



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104245159 B

(45)授权公告日 2016.12.14

(21)申请号 201380013948.4

(22)申请日 2013.03.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104245159 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(30)优先权数据

1204676.9 2012.03.16 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.09.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/055240 2013.03.14

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/135816 EN 2013.09.19

(73)专利权人 戴比尔斯英国有限公司

地址 英国伦敦

(72)发明人 尼古拉斯·马修·戴维斯 洪启和

格雷厄姆·拉尔夫·鲍威尔

特雷弗·普尔特

安德鲁·朴次茅斯

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 吴敬莲

(51)Int.Cl.

B07C 5/342(2006.01)

B07C 5/36(2006.01)

(56)对比文件

GB 2199657 A, 1988.07.13,

GB 2199657 A, 1988.07.13,

WO 87/01975 A1, 1987.04.09,

CN 101652654 A, 2010.02.17,

CN 1942759 A, 2007.04.04,

审查员 胡静

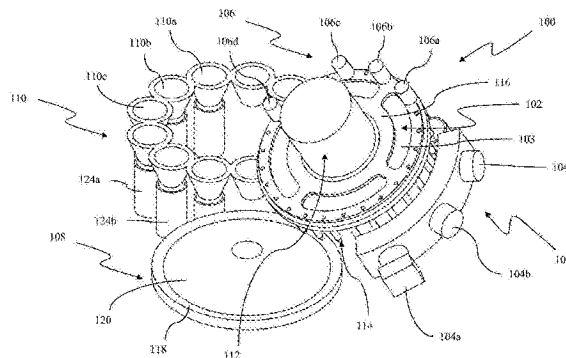
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

分选集料

(57)摘要

本发明公开了一种用于分类集料中的候选粗糙宝石的分选设备(100),所述设备包括:输送系统(102),用于将来自集料的石头单独地输送到至少一个测量位置;测量系统(104),被构造成在至少一个测量位置处确定以下所述中的一个或多个:石头是否包括钻石物料,石头是否包括圆粒钻石,以及石头的形状;所述设备进一步包括分配系统(106),所述分配系统被构造成基于测量系统的判定将来自输送系统的石头分配到多个位置中的一个。



1. 一种用于对集料中的候选粗糙宝石分类的分选设备,所述分选设备包括:
输送系统,所述输送系统用于将来自集料的石头单独地输送到至少一个测量位置;
测量系统,所述测量系统被构造成在至少一个测量位置处确定所述石头的形状和以下各项中的一个或多个:
所述石头是否包括钻石物料;和
所述石头是否包括圆粒钻石;
分配系统,所述分配系统被构造成基于测量系统的判定将来自输送系统的石头分配到多个位置中的一个;和
形状测量装置,所述形状测量装置包括多个照相机,所述多个照相机中的每一个都被布置成面向至少一个测量位置。
2. 根据权利要求1所述的分选设备,其中所述测量系统包括用于确定石头是否包括钻石物料的次品检测装置。
3. 根据权利要求2所述的分选设备,其中所述次品检测装置被构造成使用拉曼光谱学确定石头是否包括钻石物料,并且包括被布置成将光发射到石头上的光源和被布置成接收从石头发出的光的分光计。
4. 根据权利要求3所述的分选设备,其中所述次品检测装置还包括一个或多个光学元件,所述一个或多个光学元件被构造成将发射的光聚焦到石头上的第一聚焦位置,并收集从石头上的第二聚焦位置发出的光并将所述光引导到分光计,其中第一聚焦位置和第二聚焦位置重叠。
5. 根据权利要求3所述的分选设备,其中所述次品检测装置还包括一个或多个光纤,所述一个或多个光纤被布置成接收发射的光并将所述发射的光传播到石头,和被布置成接收光并将所述光传播到分光计。
6. 根据权利要求5所述的分选设备,包括光纤束,多个单独的光纤通过所述光纤束被给定路线,其中所述多个单独的光纤中的每一个都被布置成接收发射的光并将所述发射的光传播到石头,或被布置成接收从石头发射的光并将所述光传播到分光计。
7. 根据权利要求2所述的分选设备,其中从次品检测装置到至少一个测量位置的中心的距离在从15mm至25mm的范围内。
8. 根据权利要求2所述的分选设备,其中所述次品检测装置被构造成进行测量并且持续时间在从2.5ms至22ms范围内。
9. 根据权利要求2所述的分选设备,其中所述分配系统被构造成在次品检测装置确定石头不包括钻石物料的情况下将石头分配到一个位置。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的分选设备,其中所述测量系统包括用于确定每一个石头是否是圆粒钻石的圆粒钻石测试装置。
11. 根据权利要求10所述的分选设备,其中所述圆粒钻石测试装置包括被构造成发射光的至少一个光源和被构造成当石头在至少一个测量位置时接收通过所述石头传播的所述发射的光。
12. 根据权利要求11所述的分选设备,其中所述至少一个光源包括第一光源和第二光源。
13. 根据权利要求11所述的分选设备,其中所述至少一个光源和照相机布置在至少一

个测量位置的相对侧,使得至少一个光源在照相机的视场外侧。

14.根据权利要求11所述的分选设备,其中当石头在至少一个测量位置时,至少一个光源被构造成发射光,并且照相机被构造成捕获图像,圆粒钻石测试装置还包括处理器,所述处理器被构造成确定图像的亮度并且如果亮度低于一阈值,则将货物识别为圆粒钻石。

15.根据权利要求14所述的分选设备,其中所述至少一个光源和照相机被同步以在脉冲模式下操作。

16.根据权利要求10所述的分选设备,其中所述分配系统被构造成在圆粒钻石测试装置确定石头包括圆粒钻石的情况下将所述石头分配到一个位置。

17.根据权利要求1至9中任一项所述的分选设备,其中所述多个照相机以圆形阵列布置。

18.根据权利要求1至9中任一项所述的分选设备,其中所述多个照相机以球形阵列布置。

19.根据权利要求1至9中任一项所述的分选设备,其中所述分配系统被构造成通过形状测量装置将石头从输送系统的第一水平位置下降到输送系统的第二水平位置,并且其中分配系统进一步被构造成基于石头的被确定的形状将石头分配到一个位置。

20.根据权利要求1所述的分选设备,其中所述输送系统包括圆形进给毂,所述圆形进给毂能够相对于测量系统和分配系统旋转。

21.根据权利要求20所述的分选设备,还包括真空喷嘴,所述真空喷嘴位于进给毂的外周处并被构造成通过真空抽吸拾取石头。

22.根据权利要求21所述的分选设备,其中所述分配系统包括多个分配阀,所述分配阀被构造成施加用于克服真空抽吸的吹离压力,以分配货物。

23.根据权利要求20所述的分选设备,还包括圆形进给碗,所述圆形进给碗能够相对于进给毂反向旋转并与进给毂横向偏离,使得进给碗和进给毂的外周重叠,其中进给碗被构造成提供集料以供进给毂对石头进行拾取和从所述进给毂将石头输送。

24.根据权利要求23所述的分选设备,其中所述进给毂相对于进给碗成一角度。

25.根据权利要求23所述的分选设备,还包括料斗,所述料斗被构造成保持集料的供应品并将物料分配到进给碗上。

26.根据权利要求20-25中任一项所述的分选设备,其中所述输送系统还包括多路圆盘传送带,并且其中进给毂位于输送系统的第一水平位置处,而多路圆盘传送带位于输送系统的第二水平位置处。

27.根据权利要求26所述的分选设备,其中所述分配系统被构造成分配来自多路圆盘传送带的石头。

分选集料

技术领域

[0001] 本发明涉及集料中的石头的分类。更具体地,本发明涉及含钻石物料的识别、作为圆粒钻石的含钻石物料的分类和含钻石物料的分级中的一个或多个。

背景技术

[0002] 钻石矿的输出可以被广泛地分成三类:非钻石物料、圆粒钻石和宝石品质的钻石(即,实际上可以切割出宝石的糙石)。采矿和分选过程中重要的一部分是识别并分选各物料类别中的每一种。

[0003] 如这里所使用的,术语“圆粒钻石”包括几乎不含有无杂质部分的未完美结晶的钻石。圆粒钻石在经切割和经打磨的宝石的生产中很少使用,但是可以具有诸如钻进、切割和打磨等工业应用。如这里所使用的,术语“宝石品质的钻石”包括不是圆粒钻石、因此可以在经切割的宝石的生产中使用的钻石。

[0004] 来自钻石矿的分选货物的当前方法包括由人工实施的人工分选。在这种方法中,需要操作者测量并测试集料中的分散的石头,以确定所述石头是否包括钻石物料、确定所述石头是否是圆粒钻石以及确定其尺寸和形状。

发明内容

[0005] 根据本发明,在第一方面中,提供了一种用于分类集料中的候选粗糙宝石的分选设备,所述分选设备包括:输送系统,所述输送系统用于将来自集料的石头单独地输送到至少一个测量位置;测量系统,所述测量系统被构造成在至少一个测量位置处确定以下所述中的一个或多个:所述石头是否包括钻石物料;所述石头是否包括圆粒钻石;以及所述石头的形状。所述分选设备还包括分配系统,所述分配系统被构造成基于测量系统的判定将石头从输送系统分配到多个位置中的一个。

[0006] 任选地,测量系统包括用于确定石头是否包括钻石物料的次品检测装置。

[0007] 任选地,次品检测装置被构造成使用拉曼光谱学确定石头是否包括钻石物料,并且包括被布置成将光发射到石头上的光源和被布置成接收从石头发出的光的分光计。

[0008] 任选地,次品检测装置还包括一个或多个光学元件,所述一个或多个光学元件被构造成将发射的光聚焦到石头上的第一聚焦位置,并收集从石头上的第二聚焦位置发出的光并将所述光引导到分光计,其中第一聚焦位置和第二聚焦位置重叠。

[0009] 任选地,次品检测装置还包括一个或多个光纤,所述一个或多个光纤被布置成接收发射的光并将所述发射的光传播到石头,和被布置成接收所述光并将所述光传播到分光计。

[0010] 任选地,所述设备还包括光纤束,多个单独的光纤通过所述光纤束被给定路线,其中每一个光纤都被布置成接收发射的光并将所述发射的光传播到石头,和被布置成接收从石头发射的光并将所述光传播到分光计。

[0011] 任选地,从次品检测装置到至少一个测量位置的中心的距离在从15mm至25mm的范

围内。

[0012] 任选地,次品检测装置被构造成进行测量并且持续时间在从2.5ms至22ms的范围内。

[0013] 任选地,分配系统被构造成在次品检测装置确定石头不包括钻石物料的情况下将石头分配到一位置。

[0014] 任选地,测量系统包括用于确定每一个石头是否是圆粒钻石的圆粒钻石测试装置。

[0015] 任选地,圆粒钻石测试装置包括被构造成发射光的至少一个光源和被构造成当石头在至少一个测量位置时接收通过所述石头传播的发射光的照相机。

[0016] 任选地,至少一个光源包括第一光源和第二光源。

[0017] 任选地,至少一个光源和照相机布置在至少一个测量位置的相对侧,使得至少一个光源在照相机的视场外侧。

[0018] 任选地,石头在至少一个测量位置,至少一个光源被构造成发射光,并且照相机被构造成捕获图像,圆粒钻石测试装置还包括处理器,所述处理器被构造成确定图像的亮度,并且如果亮度低于一阈值,则将货物识别为圆粒钻石。

[0019] 任选地,至少一个光源和照相机被同步以在脉冲模式下操作。

[0020] 任选地,分配系统被构造成在圆粒钻石测试装置确定石头包括圆粒钻石的情况下将所述石头分配到一位置。

[0021] 任选地,测量系统包括形状测量装置。

[0022] 任选地,形状测量装置包括多个照相机,所述多个照相机中每一个都被布置成面向至少一个测量位置。

[0023] 任选地,多个照相机以圆形阵列布置。

[0024] 任选地,多个照相机以球形阵列布置。

[0025] 任选地,分配系统被构造成通过形状测量装置使石头从输送系统的第一水平位置下降到输送系统的第二水平位置,并且其中分配系统进一步被构造成基于石头的被确定的形状将石头分配到一位置。

[0026] 任选地,输送系统包括圆形进给毂,所述进给毂能够相对于测量系统和分配系统旋转。

[0027] 任选地,所述设备还包括真空喷嘴,所述真空喷嘴位于进给毂的外周处并被构造成通过真空抽吸拾取石头。

[0028] 任选地,分配系统包括多个分配阀,所述分配阀被构造成施加用于克服真空抽吸的吹离压力以分配货物。

[0029] 任选地,所述设备还包括圆形进给碗,所述圆形进给碗能够相对于进给毂反向旋转并从进给毂横向偏离,使得进给碗和进给毂的外周重叠,其中进给碗被构造成提供集料原矿货物(aggregate run of mine goods)以供进给毂对石头进行拾取并从所述进给毂输送石头。

[0030] 任选地,进给毂相对于进给碗成一角度。

[0031] 任选地,所述设备还包括料斗,所述料斗被构造成保持集料的供应品并将货物分配到进给碗上。

[0032] 任选地,输送系统还包括多路圆盘传送带(multi-way carousel),并且其中进给穀位于输送系统的第一水平位置处,而多路圆盘传送带位于输送系统的第二水平位置处。

[0033] 任选地,分配系统被构造成分配来自多路圆盘传送带的石头。

附图说明

[0034] 以下将参照附图描述本发明的示例性实施例,其中:

[0035] 图1A是分选设备的表示的示意性透视图;

[0036] 图1B是图1A的分选设备的另一个示意性透视图;

[0037] 图1C是图1A的分选设备的示意性平面图;

[0038] 图1D是图1A的分选设备的示意性正视图;

[0039] 图1E是图1A的分选设备的另一个示意性正视图;

[0040] 图2显示分选设备的示意图;

[0041] 图3A显示次品检测装置的示意图;

[0042] 图3B显示通过次品检测装置中的光纤的截面的横截面视图;以及

[0043] 图4显示圆粒钻石检测装置的示意性表示。

具体实施方式

[0044] 本文总体公开了一种用于识别和分类集料中的含钻石物料的分选设备。示例性分选设备可以被构造成确定集料中的石头是否包括钻石物料,确定包括钻石物料的任何石头是否是圆粒钻石,以及确定含有钻石的任何非圆粒钻石石头的形状。根据设备的判定可以将石头分配到多个位置中的一个。

[0045] 如这里所使用的,术语“石头”包括将要被分选的集料中的块体。石头可以例如是单块岩石或任何其它非钻石物料、或单块含钻石物料。石头可以具有任何大小和形状。

[0046] 图1A-1E显示示例性分选设备100的示意性视图。分选设备100包括输送系统102、测量系统104和分配系统106。分选设备100还包括进给碗108和多路圆盘传送带110。在示例性分选设备100中,输送系统102包括进给穀103和多路圆盘传送带110。

[0047] 进给穀103是圆形的并且可围绕轮轴112旋转。在示例性分选设备100中,进给穀103在逆时针方向上旋转。进给穀103包括围绕进给穀103的外周定位的多个真空喷嘴114。从真空泵(未示出)为真空喷嘴114提供恒定真空。真空被施加到喷嘴114,并因此紧邻喷嘴端部输送抽吸力。喷嘴114因此能够从进给碗108中的集料原矿(ROM)货物拾取石头。当进给穀103旋转时,石头被输送到多个测量位置。

[0048] 测量系统104包括被构造成确定当石头被输送到测量位置中的每一个测量位置时该石头的参数的多个测量装置104a、104b。测量装置104a是用于确定石头是否包括钻石物料的次品检测装置。测量装置104b是用于确定石头是否是圆粒钻石的圆粒钻石测试装置。在图1A-1E的示例性测量系统104中,具有第三测量装置可以定位于其中的备用狭槽104c。没有测量装置位于备用狭槽中。然而,在其它示例性测量系统104中,用于确定石头的形状的第三测量装置可以被定位在备用狭槽104c中。测量系统104被固定。因此,当进给穀103旋转时,喷嘴114和在所述喷嘴114上被输送的石头相继经过测量装置104a-104b中的每一个。

[0049] 分配系统106被构造成根据测量系统104的判定将石头分配在多个位置中的一个

位置处。分配系统包括定位在分配板116的外周上的多个分配阀106a-106d。分配器阀106a-106d连接到能够将足够的力施加给石头以克服由真空施加的力的加压供气装置(未示出)。这样,分配器阀106a-106d被构造成将石头吹离喷嘴114。分配板116和分配阀106a-106c被固定。因此,当进给毂103旋转时,喷嘴114和在所述喷嘴114上被输送的石头相继经过分配阀106a-106d中的每一个。

[0050] 进给毂103可相对于测量系统104和分配系统106旋转。

[0051] 进给碗108是圆形的并具有绕其外周沿圆周方向延伸的槽部118和穹顶区域120。穹顶区域120提供用于进给碗108的固定的罩。进给碗108横向偏离进给毂103,使得每一个的外周重叠。更具体地,进给毂103的包括喷嘴114的区域与槽部118重叠。进给碗108可在与进给毂103相反的方向(顺时针方向)上旋转。这种结构允许喷嘴114以与在进给毂103和进给碗108重叠的区域处槽部118中的石头类似的速率被移动,从而有助于喷嘴114拾取石头。

[0052] 进给毂103相对于进给碗108成一角度。即,进给毂103的旋转平面相对于进给碗108的旋转平面成一角度。这种结构意味着当进给毂103旋转时喷嘴114朝向槽部118降下然后被升起离开槽部118。在具体的示例性分选设备中,进给毂103和进给碗108两者的旋转平面可以相对于水平面成一角度。这种结构允许进给毂103和进给碗108之间更大的锐角而不会使相对于水平面的角度太大,并且当喷嘴114远离进给碗108旋转时提供喷嘴114的端部与进给碗108之间的更大间隙。在其它示例性分选设备100中,进给毂103的旋转平面可以平行于进给碗108的旋转平面。在这种设备中,诸如凸轮装置等其它机构可以用于在喷嘴114经过槽部118时使喷嘴114下降。

[0053] 多路圆盘传送带110被定位在进给毂103的下方。多路圆盘传送带110包括成圆形阵列布置的多个口袋110a、110b、110c……。圆盘传送带110偏离进给毂103,使得每一个的外周重叠。即,进给毂103的包括喷嘴114的区域与圆盘传送带110的包括口袋110a、110b、110c……的区域重叠。更具体地,所述重叠也与分配阀106d的位置重合,使得分配阀106d的激活将使石头掉落在圆盘传送带的口袋110a、110b、110c……中。圆盘传送带可在与进给毂103相反的方向上朝向其旋转周期末端而旋转,这允许喷嘴114在进给毂103和传送带110重叠的区域处以与口袋110a、110b、110c……类似的速率移动。

[0054] 此外,分选设备100包括用于在石头已经从进给毂103被分配之后接收该石头的多个收集容器122a、122b、122c。容器122a、122b、122c分别位于分配阀106a、106b、106c的下方。

[0055] 在使用中,大量被预先分级的集料被装载在位于进给碗108上方的料斗(未示出)中。在料斗下方是以受控于ROM货物的水平位置的速度缓慢供出ROM货物的一对反向旋转辊,其中所述ROM货物已经在下方位于旋转碗108上。ROM货物通过来自检测器(未示出)的反馈以受控的方式从料斗被输送到进给碗108,其中所述检测器紧邻进给碗108定位并被构造成测量ROM货物在进给碗108中的水平位置。检测器测量ROM货物的水平位置并控制料斗以将或多或少的货物进给到进给碗108。进给碗108还包括被构造成限制在进给碗108的槽部118中的ROM货物的刮器或刷子(未示出)。这具有当连接到旋转进给毂112的外周的喷嘴114通过重叠区域时使集料ROM货物中的各个石头与喷嘴114对齐的效果。

[0056] 恒定真空被施加到进给毂102并因此施加到喷嘴114。因此,当喷嘴114经过对准在槽部118中的石头时,单个石头被拾取在喷嘴114的端部上。喷嘴114的适于进给毂103的尺

寸依赖于要被分选的ROM货物的尺寸。设备100可以被构造使得如果两个石头被拾取在一个喷嘴114上,则所述两个石头在进入任何测量阶段之前被从喷嘴114击落。

[0057] 当前在喷嘴114的端部上的石头在进给毂103旋转时被输送。石头因此被输送到紧邻测量系统104定位的测量位置。在分选设备100中,具有被定位成靠近进给毂103的外周的三个测量位置,且每一个都对应于三个测量装置104a-104c。

[0058] 石头首先被输送经过次品检测装置104a,在所述次品检测装置104a处确定石头是否包括钻石物料,或石头是否是非钻石物料。石头接着被输送经过第二测量装置104b,在所述第二测量装置104b处确定任何被识别的含钻物料是否被分类为圆粒钻石。

[0059] 来自测量装置104a-104c的输出被送到分配系统106。分配系统106包括控制器,所述控制器根据所述输出确定石头应该被分配的位置。可以是微处理器或其它适当的电子装置的分配控制器控制分配阀106a-106d的操作。分配阀106a-106c中的每一个与测量装置104a-104c相对应。即,基于来自相对应的测量装置104a-104c的输出控制分配阀106a-106c中的每一个的操作。分配阀106a-106c因此在石头的输送方向上被定位在相对应的测量装置104a-104c的后方。在示例性分选设备100中,所有的测量装置104a-104c都位于分配阀106a-106c的前方。

[0060] 一旦石头已经经过测量装置104a-104c的测试,则该石头被输送到分配系统106。所有测量装置104a-104c的输出已经经过分配控制器,其中所述分配控制器基于测试结果确定哪一个分配阀106a-106d操作。如果第一测量装置104a确定错误检测,即,石头未包括钻石物料,则第一分配阀106a操作以分配石头离开喷嘴114并进入第一容器122a中。如果第二测量装置104b确定石头是圆粒钻石,则第二分配阀106b操作以分配石头进入到第二容器122b中。

[0061] 还没有从之前的分配阀中的任一个分配的石头从最终的分配阀106d被分配在毂103上。在分配阀106d处分配的石头应该具有宝石品质。在该分配阀106d处供应恒定空气压力,从而使所有石头从喷嘴114掉落。空喷嘴114则进一步旋转,以再次与进给碗108的槽部118重叠并再次开始所述过程。

[0062] 如上所述,分选设备100被构造识别含钻石物料并将所述含钻石物料分类为圆粒钻石或宝石品质的钻石。在第一容器122a中是所有非钻石物料。在第二容器122b中是所有圆粒钻石。

[0063] 从分配阀106d分配的石头落入到多路圆盘传送带110的袜件(sock)124a、124b……中的一个中。当石头掉落时,所述石头经过形状检测装置(在图1A-1E中未示出),所述形状检测装置形成测量系统104的一部分。这将在以下参照图2进行更详细的说明。

[0064] 图2显示分选设备200的示意图。除了分选设备200包括靠近进给毂203的外周定位的两个测量装置204a、204b并且第三测量装置204c被定位在进给毂203与多路圆盘传送带210之间之外,分选设备200的结构类似于分选设备100的结构。图2还显示了图1A-1E中未示出的料斗226。

[0065] 与上述设备100一样,第一测量装置204a和第二测量装置204b分别确定石头是否包括钻石物料和石头是否是圆粒钻石。分配阀206a和206b则由分配控制器(未示出)操作以相应地分配石头。

[0066] 包括钻石物料、但不是圆粒钻石的石头由最终分配阀206c分配,其中所述最终分

配阀以与分选设备100的分配阀106d相同的方式操作。在被分配阀206c分配之后,石头通过测量装置204c掉落,所述测量装置204c形成测量系统的一部分并且为形状检测装置。形状检测装置204c包括多个照相机228,每一个都被布置成当石头经过测量位置时捕获所述石头的图像。图2显示仅两个照相机。在示例性分选设备中,可以使用以圆形阵列布置的多个照相机。在其它示例性分选设备中,多个照相机可以以诸如球形阵列等其它阵列结构布置而成。照相机阵列从多侧扫描石头并通过形状对每一个石头分等级。由测量装置204c确定的石头的形状被送到分配控制器。石头继续掉落并被容纳在多路圆盘传送带210的口袋中。圆盘传送带210的口袋中的每一个都在其基部具有可独立操作的开口。圆盘传送带210旋转并且口袋经过多个容器222。分配控制器操作口袋中的每一个的基部并根据确定的石头的形状将石头分配到正确的容器中。图2所示的容器222表示石头可以被分离进入的类别。容器222包括:之前未被分配的圆粒钻石可以分配到其中的又一个圆粒钻石容器(BOART)、公共废弃容器(CMNREJ)、印度平底容器(FLATS(I))、次品平底容器(FLATS(R))、两类形状容器和回收容器。

[0067] “回收”容器被构造成将石头返回到料斗以第二次通过分选设备100、200。因此,如果由测量装置施加的一个或多个测试提供不确定的结果,则石头可以被返回到料斗,并且分选设备100、200可以试图第二次分选石头。

[0068] 这里公开的分选设备100、200因此将来自钻石矿的物料聚集成非钻石物料、圆粒钻石和宝石品质的钻石,宝石品质的钻石通过其形状被进一步分选。

[0069] 在其它示例性分选设备中,测量装置104a-104c、204a-204b可以与分配阀106a-106c、206a-206c交错。在这种实施例中,重要因素是分配阀在进给轂的旋转方向上被定位在其相对应的测量装置的后方。例如,第一分配阀可以定位在第一测量装置的正后方,并且如果石头使第一测量装置测试“失望(fail)”,则该石头将在测试之后立即被第一分配阀106a分配,因此永远也不会到达第二测量位置。

[0070] 图3A显示示例性次品检测装置300,所述次品检测装置使用拉曼光谱学检测钻石物料。装置300包括被布置成将光发射到石头304上的两个激光源302a、302b。在具体的示例性装置300中,激光装置302a、302b可以发射具有660nm波长的光并具有130mW的输出功率。三叉光纤束308包括三个光纤308a、308b、308c。第一激光装置302a光学地连接到第一光纤308a。第二激光装置302b光学地连接到第三光纤308c。分光计310被构造成接收从石头304发出的光并光学地连接到第二光纤308b。光纤308中的三个光纤308a、308b、308c在输出端部308d处连结。图3B显示了通过光纤束的输出端部308d的横截面示出,并且以下对此进行更详细的说明。

[0071] 透镜312位于光纤束308的输出端部308d与石头304之间。透镜被构造成将从第一光纤308a和第三光纤308c发射的光聚焦到石头上的焦点上,并收集来自类似焦点的光以传播到分光计310。分光计可以是被构造成通过由Diamond Trading公司制造的DiamondPlus®操作的光致发光分光计。

[0072] 图3B是通过光纤束的端部308d的横截面视图,显示了装入在外铠装316内的三个光纤308a、308b、308c。在示例性装置300中,第一光纤308a和第三光纤308c可以具有大约100 μ m的直径,而第二细丝314b可以具有大约600 μ m的直径。

[0073] 石头304正在由喷嘴306输送并位于测量位置,其中所述喷嘴使用如上所述的真空

抽吸将石头304保持在适当的位置。

[0074] 在使用中,第一激光装置302a和第二激光装置302b分别发射由第一细丝308a和第三细丝308c传播的光。当石头304在测量位置处时,光由透镜312被聚焦在位于石头304上的焦点上。光的一部分由于拉曼效应而被非弹性散射并以不同的波长被重新发射-这还可以以光致发光的形式被看到。从石头发射的光通过透镜312被从焦点收集并被聚焦到第二光纤308b上。这种光被传播到分光计310,在所述分光计310处,所述光被分析以确定石头是否包括钻石物料。与 1332cm^{-1} 的激发波长相比较,由钻石引起的光的拉曼散射导致发射的波长的特征峰值,并且伴随波数变化,而且如果存在这种峰值,则分光计确认钻石存在于石头中。如果不存在这种峰值,则石头被分类为次品。

[0075] 从次品检测装置300的输出端到石头304所在的测量位置的距离可以在从15mm到25mm的范围内。在具体的示例性次品检测装置中,从次品检测装置300的输出端到石头304所在的测量位置的距离可以为20mm。

[0076] 次品检测装置300可以被构造成进行测量并且持续时间在2.5ms至22ms的范围内。基于要被测量的石头的尺寸计算测量时间。具体的示例性次品检测装置300可以被构造成测量持续10ms。

[0077] 如上所述,分配系统106、206基于次品检测装置300的判定确定石头304被分配所在的位置。

[0078] 其它示例性次品检测装置可以包括单个激光装置。这种装置因此可以包括具有两个细丝的分支光纤。此外,在其它的示例性次品检测装置中,可以使用多于两个的激光装置,并且所述装置的其它特征被相应改变。

[0079] 图4显示示例性圆粒钻石检测装置400。所述装置400包括照相机402和第一LED 404a和第二LED 404b。LED 404a、404b被布置成当石头406位于正确的测量位置时将光发射到所述石头406上。

[0080] LED 404a、404b之间的角度408在从40度到50度的范围内,并且在一具体的示例中为50度。第一透镜410a和第二透镜410b被布置成调节LED 404a、404b的输出。具体地,第一透镜410a和第二透镜410b被构造成调节所述光,使得所述光以大约15度的角度发散。相机402的视场412足以观察石头406。照相机402可以例如是诸如AVT Stingray146b等FireWire CCD照相机。

[0081] 照相机402是具有放大倍率的光学装置,使得具有所关心的尺寸的石头406占据视场412的显著部分。在图4的布置中,视场412的对角线大约为22.4mm。即,在照相机中所使用的CCD具有 $17.9\text{mm} \times 13.4\text{mm}$ 的尺寸。照相机光学装置应该具有大到足以使石头406在其整个景深中被焦点对准的景深。

[0082] 在图4的装置的示例中,所使用的LED 404a、404b是强电流LED(Lumiled, Luxeon Rebel, 501m.LXM2-PD01-0050)。选择红色LED,这是因为与较短波长的光相比较,所发射的光的波长具有被钻石所吸收的低吸收量。因此,与较短波长的情况相比,含钻石物料的颜色对透光性的影响小。然而,虽然照相机在近红外范围内工作,但是当波长进入到红外范围内时,钻石吸收率变得甚至更小,图像分辨率和敏感度可能会受到损害,并且被设计成用于可见光的传统透镜可以不能很好地操作。

[0083] 另外,LED 404a、404b和照相机402的视场412被布置成使得LED 404a、404b不在视

场412内。这防止从LED 404a、404b直接发射的光直接进入照相机402。

[0084] 所述装置400还包括处理器414,所述处理器位于照相机402中(或与照相机402相关联),并被构造成处理由照相机402捕获的图像,以确定石头406是否是圆粒钻石。

[0085] 在使用中,石头406被输送到测量位置、以到达在照相机402的视场412中的位置,其中所述测量位置可以在如上所述的真空喷嘴114、214上。石头406被LED 404a、404b照亮,其中所述LED 404a、404b位于石头406的与照相机402相对的一侧并指向石头。LED 404a、404b位于这样的位置使得所述LED 404a、404b不在照相机402的视场412内并因此不会被照相机402直接看到。在石头406后面的视场412应该是暗的。照相机402捕获石头406的图像并测量石头的图像的亮度,以确定所述石头是否是圆粒钻石。图像的亮度是石头的透明度的因子,并因此是所述石头的透光能力的因子。圆粒钻石的透射性小于宝石品质的钻石,并且被照亮的石头406的亮度因此表示石头406是否是圆粒钻石或宝石品质的钻石。如果亮度在一阈值以下,则确定石头406是圆粒钻石。依赖于装置的要求可以将所述阈值设定到任何适当的值。例如,所述阈值依赖于石头406的尺寸和/或LED 404a、404b以及照相机402的设置。

[0086] 进一步的量化可以包括对石头的图像的分析以识别内含物。可以对内含物的密度设定进一步的阈值,以设定透明度阈值。这可以通过修改费希尔线性判别(FLD)分析来进行。FLD的基本思想是尽可能将各个类别分离开。对于圆粒钻石检测,目标是将石头分成两组:圆粒钻石和非圆粒钻石。在圆粒钻石组中具有三个单独的类别,而在非圆粒钻石组中具有六个单独的类别。因此,当执行分析时,理想的是将所有圆粒钻石种类聚集在一起,并将所有非圆粒钻石种类聚集在一起,但是最大化两个组之间的距离。

[0087] 真空喷嘴114、214可以具有大约 $400\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 的水平速度。为了使由照相机402捕获的石头406的图像不模糊,具体的示例性圆粒钻石检测装置400可以被构造成使照明脉动,使得石头的运动即通过频闪效应被“冻结”。照相机402和LED 404a、404b因此可以被同步,以在短时间段石头被照亮并且图像被捕获的脉冲模式下操作。每一个照明脉冲可以具有短于石头通过图像中的一个或两个像素所花费的时间的持续时间。在示例性装置400中,照相机402的单个像素在测量位置处的对象空间中占据大约0.01mm。因此,照明脉冲持续时间应该是:

$$[0088] \quad \frac{0.01}{400} \text{s} = 25\mu\text{s}$$

[0089] 这确保在图像中不存在运动模糊。

[0090] 照相机快门被触发,使得在照相机402的曝光时间内发射选通脉冲。这还意味着,因为喷嘴114、214上的石头406在照相机曝光期间穿过所述视场,因此钻石在该视场中的水平位置通过在照相机曝光时间期间改变选通发射的点而被调节。在脉冲模式中操作照相机402和LED 404a、404b具有延长LED 404a、404b的寿命的优点。

[0091] 控制器(未示出)可以用于驱动LED 404a、404b并且可以被构造成执行选通脉冲。除了能够输送短持续时间、强电流脉冲之外,控制器还可以通过防止占空比达到LED 404a、404b将快速降低的水平占空比来保护LED 404a、404b。

[0092] 上述结构产生石头的图像,其中具体石头内的钻石物料越透明,所述图像变得越清楚。这能够使用图像处理技术进行分类以进行区分。

[0093] 如上所述,分配系统106、206可以被构造成基于圆粒钻石检测装置400的判定将石

头406分配到一个位置。

[0094] 本领域技术人员将在不背离所附权利要求的保护范围的情况下设想本发明的进一步实施例。

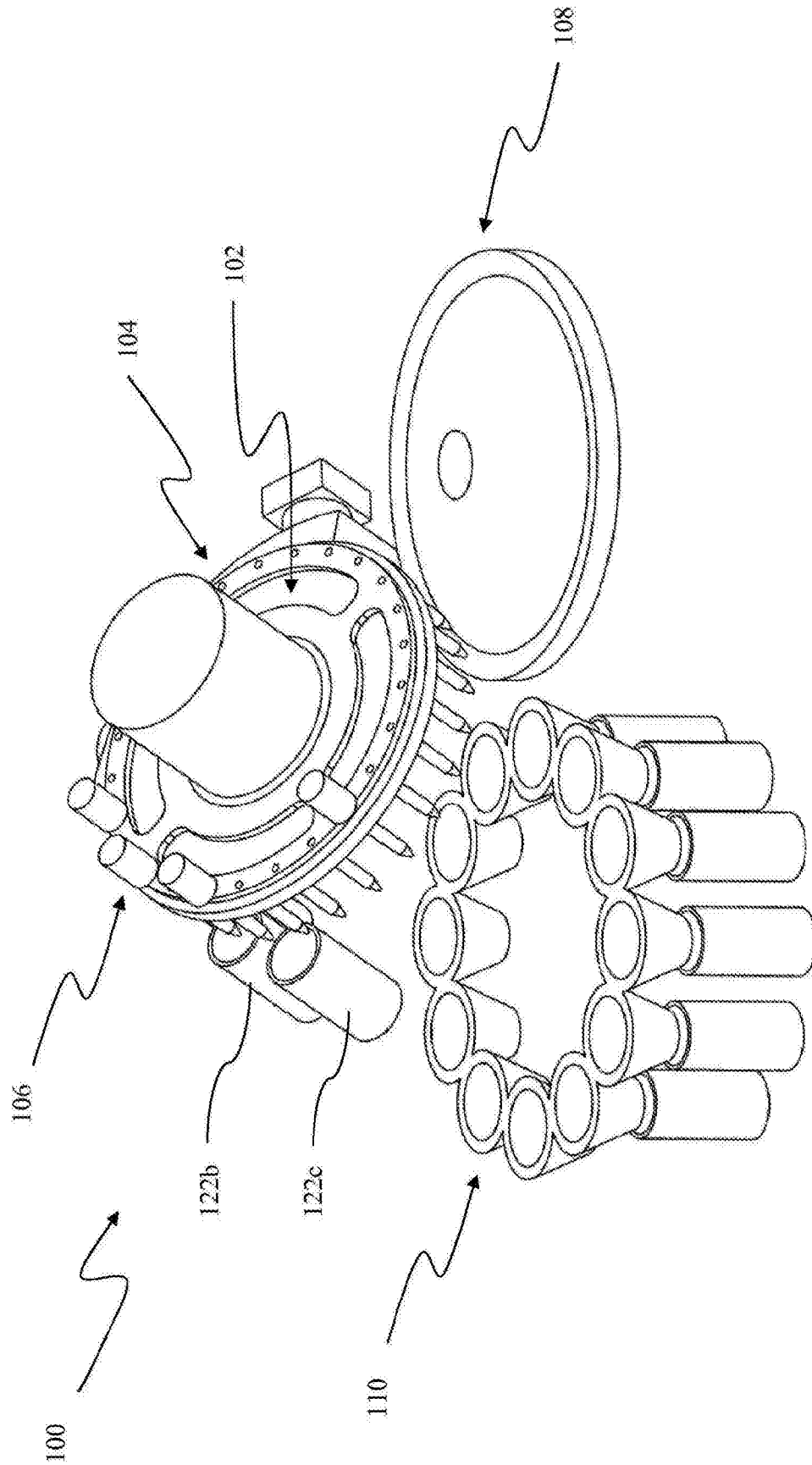


图1B

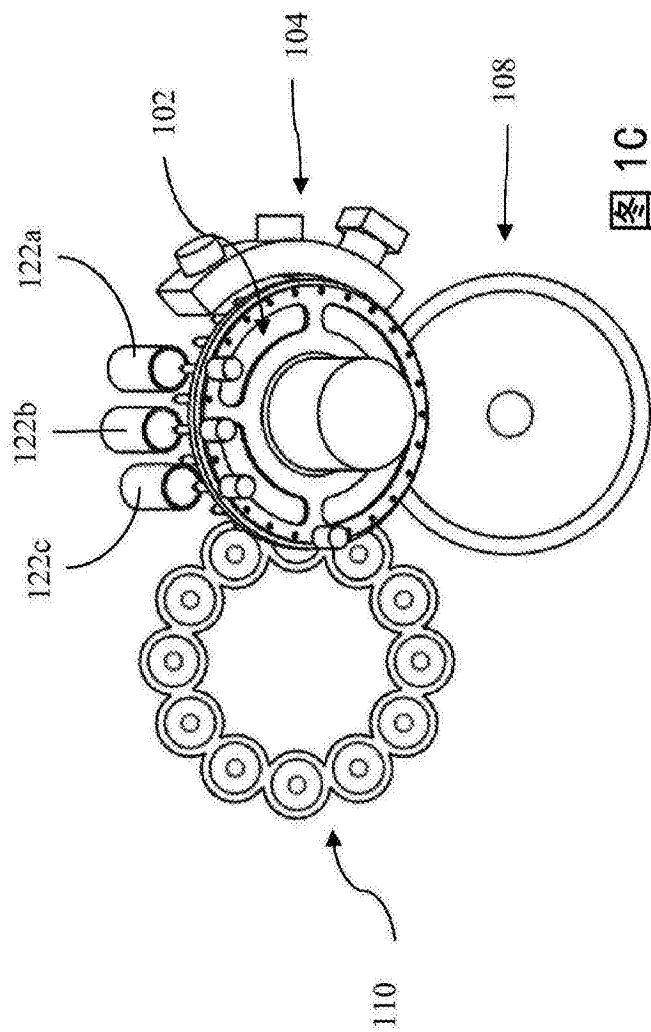


图 1C

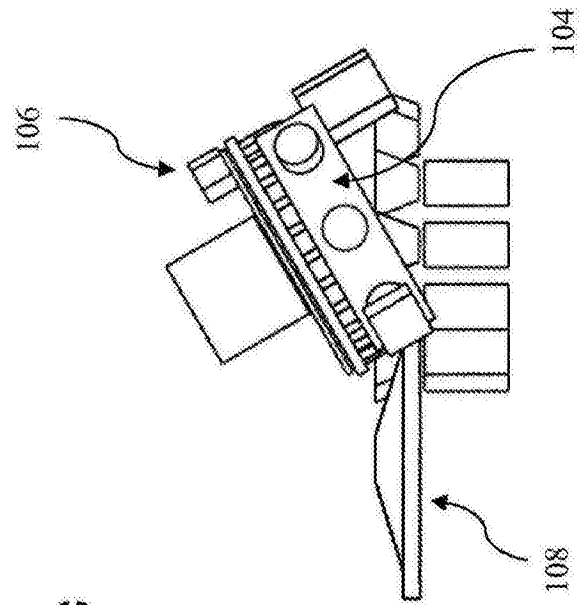


图 1E

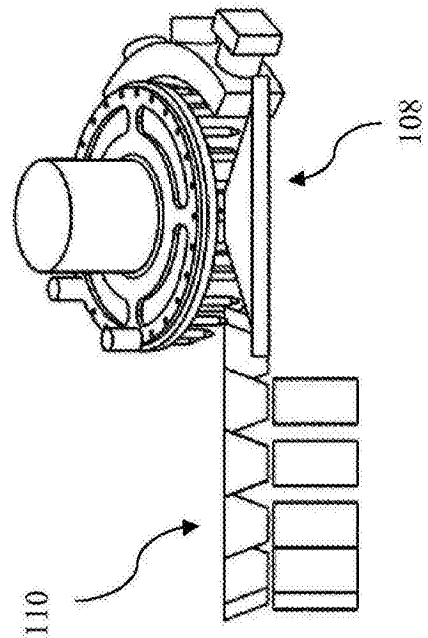


图 1D

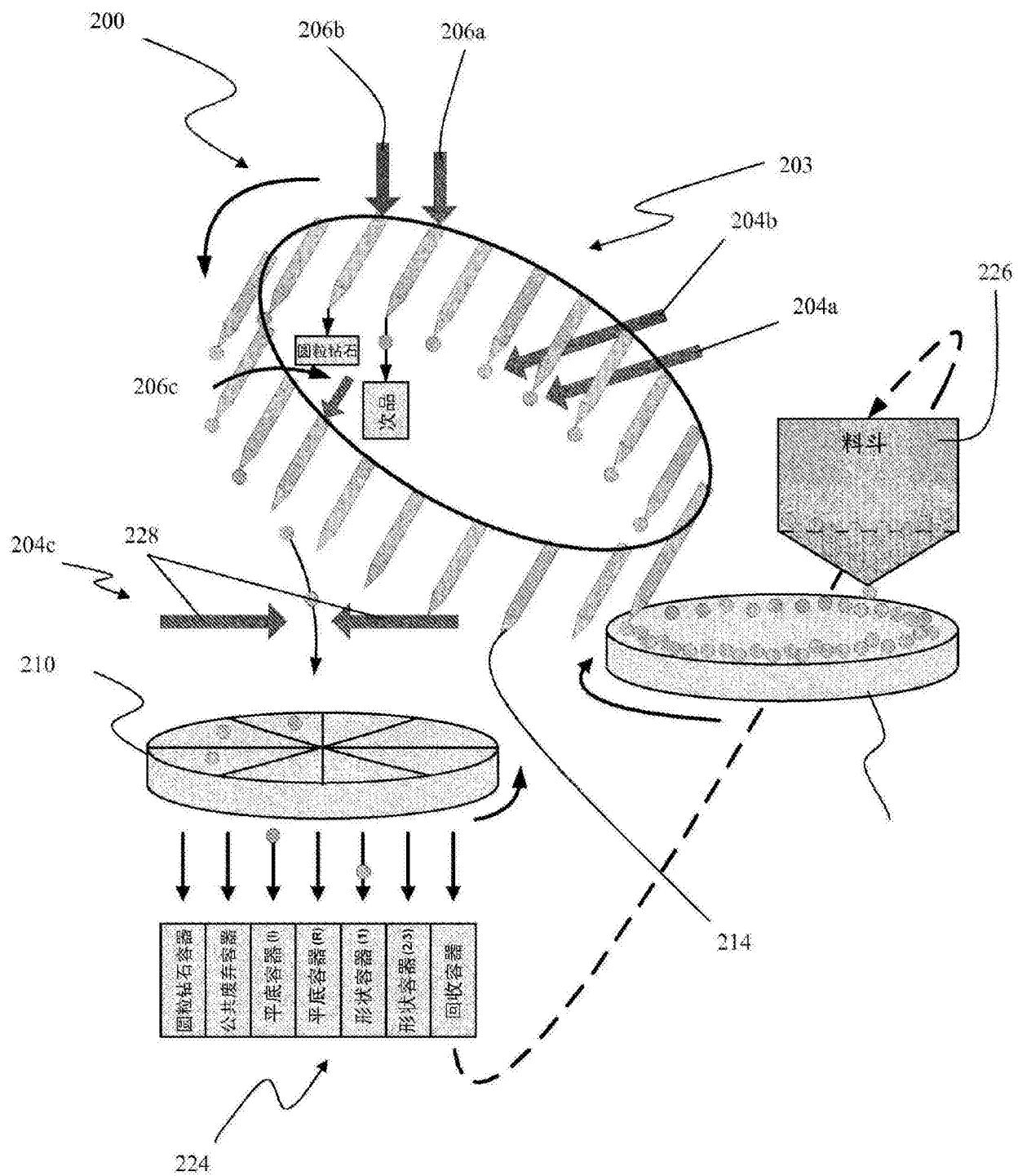


图2

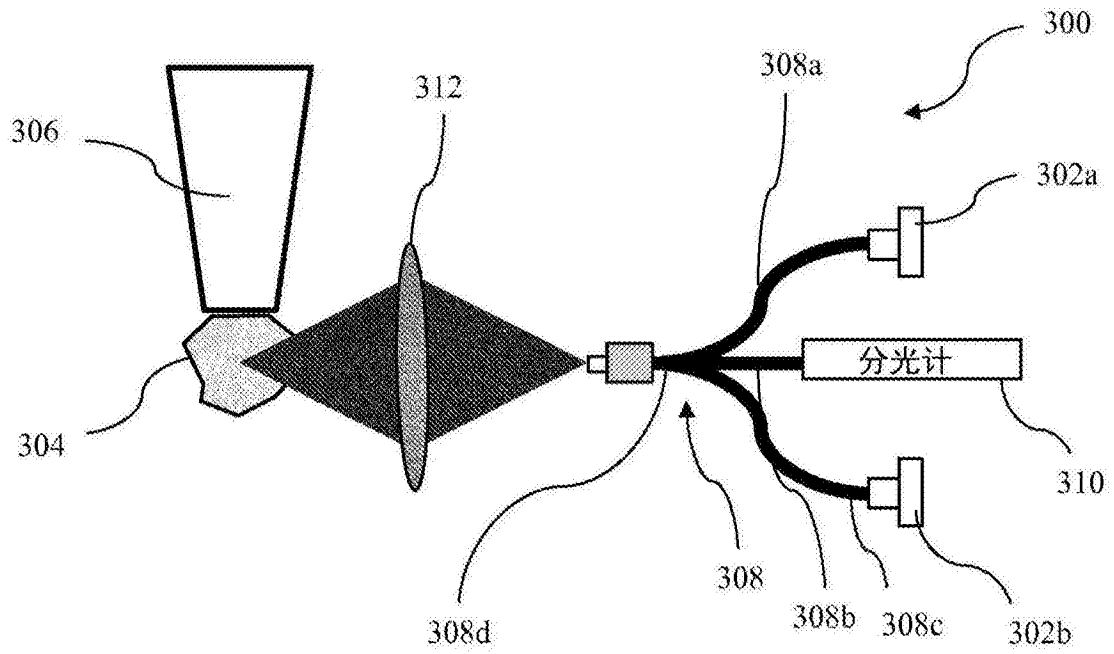


图3A

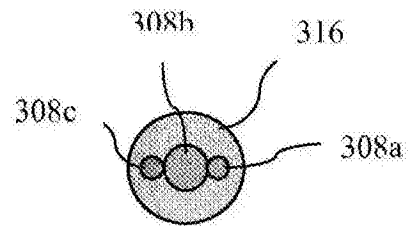


图3B

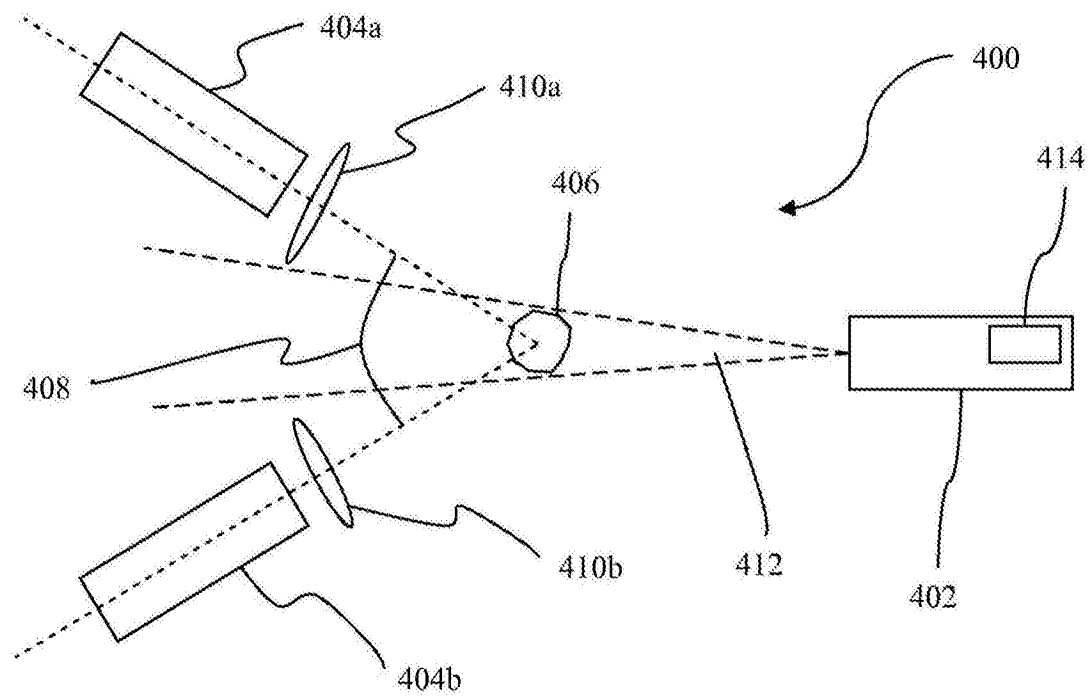


图4