(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105393106 B
(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201480031509.0

(22)申请日 2014.04.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105393106 A

(43)申请公布日 2016.03.09

(30)优先权数据
102013005954.2 2013.04.06 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.01

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/056946 2014.04.07

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/162014 DE 2014.10.09

(73)专利权人 罗姆有限责任公司
地址 德国柏林

(72)发明人 格特·辛恩
克劳斯-亨利克·米滕茨韦

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 丁永凡 张春水

(51)Int.Cl.
G01N 21/53(2006.01)

(56)对比文件
US 2012057172 A1,2012.03.08,
DE 10032739 A1,2002.01.17,
DE 10118671 A1,2002.10.17,
US 2012057172 A1,2012.03.08,
EP 2249145 A3,2013.01.09,
DE 19647222 C1,1998.06.10,
CN 101598662 A,2009.12.09,
DE 10032739 A1,2002.01.17,
DE 102004018754 A1,2005.11.03,
DE 19920184 C2,2001.06.07,

审查员 张银平

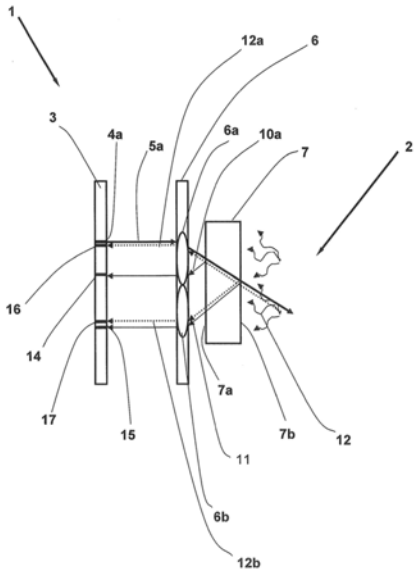
权利要求书4页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

用于测量样品的散射的设备

(57)摘要

本发明涉及一种用于测量样品(2)的散射的设备,该设备具有:用于接收样品(2)的散射辐射的至少一个第一散射接收器和第二散射接收器(16,17);和至少一个成像元件(6),经由所述成像元件,辐射能够到达至样品(2)并且从样品(2)到达至散射接收器(16,17)。根据本发明,第一散射接收器和第二散射接收器(16,17)设置在共同的平坦的或者至少近似球形弯曲的面(3)中,所述面垂直于成像元件(6)的光轴取向,其中第一散射接收器(16)构成和设置用于接收样品(2)的饱和的散射辐射,并且第二散射接收器(17)构成和设置用于接收所述样品(2)的线性的散射辐射。



CN 105393106 B

1.一种用于测量样品(2)的散射的设备,所述设备具有:

-用于接收所述样品(2)的散射辐射的至少一个第一散射接收器(16)和第二散射接收器(17);

-用于接收在朝向所述样品(2)的边界面处镜面反射的辐射的至少一个折射接收器(15)和/或用于接收透射穿过所述样品的辐射的至少一个透射接收器(18),和

-至少一个成像元件(6),经由所述成像元件,辐射能够到达至所述样品(2)并且从所述样品(2)到达至所述散射接收器(16,17),

其特征在于,

所述第一散射接收器(16)和所述第二散射接收器(17)设置在共同的平坦的或者至少近似球形弯曲的面(3)中,所述面垂直于所述成像元件(6)的光轴取向,其中所述第一散射接收器(16)构成和设置用于接收所述样品(2)的饱和的散射辐射,并且所述第二散射接收器(17)构成和设置用于接收所述样品(2)的线性的散射辐射,其中所述第一散射接收器设置为,使得所述第一散射接收器与所述第二散射接收器相比接收出自所述样品的更大体积的散射辐射,其中所述折射接收器(15)和/或所述透射接收器(18)同样设置在共同的平坦的或者至少近似球形弯曲的面(3)中,

设有设置在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中的第一辐射源(4a),其中所述第一散射接收器(16)直接接近所述第一辐射源(4a)地设置,并且所述第二散射接收器(17)直接接近所述折射接收器(15)地设置,所述设备包括第一保护元件(7),所述第一保护元件设置在所述样品(2)的朝向所述散射接收器(16,17)的一侧上,并且其中所述折射接收器构成用于接收在所述第一保护元件(7)的样品侧的边界面处镜面反射的辐射。

2.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述面(3)在所述成像元件(6)的焦平面中伸展,在所述面中设置有所述散射接收器(16,17)。

3.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二散射接收器(17)设置为,使得所述第二散射接收器接收出自所述样品(2)的能预设的体积的散射辐射。

4.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二散射接收器(17)设置为,使得所述第二散射接收器接收出自所述样品(2)的能预设的体积的散射辐射,其中能预设的所述体积通过如下方式预设:由所述第一辐射源(4a)产生的辐射的横截面和/或所述散射辐射的横截面由光阑确定。

5.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二散射接收器(17)设置为,使得所述第二散射接收器接收出自所述样品(2)的能预设的体积的散射辐射,其中能预设的所述体积通过所述成像元件(6)距共同的所述面(3)和/或距所述样品(2)的间距确定。

6.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第一散射接收器(16)与所述第二散射接收器(17)相比离所述第一辐射源(4a)更近地设置。

7.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二散射接收器(17)与所述第一散射接收器(16)相比离所述折射接收器(15)更近地设置。

8.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,设有第二保护元件(8),所述第二保护元件设置在所述样品(2)的背离所述散射接收器(16,17)的一侧上。

9.根据权利要求1所述的设备,其特征在于,设有反射器(9),所述反射器设置在所述样品(2)的背离所述散射接收器(16,17)的一侧上。

10.根据权利要求9所述的设备，其特征在于，所述反射器(9)是镜面反射的或者是漫反射的。

11.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，设有第二保护元件(8)，所述第二保护元件设置在所述样品(2)的背离所述散射接收器(16,17)的一侧上，并且设有反射器(9)，所述反射器设置在所述样品(2)的背离所述散射接收器(16,17)的一侧上，其中通过所述透射接收器(18)借助于设置在所述第二保护元件(8)后方的所述反射器(9)能够接收穿过所述样品(2)向回透射的辐射(13)。

12.根据权利要求8所述的设备，其特征在于，设有至少一个基准接收器(14)，所述基准接收器设置在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中，其中所述基准接收器(14)设置为，使得所述基准接收器接收在所述第一保护元件(7)处反射的辐射(10a)。

13.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，设有至少一个基准接收器(14)，所述基准接收器设置在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中，并且设有反射器(22)，所述反射器能够加载设置在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中的第三辐射源(4c)的耦合输入辐射(5c)，其中所述基准接收器(14)接收在所述反射器(22)处反射的辐射(10b)。

14.根据权利要求13所述的设备，其特征在于，所述第三辐射源(4c)的耦合输入辐射(5c)的强度与所述第一辐射源(4a)和第二辐射源(4b)的用于加载所述散射接收器(16,17)的耦合输入辐射(5a,5b)的强度成比例。

15.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，设有第二保护元件(8)，所述第二保护元件设置在所述样品(2)的背离所述散射接收器(16,17)的一侧上，并且设有反射器(9)，所述反射器设置在所述样品(2)的背离所述散射接收器(16,17)的一侧上，和设有至少一个基准接收器(14)，所述基准接收器设置在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中，其中所述第一辐射源(4a)和所述基准接收器(14)、所述折射接收器(15)、所述散射接收器(16,17)以及所述透射接收器(18)设置在共同的所述面(3)中并且所述成像元件(6)和所述第一保护元件(7)设置在下游，使得对于所述基准接收器(14)而言能够接收从所述第一保护元件(7)的传感器侧的边界面反射的辐射，对于所述折射接收器(15)而言能够接收从所述第一保护元件(7)的样品侧的边界面处反射的辐射，对于所述散射接收器中的一个散射接收器(16)而言能够接收所述样品(2)的以相对于由所述第一辐射源(4a)产生的耦合输入辐射所限定的角定向的且饱和的散射辐射，对于所述散射接收器中的第二散射接收器(17)而言能够接收所述样品(2)的以相对于所述耦合输入辐射所限定的角定向的且线性的散射辐射，并且对于所述透射接收器(18)而言能够接收透射穿过所述样品(2)和所述第二保护元件(8)的且随后在所述反射器(9)处反射的且又向回透射穿过所述样品(2)的辐射。

16.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述成像元件(6)一件式地构成。

17.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述成像元件(6)多件式地构成。

18.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述成像元件(6)具有至少一个第一透镜(6a)和第二透镜(6b)，所述第一透镜和第二透镜的光轴彼此平行地伸展。

19.根据权利要求18所述的设备，其特征在于，所述透镜(6a,6b)具有相同的焦距。

20.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述成像元件(6)具有至少一个第一透镜(6a)和第二透镜(6b)，所述第一透镜和第二透镜的光轴彼此平行地伸展，其中所述第一辐射源(4a)设置在所述第一透镜(6a)的光轴外部。

21.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，设有至少一个基准接收器(14)，所述基准接收器设置在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中，其中所述成像元件(6)具有至少一个第一透镜(6a)和第二透镜(6b)，所述第一透镜和第二透镜的光轴彼此平行地伸展，其中所述第一辐射源(4a)设置在所述第一透镜(6a)的光轴外部，并且其中所述第一透镜(6a)能够加载所述第一辐射源(4a)的耦合输入辐射(5a)，并且经由所述第一透镜(6a)能够加载所述基准接收器(14)和所述第一散射接收器(16)，以及经由所述透镜的第二透镜(6b)能够加载所述折射接收器(15)和所述第二散射接收器(17)。

22.根据权利要求18所述的设备，其特征在于，所述透射接收器(18)直接接近所述第一透镜(6a)地设置或者设置在所述第一透镜的光轴上。

23.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，为了测量所述透射在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中设置有第二辐射源(4b)。

24.根据权利要求23所述的设备，其特征在于，所述成像元件(6)具有至少一个第一透镜(6a)和第二透镜(6b)，所述第一透镜和第二透镜的光轴彼此平行地伸展，其中所述第一透镜(6a)能够加载所述第二辐射源(4b)的耦合输入辐射(5b)，并且辐射经由所述第一透镜(6a)到达所述透射接收器(18)上。

25.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，设有第一辐射源(4a)，所述第一辐射源设置在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中，其中所述成像元件(6)具有至少一个第一透镜(6a)和第二透镜(6b)，所述第一透镜和第二透镜的光轴彼此平行地伸展，其中为了测量所述透射在所述散射接收器(16,17)的所述面(3)中设置有第二辐射源(4b)，并且其中所述第二辐射源(4b)和所述透射接收器(18)与所述成像元件(6)的光轴间隔开，使得所述透射接收器(18)能够经由所述第二透镜(6b)加载。

26.根据权利要求25所述的设备，其特征在于，所述透射接收器(18)能够经由所述第一透镜(6a)加载。

27.根据权利要求14所述的设备，其特征在于，能部分透过的反射镜(20)设置在所述成像元件(6)下游，使得所述第一辐射源(4a)的耦合输入辐射(5a)的一部分穿过所述反射镜(20)，其中从所述样品(2)离开的饱和的散射辐射(12a)的一部分能够由所述反射镜(20)反射。

28.根据权利要求27所述的设备，其特征在于，所述散射辐射(12a)能够由所述反射镜(20)反射，使得所述第一散射接收器(16)能够经由所述成像元件(6)加载所述散射辐射。

29.根据权利要求28所述的设备，其特征在于，所述成像元件(6)具有至少一个第一透镜(6a)和第二透镜(6b)，所述第一透镜和第二透镜的光轴彼此平行地伸展，其中所述散射辐射(12a)能够由所述反射镜(20)反射，使得所述散射接收器(16)能够经由所述第一透镜(6a)加载所述散射辐射。

30.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述第一辐射源(4a)构成和设置为，使得借助所述第一辐射源能够辐照所述样品(2)的预设的体积。

31.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述散射接收器(16,17)沿着如下面设置，所述面的球形弯曲部远离所述成像元件(6)指向，使得所述散射接收器(16,17)中的离所述成像元件(6)的光轴更近设置的散射接收器与所述散射接收器(16,17)中的离所述成像元件(6)的光轴更远离地设置的另一散射接收器相比具有距所述成像元件(6)的中间平

面的更大的间距。

32.根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述散射接收器(16,17)沿着直线设置，所述直线与所述成像元件(6)的光轴相交。

用于测量样品的散射的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量样品的散射的光学设备，所述设备具有：用于接收所述样品的散射辐射的至少一个第一散射接收器和第二散射接收器；和至少一个成像元件，经由所述成像元件，辐射能够到达至所述样品并且从所述样品到达至所述散射接收器。

背景技术

[0002] 这类设备长期以来是已知的并且例如在分析、环境监控、质量监控和过程监控的领域上使用。折射在此用于检测折射率相关的物质(例如饮料中的糖)。从吸收中，从散射的微粒(例如牛奶中的脂肪)的弹性散射和从发荧光的物质(例如水中的荧光素钠)的非弹性的散射中产生吸收的物质(例如水中的芳烃)的信息。

[0003] DE 199 20 184 A1描述一种用于检测基本上不透明的样品的漫反射和镜面反射的设备。而DE 10 2004 018 754 A1描述一种用于测量基本上透明的样品的散射和吸收的设备。这两种设备共同地将辐射分散地射到成像透镜上并且平行地耦合输入到样品中。在透明的样品中，该耦合输入辐射到达设置在样品下游的反射镜并且被向回反射到传感器中。通过透镜，将穿过样品透射的该辐射成像到接收器上。在不透明的样品中，基本上从保护元件和样品边界面镜面反射的辐射在接收器上成像，所述辐射提供关于样品折射的信息。接收器和辐射源定位在共同的平面(辐射和接收平面)中。接收器和辐射源在此也能够是光波导的端面。接收器除了在朝样品的边界面处镜面反射的辐射外还由在其它边界面处(保护窗的内侧并且在透明的样品中经由反射镜的透射)镜面反射的辐射和样品的散射辐射加载。这是妨碍精确的折射测量的干扰。

[0004] 因此，在US 8 355 121 B2中描述一种传感器方面的设备，所述设备允许同步地测量样品的折射、散射和吸收并且借助于上述设备消除折射测量的上述缺点。基本结构与上述设备类似。辐射源、透射接收器和散射接收器定位在辐射和接收平面中，所述辐射和接收平面位于透镜的焦平面中。另一散射接收器设置在单倍焦距之内并且设置在透镜附近以及设置在其光轴的外部。此外，在辐射和接收平面以及透镜之间定位另一辐射源(折射辐射源)。该折射辐射源同样位于透镜的单倍焦距内，设置在其光轴外部并且加载保护元件和样品。从保护元件和样品的样品侧的边界面镜面反射的辐射由另一接收器检测，所述另一接收器在传感器侧定位在透镜的光轴和单倍焦距外部。从传感器侧的、空气和保护元件的边界面镜面反射的辐射不射到接收器上从而也不干扰测量。射到折射接收器上的且干扰性的散射辐射借助由散射接收器测量的散射辐射来校正。与上述装置相比，就此能够在没有更大干扰的情况下确定折射。

[0005] 在DE 10 2009 020 252 B4中使用用于测量荧光辐射的非常类似的传感器方面的设备，所述设备也描述基准辐射的测量。基准辐射在此是从激发辐射路径耦合输出的光子子流，所述光子子流与激发辐射的强度成比例。所述光子子流用于均衡辐射源的强度波动和漂移现象。在此，基准光子基本上经由附加地安装的辐射分配器导到光电子接收器(基准接收器)上。辐射分离器定位在辐射源和成像元件之间。

[0006] 这类设备一方面由于确定唯一的测量过程中的多个光学变量的可行性而具有大的优势，即能够实现许多不同的且复杂的测量任务。另一方面，基本技术上的困难在于：系统的各个部件设置为，使得(i)部件本身不相互影响并且可能的外部影响(例如温度)为了简单校正的目的而均匀地作用到部件上并且(ii)为了可靠的数据解读的目的样品的散射辐射的消光之间的简单的数学关系是适用的并且不通过另一辐射干扰性地影响或者仅少量地通过另一辐射干扰性地影响所测量的辐射。如果这些点未充分良好地观察，那么这始终导致在检测样品折射和/或散射和/或吸收时的不精度。这限制了使用多样性。

发明内容

[0007] 从中产生如下目的：实现一种用于同步地测量样品的折射和/或散射和/或吸收的设备，所述设备整体上特征在于更高的测量精度从而也在于更高的使用多样性。

[0008] 对此，根据本发明，下述内容被认为是不利的。所使用的元件，如辐射源、折射辐射源、散射接收器、折射接收器和基准接收器或者与其相关联的光波导端面绝大部分定位在传感器中的不同的地点上。仅辐射源、透射接收器和散射接收器位于一个平面中。传感器内部的这种复杂的异质结构引起：每个部件本身能够是自主的(例如由于传感器内部的温度梯度)从而不同测量的辐射不再可相互比较，这导致校准功能中的较大的不精确性。此外，在这类复杂且异质的结构中，生产耗费是高的。

[0009] 此外，被视为不利的是检测基准辐射的方式和方法。该辐射在光学系统内部在辐射源和成像元件之间耦合输出。因此，该基准尤其适合于检测辐射源的强度波动和漂移现象。因此当然，设置在下游的光学仪器的透射(例如由于老化、粘接部中的机械应力、热影响等引起的)的改变不能够被检测。此外，存在下述风险：样品中的干扰性的散射经由耦合输入通道射到基准接收器上。

[0010] 值得改进的还有折射测量。根据US 8 355 121 B2的设备中的折射接收器也接收出自样品的散射。这是干扰并且在该处为了校正而提出：使用借助于单独的散射接收器确定的散射。然而，所提到的单独的散射接收器不直接接近折射接收器设置，当然这对于散射测量是有利的，其中所述散射测量应代表射到折射接收器上的散射。该状态在特定的应用中(例如在微粒大小改变时)会导致检测折射时的不精确性。

[0011] 此外，在散射测量中识别到下述状态。在透镜的单倍焦距之内并且在光轴之外定位的散射接收器加载出自样品体积(散射体积)的散射辐射，所述样品体积位于传感器侧的保护元件后方。该散射体积一方面通过由耦合输入到样品中的辐射(耦合输入辐射)加载的体积与由散射接收器检测的体积的叠加来确定。另一方面，该散射体积也通过样品的消光确定。消光是由样品中的散射和吸收引起的辐射的衰弱并且特征在于光密度。在样品透明的情况下，散射体积的大小或长度(耦合输入辐射沿着所述大小或长度传播)是恒定的，因为耦合输入辐射在样品中的射入深度始终大于散射体积的长度。在样品不太透明的情况下，耦合输入辐射仅还少量地射入到样品中。散射体积变小，与样品的消光相关从而不再恒定。这两种情况的特征在于样品的散射辐射和消光之间的不同的关系。这对于实际应用而言使解读数据或者建立标定功能困难。此外，被视为不利的是：由设置在成像元件的单倍焦距之内的散射接收器检测的散射位于更大的散射角范围中，也就是说，不单义地与特定方向相关联。然而，在不同的和限定的散射角下的测量例如在监控微粒浓度时是有利的：当微

粒大小分布改变时，于是散射强度因此也改变。因此，散射强度不再仅与微粒浓度相关。确定不对应于实际的浓度。因为与角度相关的散射是微粒大小的函数，所以能够借助测量不同角下的散射来执行对所描述的干扰的补偿。

[0012] 此外，指出下述内容。当应同时测量散射和透射时，散射接收器检测透射至反射镜的耦合输入辐射中的向后散射以及从由反射镜反射的耦合输入辐射中的向前散射。随着微粒浓度增加，首先所测量的散射强度提高。在进一步增加时，透射的耦合输入辐射不再到达反射镜。因此，散射接收器不再记录任何向前散射。所测量的散射强度下降。因此，在样品的散射和消光之间不存在任何单义的关联。

[0013] 在上文中提到的目的根据本发明借助于用于测量样品的散射的设备通过如下方式实现：第一和第二散射接收器设置在共同的平坦的或者至少近似球形弯曲的面中，所述面垂直于成像元件的光轴取向，其中第一散射接收器构成和设置用于接收样品的饱和的散射辐射并且第二散射接收器构成和设置用于接收样品的线性的散射辐射。

[0014] 球形弯曲的面尤其关于光轴对称地设置。光轴的一个部段例如构成面的曲率半径。

[0015] 根据本发明的一个实施例，所述设备还具有用于接收在朝向样品的边界面处被镜面反射的辐射的折射接收器和/或用于接收透射穿过样品的辐射的至少一个透射接收器，其中折射接收器和/或透射接收器设置在散射接收器的面中。

[0016] 此外，辐射源能够设置在散射接收器的面中。所述面例如在成像元件的焦平面中伸展，在所述面中设置有散射接收器。特别地，辐射源构成和设置为，使得借助于其可辐照样品的预设的体积。也可以考虑的是，第一散射接收器设置为，使得所述第一散射接收器与第二散射接收器相比接收出自样品的更大体积的散射辐射。

[0017] 特别地，第二散射接收器设置为，使得所述第二散射接收器接收出自样品的可预设的体积的散射辐射。在此，可预设的体积能够通过如下方式预设：由辐射源产生的辐射的横截面和/或散射辐射的横截面借助光阑确定。也可行的是，可预设的体积通过成像元件距共同的面和/或距样品的间距确定。

[0018] 因此，为了产生和检测线性的和饱和的散射辐射，借助耦合输入辐射可辐照样品中限定大小的体积并且借助接收器可检测样品的限定大小的体积。对于线性的散射辐射而言，其是足够小的体积，并且在饱和的散射辐射中，其是样品的足够大的体积。这一方面如所提到的那样通过将具有限定的开口的一个或者多个光阑接入到射束路径中来实现。这另一方面也能够通过调节成像元件距辐射和接收平面和/或距传感器侧的保护元件的限定的间距来进行。

[0019] 基本上，借助所述措施可行的是，减小传感器中的寄生辐射从而优化折射辐射、散射辐射和透射辐射的测量。特别地，由此能够光学上调节样品的散射体积的大小。这一方面能够具有下述优点：例如在具有由于散射而高的消光的样品中样品的散射体积足够小地构成，以便能够主要产生和测量线性的散射辐射。另一方面，另一优点例如是，可控制线性的散射辐射、饱和的散射辐射和透射的强度的函数关系。因此可以简单的方式优化测量动态、信噪比和工作范围。

[0020] 第一散射接收器与第二散射接收器相比例如设置得离辐射源更近。尤其可以考虑的是，第二散射接收器与第一散射接收器相比设置得离折射接收器更近，其中尤其第一散

射接收器直接接近辐射源设置并且第二散射接收器直接接近折射接收器设置。

[0021] 在本发明的另一设计方案中，所述设备具有至少一个第一保护元件和/或第二保护元件，所述第一保护元件设置在样品的朝向散射辐射器的一侧上，所述第二保护元件设置在样品的背离散射接收器的一侧上。

[0022] 所述设备也能够包括反射器，所述反射器能够设置在样品的背离散射接收器的一侧上。反射器例如镜面反射地或者漫反射地构成。此外可以考虑的是，通过透射接收器借助于设置在第二保护元件后方的反射器可接收穿过样品向回透射的辐射。

[0023] 根据另一个改进方案，根据本发明的设备具有至少一个基准接收器，所述基准接收器设置在散射接收器的面中。所述设备例如包括反射器，所述反射器可加载设置在散射接收器的面中的另一辐射源的耦合输入辐射，其中基准接收器接收在反射器处被反射的辐射。另一辐射源的耦合输入辐射的强度能够与辐射源的用于加载散射接收器的耦合输入辐射的强度成比例。

[0024] 根据所述设备的另一设计方案，传感器侧的辐射源和接收器以如下方式设置在共同的辐射和接收平面中并且至少一个成像元件和保护元件以如下方式设置在下游：即对于接收器而言下述辐射是可接收的。对于基准接收器而言，基本上可接收从传感器侧的边界面反射的辐射。对于折射接收器而言，基本上可接收从样品侧的边界面反射的辐射。对于至少一个散射接收器而言，基本上可接收样品的以相对于耦合输入辐射限定的角度定向的且饱和的散射辐射。对于至少一个另一散射接收器而言，基本上可接收样品的以相对于耦合输入辐射限定的角度定向的且线性的散射辐射。对于透射接收器而言，基本上可接收透射穿过样品的辐射。接收器在此可选择地使用。

[0025] 通过根据本发明的设备实现：传感器具有在其元件的设置中不那么复杂的结构；能够检测代表整个光学系统的并且没有干扰性的散射的基准；能够更好地对折射进行散射校正；能够测量以不同的良好限定的角的没有干扰的且可简单评估的散射；以及能够无问题地、即在没有散射测量的情况下补充和执行透射测量。这引起更高的测量精度从而引起传感器的使用多样性的提高。当谈及饱和的散射辐射时，于是借此表示：样品的由散射接收器检测的散射体积不受限从而对于散射接收器而言也是无穷大的。该散射辐射因此不再与散射体积的扩展相关，而是仅与样品的消光相关。

[0026] 饱和的散射辐射的强度是散射系数和消光系数的商的简单的函数。在线性的散射辐射中，样品的由散射接收器检测的散射体积受限从而对于散射接收器而言也是有限大的。该散射辐射因此与散射体积的扩展相关。线性的散射辐射的强度是散射系数的简单的线性函数。当提及定向的散射辐射时，这应表示：由散射接收器接收的散射辐射具有相对于耦合输入辐射的限定的角。散射基本上表示：除了弹性散射外也能够指非弹性散射。为此一种形式例如是荧光。当提及接收器在共同的辐射和接收平面中的可选择的使用时，也是表示：根据本发明的设备能够用于测量例如仅一个变量、例如折射。实际上测量哪些变量与具体的应用相关。此外，这就是说：也可选择地根据所选择的接收器使用辐射源。共同的面(辐射和接收面)能够平坦地或者弯曲地构成。样品侧的边界面能够指保护元件与样品的边界面，但是也能够指设置在保护元件下游的边界面，即例如固体样品的表面。传感器侧的边界面设置在辐射和接收平面以及保护元件之间并且例如能够是保护元件的传感器侧的边界面、成像元件的边界面或者附加引入的边界面。当提及反射的辐射时，于是这能够是镜面反

射的或者漫反射的辐射。

[0027] 在本发明的一个优选的设计方案中，成像元件由两个相同焦距的透镜形成。在此，辐射和接收平面位于这两个透镜的焦平面中，其光轴彼此平行地以及垂直于辐射和接收平面并且垂直于传感器侧的保护元件定向。辐射源在此设置在所述一个透镜的光轴外部，所述透镜由该辐射源的耦合输入辐射加载。经由该透镜可加载用于饱和的散射辐射的基准接收器和散射接收器，以及经由另一透镜可加载用于线性的散射辐射的折射接收器和散射接收器，其中用于饱和的散射辐射的散射接收器直接接近辐射源，并且用于线性的散射辐射的散射接收器直接接近折射接收器。借助该设备实现：一方面通过透镜准直分散的耦合输入辐射。另一方面，也准直接收器的孔径，这意味着：散射接收器基本上加载样品的以相应限定的角伸展的平行的散射辐射。

[0028] 本发明的另一个有利的设计方案在于：在共同的辐射和接收平面中设置有另一辐射源和作为透射接收器的另一接收器。辐射源直接接近所述一个透镜的光轴，所述透镜由该辐射源的耦合输入辐射加载。经由该透镜，辐射耦合输入到样品中。具有设置在下游的反射器的另一保护元件与传感器侧的保护元件对置。借助于该反射器，经由用于透射接收器的相同透镜基本上可接收透射穿过样品的辐射。由此实现：透射的辐射不干扰散射测量。

[0029] 在另一设计方案中，辐射源与一个透镜的光轴以如下方式间隔开并且透射接收器与另一透镜的光轴以如下方式间隔开：透射接收器可经由所述另一透镜加载。这是指：用于透射的耦合输入经由所述一个透镜进行并且透射的测量经由所述另一透镜进行。用于透射的耦合输入和测量由此在辐射和接收平面中地点上彼此远离。这具有下述优点：例如在所述一个透镜上镜面反射的耦合输入辐射不作为干扰到达透射接收器上。

[0030] 根据本发明的另一设计方案，反射器对于透射辐射而言是镜面反射或漫反射的。在此，通常使用镜面反射的反射器、例如反射镜。当样品是透明的并且在样品中需要辐射的长的路线时，漫反射的反射器是可用的。漫反射器与反射镜相比相对于可能的失调是不易受干扰的。

[0031] 在本发明的另一设计方案中，在辐射和接收平面中，反射器可加载另一辐射源的耦合输入辐射并且对于基准接收器而言可接收在反射器处反射的辐射，其中耦合输入辐射的强度与用于折射、散射和透射的耦合输入辐射的强度成比例。经由该反射器，产生用于基准接收器的基准辐射。这种反射器能够是镜面反射的或者漫反射的，从而当基准辐射不能够由其它传感器侧的边界面、例如保护元件的传感器侧的边界面使用时是有利的。

[0032] 在本发明的一个优选的设计方案中，部分可透过的反射镜以如下方式设置在所述一个透镜下游：用于折射和散射的耦合输入辐射的一部分穿过该反射镜，射入到样品中并且样品的饱和的散射辐射的一部分从该反射镜反射，由此用于饱和的散射辐射的散射接收器经由该透镜加载。辐射源和用于饱和的散射辐射的接收器由此在辐射接收平面中地点上彼此远离。这具有下述优点：例如在所述一个透镜上镜面反射的耦合输入辐射不作为干扰到达散射接收器上。此外，样品中通过耦合输入辐射辐照的区域并且样品的散射的通过散射接收器检测的区域最佳地叠加。

[0033] 本发明的另一设计方案在于，成像元件能够一件式或多件式地构成。成像元件能够由唯一的透镜或者由多于两个的透镜形成。在单透镜的成像元件的情况下，所使用的透镜的数量较少并且传感器变得更小。在成像元件例如由三个透镜形成的情况下，除了饱和

的散射辐射还可执行在不同的散射角中测量两个线性的散射辐射。因此，能够更好地检测样品的散射特性，这例如在微粒大小分布变化时实现更精确的浓度确定。

[0034] 散射接收器例如沿着如下面设置，所述面的球形弯曲部远离成像元件指向，使得散射接收器中的距成像元件的光轴较近地设置的一个散射接收器与散射接收器中的距成像元件的光轴更远离设置的一个散射接收器相比具有距成像元件的中间平面的更大的间距。

[0035] 对于散射接收器位于一个平坦的、共同的面中的情况，可以考虑的是，所述散射接收器沿着直线设置，所述直线与成像元件的光轴相交。

附图说明

[0036] 接下来参考附图描述本发明的实施例。附图示出：

[0037] 图1示出同步地测量样品的折射和/或散射和/或吸收的设备的现有技术。

[0038] 图2示出根据本发明的第一实施例的用于同步地测量样品的折射和/或散射和/或吸收的、具有双透镜的成像元件的设备。

[0039] 图3示出根据本发明的第二实施例的用于同步地测量样品的折射和/或散射和/或吸收的、具有双透镜的成像元件和透射测量装置的设备。

[0040] 图4示出根据本发明的第三实施例的用于同步地测量样品的折射和/或散射和/或吸收的、具有双透镜的成像元件和用于基准辐射和饱和的散射辐射的变化的装置的设备。

[0041] 图5示出根据本发明的第四实施例的用于同步地测量样品的折射和/或散射和/或吸收的、具有单透镜的成像元件的设备。

[0042] 图6示出根据本发明的第五实施例的用于同步地测量样品的折射和/或散射和/或吸收的、具有三透镜的成像元件的设备。

具体实施方式

[0043] 图1示出用于测量样品2的散射和/或吸收和/或折射的现有技术。设备由第一辐射源4a和第二辐射源4b、折射接收器15、散射接收器16、17和透射接收器18以及成像元件6、保护元件7、8和反射镜9构成。第二辐射源4b、散射接收器17和透射接收器18设置在成像元件6的焦平面中。第一辐射源4a和散射接收器16设置在成像元件6的单倍焦距之内并且折射接收器15设置在成像元件6的单倍焦距之外。因此，对于折射接收器15而言可接收从保护元件7的样品侧的边界面7b镜面反射的辐射11，对于散射接收器16、17而言可接收样品2的散射辐射12以及对于透射接收器18而言可接收透射穿过样品2的辐射13。

[0044] 在传感器1中，根据图2至图6，辐射源和接收器以如下方式设置在共同的辐射和接收平面3中并且至少一个成像元件6和保护元件7以如下方式设置在下游：即对于接收器而言可接收后续的辐射。对于基准接收器14而言，基本上可接收从传感器侧的边界面反射的辐射。对于折射接收器15而言基本上可接收从样品侧的边界面反射的辐射。对于至少一个散射接收器16而言基本上可接收收样品2的以相对于耦合输入辐射限定的角度定向的且饱和的散射辐射。对于至少一个另一散射接收器17而言，基本上可接收样品2的以相对于耦合输入辐射限定的角度定向的且线性的散射辐射。对于透射接收器18而言，基本上可接收透射穿过样品2的辐射。接收器在此可选择地使用。传感器1因此是更简单、更不易受干扰和更

紧凑的。借助基准接收器14也共同检测光学仪器(由于老化、粘接部中的机械应力、热影响等引起)的透射的改变。借助线性的散射辐射能够良好地校正受到散射辐射干扰的折射接收器15。可借助该装置检测的线性的和饱和的散射辐射具有与样品2的消光简单的关系从而可以简单的方式评估。样品2的散射12以相对于耦合输入辐射两个不同的角确定,这提供了关于样品2的散射表现的附加的信息。该设备还适合于借助透射测量来补充,而在此不干扰散射接收器16或17。辐射源和接收器能够直接和/或作为光波导的端面设置在辐射和接收平面3中。在光波导端面的情况下,所述一个光波导将辐射从辐射源运输到辐射和接收平面3中并且另一光波导将在辐射和接收平面3中接收的辐射运输远离该辐射和接收平面。

[0045] 在图2中示出根据本发明的设备,在所述设备中,成像元件6由焦距相同的透镜6a、6b构成,其中辐射和接收平面3位于透镜6a和6b的焦平面中,所述透镜的光轴彼此平行地并且垂直于辐射和接收平面3并且垂直于保护元件7定向。第一辐射源4a设置在透镜6a的光轴外部,其中透镜6a可加载耦合输入辐射5a。耦合输入辐射5a经由透镜6a借助于方向改变射入到样品2中。经由透镜6a可加载基准接收器14和散射接收器16以及经由透镜6b可加载折射接收器15和散射接收器17。散射接收器16直接接近第一辐射源4a设置并且散射接收器17直接接近折射接收器15设置。借助该设备实现:一方面分散的耦合输入辐射5a通过透镜6a来准直。另一方面,通过透镜6a、6b也准直接收器的孔径,这表示:散射接收器16和17基本上加载样品2的以相应限定的角伸展的平行的散射辐射12a和12b。通过直接接近第一辐射源4a和散射接收器16用于使样品2中的通过耦合输入辐射5a辐照的区域和样品2的散射的通过散射接收器16检测的区域足够好地叠加,这对于检测良好构成的饱和的散射辐射12a而言是需要的。与其相比,散射接收器17仅检测样品2中的通过耦合输入辐射5a辐照的区域的小的部分。该散射因此是线性的散射辐射。线性的散射辐射12b的该部分在该实施例中直接接近保护元件7。通过散射辐射17和折射接收器15的直接接近实现:折射能够被更好地进行散射校正。此外,借助根据本发明的设备以简单的方式借助共同的辐射和接收平面3中的接收器14、15单独地检测在边界面7a和7b处镜面反射的用于基准和折射的辐射10a、11。

[0046] 图3示出根据本发明的设备,其中在共同的辐射和接收平面3中直接接近透镜6a的光轴设置有第二辐射源4b和作为透射接收器18的另一接收器。透镜6a可加载耦合输入辐射5b。经由透镜6a,辐射5b以准直的方式且在没有更大的方向改变的情况下耦合输入到样品2中。由此耦合输入辐射5b经过穿过样品的长的路线,这提高了透射测量的灵敏性。具有设置在下游的反射器9的另一保护元件8与传感器侧的保护元件7相对置。借助于反射器9,经由透镜6a,对于透射接收器18而言基本上可接收透射穿过样品2的辐射13。在该装置中,散射接收器16不受可能的由透射的辐射13产生的散射辐射12干扰。

[0047] 在另一个实施方案中,第二辐射源4b以如下方式与透镜6a的光轴间隔开并且透射接收器18以如下方式与透镜6b的光轴间隔开:即透镜接收器18可经由透镜6b加载。这是指:用于透射的耦合输入经由透镜6a进行并且透射的测量经由透镜6b进行。用于透射的耦合输入和测量由此在辐射和接收平面3中地点上彼此远离。这具有下述优点:例如,在透镜6a处镜面反射的耦合输入辐射不作为干扰到达透射接收器18上。

[0048] 基于上述内容,另一个实施方式在于:反射器9在保护元件8后方能够是镜面反射或者漫反射的。在此通常使用镜面反射的反射器,例如反射镜。当样品2是透明的并且在样品中需要长的辐射路线时,漫反射的反射器是可用的。漫反射器与反射镜相比相对于可能

的失调是较不易受干扰影响的。

[0049] 图4示出本发明的另一实施例。在辐射和接收平面3中，反射器22可加载第三辐射源4c的耦合输入辐射5c，并且对于基准接收器14而言可接收在反射器22处反射的辐射10b，其中耦合输入辐射5c的强度与用于折射、散射和透射的耦合输入辐射5a、5b的强度成比例。经由该反射器22，产生用于基准接收器14的基准辐射10b。耦合输入辐射5a、5b、5c例如能够源自于共同的辐射源，所述辐射源在光波导束的一个端部处耦合输入。在该束的另一个端部处，光波导被分开并且在辐射和接收平面3中设置在相应的地点处。反射器22能够是镜面反射的或者是漫反射的，从而当基准辐射不能够由其它的传感器侧的边界面、例如保护元件7的传感器侧的边界面7a使用时是有利的。

[0050] 图4还示出：部分可透过的反射镜20以如下方式设置在透镜6a下游：即用于折射和散射的耦合输入辐射5a的一部分穿过部分可透过的反射镜20，射入到样品2中，并且样品2的饱和的散射辐射12a的一部分由反射镜20反射，由此散射接收器16经由透镜6a加载。用于饱和的散射辐射12a的第一辐射源4a和接收器16由此在辐射和接收平面3中地点上彼此远离。这具有下述优点：例如在透镜6a处镜面反射的耦合输入辐射不作为干扰到达散射接收器16上。此外，样品2中的通过耦合输入辐射5a辐照的区域和样品2的散射的通过散射接收器16检测的区域最佳地叠加，这尤其在透明的样品中是有利的。在这种情况下，路线能够大至构成饱和的散射辐射12a，其具有下述风险：样品2中的通过耦合输入辐射5a辐照的区域和样品2的散射的通过散射接收器16检测的区域在特定的路线路段之后不再叠加，从而于是不再能够由接收器16检测散射辐射。

[0051] 在图5和图6中示出本发明的其它的实施例。在此，成像元件6能够一件式地或者多件式地构成。成像元件6能够由唯一的透镜6a或者也由多于两个透镜6a、6b、6c形成。在图5中的单透镜的成像元件6中，用于辐射转向的窗21用于：使基准辐射10a不在接收器15、17附近成像。窗21例如是楔形棱镜。在单透镜的成像元件6的情况下，所使用的透镜的数量更少并且传感器变得更小。在成像元件6例如由三个透镜形成的情况下，除了饱和的散射辐射12a外，还可借助接收器17、19执行测量不同的散射角中的两个线性的散射辐射12b、12c。因此能够更好地检测样品2的散射特性，这例如在微粒大小分布改变的情况下实现更精确的浓度确定。

[0052] 附图标记

[0053] 1 传感器

[0054] 2 样品

[0055] 3 辐射和接收平面

[0056] 4a 第一辐射源

[0057] 4b 第二辐射源

[0058] 4c 第三辐射源

[0059] 5a 耦合输入辐射

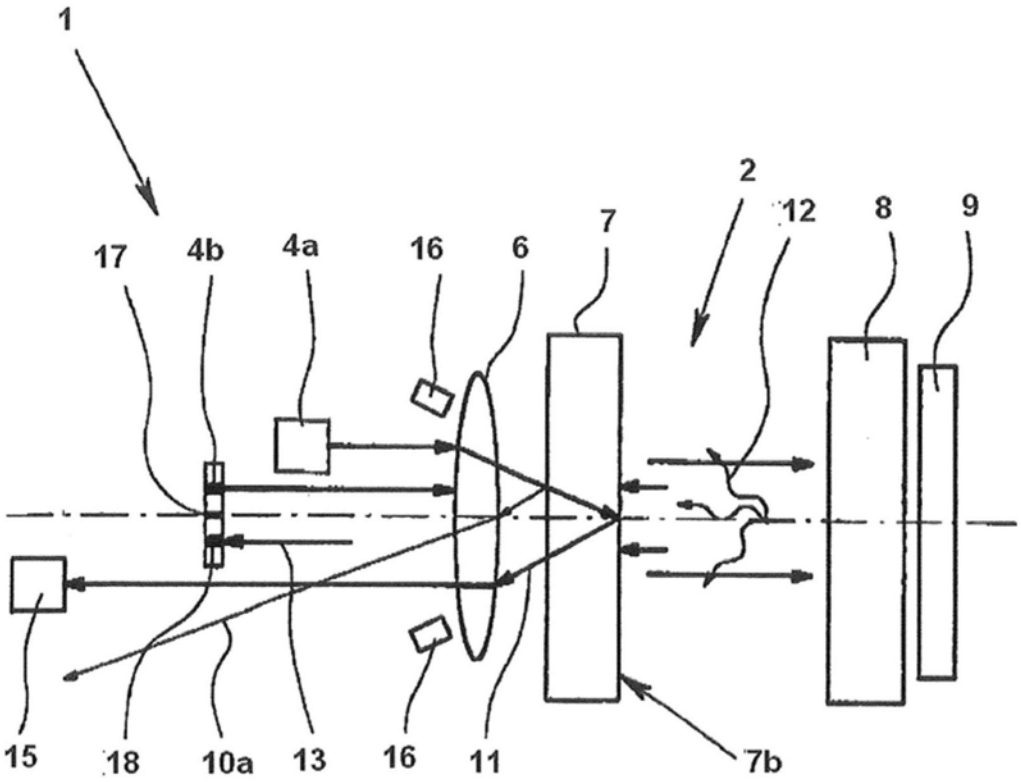
[0060] 5b 耦合输入辐射

[0061] 5c 耦合输入辐射

[0062] 6 成像元件

[0063] 6a 成像元件

[0064]	6b	成像元件
[0065]	6c	成像元件
[0066]	7	传感器侧的保护元件
[0067]	7a	保护元件(7)的传感器侧的边界面
[0068]	7b	保护元件(7)的样品侧的边界面
[0069]	8	反射镜侧的保护元件
[0070]	9	用于透射辐射的反射器
[0071]	10a	传感器侧的、在保护元件(7)上的反射的辐射(基准辐射)
[0072]	10b	在反射器(22)上的反射的辐射(基准辐射)
[0073]	11	样品侧的、在保护元件(7)上的反射的辐射(折射辐射)
[0074]	12	样品的散射
[0075]	12a	散射辐射
[0076]	12b	散射辐射
[0077]	12c	散射辐射
[0078]	13	透射穿过样品的辐射(透射辐射)
[0079]	14	基准接收器
[0080]	15	折射接收器
[0081]	16	散射接收器
[0082]	17	散射接收器
[0083]	18	透射接收器
[0084]	19	散射接收器
[0085]	20	部分可透过的反射镜
[0086]	21	用于辐射转向的窗(棱镜)
[0087]	22	用于基准辐射的反射器



现有技术

图1

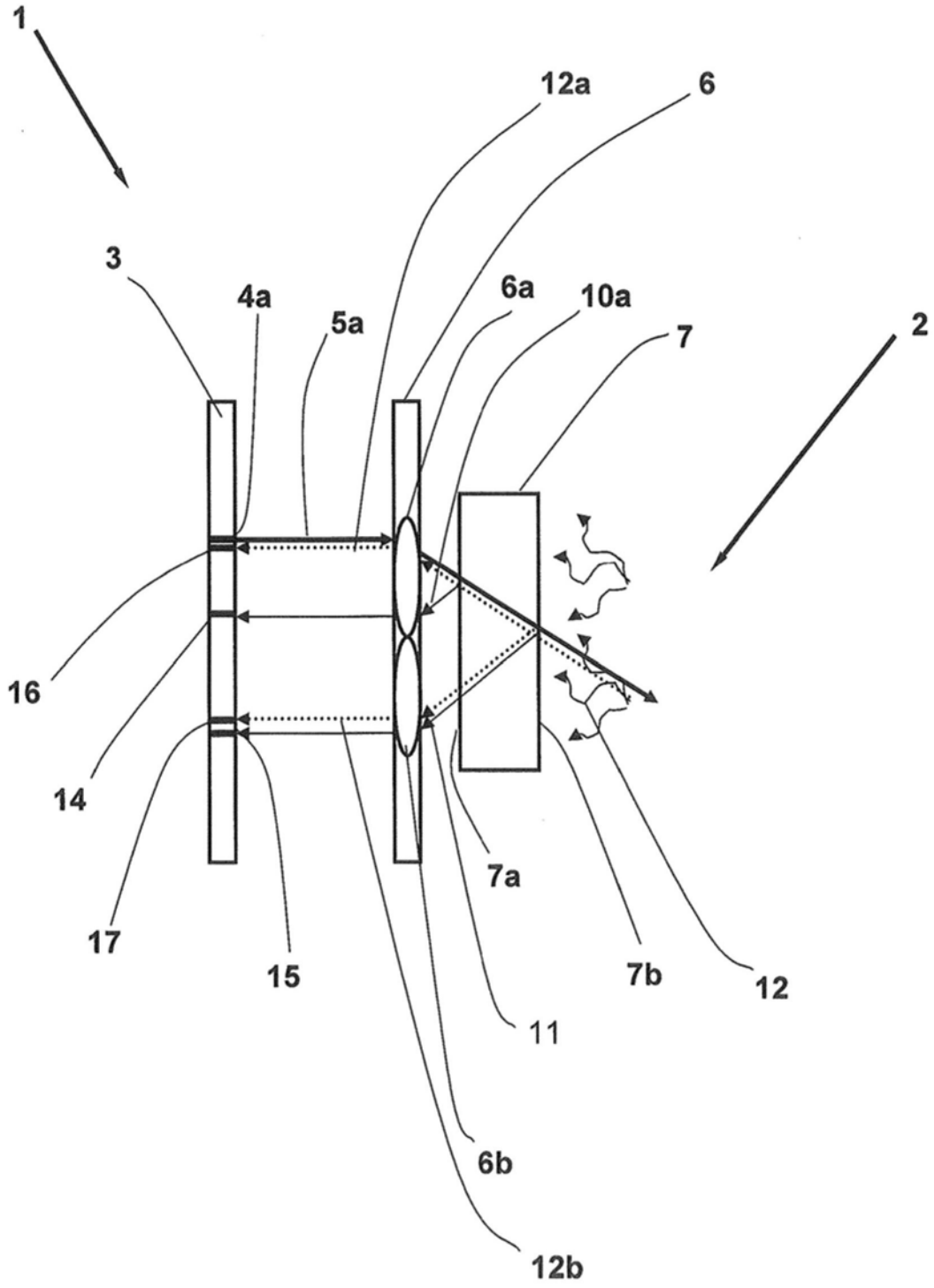


图2

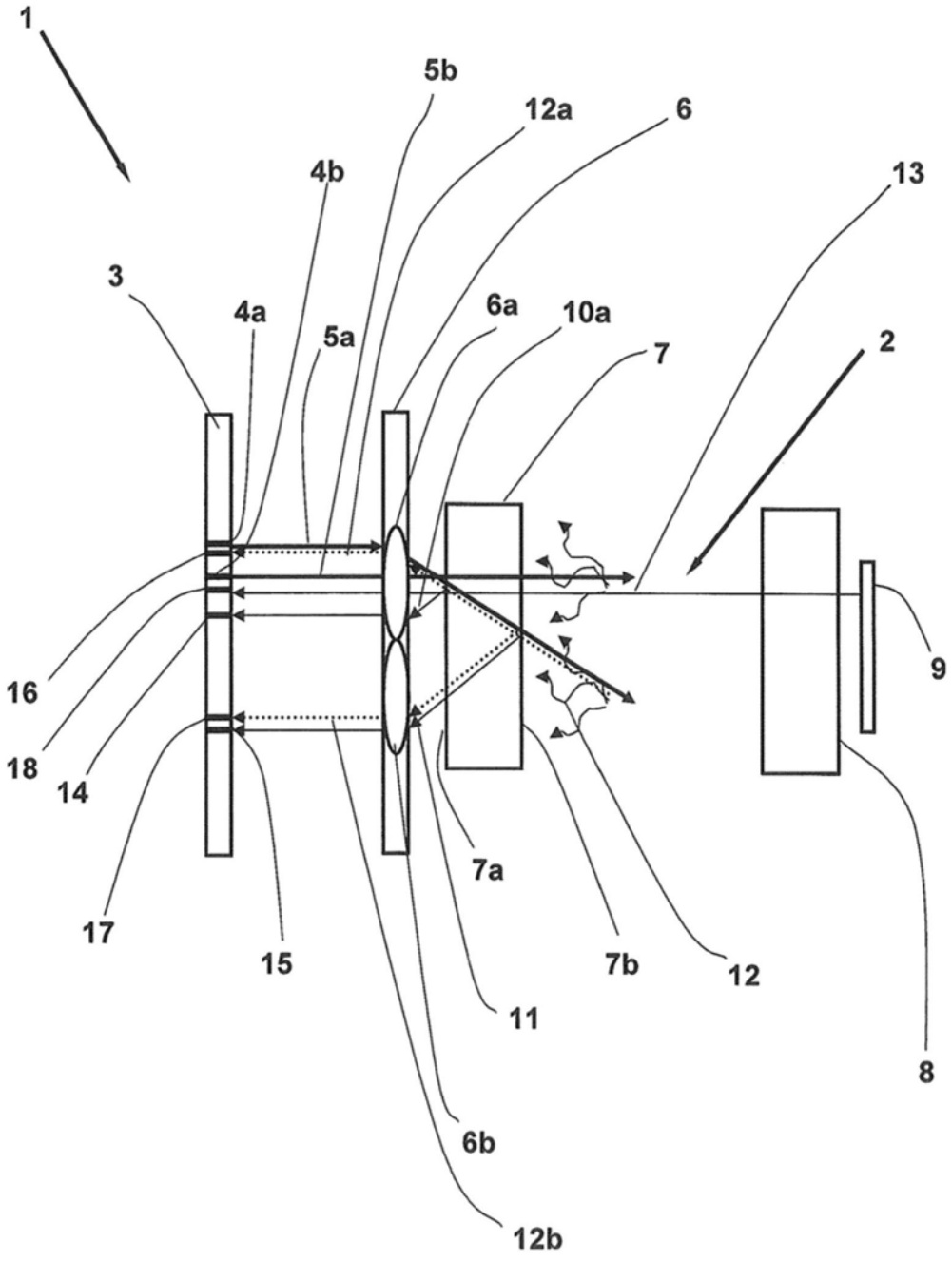


图3

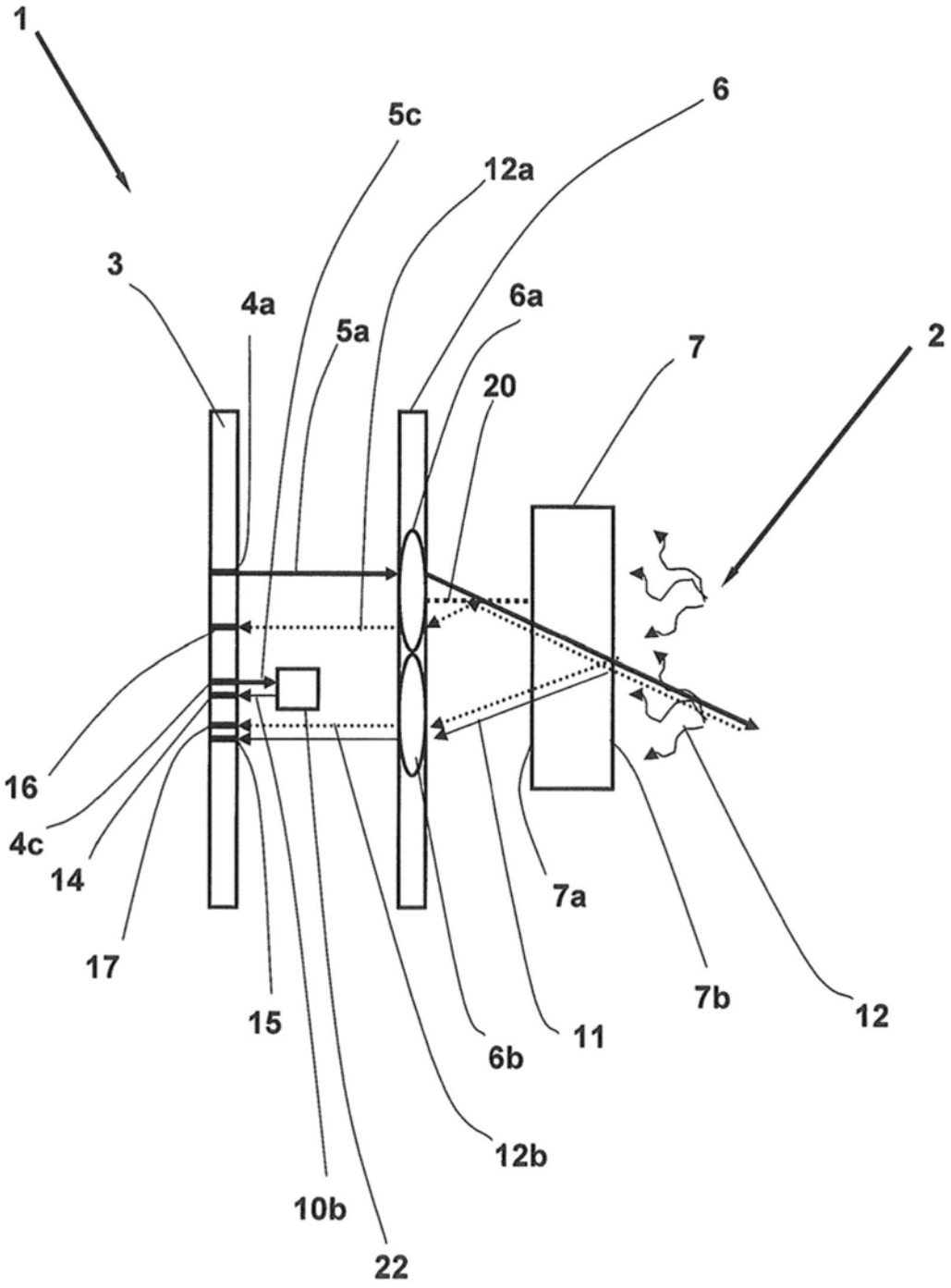


图4

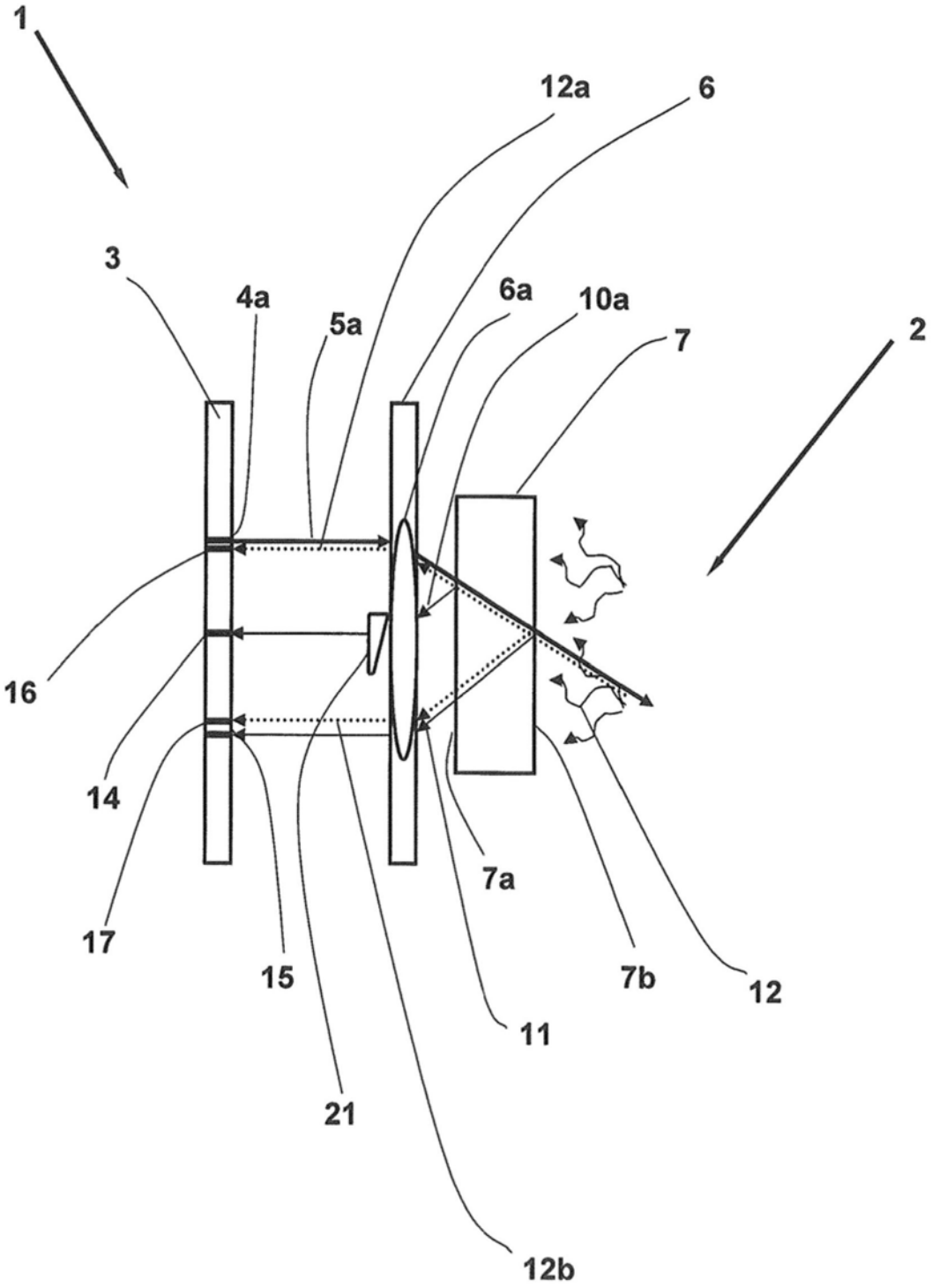


图5

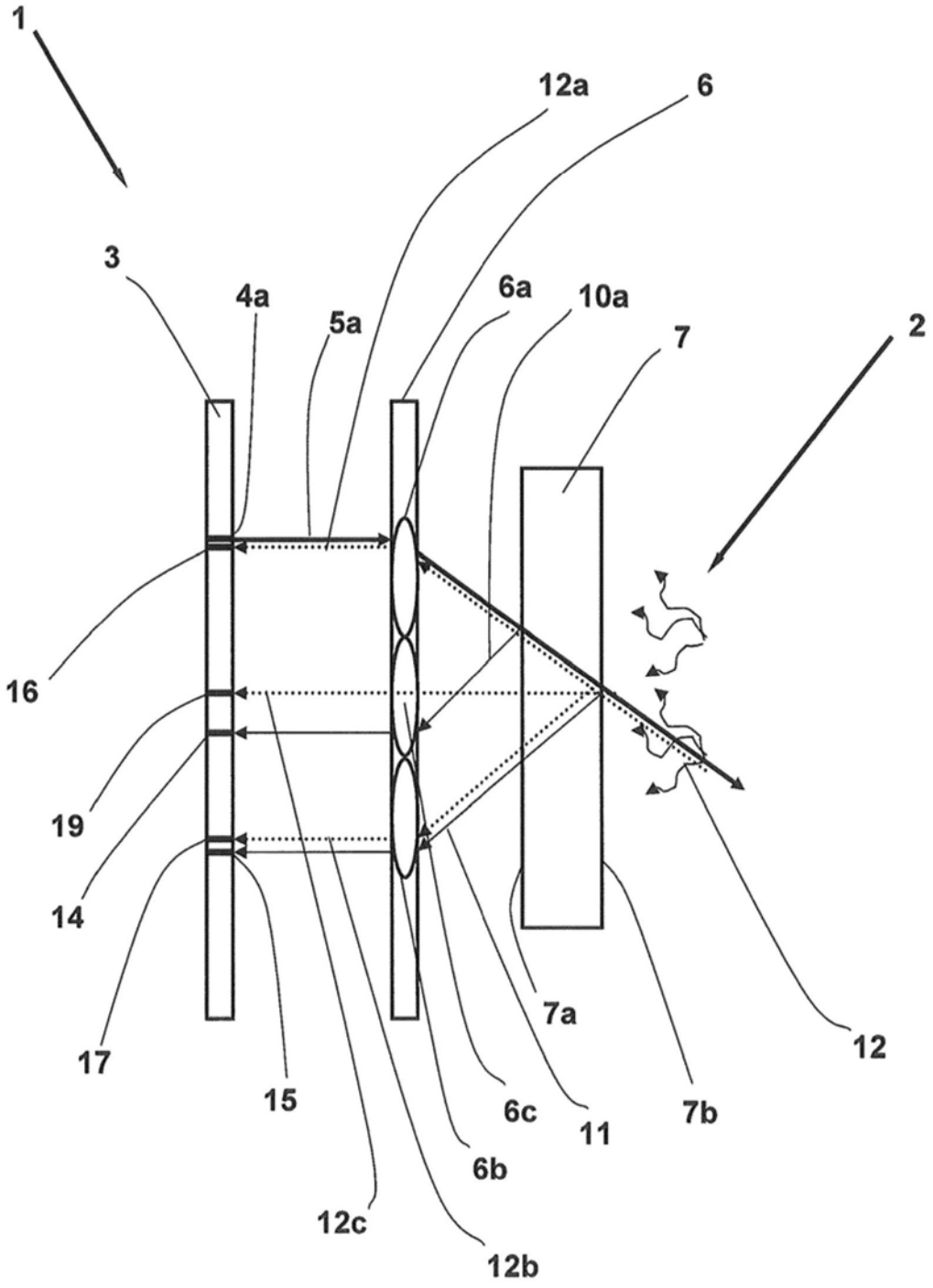


图6