测结果,以结合所述第一检测结果及所述第二检测结果识别所述血小板粒子。

[0209] 在一实施例中,所述血细胞分析仪还包括荧光检测器;相应的,所述方法还包括:

[0210] 所述待测试液中的血小板粒子经特定荧光染料染色处理;所述特定荧光染料可以为膜染料、线粒体染料中至少一种;

[0211] 所述待测试液中的血小板粒子经过所述检测区时,还产生荧光,所述荧光检测器,配置为对所述血小板粒子所产生的荧光进行检测,得到第三检测结果,以结合所述第一检测结果及所述第三检测结果识别所述血小板粒子。

[0212] 在一实施例中,所述血细胞分析仪还包括第二检测器及荧光检测器;相应的,所述方法还包括:

[0213] 所述待测试液中的血小板粒子经荧光染色处理;

[0214] 所述待测试液中的血小板粒子经过所述检测区时,还产生荧光,

[0215] 所述第二检测器,配置为对与所述激光光束的传播方向所呈角度处于设定的角度范围内的散射光进行光强检测,得到第二检测结果;其中,所述设定的角度范围可以为 $60^{\circ}$ - $120^{\circ}$ 。

[0216] 所述荧光检测器,配置为对所述血小板粒子所产生的荧光进行检测,得到第三检测结果;

[0217] 结合所述第一检测结果、所述第二检测结果及所述第三检测结果识别所述血小板

粒子和白细胞计数和分类。

[0218] 应用本发明上述实施例,能够很好的隔离激光光束在光路中传播时产生的反射光,使得激光器能够稳定输出激光光束,进而避免反射光进入激光器产生的功率尖峰出现的小脉冲,也避免了当血细胞被测样本为血小板时,出现干扰小脉冲和血小板粒子形成的小脉冲相互混淆的情况,极大的提高了血细胞分析仪的检测精度。

[0219] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

[0220] 工业实用性

[0221] 本发明实施例中光学检测系统,包括:光学子系统、流动室、第一检测器;所述光学子系统包括:激光器、包括光隔离器的前光组件及包括挡直光阑的后光组件;其中,所述激光器,配置为发射激光光束;所述前光组件,配置为对所述激光光束进行前光处理,经所述前光处理的激光光束在第二方向上汇聚于所述挡直光阑处,在第一方向上汇聚于所述流动室的血细胞被测样本处并产生散射光;所述后光组件,沿所述激光光束的传播方向设置于所述流动室之后,配置为对所述散射光及汇聚于所述挡直光阑处的激光光束进行后光处理,使得经所述后光处理的所述散射光进入所述第一检测器进行光强检测;所述光隔离器,配置为隔离所述激光光束经所述流动室及所述后光组件所产生的反射光。如此,能够很好的隔离激光光束在光路中传播时产生的反射光,使得激光器能够稳定输出激光光束,进而避免反射光进入激光器产生的功率尖峰出现的小脉冲,也避免了当血细胞被测样本为血小板时,出现干扰小脉冲和血小板粒子形成的小脉冲相互混淆的情况,极大的提高了血细胞分析仪的检测精度。

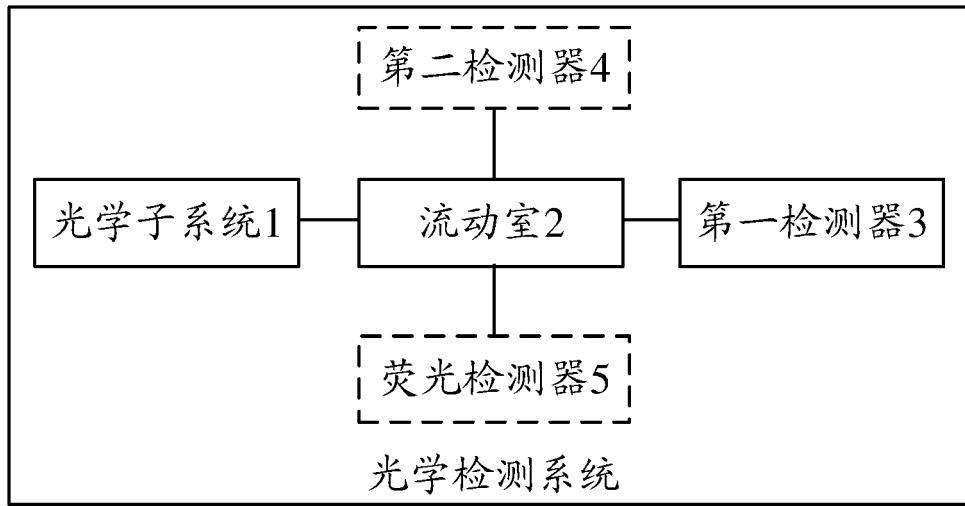


图1

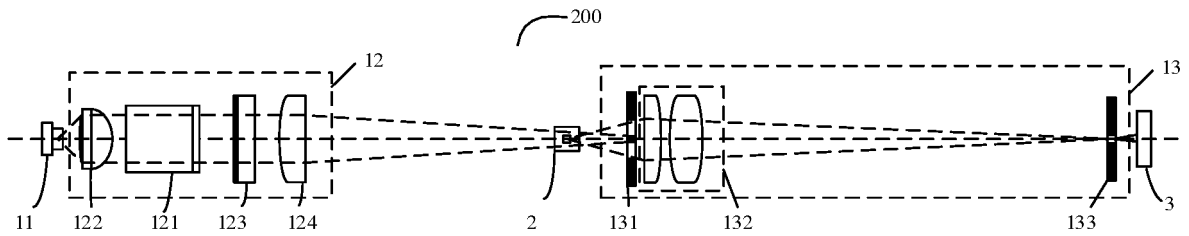


图2

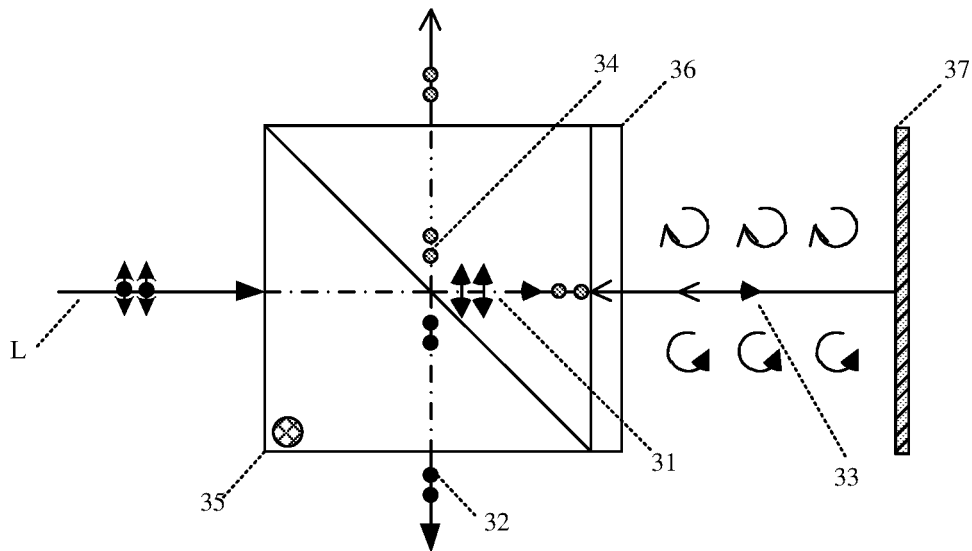


图3

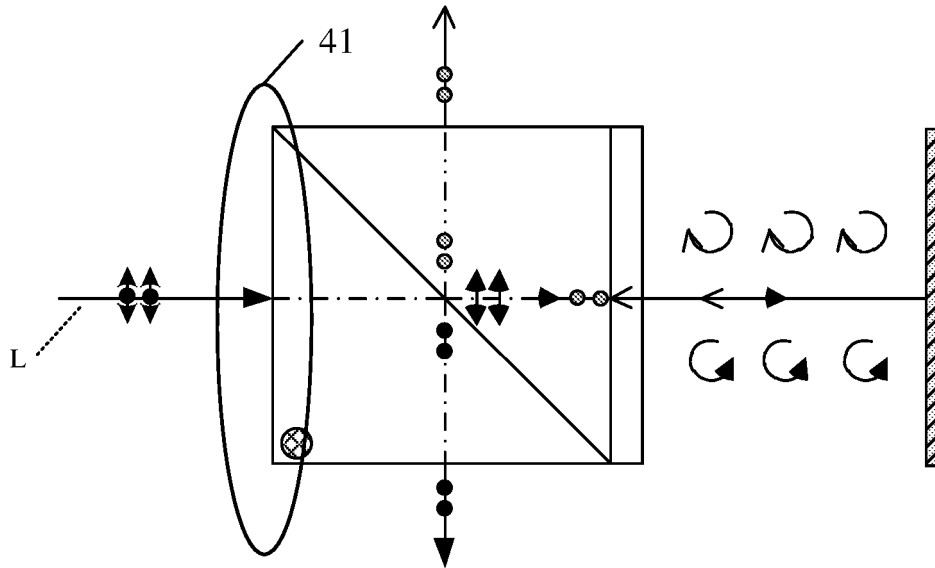


图4

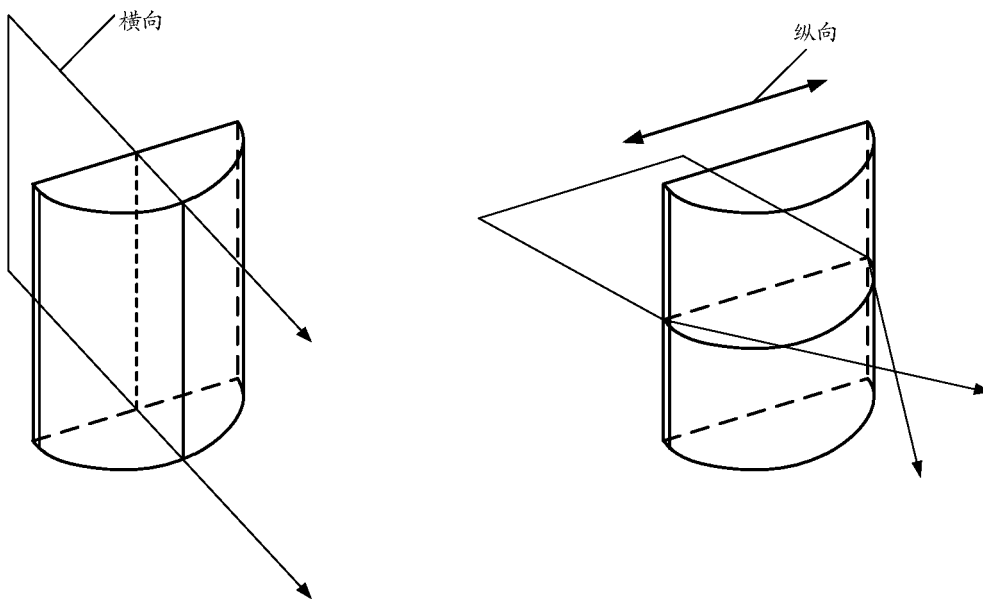


图5

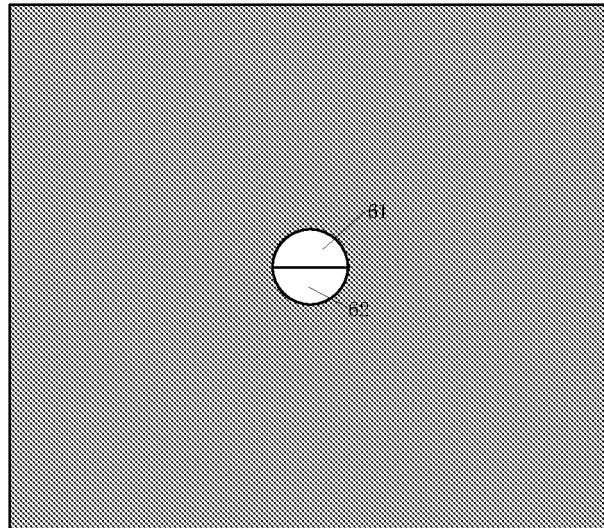


图6

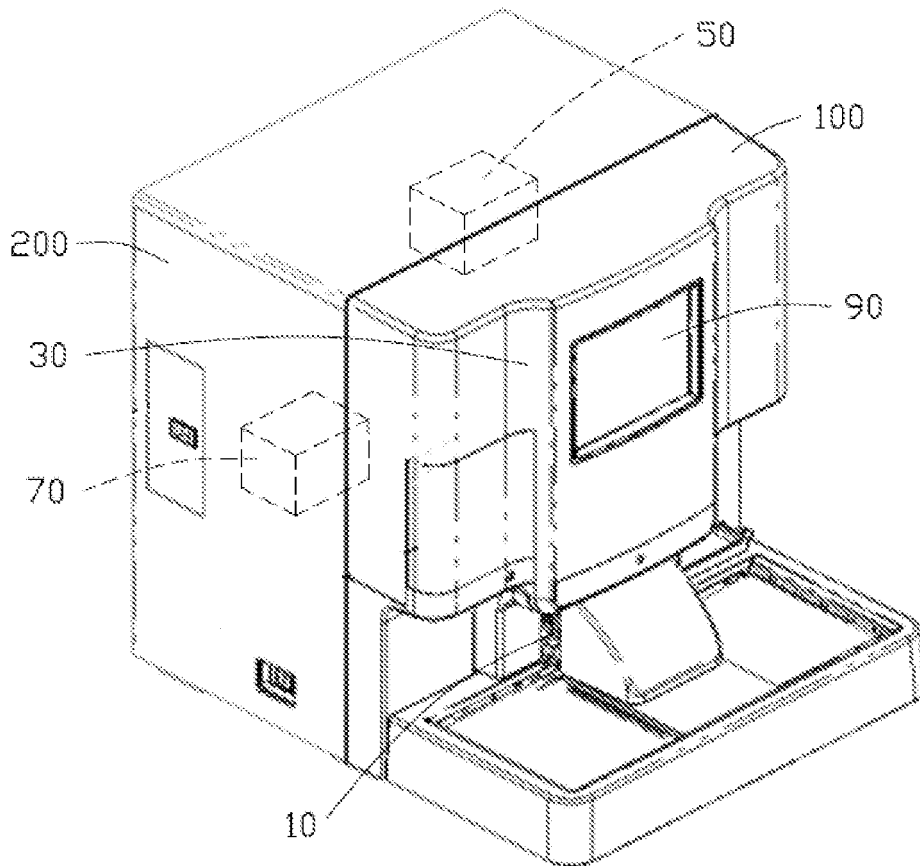


图7

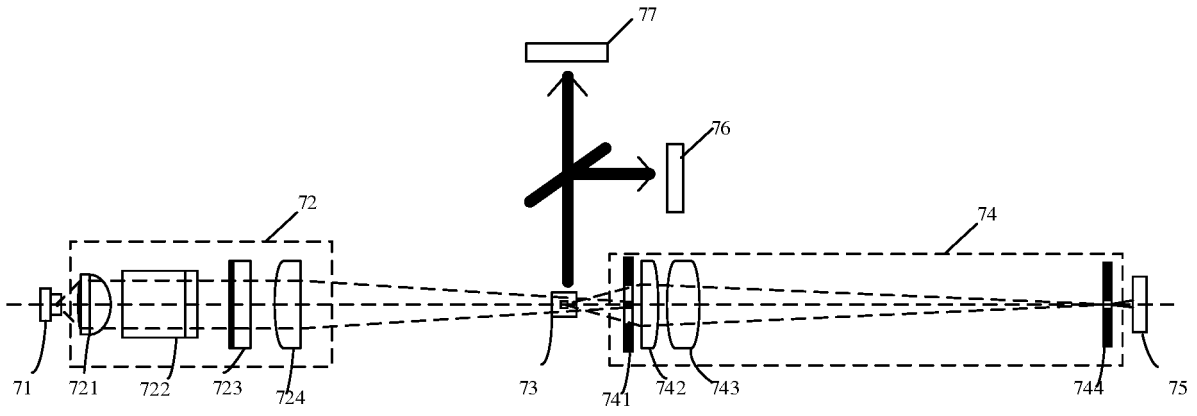


图8

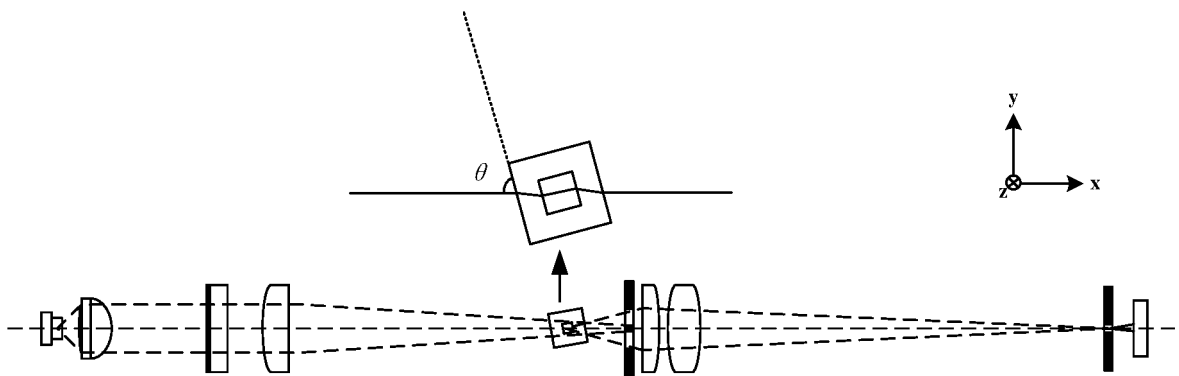


图9