[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G01N 21/35
G01J 3/30

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 96196689.0

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1221799C

[22] 申请日 1996.7.5 [21] 申请号 96196689.0
[30] 优先权
[32] 1995. 7. 6 [33] NL [31] 1000738
[86] 国际申请 PCT/NL1996/000280 1996.7.5
[87] 国际公布 WO1997/002481 英 1997.1.23
[85] 进入国家阶段日期 1998.3.2
[71] 专利权人 DSMIP 财产有限公司
地址 荷兰海尔伦
共同专利权人 化学及生物感应技术研究所
[72] 发明人 B·J·基普
E·A·T·佩特尔斯 J·哈佩尔
T·胡同-费雷 F·科沃尔
审查员 宋海峰

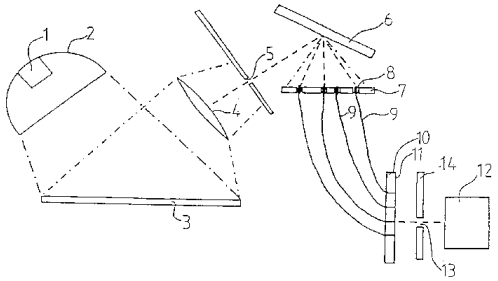
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 邹光新 傅 康

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称 采用手持式红外光谱仪鉴定消费者或工业用过的废弃毡层的方法和装置

[57] 摘要

用于回收消费者用过的或工业用过的废弃毡层或含有非毡层废弃物的聚酰胺-6 和/或聚酰胺-66 的方法和装置，使用了一种利用光谱原理的手持便携式设备，精确而快速地鉴定废弃物(毡层)材料。预计用于这项工作的分光仪包括一个用来照射废弃物(毡层)样品的红外放射源，一个用来选择预定数目离散波长的选择器和一个在这几个离散波长内探测反射辐射的探测系统。该选择器可以是一个具有一组开口的平板，开口的位置对应于根据预定离散波长的色散光束的位置，或者是一组选择来使离散波长通过的滤光片。离散波长的选择可以发生在照射毡层样品之前或发生在由反射辐射中选择离散波长的过程中。



ISSN1008-4274

知识产权出版社出版

1. 一种用于分析消费者用过的或工业用过的废弃毡层或包含非毡层的废弃物的聚酰胺－6 和/或聚酰胺－66 的手持式红外光谱仪，它包括：

一个用红外辐射照射废弃物的红外辐射源（1，106）；

用于选择一些离散波长的选择器（3，108）；

用于探测所述离散波长的红外探测系统（12，112）。

2. 根据权利要求 1 的手持式红外光谱仪，其特征在于，所述选择器包括一个使辐射色散的色散装置和一个从被色散的辐射中选择离散波长的离散波长选择器。

3. 根据权利要求 2 的手持式红外光谱仪，其特征在于，在辐射照射到废弃物之前，将辐射色散并选择波长。

4. 根据权利要求 2 的手持式红外光谱仪，其特征在于，在辐射照射到废弃物之后，将辐射色散并选择波长。

5. 根据权利要求 4 的手持式红外光谱仪，其特征在于，所述选择器从所述废弃物反射的辐射中选择多个离散波长。

6. 根据权利要求 2－5 之一所述的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述离散波长选择器包括一个有开口（8）的平板（7），所述开口的位置相应于被色散的辐射中所选择的离散波长的位置，该平板对红外辐射来说是不透明的，它放置于辐射源（1）和探测系统（12）之间，使得辐射除了通过该平板上的开口外便不能到达探测系统。

7. 根据权利要求 6 的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述探测系统包括许多探测器，每个探测器放在相应的上述平板开口的后面。

8. 根据权利要求 6 的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述探测系统包括一个可以放在上述平板的多个开口之后的探测器。

9. 根据权利要求 7 的手持式红外光谱仪，其特征在于，还包括一个光导体系统，该光导体系统有许多光导体（9），每个光导体连接到上述平板的一个开口处以使光线通过上述平板开口传输到上述探测系统。

10. 根据权利要求 9 的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述探测系统包括许多探测器，每个光导体都连接到一个上述探测器处。

11. 根据权利要求 9 的一种手持式红外光谱仪，其特征在于，所述

探测系统和光导体是相对可移动的，以使得上述光导体可以逐个地传输光线到探测系统。

13. 一种用于分析消费者用过的或工业用过的废弃毡层或包含非毡层废弃物的聚酰胺－6和/或聚酰胺－66的手持式红外光谱仪，它包括:

一个用于将红外辐射照射到样品废弃物（108）上的红外辐射源（106），

一个包括许多用于仅传送预定波长的滤光片的滤光片系统（102）；以及

一个用于探测由滤光片系统传送的辐射的探测系统（112）。

14. 根据权利要求 13 的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述红外辐射源将红外辐射照射到废弃物上，上述滤光片系统仅传送被废弃物样品反射辐射中的预定波长。

15. 根据权利要求 13 的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述滤波系统仅传输被废弃物反射的辐射中的预定波长。

16. 根据权利要求 13 的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述滤波系统使用了一个有三个或更多滤光片的旋转滤光轮（102）。

17. 根据权利要求 13－16 之一的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述滤光片系统使用了一个有四个滤光片（114）的旋转滤光轮（102），这些滤光片分别透射波长 2382nm ± 20nm、2430nm ± 20nm、2452nm ± 20nm 和 2472nm ± 20nm。

18. 根据权利要求 13 的手持式红外光谱仪，其特征在于，上述滤光片系统是一种声光可调滤光片。

19. 一种用于区分不同类型的消费者用过的或工业用过的废弃毡层或包含非毡层废弃物的聚酰胺－6和/或聚酰胺－66的方法，它包括如下步骤:

提供如权利要求 1－18 之一所述的一个手持式红外光谱仪;

使用该手持式红外光谱仪来确认废弃物材料的类型。

20. 根据权利要求 19 的方法，其特征在于包括:

从该手持式红外光谱仪中的红外发射源发出红外辐射照射到废弃物样品上;

通过使用该手持式红外光谱仪中的红外选择器，从被废弃物样品反射的辐射中选择一组的离散波长，该选择离散波长的步骤又包括用色散

装置色散反射光和从色散辐射中选择一组离散波长的两个子步骤；和

用所述手持式红外光谱仪中的探测器探测离散波长。

21. 根据权利要求19的方法，其特征在于包括：

从该手持式光谱仪中的红外辐射源发出具有一组预定波长的辐射，照射到废弃物样品上，通过采用色散设备色散红外辐射光束选择预定波长，从发散辐射中选择一系列离散波长来选择上述预定波长；和

采用手持式红外光谱仪中的探测器来探测离散波长。

22. 根据权利要求19的方法，其特征在于包括：

从该手持式红外光谱仪中红外辐射源发出红外辐射照射到废弃物样品上；

通过使用该手持式红外光谱仪中的辐射选择器从被废弃物样品反射的辐射中选择出一组离散波长，该选择离散波长的步骤又包括子步骤：将反射辐射滤波以使得这组预定波长的辐射被传输到手持式红外光谱仪中的探测器；和

用手持式红外光谱仪中的探测器探测离散波长。

23. 根据权利要求19的方法，其特征在于包括：

从该手持式红外光谱仪中的红外放射源发出具有一组预定波长的红外辐射，照射到废弃物样品上，通过采用一组滤光片对红外辐射光束滤波以选择出这组预定波长；和

用该手持式红外光谱仪中的探测器探测离散波长。

采用手持式红外光谱仪鉴定消费者或工业用过的废弃毡层的方法和装置

技术领域

本发明涉及一种用红外（IR）光谱仪来鉴定消费者或工业用过的废弃毡层的方法和装置，具体地说是涉及到一种采用一个手持式红外光谱仪来鉴定消费者或工业用过的废弃毡层的方法，该 IR 光谱仪有一个 IR 放射源，它用 IR 辐射照射消费者或工业用过的毡层，还有一个用于选择预定数目的辐射的离散波长的选择器和一个用于探测被消费者或工业用过的毡层反射的光线的 IR 探测系统。本发明也涉及到一种用于鉴定含有聚酰胺－6 与/或聚酰胺－66 的材料的方法和装置，其中使用了用于将聚酰胺分类的手持式 IP 光谱仪。

背景技术

回收消费者或工业用过的废弃毡层物质，要求根据用于制造毡层的表面纤维的类型将消费者或工业用过的废弃毡层物质分类。贯穿本申请，申请者将反复提到“消费者用过的废弃毡层”，申请者将其当作通用术语来用，它不仅包括消费者及工业用过的废弃毡层，而且还包括含有聚酰胺－6 与/或聚酰胺－66 的废弃材料。

当前，毡层使用由如下一些物质生产而得的表面纤维，有聚酰胺－6、聚酰胺－66、聚丙烯、动物毛以及这些物质合成品的混合物质。为了成功地进行回收，就必须很容易地进行精确地鉴定毡层所使用的表面纤维的类型。

一种鉴定毡层的方法是在毡层背面打上一个记号。不幸的是，虽然在所有可能的方法中，这是最无须证明的，但它需要毡层在制造的时候就做上记号。因此，即使现在就开始做记号，根据做了记号的毡层的预计寿命，这种方法不可能在长达大约十年的时间内都有效。而且，用于胶合的毡层时，这种方法就不能令人满意了，因为胶合毡层的背面可能会被损坏，这就会涂抹鉴别记号，使其难以辨认。

另外，采用探测表面纤维熔点的方法来鉴定毡层类型也是可能的。但这种鉴定方法是不合适的，因为它不能区分聚酯 和聚酰胺－66 的材

料。而且，多种不同类型的表面纤维的混合物还不能够被区分开来。将毡层物质的熔点作为鉴别特征的装置也是不完善的，因为它们通常需要有一个长的预热时间，这样便降低了效率，而且还有危险，因为它们必须有加热部件。

鉴定用在一个特定废弃毡层样品的表面物质类型的第三种方法是使用光谱仪。作为公知技术，使用振动分光技术（如中红外及近红外光谱仪），可以鉴别不同的物质。特别是，近红外光谱仪是一个公知的方法，例如，用于瓶子的分类。IR 光谱仪可用于透明的物质，方法是分析透射过的辐射；也可用于对 IR 辐射来说是不透明的物质，方法是分析被其反射的散射辐射。为了与光学上的惯用方法一致，本申请有时就将 IR 辐射称作“光”。

对近红外范围（800～2500nm）和中红外范围（2500～25000nm）来说，IR 光谱仪通常用来在物质材料特征基础上鉴定和确定物质数量，物质的特性决定它们吸收或反射特定的波长。在许多情形下，对不同的物质来说，这些特性频率仅有微小差别。因此，使用高的频谱分辨率的光谱仪就很重要了，特别是在试图分辨混合在一起的多种物质的时候。

一个 IR 光谱仪通常包括一个在所需的波长范围内发出辐射的源和诸如透镜和反射镜的辅助光学系统，后者使得辐射成为有合适形状和大小的一束光并引导光束穿过光径。作为一个规则，所有光谱仪的构成部件都要放入一个外罩里，最好将其封闭，这样来防止灰尘影响部件。

光源最好放进一个反射罩，这样光谱仪可以获得尽可能多的光线。光源最好放入光学箱里，以使得光线通过光学透明窗口从光谱仪发出并照射到目标物质上。这个光学透明窗可以是，诸如玻璃或高质量石英等材料，对中红外范围来说，还可以是由诸如 KBr、KCl、ZnSe、KRS_5、CaF_2 或 MgF_2 等制成的物质。

这个光束投射到待测物质的某个地方。被反射的辐射被收集起来，形成具有所需的柱面形状，最后投射到一个探测系统。这个探测系统通常包括一个探测器，它能测量入射辐射的强度。可能用于近红外范围中的几个探测器包括 PbS 和 InGaAs 探测器，可能用于中红外范围的探测器包括由氘化硫酸三甘肽（deuterized triglycinesulphate）（DTGS）制成的探测器。

IR 光谱仪有几种基本类型，下面讨论其中的两种类型。第一种类

型，被反射的辐射通过不同的滤光片（它只对一个特定波长范围来说是透明的），将离散波长选择出来，第二种类型，一束反射的 IR 辐射被分散并照射到一个二极管阵列上。不幸的是，具有这种性质且有足够分辨能力的二极管阵列非常昂贵，在下游（downstream)的处理设备中，从吸收光谱中选择所需波长必定发生在后一个阶段，这就要增加使用光谱仪所需的辅助电子设备的数量。

从一个特定物质中反射或发射的光的强度及波长之间的关系，称之为光谱。探测器被连接到一个处理系统，该处理系统将探测信号转换为用户或计算机的可用光谱形式，比如曲线或数字值。

通常，用于毡层的不同类型的纤维的中红外和近红外光谱的差别很大。但是，聚酰胺－6 和聚酰胺－66 的光谱的差别却很小：中红外光谱部分是完全相同的，近红外光谱部分只在 2000～2500nm 光谱范围内有微小差异。

采用给定光谱仪系统可获得的鉴定质量被表示为 Mahalanobis 距离（MD），所述 Mahalanobis 距离是与光束发散程度有关的不同光束之间的“中心至中心”的距离。为了比较好地分离，最小的 MD 值大约需要是 6，但理想值应当大于 10。

不幸的是，虽然 Ghosh 和 Rogers（Melliand Textilberichte 5，1988，361-364 页）指出，在他们的系统中的扫描光谱仪，为分出聚酰胺－6 和聚酰胺－66 纤维，可以获得很好的 MD 值（MD＝18），但是，扫描光谱仪的尺寸和价格使得这套系统很不合适用于毡层回收工作。

Ghosh 和 Rogers 还表示，使用一个 Bran&Luebbe（原名 Technicon）InfraAlyzer 500C，外加 3 个滤光片（2250、2270 和 2310nm）的组合，有可能鉴定用于毡层产品的尼龙 6 和尼龙 66 纤维。

这些报告结论掩盖了鉴定工作的复杂性，由于包裹和污染，用过的毡层比起新的毡层有更多不同的纤维物质。比如，在 113 块消费者用过的毡层的废弃样品中取出一样，使用同样 3 个滤光片观察之，申请者发现得到的 MD 值介于 4 和 1.2 之间，这依赖于光谱仪的分辨能力。如上所述，凭这种特性的结果显然是不足以在不同毡层样品中作精确的分类的。因此，还没人宣称可以使用一种廉价的、小型的和手持式光谱仪基于选择波长来分辨不同类型的消费者用过的废弃毡层。

同样，虽然用作特定应用的手持式便宜的基于 IR 滤光片的光谱仪

可以从市场上得到，比如可用于测定不同物质的含水量的光谱仪，但是，无人已开发出一种手持式光谱仪，它可以令人满意地分辨不同的毡层表面物质类型，以致于这个光谱仪适用于回收消费者用过的废弃毡层。

发明内容

本发明的目的之一是提供一种使用手持式 IR 光谱仪用于可靠地分析消费者用过的废弃毡层的方法。为达到这一目的，本发明使用一个手持式光谱仪，它能以足够的分辨率对多个离散的波长进行测量。

本发明首先提供了一种用于分析消费者用过的或工业用过的废弃毡层或包含非毡层的废弃物的聚酰胺－6 和/或聚酰胺－66 的手持式红外光谱仪，它包括：一个用红外辐射照射废弃物的红外辐射源；用于选择一些离散波长的选择器；用于探测所述离散波长的红外探测系统。

本发明还提供了一种用于分析消费者用过的或工业用过的废弃毡层或包含非毡层废弃物的聚酰胺－6 和/或聚酰胺－66 的手持式红外光谱仪，它包括：一个用于将红外辐射照射到样品废弃物上的红外辐射源；一个包括许多用于仅传送预定波长的滤光片的滤光片系统；以及一个用于探测由滤光片系统传送的辐射的探测系统。

本发明还提供了一种用于区分不同类型的消费者用过的或工业用过的废弃毡层或包含非毡层废弃物的聚酰胺－6 和/或聚酰胺－66 的方法，它包括如下步骤：提供如上所述的一个手持式红外光谱仪；使用该手持式红外光谱仪来确认废弃物材料的类型。

在这方面，可以预见到有两种手持式光谱仪。第一种手持式光谱仪能通过使用一个辐射选择器来以高分辨率测量多个离散波长，该辐射选择器将辐射发散开来，并通过使用一个在对应于发散辐射中需要选取的离散波长的位置上开口的平面。从中选取离散波长。

第二种手持式光谱仪也能测量多个离散波长，但是使用了滤光片，该滤光片能使特定的选择波长通过，以用于毡层回收业务。

依据将要采用光谱仪的应用，一系列样品的近红外或中红外范围的频谱将用高分辨率的光谱仪加以记录。这些高分辨率的频谱用来确定在不同波长上吸收量的组合，这能产生用于将一种聚合物从另外一种中区分出来的足够信息。在毡层回收的情况下，举例来说，人们可能希望知道一块毡层是否由聚丙烯、聚酰胺－6、聚酰胺－66 或聚乙烯对酞酸盐（PET）制成。

探测器的吸收量应当对照一个已知物质的参考材料来检验。适用于在近红外范围的散射反射的参考物质，举例来说，有小陶瓷平板和特氟隆平板。

吸收量用下式来计算:

$$A_\lambda = \log\left(I_{\lambda(样品)}/I_{\lambda(参考物质)}\right), \quad \cdots \quad (1)$$

此式中 A_λ是在波长为λ时的吸收量，I_λ是波长为λ时的光速。采用标准的数学方法便可得出一个基于不同波长的吸收量的分析，该分析可以用于以化学度量方法来鉴定和/或确定样品数量。用于鉴定的化学度量方法在例如，在 Ghosh 等人的 Melliand Textilberichte 5（1986）361 页中已有描述。

为了能鉴定不同毡层类型的样品，可以做一个数学分析以建立波长的组合模型，它能保证在不同的鉴定物质之间得到最好的分离。对一系列的用过的和未用过的毡层来说，可以用 2nm 的分辨率在近红外范围内作光谱的记录。采用对于多个波长（比如 3 个波长λ1、λ2、λ3）的所有可能组合的光束分析来计算这种分离。

为了做到这点，诸如 A（λ2）－A（λ1）和 A（λ3）－A（λ2）的值可以被计算出来，此处 Aλ是在特定波长时的吸收量。当这些值被描绘在图上时，显示为在不同波长组合中不同物质的分离波束。当波束之间更好地分离时，分离质量便随之增加。通过几种波长（比如 3 种）组合的选择完成最优分离，例如，3 束光(它们中有 4 个不同的 Mahalanobis 距离）之间的 Mahalanobis 距离为最大的三种波长。

为了分离聚酰胺－6、聚酰胺－66、PET 和聚丙烯，在 2432、2452 和 2478 处的吸收量的组合显示为最佳的。采用这种方法，于是对于具体应用就可以确定哪种离散的波长应当被测量，以便使用本发明的光谱仪清楚地区分出不同的物质。然后，采用标准光学计算方法，根据光栅、入射开口、光栅至平板间距等等条件的具体组合，可以很容易地计算出平板上开口的位置。

采用一种被称作“原生算法（genetic algorithm)”的技术，可以用数学方法进行更深入、更广泛的优化。在这个技术中，采用一个具有高频谱分辨率和高信噪比的高质量扫描光谱仪可以得到不同样品的完整频谱。这组频谱被转换用来仿真频率分辨率更差的情况（例如，10nm，20nm，30nm 和 40nm），因为便宜的手持式设备的分辨率要比研究级

的光谱仪低，而且，手持式设备的信噪比和波长选择的精度都要低些。因此，这些影响必须在选择波长过程中加以考虑。

在原生算法优化过程中，优化条件可以任意期望的方式定义。例如，优化条件可以设置成：使聚酰胺－6 和聚酰胺－66 的 MD 值为最大值，使聚酰胺－6 和其它类型物质的 MD 值的最小值为最大，使所有的 MD 值为最大，等等。

使用原生算法技术进行了一个实验。在第一个例子中，选择使聚酰胺－6 和其它类型的物质之间（聚酰胺－6 与聚酰胺－66 之间、聚酰胺－6 和聚乙烯之间、聚酰胺－6 和 PET 之间）的 MD 最小值为最大。选择波长允许的偏差设为±6nm，频谱分辨率被确定为 16nm，信噪比设为 200。

采用如下参数选择 4 个波长：2382，2430，2452，2472，从而产生下述结果：

MD: 聚酰胺－6—聚酰胺－66 为 8.2－11.8

MD: 聚酰胺－6—PET 为 16.5－22.5

MD: 聚酰胺－6—聚乙烯为 8.2－11.9

下面将根据本发明描述 IR 光谱仪。

本发明的第一种类型的 IR 光谱仪已被证明为可通过将入射辐射发散得到比已知光谱范围更窄的波长范围。本文中的“发散”是指辐射光束中产生的不同波长的空间分散。一个公知的用来使入射辐射光束发散的器件就是光栅。在第一种光谱仪中，光栅最好是静止的，而且其密度介于 100～4000 线/mm 之间。使用或者不使用透镜系统将反射或透射光聚集起来，使其通过一个大小介于 100 至 1000μm 的入射孔径进入光栅。

在孔径后面任一位置上，垂直于辐射方向的平板上的任一点与特定波长相关联。这样，传送或者收集穿过相应位置的光谱辐射部分，便可从光谱中选取出给出的所需波长。

光栅可以放置到光学系统中以使光束被消费者用过的废弃物质反射。反射辐射可以被收集起来，例如，被收集到一些被放到合适位置的探测器中。这里的问题在于可得到的探测器的最小尺度，它应当能够使探测器观测到相邻的波长，正如能观测到所需波长一样。

在本发明的 IR 光谱仪的一个最佳实施例中，这个问题是通过用一个对 IR 辐射来说是不透明的平板来选择离散波长而解决的，将此平板

放到辐射源和探测系统之间，以使得除了通过平板上的开口外，没有辐射能到达探测系统。在平板上设有开口，其位置相应于色散辐射中所要选择的离散波长的位置。

平板上的开口可以做得很小，不论怎样，基本上要比提供的探测器的最小尺寸还小。平板上的开口可以以很高的精度定位。以这种方式就能以很高的分辨率精确地从辐射的色散光束中选出所需波长。

在本实施例中，可以通过在平板的每个开口后面放一个探测器，或者采用相互之间位置可以移动的平板和探测器以使探测器能依次地放于每个平板开口之后来逐个地测量不同波长的强度。在此情况下，和有限探测器尺寸相关的问题不会出现，因为开口的位置和尺寸独立地确定了波长选择和光谱仪的分辨率。

还可能有另外一个办法，它能提供更大的灵活性，即将平板上的每个开口同一个光导体相连，并通过光导体将辐射传送到探测系统。这里，可能会再次用到分立的探测器，或者单个的光导体也可以连接到诸如旋转或倾斜的系统中，每个光导体就可以逐个地放置在单个探测器前。另外，探测器应当是可移动的，使之能放到不同的固定光导体前面。

探测器的运动，或者倾斜或旋转系统的运动最好是由计算机系统来控制的，它也可以处理测量结果。例如，这些结果可以在显示屏上以在线方式显示出来。采用这种方式，在一个材料流的分离系统中，操作者可以在所示数值的基础上介入其中。计算机还能连接到和控制下游的机械系统。测量结果也可以用来控制生产过程。

在另一个实施例中，光栅应当放在投射在被测材料上的辐射光束前面的光学系统中。这里，色散光穿过一个有开口的平板。选择的具有所需波长的光通过光导体而照射到材料上。测量反射光的总量以获得可用来分析以确定材料类型的光。

这里，平板上的每个开口允许一种所需波长通过。一个光导体将传输通过的光线，该光导体的一端被放置为紧临平板上的开口，另一端被放置到可以将已有的辐射瞄准在材料的位置上。

可以这样来完成将已有射线瞄准的过程，例如，通过将光导体末端终结到旋转系统中，该旋转系统在旋转时，允许某个特定的光导体照射材料，同时，用光学方法将其它光导体同材料分隔开来。通过使旋转系统顺序出现在一些不同的位置上，例如，使用一个步进电动机，不同波

长的光可以顺序地照射到材料上，并逐个地测量该波长的光。用光学的方法提供一套透镜系统，以确保待测材料被充分照明。

适合用于这套系统的光导体有光纤，它对于 1000～2000nm 之间的红外线是透明的。SiOH 含量低的高质量玻璃纤维适合于 2000～2500nm 之间的红外线。硫族化物或卤化银纤维适合于中红外范围。也可以使用对所需波长范围透明的光纤。这些光纤的直径最好介于 100 至 1000μm 之间。

由所需波长、光谱仪的几何位置和光栅的特性计算开口的位置。所需波长依赖于待探测和分离的材料，它们确定了平板上开口的位置。可以采用上述光束分析来确定开口的位置。

本发明的第二种类型的 IR 光谱仪采用一个置于滤光轮上的滤光片组合，该滤光轮以高速（10－200Hz）被驱动。使用这个实施例，用一系列的灯照射样品，用一个透镜收集散射的反射光，这些光被引导通过滤光轮，并用 PbS 或 InGaAs 探测器加以探测。

采用滤光轮有许多独特的优点。比如，因为在每个旋转周期中，滤光轮四次将光束遮挡住，探测器的暗光流就可以频繁地被取样并用来校正探测器的温度偏差和其它变形。

本系统的收集角度应当保持小的角度，最好小于 5°，以保持滤光片的光谱分辨率小于 20nm，探测的信号将由板上的微处理器来处理。

另外，滤光片可用来在辐射照射到消费者用过的废弃毡层样品之前，从红外辐射源中选取预定的波长。在本系统中，滤光轮旋转以允许具有预定波长范围的红外辐射由光谱仪出来。发射的光被用户用过的废旧毡层样品反射，并由探测器检测。

若不采用滤光轮，也可以使用声光可调滤光片（AOTF）。AOTF 器件是基于声－光效应的，即采用超声波可以使介质的光学折射率发生变化（参见 Laser Focus World，1992 年 5 月号）。基本上，AOTF 器件都是晶体，它接收光束，并基于音频输入信号的频率发射入射光束中选择的波长。采用 AOTF 器件，可以用改变作用于 AOTF 件的超声波频率来选择波长，这样就省去了与滤光轮相关的移动部件。

附图说明

将参照附图对本发明的最佳实施例更详细的描述：

图 1 是根据本发明的第一实施例的手持式光谱仪的侧视图；

图 2 是根据本发明的第二实施例的手持式光谱仪的侧视图；

图 3 是根据本发明的第三实施例的手持式光谱仪的侧视图；

图 4 是根据本发明的第四实施例的手持式光谱仪的侧视图；

图 5 是根据本发明的第五实施例的手持式光谱仪的侧视图；

图 6 是用于图 5 所示的手持式光谱仪的滤光轮；

图 7 是根据本发明的第六个实施例的手持式光谱仪的侧视图。

具体实施方式

辐射光束的边界在图中是用点划线表示出来的，而各个光线则是用虚线表示的。在图 1 中，光源 1 置于一个反射罩 2 中。从光源 1 中发出的光被导引投射到待测材料 3 上。其反射光由透镜 4 会聚，中心光束通过入射缝 5 照射到光栅 6 上。该辐射被光栅 6 发散为不同的波长。平板 7 放于散射辐射光束中，上面有开口 8，该开口位置相应于在光谱中所选择的波长位置。光导体 9 的第一端被放置于平板 7 中的开口 8，光导体的另一端被逐个插入选择器平板 10 的开口中，光导体止于平板表面 11。选择器平板 10 可以由一个步进电动机（未画出）来移动，使得探测器 12 只能观察到通过不透明平板 14 上的开口 13 的来自一个特定光导体的光线，该不透明平板插于选择平板 10 和探测器 12 之间。探测器 12 被连接到一个处理系统（未画出）。

图 2 中，一个光源 201 置于一个反射罩 202 中。由透镜 204 将光线会聚，使其通过一个入口缝 205 而照射到光栅 206 上。辐射被光栅散射为不同的波长。将平板 207 放在散射辐射光束中，该平板在相应于选择波长的位置上有开口 208。光导体 209 的第一端放在平板 207 的开口 208 上。光导体的另一端被依次插入到选择器平板 210 上，光导体止于平板 210 的表面 211。将一个有开口 213 的不透明的平板 214 放在选择平板后面。这块平板 214 可以被一个步进电动机（未画出）驱动，使得只有从一个特定的光导体发出的光可以穿过开口 213。穿过开口 213 的光线在透镜 216 处会聚，会聚的射线照射到待测材料 203 上。被材料反射的辐射在透镜 217 处会聚，然后照射到探测器 202 上。探测器被连接到一个处理系统（未画出）。

本发明的 IR 光谱仪可以做得非常小巧而便于操作。只要提供相应于所给材料特性的特定的选择波长，这种 IR 光谱仪就可以广泛地、有利地用于塑料物质的回收领域。

图 3 和图 4 分别同图 1 和图 2 基本上是一致的，所不同的是它们显示了穿过样品材料的光线在光谱仪中被收集和测量的情形。

图 5 显示了用来确定消费者用过的废弃毡层的光谱质量的器件的第二实施例。图 5 中，光谱仪 100 有一个旋转滤光轮 102，它由电动机 104 驱动。

由在光谱仪 100 一侧的一个或多个灯 106 发出光线投射到一块消费者用过的废弃毡层样品 108 上。样品 108 反射的光被透镜 110 收集，并被导引穿过旋转滤光轮 102，再由一个 PbS 或 InGaAs 探测器 112 来检测。

图 6 显示了旋转滤光轮 102 的一个例子。此例中，在旋转滤光轮 102 上有 4 个滤光片 114（A－D）。旋转滤光轮 102 的中心有一个孔 116，电动机 104 伸出的驱动轴 118 插入此孔。

在操作过程中，电动机 104 引起旋转滤光轮 102 旋转，使得穿过透镜 110 的光线根据滤光片 114 的特定性质来滤波。探测器 112 探测滤波后的光，并为输出结果的电路 120 提供信号。

图 7 是另一个采用旋转滤光轮 102 的光谱仪 100 的例子，与上述不同的是光线在照射到消费者用过的废弃毡层样品 108 之前被滤波。如图 7 所示，光源 106 发出红外线，该射线被一个旋转滤波系统 102，104，118 滤波。预定波长射线透过滤光片，这些波长的射线将通过透镜 122 离开光谱仪外罩。

离开光谱仪外罩后，预定波长的射线照射在消费者用过的废弃毡层样品 108 上并被其反射。一个或多个探测器 112 探测反射光并向输出结果的电路 120 传送信号。虽然本例中只画出从光谱仪一侧发出光的透镜，穿过滤光片的光线还可以被分离且在不同的位置上离开光谱仪。

可以预知，很明显，本技术领域熟练人员可以很容易地作出其它各种改进而不背离本发明的范围和精神。相应地，这并不意味着附录在此的权利要求范围将仅限于前面的描述中，相反地，这些权利要求可以解释为包含属于本发明的具有可取得专利权的新颖性的所有特性，包括所有在本发明相关领域中可由本领域熟练技术人员识别为等同的特征。

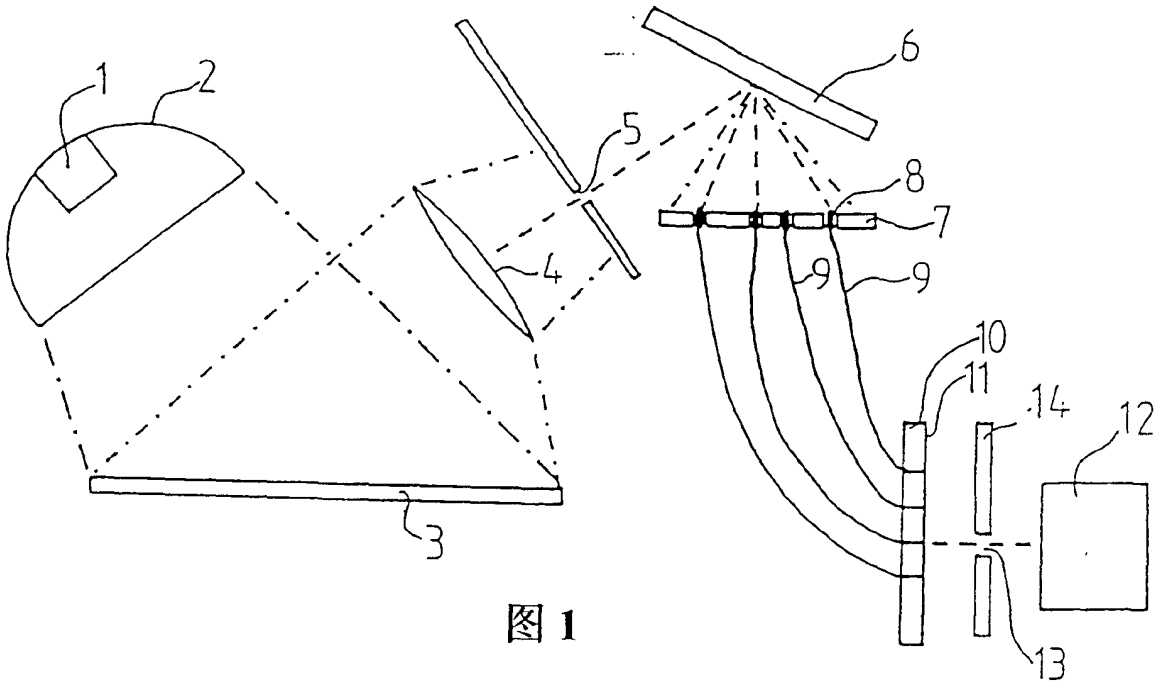

1
2
3
4
5
6
7
8
9
9
10
11
12
13
14

图 1

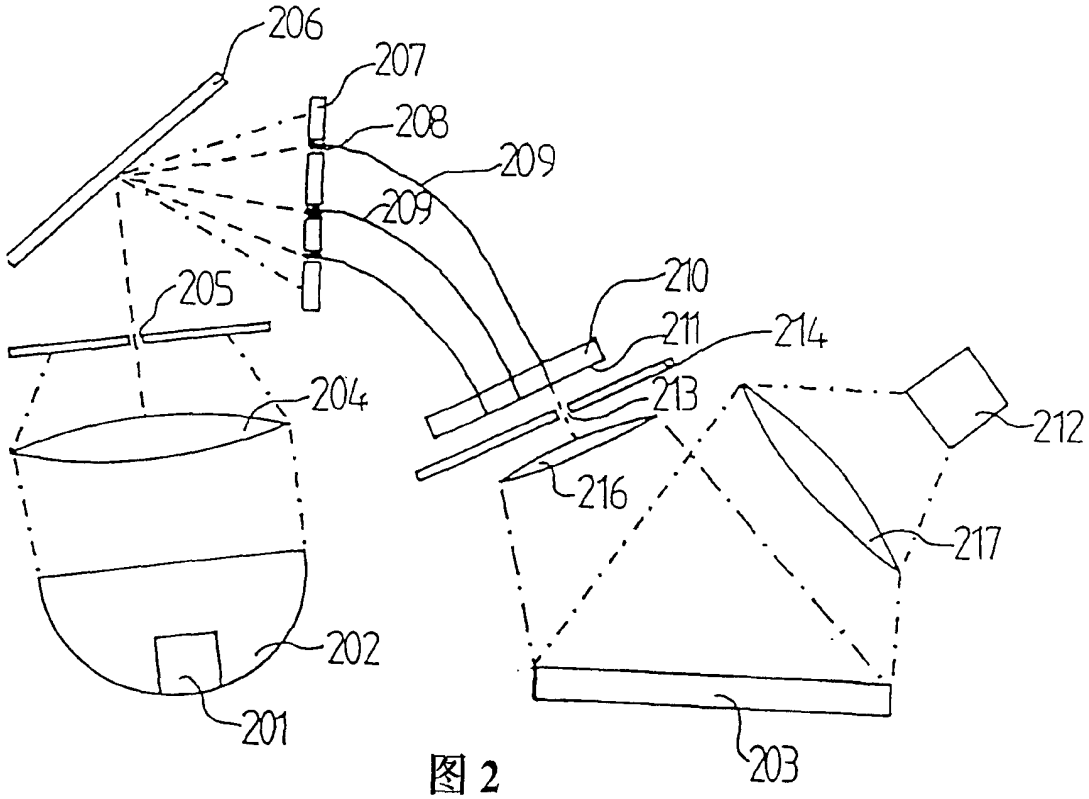

201
202
203
204
205
206
207
208
209
209
210
211
212
213
214
216
217

图 2

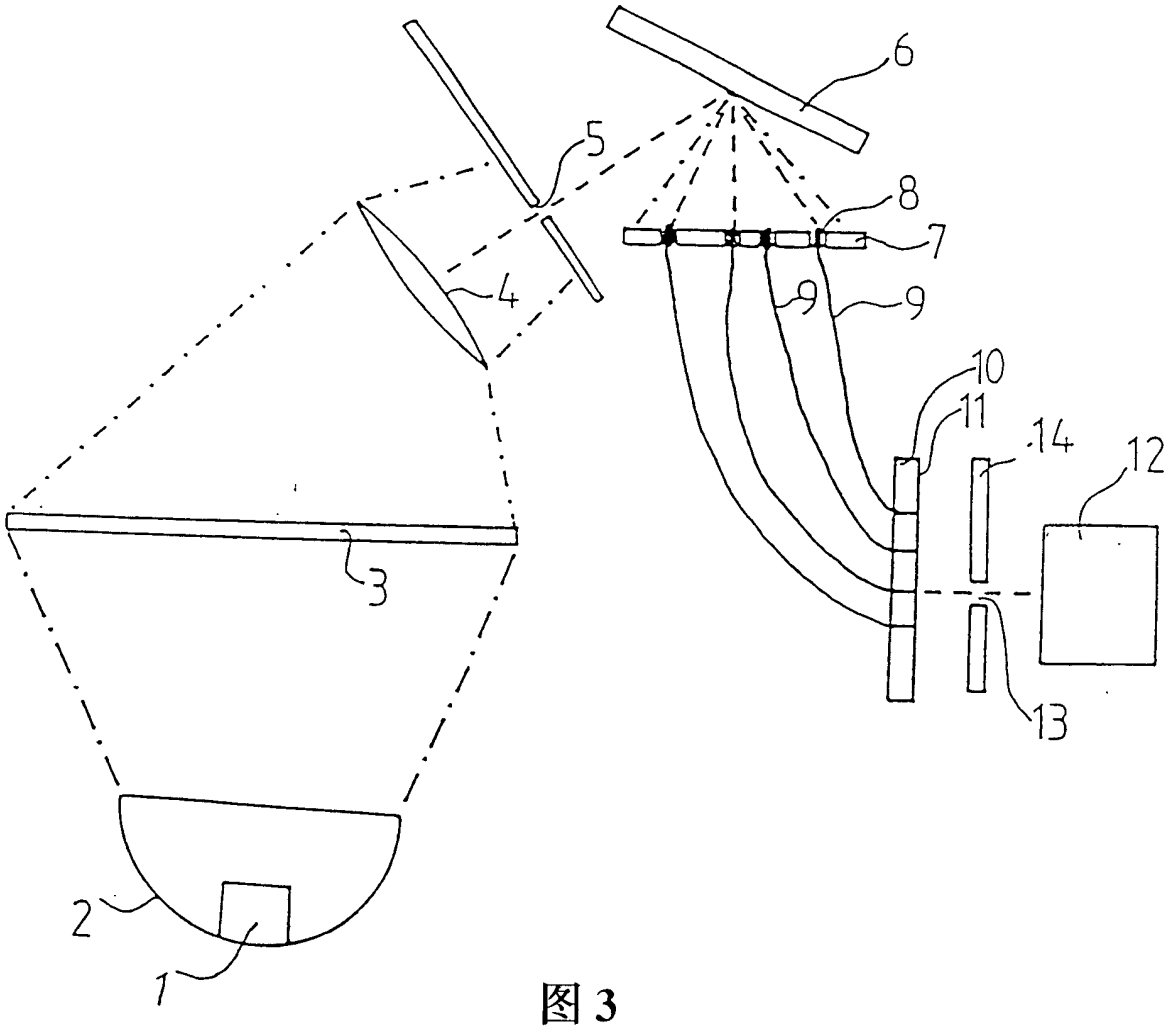


图 3

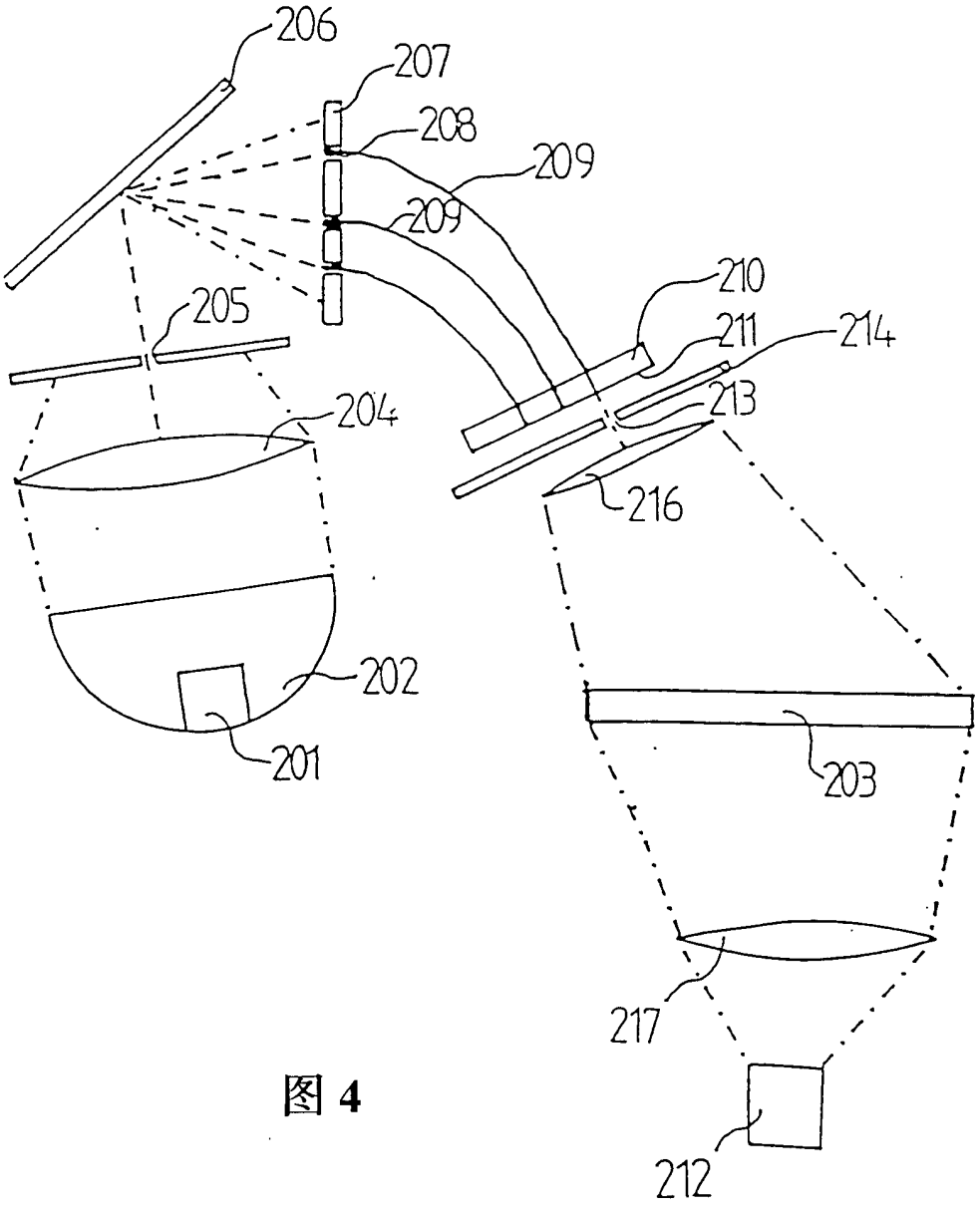

206
207
208
209
209
210
211
214
205
213
204
216
202
201
203
217
212

图 4

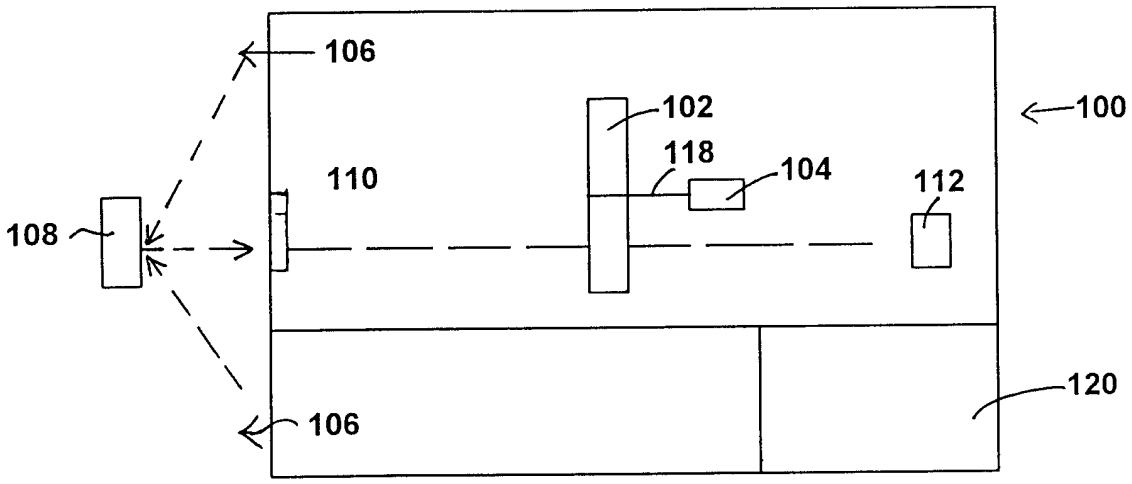


图 5

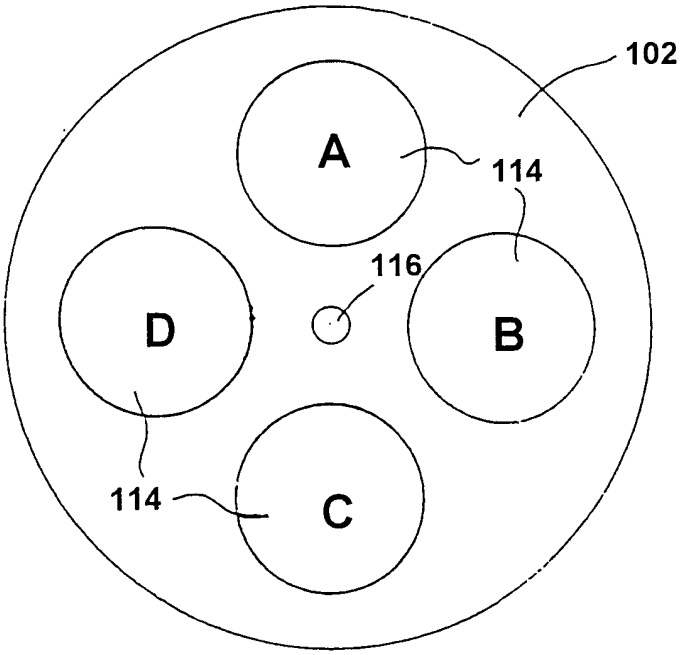


图 6

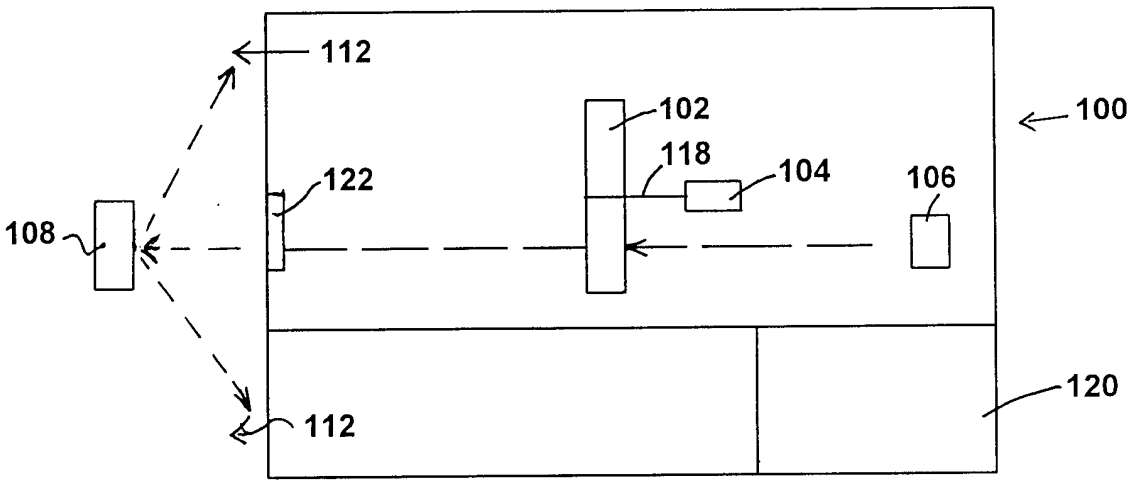


图 7