

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680032438.1

[51] Int. Cl.

G08B 5/00 (2006.01)

B63C 9/20 (2006.01)

F21S 8/10 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 10 月 1 日

[11] 公开号 CN 101278323A

[22] 申请日 2006.7.6

[21] 申请号 200680032438.1

[30] 优先权

[32] 2005.7.6 [33] AU [31] 2005903584

[86] 国际申请 PCT/AU2006/000956 2006.7.6

[87] 国际公布 WO2007/003015 英 2007.1.11

[85] 进入国家阶段日期 2008.3.5

[71] 申请人 寻踪有限公司

地址 澳大利亚昆士兰州

[72] 发明人 德夫林·斯图尔特·沃尔斯丁

安德烈·兹维亚金

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

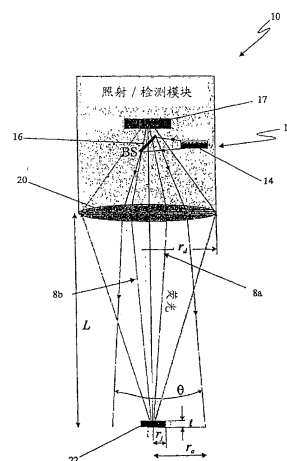
权利要求书 5 页 说明书 17 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于对一个或多个人员进行定位的系统和方法

[57] 摘要

本发明公开了一种用于对主体进行定位的装置(10)，该装置包括照射/检测模块(12)，该照射/检测模块包含能够按电磁光谱的红外部分的波长来辐射光的源(在本示例中，为高功率激光器(14))。所述激光器(14)的光学输出被分束器(BS)(16)和透镜(20)导向至救援区和设置在主体(22)上的响应于所述源的多个吸收器。模块(12)的检测部接着收集通过与所述主体相关联的多个发射器发射的辐射信号，所述多个发射器和所述多个吸收器相关联。



1、一种用于对主体进行定位的装置，所述装置包括：

电磁辐射源，该电磁辐射源能够照射包含要定位的所述主体的概略区域；

第一吸收器，该第一吸收器与所述主体相关联并且响应于所述辐射；

第一发射器，该第一发射器与所述主体相关联，其中，该第一发射器响应于所述第一吸收器的吸收而发射第一信号；

第二吸收器，该第二吸收器与所述主体相关联并且响应于所述辐射；

第二发射器，该第二发射器与所述主体相关联，其中，该第二发射器响应于所述第二吸收器的吸收而发射第二信号；以及

检测器，该检测器能够检测所述第一信号和所述第二信号，并且提供指示所述主体的位置的输出。

2、根据权利要求1所述的装置，其中，所述电磁辐射源以红外波段和/或紫外波段辐射电磁辐射。

3、根据权利要求1或2所述的装置，其中，所述电磁辐射源还包括聚焦组件，该聚焦组件用于将所述电磁辐射源辐射的所述电磁辐射聚焦成定向光束。

4、根据权利要求3所述的装置，其中，所述聚焦组件是准直仪。

5、根据权利要求3或4所述的装置，其中，所述电磁辐射源还包括光束扩展器，该光束扩展器用于将所述光束扩展成期望的光束宽度分布。

6、根据权利要求1到5中的任一项所述的装置，其中，所述电磁辐射源还包括按与通过所述电磁辐射源辐射的所述电磁辐射的方向呈45°角度安装的滤波器和/或热镜。

7、根据前述权利要求中的任一项所述的装置，其中，所述检测器包括至少一个带通滤波器和至少一个波长通过滤波器。

8、根据权利要求7所述的装置，其中，所述至少一个带通滤波器是带通干扰滤波器，而所述波长通过滤波器是有色玻璃滤波器。

9、根据权利要求7或8所述的装置，其中，所述带通滤波器具有

20 nm 到 220 nm 之间的通带。

10、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述带通滤波器具有 20 nm 到 70 nm 之间的通带。

11、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述带通滤波器具有 70 nm - 120 nm 之间的通带。

12、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述带通滤波器具有 120 nm - 170 nm 之间的通带。

13、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述带通滤波器具有 170 nm 到 220 nm 之间的通带。

14、根据前述权利要求中的任一项所述的装置，其中，所述检测器还包括孔径式限制装置和接收透镜。

15、根据权利要求 14 所述的装置，其中，所述接收透镜被整形、调整大小以及定位，以使在所述检测器上形成所述主体的实像，并且所述孔径式限制装置是可变光阑。

16、根据前述权利要求中的任一项所述的装置，其中，所述装置还包括接合至所述检测器的放大器，该放大器用于将所述检测器的所述输出放大超过预定阈值。

17、根据权利要求 16 所述的装置，其中，所述放大器是转移阻抗放大器。

18、根据前述权利要求中的任一项所述的装置，其中，所述装置还包括接合至所述电磁辐射源的信号生成器，并且其中所述信号生成器以预定频率脉冲化由所述电磁辐射源辐射来的电磁辐射。

19、根据权利要求 18 所述装置，其中，所述装置还包括接合至指示器的相敏放大器，所述相敏放大器将所述检测器的所述输出转换成直流信号，所述直流信号激发所述指示器。

20、根据权利要求 19 所述的装置，其中，所述指示器装置生成至少一个可视刺激和/或至少一个音频刺激。

21、根据权利要求 20 所述的装置，其中，所述可视刺激由闪光 LED 生成，而所述音频刺激由呼叫器或蜂鸣器生成。

22、根据前述权利要求中的任一项所述的装置，其中，所述电磁辐射源是激光二极管或高功率 LED，而所述检测器是光检测器。

23、根据前述权利要求中的任一项所述的装置，其中，所述第一吸收器、所述第一发射器、所述第二吸收器以及所述第二发射器由设置在所述主体上的荧光材料构成。

24、根据权利要求 23 所述的装置，其中，选择如下荧光材料，即该荧光材料在红外波段和/或紫外波段下可强吸收。

25、根据权利要求 23 所述的装置，其中，所述荧光材料是荧光染料。

26、根据权利要求 25 所述的装置，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羧花青，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料是碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羧花青。

27、根据权利要求 25 所述的装置，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料是碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羧花青，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羧花青。

28、根据权利要求 25 所述的装置，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羧花青或碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羧花青，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料在电磁光谱的 UV 部分中强吸收并且以红外线进行发射。

29、根据权利要求 25 所述的装置，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料在电磁光谱的 UV 部分中强吸收并且以红外线进行发射，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羧花青或碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羧花青。

30、一种对搜索区域内的主体进行定位的方法，该方法包括以下步骤：

为所述主体配备选定的第一吸收器，以吸收具有选定频率的入射电

磁辐射；

为所述主体配备选定的第一发射器，以响应于所述入射辐射对所述吸收器的照射来发射第一信号；

为所述主体配备选定的第二吸收器，以吸收具有选定频率的入射电磁辐射；

为所述主体配备选定的第二发射器，以响应于所述入射辐射对所述吸收器的照射来发射第二信号；以及

检测所述第一信号和所述第二信号并且在检测到所述信号时提供指示。

31、根据权利要求 30 所述的方法，所述方法还包括利用辐射源主动地照射所述搜索区域的步骤。

32、根据权利要求 31 所述的方法，其中，所述为所述主体配备所述第一吸收器、所述第一发射器、所述第二吸收器以及所述第二发射器的步骤包括向所述主体涂覆具有特征频率的荧光材料的步骤。

33、根据权利要求 32 所述的方法，其中，选择如下荧光材料，即该荧光材料在红外波段和/或紫外波段处可强吸收。

34、根据权利要求 32 所述的方法，其中，所述荧光材料是荧光染料。

35、根据权利要求 32 所述的方法，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羰花青，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料是碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羰花青。

36、根据权利要求 32 所述的方法，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料是碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羰花青，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羰花青。

37、根据权利要求 32 所述的方法，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羰花青或碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羰花青，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料在电磁光谱的 UV 部分中可强吸收并且以红外

线进行发射。

38、根据权利要求 32 所述的方法，其中，被用于所述第一吸收器和所述第一发射器的所述荧光染料在电磁光谱的 UV 部分中强吸收并且以红外线进行发射，而被用于所述第二吸收器和所述第二发射器的所述荧光染料是碘化-3-二乙基硫杂二羰花青或碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羰花青。

39、根据权利要求 30 到 38 中的任一项所述的方法，所述方法还包括对搜索区域扫描所述入射电磁辐射以照射所述吸收器的步骤。

40、根据权利要求 30 到 39 中的任一项所述的方法，其中，所述入射电磁辐射按预定频率脉冲化。

41、根据权利要求 30 到 40 中的任一项所述的方法，其中，所述检测步骤还包括过滤检测到的辐射的步骤，其中，所述过滤步骤包括动态地衰减所述特征频率之外的辐射的步骤。

42、根据权利要求 30 到 41 中的任一项所述的方法，所述方法还包括在检测到所述发射的辐射时向用户提供指示的步骤。

43、根据权利要求 42 所述的方法，其中，所述提供指示的步骤包括提供可视刺激和/或音频刺激的步骤。

44、根据权利要求 43 所述的方法，其中，所述可视刺激由闪光 LED 产生，而所述音频刺激由呼叫器或蜂鸣器产生。

用于对一个或多个人员进行定位的系统和方法

技术领域

本发明涉及用于对一个或多个主体进行定位的系统和方法。具体地说，尽管非排它的，但本发明涉及经由荧光检测来定位一个或多个人员的系统和方法。

背景技术

在许多空中搜索和救援操作中，锁定预期目标的位置是极其困难的。例如，在空海救援操作中，因海洋表面的湍流特性而使得失踪人员的定位变得困难。波涛翻滚的海洋会进一步增加定位的难度，这是由于人员可能被表面的波浪所隐藏。

在对迷失的滑雪者进行定位的努力中经历了类似的困难。由于雪通常是柔软的，因而人们例如易于陷入雪堆中并且部分或完全被雪层覆盖，或者可能遭受雪崩。这种雪覆盖给所述人员的定位带来众所周知的困难。简而言之，由于人员被松散的雪覆盖，所以搜索和救援队很难发现这些人员。

因而，当前救援技术的问题在于，它们通常依靠搜索队从直升机等上实际视觉地辨认海洋或雪堆等中的人员。在辨认出这些人员并且标识了他们的位置之后，接着，可以通过船或者救援飞机将他们实际救起。由此，在这些人员失踪或进入水中与他们的最终获救之间的时间可能极长，从而增加体温过低和暴露于动物和鲨鱼的攻击之下的风险。

为了援助救援者，已经采用了各种类型的定位信标和发送器，如 EHERB、RF 标识标签等。虽然这些发送器可以极大地改进搜索和救援响应时间，但他们利用无线电发送，由此依赖于诸如电池组的电源。因而，在救援队定位信号源之前，发送器存在缺电运行以及停止发送的可能。而且，用户可能和诸如 EHERB 的手持式发送器分离。在这种情况下，发

送器提供的位置即使不偏离失踪人员的实际位置几公里，也要偏离几米。

鉴于这种情况，已经提出了多种用于救援操作的基于光学的检测系统。在发明名称为“Target Detection System Utilizing Multiple Optical Criteria”的第 5793034 号美国专利中讨论了一种这样的系统。US 5793034 的系统包括各自具有不同波长的至少两个独立脉冲激光二极管源。然后，对来自每一个源的输出进行组合以形成入射检测光束，接着，将这种光束瞄准到搜索区域。接着，设置在目标上的特制标志器材料对入射检测光束的各种波长进行反射，然后，系统分析这些被反射的光束，以便确定是否已经定位到了有效目标。选择这样的标志器材料，即该标志器材料反射所述入射检测光束的波长，同时大幅度减弱所有其它波长。

这种系统的问题在于，经反射的光束可能以各种角度偏斜，因此经反射的光束可能不是始终反射回检测器。由于 US 5793034 的系统主要依靠标志器材料的反射率，因而，来自搜索区域的反射光也变为一种因素。由于诸如海洋和雪域的搜索区域的表面可高度反射，因而，它们也能容易地反射被用于检测目标的入射检测光束的波长，由此，导致错误检测。

而且，US 5793034 的系统和其它光学检测方案受背景太阳辐射的影响很大，从而尤其在日间操作期间产生了降低系统的检测准确度的大量背景噪声。显然，有利的是，设计一种不依赖于发射定位信号的电源并且可在降低搜索和救援过程的庞大费用的同时还有助于搜索和救援过程的定位人员的方法。而且，有利的是，提供一种对人员进行定位的方法，该方法能够充分减少背景太阳干扰的不利影响并且可以在日间操作期间使用。

发明内容

因此，在本发明的一个方面中，提供了一种用于对主体进行定位的装置，所述装置包括：

电磁辐射源，该电磁辐射源能够照射包含要定位的所述主体的概略区域；

第一吸收器，该第一吸收器与所述主体相关联并且响应于所述辐射；

第一发射器，该第一发射器与所述主体相关联，其中，该第一发射器响应于所述第一吸收器的吸收而发射第一信号；

第二吸收器，该第二吸收器与所述主体相关联并且响应于所述辐射；

第二发射器，该第二发射器与所述主体相关联，其中，该第二发射器响应于所述第二吸收器的吸收而发射第二信号；以及

检测器，该检测器能够检测所述第一信号和所述第二信号，并且提供指示所述主体的位置的输出。

在本发明的另一方面中，提供了一种对主体进行定位的方法，该方法包括以下步骤：

为所述主体配备选定的第一吸收器，以吸收具有选定频率的入射电磁辐射；

为所述主体配备选定的第一发射器，以响应于所述入射辐射对所述吸收器的照射来发射第一信号；

为所述主体配备选定的第二吸收器，以吸收具有选定频率的入射电磁辐射；

为所述主体配备选定的第二发射器，以响应于所述入射电磁辐射对所述吸收器的照射来发射第二信号；以及

检测所述第一信号和所述第二信号并且在检测到所述信号时提供指示。

优选的是，所述方法包括利用能够照射希望能在其中找到所述主体的概略区域的辐射源主动地照射所述主体的步骤。可以通过全域照射或者通过窄光束辐射扫描搜索区域来实现这一点。在任一情况下，按要定位的主体的大体方向发射由所述源生成的辐射。

当照到主体时，入射辐射的一部分能量被吸收器吸收。接着，被吸收的能量使发射器自发地发射各自具有相异波长的分立的返回信号，并且相对于所述电磁辐射源的波长，每一个返回信号都具有更长波长（由此频率更低）。本发明通过利用电磁辐射源的波长与每一个返回信号的波长之间的差（被称为斯托克斯频移）来从背景辐射源中辨别返回信号。

可以将电磁辐射源和检测器容纳在单个单元中，其中，电磁辐射源

和检测器在该单元内彼此相邻地定位。另选的是，可以将电磁辐射源和检测器设置为分立的单元。当然，这些组件自然地会与吸收器和发射器相分离，并且吸收器和发射器和要定位的主体关联，例如，在该主体穿戴的衣物制品等的表面上。

所述装置可以是手持装置，这种结构使得搜索者能够通过电磁辐射源主动地控制对搜索区域或路径的照射。另选的是，所述装置被安装在交通工具上，以允许搜索者相对快速地覆盖大的搜索区域。当接收到返回信号时，所述装置向搜索者指示这种接收，该装置所指向的方向粗略地表示主体所在的位置。

所述源可以被脉冲调制，其中，该调制（脉冲频率）受到接合至该电磁辐射源的信号生成器的控制。按这种方式调制所述电磁辐射源也有效地调制了所述发射器发射来的返回信号。合适的是，所述电磁辐射源能够以多种形式中的一种来递送电磁辐射。例如，所述电磁辐射源可以是可见光源、UV 光源、红外或近红外光源。优选的是，所述电磁辐射源是激光二极管。然而，应当清楚的是，所述电磁辐射源可以是利用电磁光谱的任何部分的辐射源。

所述电磁辐射源还可以包括与该电磁辐射源的方向成一定角度（例如，与所述源的方向呈 45° 角度）安装的至少一个滤波器和/或热镜。所述电磁辐射源还可以包括用于向搜索区域定向地聚焦发射来的辐射的装置，如准直仪。可以将所述滤波器和/或热镜安装在所述激光二极管的前面。

所述检测器可以包括接收透镜，该接收透镜具有与接收器呈适当的空间关系设置的合适焦距。该透镜用于将返回信号聚焦到所述接收器上。所述接收透镜可以被调整大小和整形，以在所述接收器上形成所述主体的实像。

所述接收器可以是光接收器，该光接收器包括在该光接收器的表面上设置的一个或多个光电二极管，例如，PIN 光电二极管。所述接收器还可以包括在处理之前放大所述光电二极管的电输出的放大器（例如，转移阻抗放大器）。

所述装置还可以包括用于从入射在所述检测器上的由背景辐射源发射来的信号中辨别返回信号的装置。该辨别装置可以包括滤波装置，用于滤除与调制的返回信号不同相的辐射分量。所述滤波装置可以是带通干扰滤波器和/或长波长通过有色玻璃滤波器。合适的是，所述带通滤波器具有 20 纳米的最小通带。当然，应该清楚的是，对所述带通滤波器的通带进行调整以适应第一与第二返回信号之间的光谱分离。例如，所述带通滤波器的通带可以在 20 nm 到 70 nm 之间、70-120 nm 之间、120-170 nm 之间或 170-220nm 之间，以便适应第一与第二返回信号之间的光谱分离，并且两个返回信号之间的光谱分离依赖于选定的发射器的特性。

所述滤波装置还可以包括孔径式限制装置 (aperture stop)，该孔径式限制装置用于限制接收装置和处理装置的视野，由此筛除从视野之外发射来的信号。优选的是，所述孔径式限制装置是相对于所述源固定安装的可变光阑孔径。优选的是，所述孔径的视野大致对应于所述源的视野。另选的是，所述视野可以是宽搜索区域，特别是在将所述装置安装在移动交通工具上时的情况下。所述滤波装置还可以包括仅准许预定波长的光通过其间的长波长通过有色玻璃滤波器。

所述检测器可以包括用于处理从所述接收器输出的经调制的返回信号的装置。合适的是，所述处理装置包括相敏放大器或锁定放大器。每一个调制返回信号都由相敏放大器解调，以针对每一个脉冲化输入生成平均 DC 信号。所述相敏放大器通过以下方式生成这种平均 DC 信号，即，将来自所述接收器的信号乘以经双极方波平衡的基准，并接着将乘积结果在一定时间间隔（例如，1 秒钟或更多秒钟（优选为 1 秒钟））上取平均值。所述相敏放大器可以利用脉冲化激励光束的基准信号，该基准信号来自接合至二极管激光器的信号生成器。

因而，所述相敏放大器操作为极其窄的带通滤波器，其基本上消除与所述电磁辐射源的调制频率同相的那些分量（即，检测器采用的同步检测）以外的所有其它噪声光谱分量。使用相敏放大器提供了非常高的信噪比，由此增强所述装置的可靠性。

按这种方式调制返回光束的另一益处在于，它将信号带宽移到转移

阻抗放大器电子设备的 $1/f$ 噪声光谱之上。

所述处理装置还可以包括用于将来自所述相敏放大器的输出 DC 电信号放大超出预定阈值的装置。合适的是，所述阈值被设置为大大超出所述系统的噪声电平，以进一步减少所述指示器的潜在错误激活。

所述装置可以包括指示器，该指示器用于具体地指示何时已经定位所述主体。所述指示器可以在来自所述相敏放大器的信号超出特定电平时被激发为激活或触发，例如，指示检测来自荧光涂层的返回光束。

所述指示装置可以是可视指示器，如可视显示单元、监视器、闪光灯等。优选的是，可视指示器是明亮灯或闪光灯。所述可视指示器可以是 LED，例如，红色或绿色 LED 指示器。所述指示装置还可以包括采用呼叫器、蜂鸣器、警报器、汽笛等的形式的音频警报，更优选的是，所述音频警报采用呼叫器的形式。

合适的是，所述第一吸收器和第一发射器采用涂敷至所述主体穿戴的衣物制品表面的第一荧光涂层的形式，而所述吸收器和发射器采用第二荧光涂层的形式。优选的是，所述第二荧光涂层被涂敷在所述第一荧光涂层的上面，以使来自所述电磁辐射源的能量被吸收并且几乎瞬间由两个涂层以相异的波长再发送。另选的是，所述第一荧光涂层和第二荧光涂层可以以各种图案（例如，方格板式排列）涂敷在要被所述主体穿戴的衣物制品的表面上。从而，利用被选择要涂敷衣物的荧光涂层容易吸收的波长来选择所述电磁辐射源。优选的是，所述电磁辐射源的波长为 750 nm 到 1000 nm。方便的是，可以选择 785 nm、850 nm 或 980 nm 中的一种。

因而，在这个实施方式中，将荧光涂层用于吸收从所述电磁辐射源入射来的能量，并接着发射相异波长的两种不同的光束。这种实施方式的优点在于，利用两种荧光处理涂敷所述主体穿戴的衣物是相对容易的，例如，它们可以被简单地描绘、喷涂在选定衣物上。另选的是，可以通过利用选定荧光材料浸染衣物，或者通过生成已经掺杂有相关荧光材料的聚合物或织物来涂敷所述涂层。

合适的涂层的一个示例是在荧光涂层处使用的碘化-3-二乙基硫杂二

羰花青 (3-diethylthiadicarbocyanineiodide (TDCI))。另一合适涂层是用作荧光涂层的碘化 -1,1',3,3',3'- 六甲基吲哚杂二羰花青 (1,1',3,3',3'-hexamethylindodicarbocyanine iodide (HIDCI))。两种染料在将它们呈现为特征蓝色和蓝绿色的红外区域中都体现出强吸收性。而且,两种染料对于和它们的高量子产额一致的返回光束都表现出了强荧光发射。有利的是,选定涂层在被涂敷至衣物制品等上时是相对透明的,并且不会易于妨碍衣服的整体美观。另一合适荧光涂层的示例是由 Molecular Probes Inc (29851 Willow Creek Road, Eugene Oregon USA) 制造的 ELF[®] 97。ELF[®] 97 是在红外或近红外红色中展示发射的 UV 荧光染料。然而,应当清楚,可以使用在激励光束的范围中强烈吸收能量的任何合适的荧光涂层,并且上述染料只是这种适合荧光涂层的示例。

因此,在这种情况下下的带通滤波器的通带被设置成衰减落在其中所述第一荧光涂层和第二荧光涂层的最大发射所处的光谱部分之外的光。这样,仅允许与返回光束对应的有限波长到达所述接收器。在所述系统利用 TDCI/HIDCI 的组合的情况下,所述通带处于 20 nm 的级别,而对于 TDCI/ ELF[®] 97 组合来说,所述通带处于 150 nm 的级别。

应当清楚,针对所述装置的滤波器的设计规范取决于选定源和发射器材料的特性。与所述源相关联的所述滤波器被具体地选择为使与所述源的波长对应的光的波长通过,并且衰减所有其它无关波长。与此相对,与所述接收器相关联的所述滤波器被选择为容许其中由所述发射器发射来的返回信号的光谱的部分中的波长进入。因而,一旦选定所述电磁辐射源和所述发射器的波长,就可以仅指定用于所述系统的滤波器。因此,所述滤波器的各种性质将随着具有不同源和发射器组合的不同系统而改变。

根据本发明的又一方面,提供了一种利用上述装置对指定搜索区域内的主体进行定位的方法,该方法包括以下步骤:

为要定位的主体配备一装置,该装置用于接收电磁辐射的激励光束并且吸收这种辐射,接着辐射出第一返回光束和第二返回光束,所述第一返回光束和第二返回光束相对于所述激励光束具有改变了的特性,并

且该第一返回光束和第二返回光束彼此间具有相异的特性；

设置一装置，该装置包括激励光束生成装置、返回光束接收装置以及滤波装置和处理装置；

在大致搜索方向上训练所述装置；

围绕所述搜索区域移动所述装置直到该装置指示已经接收到所述第一返回光束和第二返回光束为止；以及

当接收到所述指示时记录所述装置指向的大致位置，并且向记录的位置再次训练所述装置以确认所述主体的位置。

所述方法可以包括持续在所述主体的位置上训练所述装置，以使搜索者能够针对所述主体进行磨练（hone）的步骤，例如使发生重复指示，例如，所述装置的闪烁和嘟嘟声。

所述方法可以被用于定位海洋中需要救援的人员。所述方法还可以被用于定位需要救援的被积雪覆盖的人员。在这些应用中，所述方法可以包括将所述装置按受过训练路径或扫描范围来回移动所述装置以系统地覆盖搜索区域的步骤。还可以包括按系统且受过训练的方式同时利用多个所述装置的步骤。

附图说明

为了更容易理解本发明并获得实际效果，下面，参照附图进行说明，其例示了本发明的优选实施方式，并且其中：

图 1 是根据本发明一种实施方式的用于对主体进行定位的装置的示意图；

图 2 是使用手持形式的图 1 的装置的示意例示图；

图 3 是使用安装在交通工具上的形式的图 1 的装置的示意例示图；

图 4 是供在图 1 的装置上使用的用于选通检测排列的通带的曲线图；

图 5 并排示出了一个示例荧光涂层（即，HIDC）的吸收和发射光谱；

以及

图 6 并排示出了另一示例荧光涂层（即，TDCI）的吸收和发射光谱；

图 7 并排示出了另一示例荧光涂层（即，ELF[®] 97）的吸收和发射光

谱。

具体实施方式

参照图 1，例示了根据本发明一实施方式的定位装置的一种可能配置。装置 10 总体上包括照射/检测模块 12。照射部模块 12 包含光源，该光源能够辐射波长处于电磁光谱的红外部分中的光，在本示例中，该光源为高功率激光器 14。激光器 14 的光学输出被分束器 (BS) 16 和透镜 20 导向救援区和与主体 22 相关联的吸收器。

利用图 1 所示的配置，整个救援区可以被同时照射，并且由此被称为全域照射 (full-field illumination)。另选的是，可以以扫描方式照射，即，利用两个扫描镜在海面上栅格化符合条件的激光束。在两种情况下，假定搜索范围的总视野相等。

模块 12 的检测部被设计成收集发射器发射来的荧光辐射，在本案中，发射器采用设置在主体上的荧光涂层的形式。在全域配置中，检测模块包括具有透镜的检测光学装置，和优选地具有高检测灵敏度的 TV 或 CCD 摄像机。在扫描配置中，检测模块包括位于一个或更多个扫描镜后面的透镜和光接收器。

图 2 例示了根据本发明一种实施方式的定位装置 10 的一种应用。在本实例中，定位装置 10 采用手持单元 24 的形式。该手持单元包括外壳 3，该外壳包含用于辐射能够以电磁光谱的红外部分中的波长辐射光的源（在本示例中，为激光二极管）的装置。

该装置还包括检测器，该检测器用于检测从主体 100 发射来的第一返回光束 8a 和第二返回光束 8b，该主体在本实例中已经被雪堆 102 覆盖。第一返回光束 8a 和第二返回光束 8b 是由设置在主体上衣 101 的外表面上的荧光染料反射回手持单元 24 的。然而，应当清楚，主体的上衣可以涂覆有两种以上的染料，以进一步改进系统的检测响应。手持单元 24 还包括采用窄带通滤波器形式的返回光束滤波装置，该返回光束滤波装置用于从返回光束 8a 和 8b 中过滤出从搜索区域 102 的表面反射来的入射日光。滤波器通带的最小谱宽度大约为 20 nm，但这可以根据涂敷到主体

的荧光涂层的光谱特性而改变。

手持单元还包括用于对通过滤波器的信号进行处理的处理装置，并且最后还包括采用呼叫器和闪光灯的形式指示装置，该指示装置用于指示主体 100 已经被手持单元 24 感测到。根据在指示装置嘟嘟响的时候手持单元 24 指向的方向，向搜索者 103 给出主体 100 位于雪堆 102 下面的位置的一般指示。

该装置可以包括准直仪，该准直仪用于校准来自激光二极管 4 的激励光束 5，以生成具有特定光束宽度分布的光束。该光源还可以包括带通滤波器和与激励光束 5 的方向成一定角度（例如 45°）安装的热镜，以抑制更长波长处的任何自发背景发射。因为这种自发辐射不能与返回信号 8a 和 8b 相区别，所以这种结构是很重要的。

热镜可以是 Edmund 光学装置 43.955 热镜，而带通滤波器可以是 Edmund 光学装置 1650 nm 短波长带通滤波器。

可以将激光二极管经由激光驱动器接合至信号生成器。接着，使用该信号生成器调制激光二极管，以生成脉冲信号。

最后，该光源还可以包括采用望远镜桶组件的形式的光束扩展器，用于将激励激光束扩展至期望直径。

检测器包括用于将返回光束聚焦到光接收器 17 上的接收透镜 20，该光接收器 17 包括多个硅光电二极管。接着，接收器 17 将接收到的光学信号转换成对应电信号，然后将该对应电信号传递至转移阻抗放大器（transimpedance amplifier）。接收器内的光电二极管的在 690 nm 处的响应度大约为 0.4 A/W。假设在这个波长处的总响应为 0.4 V/ μ W 的情况下，转移阻抗增益大约为 1.0×10^6 V/a。放大器的线性范围为 10 伏特，由此，到达光接收器的环境光必须被限制为小于 25 μ W 的饱和度。

检测器还包括用于过滤出从搜索区域发射来的背景光的滤波器。在本实例中，该滤波器是以约 700 nm 处为中心具有 20 nm 的通带的带通干扰滤波器。检测器还可以包括波长带通有色玻璃滤波器，用于容许合适的返回波长。这些滤波器执行如下重要功能，即选择性地容许返回光束的荧光进入光接收器 17 并且对来自搜索区域表面的反射日光和入射在接

收透镜 20 上的任何日光进行筛除。

总起来说，滤波器被设计成仅准许电磁光谱中的在其中发射返回光束部分的波长的范围到达光接收器 17。

接收透镜 20 可以在光接收器 17 上形成主体的真实缩小图像。接收装置还包括可变光阑孔径，以进一步限定并阻挡荧光涂层发射来的返回光束中的电磁辐射以外的电磁辐射。该可变光阑孔径被精确地对准激光器视野，以仅容许以直线发出的辐射从视野中进入接收装置。而且，可变光阑孔径被仔细对准为与激光器视野重合，并且还被关闭至几乎与要定位的主体的图像尺寸相匹配，从而允许来自视野的光进入接收装置，但筛除所有其它光。

光接收器 17 是商业上可获得的通用光接收器，如 Thorlabs PDA520。适合的是，光接收器 17 具有大面积硅光电二极管和集成转移阻抗放大器。

单元 24 还包括采用相敏放大器或锁定放大器的形式的处理装置，该相敏放大器或锁定放大器被用于解调来自雪堆 102 下面的主体 100 的返回光束 8a 和 8b 中的脉冲荧光信号。实质上，返回光束 8a 和 8b 按与激励光束 5 相同的速率脉冲化，并且可以从用于激励光束 5 的信号生成器获得基准细节。简单地说，锁定放大器以如下方式工作，即，将接收器信号乘以经双极方波平衡的基准（balanced by-polar square-wave reference），接着在长时间间隔（例如，1 秒钟或几秒钟）上对乘积结果取平均值。由于来自返回光束的接收器信号以所述基准的精确频率进行调制或脉冲化，因而，所述乘法产生平均信号输出信号或 DC 输出信号。

实质上，锁定放大器作为极窄的滤波器操作，该滤波器几乎消除了调制频率处的同相噪声光谱分量，并且给出了非常高的信噪比。接着，将 DC 输出信号放大至能够激活或触发指示装置的电平。

手持单元 24 还包括采用音频可视指示器的形式的指示装置。具体来说，该指示器包括在激活时发射闪光的 LED 器件，和在激活时嘟嘟响的呼叫器。

当音频可视指示器接收到来自设置在上衣上的相应荧光涂层的返回光束 8a 和 8b 时，将来自锁定放大器的输出 DC 信号放大至适于触发或激

活该音频可视指示器的电平。因而，可以将充分检测阈值设置为大大超过系统噪声电平，从而被系统噪声错误触发的风险很小。

在图3中，例示了图1的定位装置10的另一应用，在本实例中，该装置被安装在搜索飞机203上。另选的是，如果定位装置10能够检测漂浮在海洋表面上的漂浮荧光涂层主体，则该定位装置10可以被安装在灯塔（或悬崖）上。

如上所述，装置10总体上包括照射/检测模块12。照射部模块12包含能够以电磁辐射的红外部分中的波长辐射光的激励光源（在本示例中，为高功率激光器14）。激光器14的光学输出经由分束器（BS）16和透镜20被导向至救援区和主体22。

一般将来自激光器14的激励光束5导向搜索区域202，在本示例中，导向与主体200相关的海洋的表面。当照射主体200时，设置在主体上衣201的外表面上的荧光染料将第一返回光束8a和第二返回光束8b反射回装置10。然而，应当清楚，主体的上衣可以涂覆有两种以上的染料，以进一步改进系统的检测响应。定位装置10还包括采用窄带通滤波器的形式的返回光束滤波装置，该返回光束滤波装置用于从返回光束8a和8b中过滤出背景太阳辐射。滤波器通带的最小光谱宽度大约为20 nm，但该最小光谱宽度根据涂敷到主体的荧光涂层的光谱特性而改变，参见图4。

然而，对海面上的人员的检测会遇到许多可能的问题。例如，生活于海洋表层的无数微生物可以发出荧光并且可发出另外生成背景噪声的可见光波长范围的光。另外，交通工具的持续位置变化使感测处理承担了额外负担。为此，本申请人已经试验了两种检测处理，即连续波（CW）方法和与商业激光雷达系统中使用的方法类似的组合有同步选通检测（SPID）方法的脉冲化照射。

连续波（CW）方法

在CW方法下，针对入射在单个摄像机像素上的功率，用于检测系统的关键设计等式如下：

$$W_d = W_0 t \varepsilon c_M \eta \cdot \left(\frac{r_d r_j}{2L^2 \tan[\theta/2]} \right)^2 \quad (1)$$

θ 代表照射光束的发散角。 c_M 表示荧光团层的摩尔浓度[摩尔/升]， t 表示

层涂层厚度，而 ε 是用于确定荧光团的吸收效率的被称为摩尔消光系数 [I/mol.cm] 的重要参数。 W_0 是激光器发射的总功率， r_j 是荧光上衣的平均半径，而 r_d 表示检测光学装置孔径的半径。 L 是救援飞机 203 距离海面 202 的高度。吸收的光被转换成荧光辐射，并且这种转换效率被称为量子效率 η 。 r_0 是海面上的照射域的半径，在角度较小的情况表示为 $r_0 = 2L \tan[\theta/2] \cong L\theta$ 。将 CCD 摄像机用于按单个镜头捕获搜索区域的图像。 N 代表 CCD 摄像机上的总像素数。CCD 摄像机上的信号根据在曝光时间 τ 期间集成的光电子的数量 ϕ 来表达：

$$\phi = W_0 t \varepsilon C_M \eta \cdot \left(\frac{r_d r_j}{2L^2 \tan[\theta/2]} \right)^2 \rho \tau, \quad (2)$$

其中， $\rho = \eta_{\text{CCD}} / h\nu$ 是摄像机光响应度， η_{CCD} 是转换效率， $h\nu$ 是光子能量。由此可知，光电子的数量和系统的最终灵敏度取决于许多参数。在这个计算中，已经假定了 1 W 的大激光器功率，和直径 1 m 的收集透镜的大检测孔径（其在夜间有利于系统的高灵敏度）。在下面的表 1 中概述了在这个计算中使用的其它参数。估计每像素检测到的光电子（pe）数大约为 10^8 pe。这里，假定 500×500 像素的 CCD 传感器区域，其导致大约一个像素的荧光目标尺寸（最佳检测条件）。

表 1

光源，功率， W_0 ，mW	1000	高功率激光源
摩尔吸收， ε ，升/摩尔.厘米	7.4×10^4	典型用于优良染料
摩尔浓度， C_M ，摩尔/升	3×10^{-3}	
量子效率， η	1	典型
转换效率， η_{CCD}	0.6	在红外线下典型
涂层厚度， t ，微米	10	通过喷射进行涂敷
涂层半径（上衣），厘米	10	从上方进行观察
测距长度， L ，米	300	低飞
照射光束发散角， θ ，度	9	容易控制
照射域的有效半径， r_0 ，米	50	
检测模块的孔径， r_d ，厘米	40	
曝光时间， τ ，秒	1	容易控制
波长带通滤波器宽度， $\Delta\lambda$ ，纳米	20	

在夜间的检测灵敏度

高端 CCD 摄像机的噪声指数（noise figure）约为 12 pe，其产生约 10^7 pe 的可检测信噪比（SNR）。应注意到，假定可针对海面固定照射光

束，救援者观察直径 100 米的区域达 1 秒钟。增加飞行高度至 1000 m，导致 SNR 大约下降 100 倍，其表示系统灵敏度与飞机 203 飞行高度的重大相关性。观察区域直径增加至 300 m。因为已经假定了非常薄的染料层和 SNR 较大，所以存在一定的减轻对系统的技术需求的容限，例如，减小透镜直径、减少采集时间，以使能够实现动态现场观察，或增大照射角度以观察更大块的海面。基于提出的估计，可以在夜间从飞机上观察检测荧光目标（例如，穿有其上具有直径 20 cm 的合理区域的上衣的待救援人员）。1 m 的检测透镜直径是可实现的。在计算中，假定除了荧光目标以外没有其它光源，但在真实条件下，可能存在月光/星光、海面对激光器光的反射、来自海面的固有荧光等。

在本实例中，激光器 14 已经选定近红外范围（650 nm - 1550 nm）中的波长，以避免源自生活于海洋表层的无数微生物的海洋荧光。在近红外线范围中，光谱环境是“安静的”。由此，选择这样的涂层染料，即该涂层染料强烈吸收这种近红外线激励光束 5 并且反向辐射适当返回光束 8a 和 8b。

在日间检测灵敏度

考虑到在日间的操作，背景太阳辐射呈现了显著问题。在典型日光条件下，为 DDC 摄像机的单个像素估计的光电子数为：

$$\phi_s = w_{datasheet} \times \pi r_d^2 / L^2 \Delta \lambda \rho \tau / 2 \quad (3)$$

来自海面的日光的光谱反射是背景太阳辐射的主要成分。

$w_{datasheet} = 1.1 \text{ w.m}^2.\text{nm}^{-1}$ 是在 $\lambda = 750 \text{ nm}$ 的波长下的太阳辐照度的表列值。在检测器处采用 $\Delta \lambda = 20 \text{ nm}$ 的窄波长通带滤波器来减少太阳辐射量。将合理系统参数值代入等式（3）中，获得 $w_s = 2.3 \times 10^{13} \tau$ ，其中， τ 是 CCD 摄像机曝光时间，假定 CCD 摄像机的最大阱深（即，在饱和之前可以检测到的每一个像素的最大光电子数）为 $\phi_{\max} = 100000$ ，需要将综合时间（integration time）从针对夜间条件的 1 秒减少至 5 ns，以避免因背景太阳辐射而造成 CCD 摄像机饱和。如等式（2）所示，信号值变为 0.5 pe，考虑到 CCD 摄像机本征噪声（12 pe），该信号值是不可检测的。和这种大太阳背景关联的镜头噪声通过生成可观噪声 $\langle \phi_{solar} \rangle = \sqrt{\phi_{\max}} = 316 \text{ pe}$ 恶化

了这种情形，致使整个 SNR 预算表现出 0.5 pe 的小信号，其被掩埋在包括 12 pe 本征 CCD 噪声和 316 pe 镜头噪声的噪声中。

鉴于上述估计，难于利用 CW 激光器辐射方法和全域检测配置（即，利用 CCD 摄像机）在日间从飞机 203 上定位海面上的漂浮荧光目标。

SPID 方法

可以通过采用 SPID 方法来改进系统的 SNR。简单地说，采用短脉冲化（优选为毫微秒脉冲化）激光器，其例如基于安装电流计的镜经由两个机械扫描仪跨海面扫描输出。激光器发射的单个光学脉冲传播至荧光目标，对该目标进行激励，并且发射荧光辐射的短脉冲，该短脉冲的一小部分被检测系统收集到，该检测系统当前包括单个 PIN 光接收器，其与同步选通检测电子设备相混合。可以打开检测器的检测门仅与荧光脉冲宽度相当的很短的持续时间，以检测有用荧光信号的全功率。在本实例中，校准该选通检测电子设备以允许 20 nm 通带的光学频率，如图 4 所示。因此，极大地缩减了检测到的背景太阳辐射量。

根据光电子数量重新计算检测器处的信号。毫微秒脉冲化红外激光器（nanosecond-pulsed infrared laser）可以接连每秒钟 100 个脉冲（即， $\tau_{dc} = 10 \text{ ms}$ 的占空因数）地生成 20 瓦特的光学功率，其中单个脉冲宽度量 $\tau_{pulse} = 10 \text{ ns}$ 。假定总扫描面积和先前的计算相同，即，直径 100 m，其现在被粗略分成 10×10 个正方形，以使得在单个激光脉冲发射期间观察的单位表面积非常粗略地为 100 m^2 。接着，光电子数 ϕ_{sc} 由下面等式给出：

$$\phi_{sc} = W_0 \tau_{dc} \varepsilon_C \eta \cdot \left(\frac{r_d r_j}{2L^2 \tan[\theta_{sc}/2]} \right)^2 \rho, \quad (4)$$

其中， θ_{sc} 代表减小的照射角度 $\theta_{sc} \cong \theta/10$ 。将相关值代入等式（4）， $\phi_{sc} \cong 2 \times 10^9 \text{ pe}$ ，其稍微大于先前全域检测情况下的值。但是，这种检测方案的主要优点在利用等式（3）估计太阳辐射生成的光电子数时变得明显：

$$\phi_{sc} = \rho \tau_{pulse} W_s. \quad (5)$$

光电子数现在仅为 $\phi_{s,sc} \text{ 200000 pe}$ ，与小得多的阱深的典型 CCD 摄像机相反，该光电子数对于以大的光电子阱深为特征的常规 PIN 二极管来说为可接受的。相关的镜头噪声现在仅为 450 pe，并且合并等式（4）和（5），对 SNR 求值为：

$$SNR_{sc} = \phi_{sc} / \langle \phi_{s,sc} \rangle = 4 \times 10^6, \quad (6)$$

其显示出优于全域配置的显著改进。需要考虑到,完全扫描花费 1 秒钟(即,和用于全域配置相同的时间)来综合(integrate)信号。为了细化扫描栅格(即,使像素尺寸更小),应当最优化系统参数。因为 SNR 容限较大,其看上去非常可行。

下面,讨论用于涂敷主体穿戴的衣物的制品的荧光材料。在示例实施方式中,该制品是涂敷有荧光材料的薄涂层的上衣。如上所述,对于吸收来自激励光束的能量并随后以返回光束的形式反向辐射或发射这种能量来说,荧光材料是必不可少的,所述返回光束具有特定光谱特性,所述特定光谱特性是激励光束和荧光材料的函数,并由此使得该返回光束能够被识别。

可以通过聚合物染料的形式来涂敷涂层,例如可以通过如下方式对上衣涂敷该聚合物染料,即通过将上衣浸染在染料中、将染料涂敷至上衣或将染料喷涂至上衣。该染料一旦被涂敷至衣服上就可以通过 UV 对该染料进行固化。而且优选的是,染料应当不会被正常太阳辐射漂白,由此,该染料应当具有足够短的辐射半衰期。

可以通过将染料浸透到上衣纤维中或者通过生成已经掺杂有更耐用并且可以在黑暗条件下保持更长时间的合适染料的聚合物纤维来进一步增加染料层厚度,由此,改进系统性能。选定的染料应当在显著漂白下存在达一天或两天(即,救援操作的持续时间)。

因此,合适涂层的一个示例是在荧光涂层处使用的碘化-3-二乙基硫杂二羰花青(TDCI)。另一合适涂层是被用做荧光涂层的碘化-1,1',3,3',3'-六甲基吲哚杂二羰花青(HIDCI)。两种染料在将它们呈现为特征蓝色和蓝绿色的红外区域中都体现出强吸收性。而且,两种染料例如对于和它们的高量子产额一致的返回光束都表现出强荧光发射。另一合适荧光涂层的示例是由 Molecular Probes Inc (29851 Willow Creek Road, Eugene Oregon USA) 制造的 ELF[®] 97。ELF[®] 97 是在红外或近红外区中会进行发射的 UV 荧光染料。然而,应当清楚的是,可以使用强烈吸收处于激励光束的范围中的能量的任何合适的荧光涂层,并且上述染料只是这种合

适荧光涂层的示例。

图 5、6 以及 7 分别示出了 TDCI、HIDCI 以及 ELF[®] 97 的吸收光谱。TDCI、HIDCI 在使它们呈现为特征蓝色和蓝绿色的红光的波长中显示了强吸收性，而 ELF[®] 97 在上 UV 波段中表现出强吸收性。而且，每一种染料都具有高摩尔吸收系数，因为该摩尔吸收系数是被吸收并接着作为返回光束而被反向辐射的能量，所以该摩尔吸收系数是至关重要的。染料在 IR 或者近 IR 波段中展示具有高量子产额的强发射。获知发生激励的波长和选定染料的最大发射与吸收之差（其被称为为斯托克司频移（Stokes shift）），允许对源和检测器进行调整以进一步最小化错误读取的风险。

应当明白，上述实施方式仅仅是为了说明本发明而示例性提供的，并且本领域技术人员将清楚，对本发明的进一步修改和改进都被视为落入在此所述本发明的广泛范围和界限内。

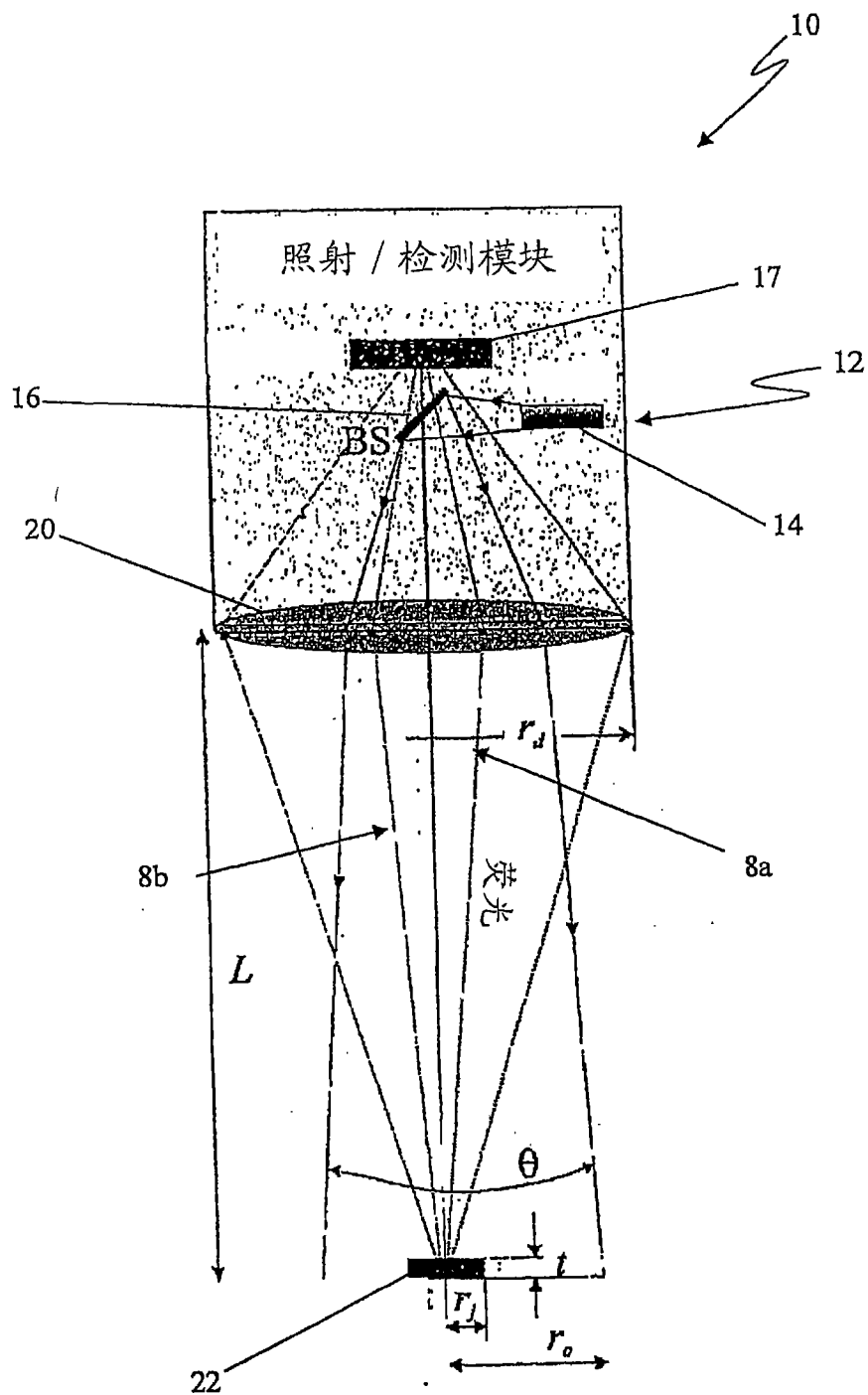


图 1

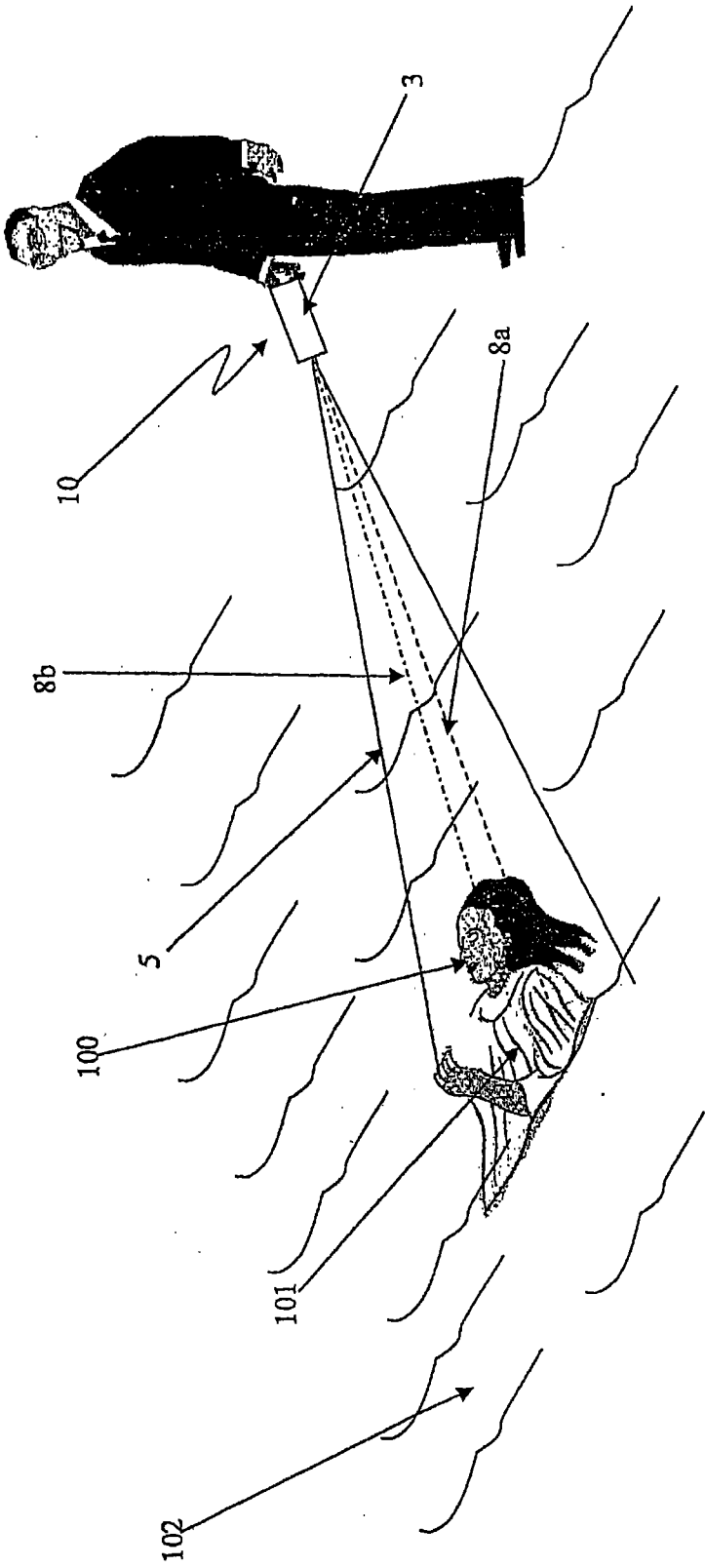


图 2

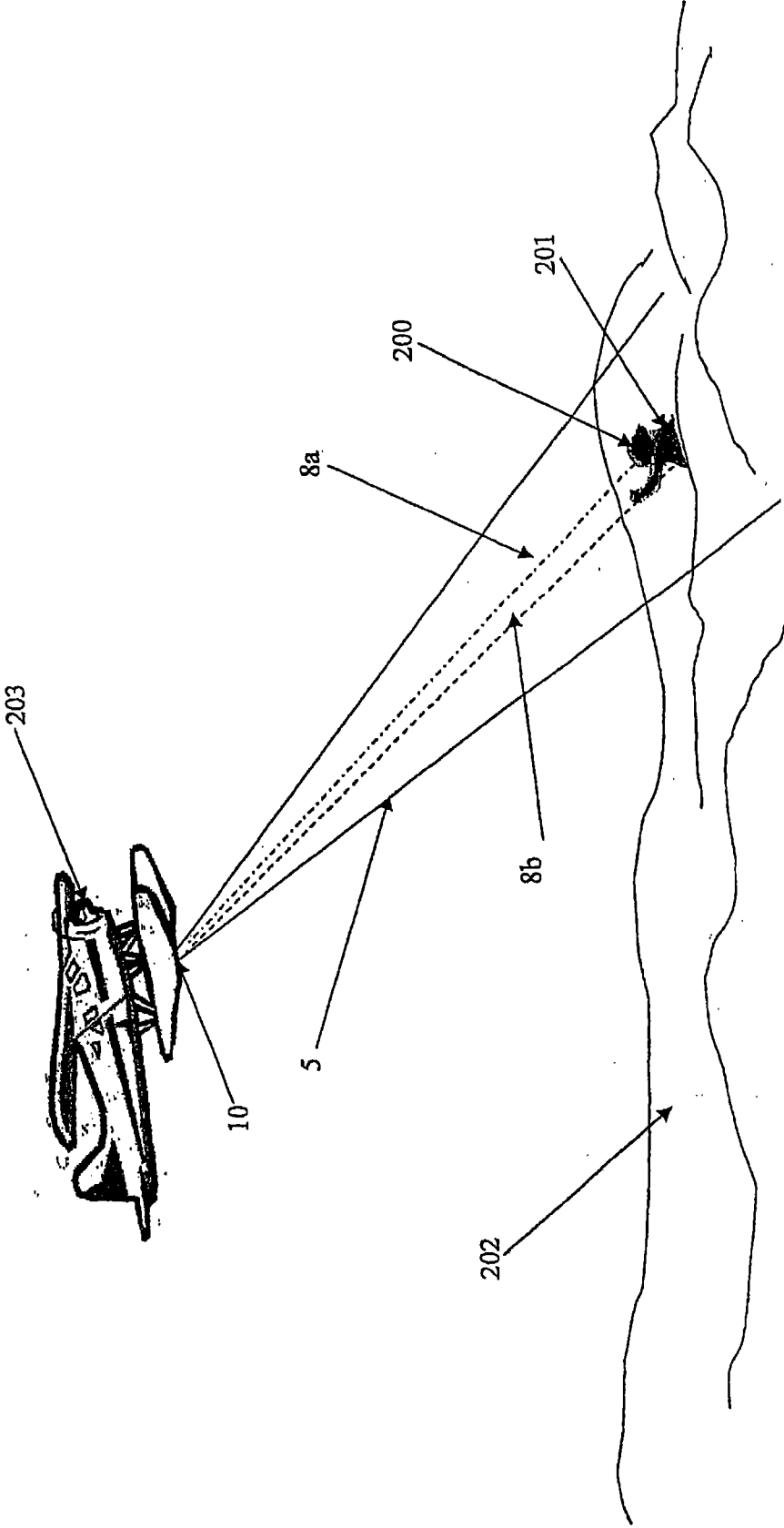


图 3

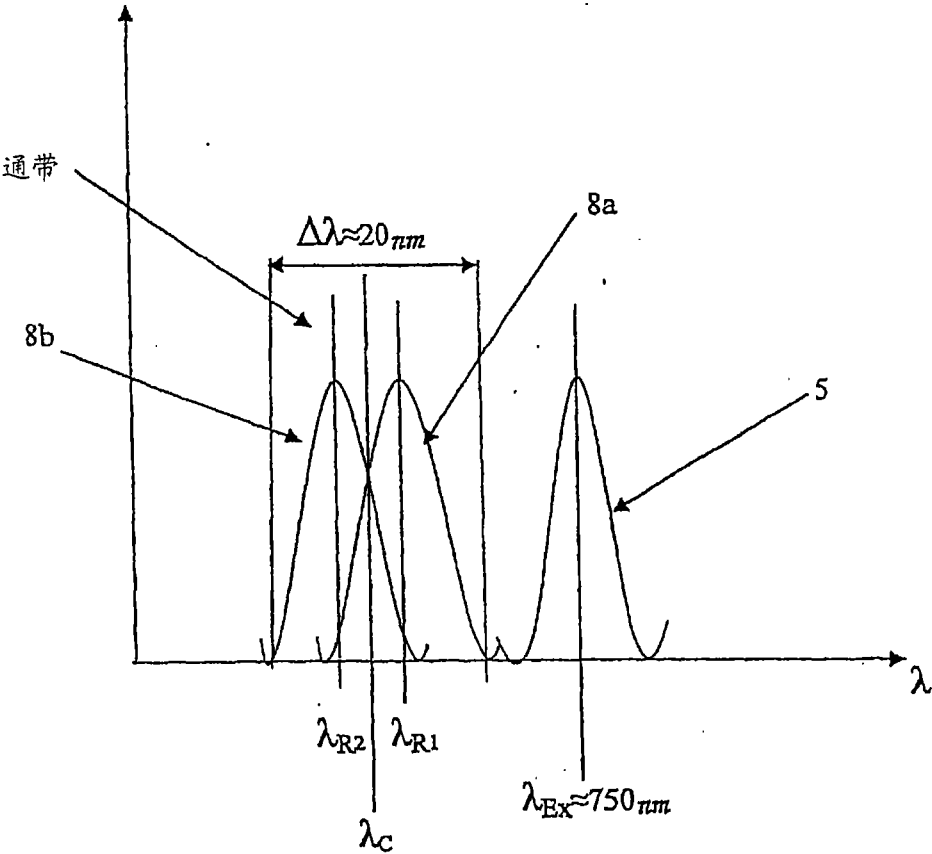


图 4

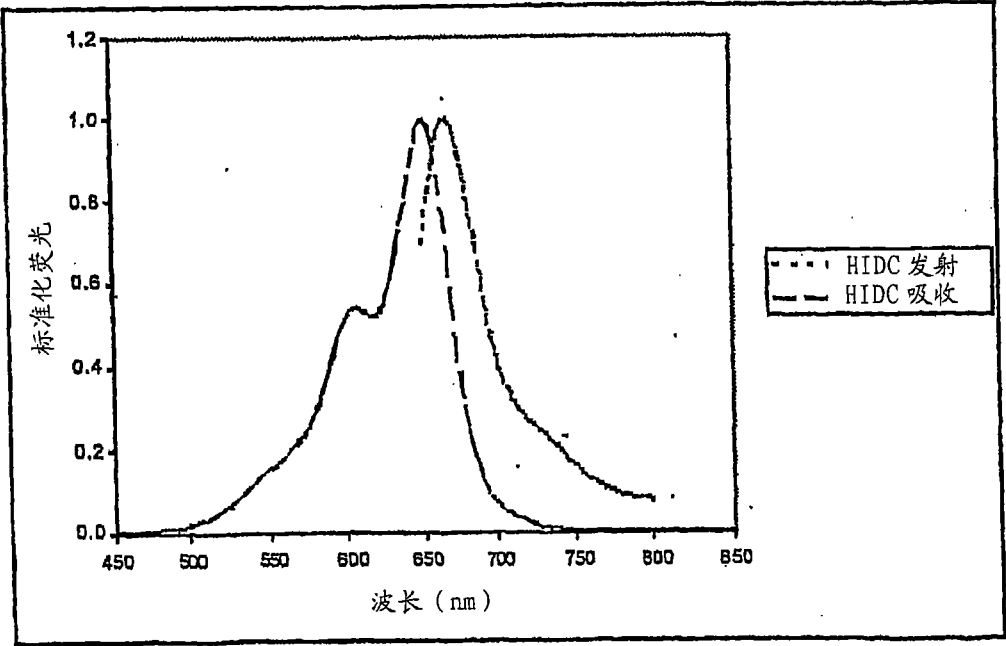


图 5

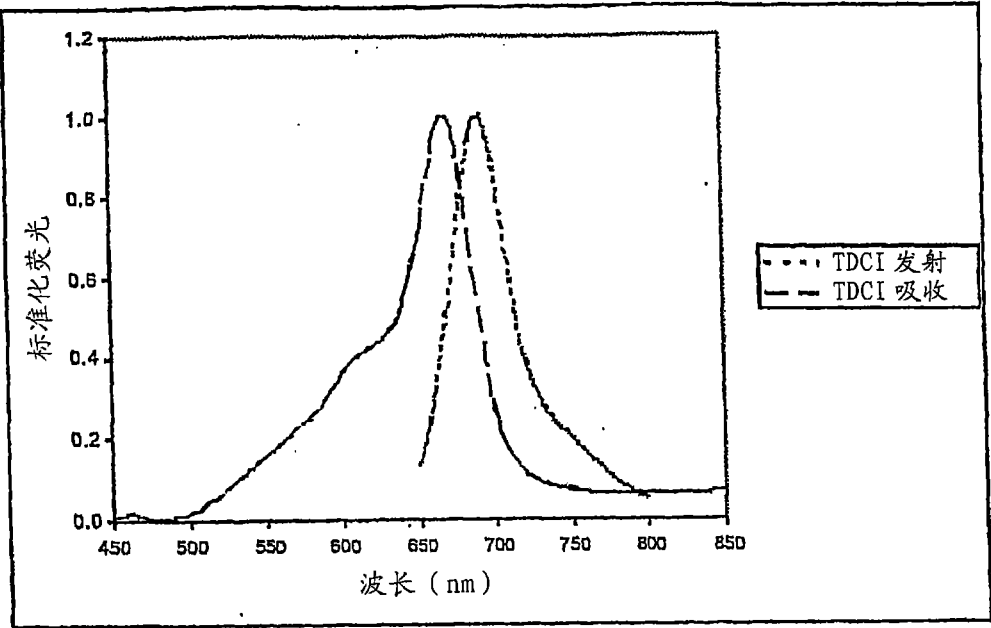


图 6

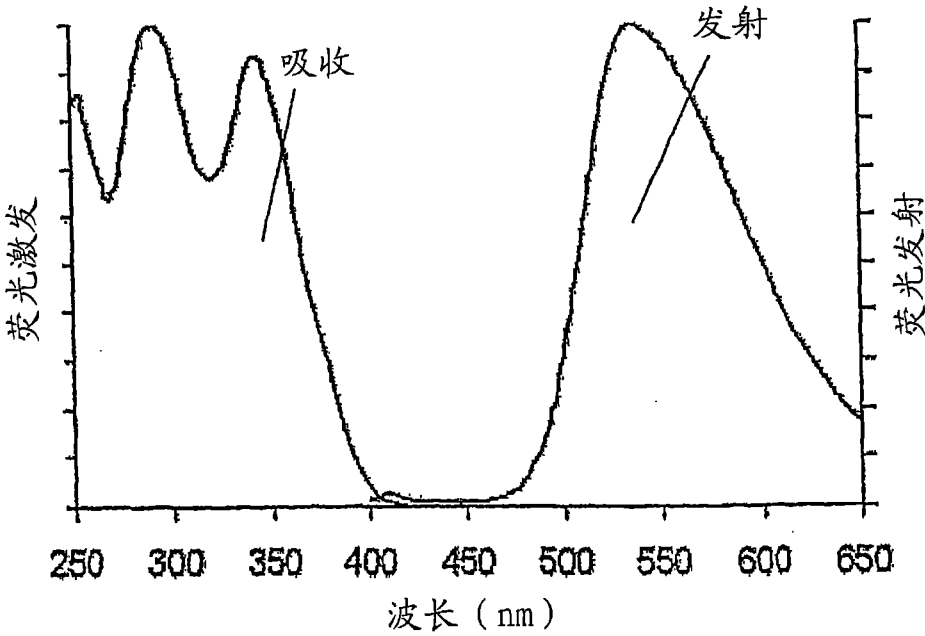


图 7