



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102460213 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 16

(21) 申请号 201080027698. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 04. 19

G01T 1/10 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2009901662 2009. 04. 17 AU

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 12. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/AU2010/000432 2010. 04. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02010/118478 EN 2010. 10. 21

(71) 申请人 辐射测定和成像控股有限公司

地址 澳大利亚新南威尔士

(72) 发明人 A·乌伊哈齐 J·C·赖特

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 钱孟清

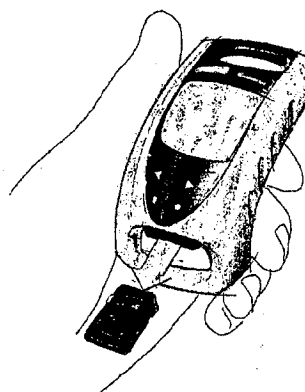
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于检测辐射暴露水平的装置和方法

(57) 摘要

公开了使用用于国土安全、紧急响应和医疗领域的多个配置中的可光激发存储磷光体和读取装置来检测和监测辐射暴露的方法和装置。在一种形式中,装置包括适于接收的便携式剂量计设备以及允许在大量暴露的情况下进行人群筛选的多个磷光体元件。医用的其他形式包括用于检测药物治疗或成像中的辐射暴露的可插入探针和粘合磷光体补丁。



1. 一种用于检测对放射治疗中的患者的辐射暴露的辐射剂量测定探针,所述辐射剂量测定探针包括:所述探针的一部分处的辐射检测磷光体,以及具有用于将所述磷光体引导到期望位置的装置的探针主体。

2. 如权利要求1所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,还包括用于在所述磷光体和所述探针的远端之间透射光的至少一个光透射元件。

3. 如权利要求2所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,具有用于将光从光激发光源透射到所述磷光体的第一光透射元件以及用于将所述磷光体发射的光透射到检测器的第二光透射元件。

4. 如权利要求2所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,第一光透射元件将光从光激发光源透射到所述磷光体并且将所述磷光体发射的光透射到检测器。

5. 如权利要求2至4中任一项所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,所述光透射元件为光纤。

6. 如权利要求2至5中任一项所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,所述探针还包括用于将所述探针连接到辐射剂量测定监测装置的连接器。

7. 如权利要求1至9中任一项所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,所述磷光体是在读出时不擦除的类型的可光激发存储磷光体。

8. 如权利要求7所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,所述磷光体在三价+3氧化状态下包括至少一个稀土元素,并且其中在X射线、 γ 射线的辐射或UV辐射时,所述三价+3状态还原到二价+2氧化状态。

9. 如权利要求8所述的辐射剂量测定探针,其特征在于,所述稀土元素为钆。

10. 一种用于检测对放射治疗中的患者的辐射暴露的辐射剂量测定监测器,所述辐射剂量测定监测器包括:适于与如权利要求1至9中任一项所述的探针通信的读出设备,以及用于显示所述磷光体的辐射暴露水平的显示器。

11. 一种用于检测对放射治疗中的患者的辐射暴露的辐射剂量测定监测装置,所述辐射剂量测定监测装置包括:如权利要求1至9中任一项所述的辐射剂量测定探针,以及如权利要求10所述的辐射剂量测定监测器。

12. 一种辐射剂量测定补丁,包括:适于粘合到接受放射治疗的患者的皮肤的基板,以及由所述基板支承的磷光体,所述磷光体在暴露至辐射时改变氧化状态。

13. 如权利要求12所述的辐射剂量测定补丁,其特征在于,所述基板是柔性的。

14. 如权利要求12或13所述的辐射剂量测定补丁,其特征在于,所述补丁包括一个或多个定位符标记。

15. 如权利要求11至14中任一项所述的辐射剂量测定补丁,其特征在于,所述补丁包括一个或多个条形码标记。

16. 如权利要求11至15中任一项所述的辐射剂量测定补丁,其特征在于,所述磷光体适于响应于所述放射治疗的入射辐射来改变氧化状态,从而纪录所述治疗的入射辐射用量。

17. 如权利要求16所述的辐射剂量测定补丁,其特征在于,所述磷光体纪录对所述治疗的入射辐射用量的分配。

18. 一种在放射治疗患者期间监测辐射暴露的方法,所述方法包括:设置辐射剂量测

定探针,所述辐射剂量测定探针包括在所述探针的一部分处的辐射检测磷光体以及具有用于引导所述磷光体的装置的探针主体;引导所述探针以将所述磷光体定位在接近患者的放射治疗部位;以及通过刺激所述磷光体和检测磷光体响应来询问所述磷光体。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其特征在于,包括:在所述探针上设置多个磷光体元件,以及询问所述多个磷光体元件以监测对所述治疗的辐射分配。

20. 一种在放射治疗患者期间监测辐射暴露的方法,所述方法包括:将至少一个磷光体补丁附着到患者的辐射入口侧的位置处的患者的皮肤,所述磷光体补丁包括基板和由所述基板支承的磷光体,所述磷光体在暴露给辐射时改变氧化状态;以及通过刺激所述磷光体和检测磷光体响应来询问所述磷光体补丁的磷光体。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于,所述至少一个磷光体补丁包括多个磷光体位置,并且其中所述询问包括询问所述多个磷光体位置以检测对辐射暴露的分配。

22. 如权利要求 21 所述的方法,其特征在于,所述多个磷光体位置由离散的磷光体区域构成。

23. 如权利要求 21 所述的方法,其特征在于,所述多个磷光体位置在单个磷光体区域内。

24. 如权利要求 21 或 22 所述的方法,其特征在于,所述询问包括:同时刺激所述多个磷光体位置,以及捕捉所述多个磷光体位置的磷光体响应的图像。

25. 如权利要求 22 所述的方法,其特征在于,所述询问包括借助于可移动询问头来分别询问所述多个磷光体区域。

26. 如权利要求 22 所述的方法,其特征在于,所述可移动询问头包括用于指示所述询问头相对磷光体区域的期望位置的指示器。

27. 一种人体辐射剂量测定监测器,包括:在暴露给辐射时改变状态的磷光体;用于询问所述磷光体以检测所述磷光体已经暴露的辐射水平的读出设备;以及用于指示检测到的辐射暴露水平的显示器。

28. 如权利要求 27 所述的人体辐射剂量测定监测器,其特征在于,所述磷光体为光致发光磷光体。

29. 如权利要求 27 所述的人体辐射剂量测定监测器,其特征在于,所述磷光体在所述读出设备可移除地和可替换地容纳的磷光体元件上。

30. 如权利要求 29 所述的人体剂量测定检测器,其特征在于,所述磷光体元件可用于用于检测类似磷光体元件的辐射暴露水平的类似磷光体元件来移除和替换。

31. 如权利要求 27 至 31 中任一项所述的人体辐射剂量测定设备,其特征在于,所述设备包括双辐射暴露检测设备。

32. 如权利要求 31 所述的人体辐射剂量测定设备,其特征在于,所述双辐射检测设备包括第一辐射暴露检测设备和第二辐射暴露检测设备,所述第一辐射暴露检测设备包括所述磷光体和读出设备。

33. 如权利要求 32 所述的人体辐射剂量测定设备,其特征在于,所述第二辐射暴露检测设备包括另一磷光体元件,以及用于所述另一磷光体元件的读出设备。

34. 如权利要求 31 所述的人体辐射剂量测定设备,其特征在于,所述双辐射检测设备包括:用于检测戴所述监测器的人的辐射暴露水平的第一辐射暴露检测设备,以及适于接

收和测试其他人的磷光体元件的第二辐射暴露检测设备。

35. 一种对辐射暴露进行筛选的方法,所述方法包括:

将人体辐射存储磷光体设备发给人群中的成员,以对辐射暴露进行筛选;

将能够询问所述磷光体设备的第一读出设备发给更宽范围的紧急响应人员以检测磷光体设备已经暴露其中的辐射暴露水平,所述读出能够检测辐射暴露水平达第一灵敏度或分辨率;

使用所述第一读出设备来测试人群的一部分的磷光体设备,并且根据检测到的辐射暴露水平来划分所测试人群;

将能够询问所述磷光体设备的第二读出设备发给更窄范围的紧急响应人员以检测磷光体设备已经暴露的辐射暴露水平,所述读出能够检测辐射暴露水平达第二灵敏度或分辨率,所述第二灵敏度或分辨率比所述第一灵敏度或分辨率高;

使用所述第二读出设备来测试人群的子部分的磷光体设备,所述人群的子部分通过使用所述第一读出设备的测试的结果从所测试人群划分出来。

36. 一种用于对处于危险的人的职业辐射暴露进行筛选的方法,所述方法包括:

将具有一个或多个辐射存储磷光体元件的衣服发给所述人员;以及

筛选所述辐射存储磷光体元件以检测辐射暴露。

37. 如权利要求 36 所述的方法,其特征在于,所述一个或多个辐射存储磷光体元件包括结合在所述衣服中的细丝。

38. 如权利要求 36 或 37 所述的方法,其特征在于,所述辐射磷光体元件位于所述衣服的预定位置处,并且每个辐射磷光体元件被标记成指示所述元件在所述衣服上的位置。

39. 如权利要求 38 所述的方法,其特征在于,所述辐射磷光体元件用颜色编码以指示所述位置。

40. 一件结合一个或多个辐射磷光体元件的职业装。

用于检测辐射暴露水平的装置和方法

[0001] 发明背景

1. 发明领域

[0002] 本发明涉及用于检测和监测辐射暴露的装置和方法。具体而言,本发明涉及借助于光激发存储磷光体来检测和监测诸如 X 射线、 γ 射线之类的电离辐射和 UV 辐射。

[0003] 本发明的各方面在国土安全、紧急响应和医疗领域找到具体应用。

[0004] 2. 现有技术的描述

[0005] 已知在暴露给诸如 X 射线之类的电离辐射时形成亚稳电子空穴对的光刺激存储磷光体材料。这些化合物已经在用于医疗成像的成像板中找到用途,其通过将成像板暴露给要检测的辐射和其中板暴露给低能量可见或红外线激(例如,红)光以使磷光体内的潜在 X 射线能量随着较高能量(例如,蓝-绿)可见光的发射而释放的后续读出步骤来操作。该成像方法被称为计算辐射照相术,并且随后检测从磷光体发射的可见光且合成信号被转换成数字格式以供纪录和在显示屏幕上显示。

[0006] 在这些常规光刺激的磷光体的情况下,读出步骤擦除存储在磷光体中的信息,以供后续再使用成像板。

[0007] 对于在剂量测定(dosimetry)中的使用(即测量人已暴露其中的辐射剂量),其职业使其处于辐射暴露危险的人可携带结合热发光或光刺激磷光体的剂量测定卡或证章以纪录辐射用量(dosage)暴露。在热发光和光刺激磷光体两者的情况下,在读取卡时删除信息。

[0008] WO 2006/063409(Reisen 和 Kaczmarek)公开了在三价 +3 氧化状态下基于稀土元素的不同种类的存储磷光体,该三价 +3 氧化状态在暴露给 X 射线、 γ 射线或 UV 辐射时还原到二价 +2 氧化状态。这种磷光体的优选示例为 $\text{BaFCl}:\text{Sm}^{3+}$,其在暴露给 X 射线、 γ 射线或 UV 辐射时形成相对稳定的 Sm^{2+} 金属离子阱。

[0009] 这些光致发光存储磷光体与光刺激磷光体的不同之处在于,磷光体的光激发无法使电子空穴对反转,相反使磷光体在窄带内光致发光而没有自动擦除磷光体中的信息。通过相对较高能量(例如,蓝)的光来光激发光致发光磷光体将引起相对较低的能量(例如,红)发射,因为磷光体内的存储 X 射线能量不释放。

[0010] WO 2006/063409 叙述了在暴露给辐射时形成的这些稳定的二价稀土(RE^{2+})核心提供比常规磷光体窄的发光线和显著改进的对比率,并且因此可改进灵敏度且便于将减少辐射剂量用于医疗成像。此外,成像板中所存储的信息在读取时不自动删除,但可通过暴露给适当波长和强度的光来故意地擦除,以允许再使用成像板。

[0011] 2008 年 10 月 8 日提交的 PCT/AU08/001566(Riesen)描述了适于读出 WO 2006/063409 中所描述类型的光致发光存储磷光体的装置和方法,包括用于选通(gate)从磷光体发射磷光的激发光源的至少一个选通元件。

[0012] WO 2006/063409 和 PCT/AU08/001566 两者的内容通过引用结合于此。

[0013] 发明概述

[0014] 本发明旨在提供用于检测和监测辐射暴露的新方法和装置,例如在安全、紧急响应和医疗的领域中使用。

[0015] 本发明的各种形式根据以下具体描述和附图将是显而易见的。

[0016] 附图简述

[0017] 参考附图来进行描述,其中:

[0018] 图 1 是示出美国国土安全局应对恐怖分子威胁的“威胁谱系”(包括辐射威胁)的示图;

[0019] 图 2 示出根据本发明的第一实施例的个人剂量测定单元和卡的示例;

[0020] 图 3 示出根据另一实施例的示例剂量测定读出设备;

[0021] 图 4 示出根据又一实施例的示例剂量测定读出设备;

[0022] 图 5 示出根据再一实施例的示例剂量测定读出设备;

[0023] 图 6 示出便携式剂量测定卡的实施例;

[0024] 图 7 示出结合磷光体卡、检测器和显示器的自主式剂量测定设备的实施例;

[0025] 图 8 示出包括适于医用的剂量测定单元和探针的本发明的实施例;以及

[0026] 图 9 是作为放射治疗的结果的示例用量分配“图”的示意图。

[0027] 优选实施例的详细描述

[0028] 威胁谱系

[0029] 图 1 示出美国国土安全局避免和缓解诸如核辐射威胁之类的恐怖主义活动的“威胁谱系”策略(来源:德勤咨询公司)。类似的策略思想同样被其他政府采纳。

[0030] 该谱系一般被分成两个粗略类别:在事件产生影响之前“避免威胁”,由检测、预防和准备组成;以及在事件之后“缓解影响”,由响应、恢复和威慑组成。

[0031] 为了符合整个国土安全策略,威胁响应和安全措施应当与这些措施中的一个或多个相关。

[0032] 用于运输辐射材料的检测器

[0033] 本发明的一方面涉及用于对运输裂变材料(诸如可能用于“脏弹”核设备的低级核材料)进行检测的装置和方法。

[0034] 在本发明的该实施例中,高灵敏度辐射检测系统包括一个或多个磷光体板,这些磷光体板包含在读取时不自动擦除的光致发光磷光体材料,以及更具体地包含诸如 WO 2006/063409 和 PCT/AU08/001566 中所描述的三价 3+ 氧化状态稀土元素的磷光体材料。

[0035] 不同于由磷光体材料的连续片组成的板,检测器可包括磷光体粒的阵列及类似物。

[0036] 剂量计板或阵列永久地或半永久地安装在适当位置,诸如港口、边境交界、汽运仓库或集装箱送货和转运设施之类的运输位置、或期望检测和防止对这些材料的运输的其他位置。优选地,板位于运输车辆、集装箱或人们紧邻地通过的位置,并且其例如在道路的车道侧或入口侧或车辆在其上面或下面通过的表面侧、或者机场安检或行李筛选位置不可能被容易地绕开。例如,检测器设备可结合在机场或建筑物金属检测器站中。

[0037] 当携带辐射材料的人和物品通过检测器设备时,磷光体将通过将稀土金属还原到 2+ 状态来与从材料发射的辐射发生反应,这可通过读取器光激发磷光体和检测磷光体发射的光来检测,如 WO 2006/063409 和 PCT/AU08/001566 中更详细描述。

[0038] 当运输的放射性材料可能是相对较低级时,其可以小量运输并且可被屏蔽以试图避免检测,磷光体粒度和读取器设置优选适于高灵敏度的检测。特别是关于读取器,其通过安装的永久和半永久性质变得容易,从而可使用相对较大且昂贵的安装,从而采用高质量的稳定激光安装来激发磷光体并采用高精度的光检测器来检测发射的光、并且任选地采用磷光体板或阵列上的多个测试点。

[0039] 通过使用非擦除式磷光体材料,可通过在车辆或集装箱通过检测器站之前采取基线测量、并且之后立即进行再次测量来更准确地考虑背景辐射水平。同样,不擦除磷光体允许要进行的附加测量和数据分析,例如在实质相同的数据点取得多个读数以在相对较低的信噪比条件下提供更准确的检测。

[0040] 此外,通过使用非擦除式磷光体材料,可在更长的周期(例如,在多个车辆上)分析测量,从而与标准的任何差异可被识别并且对照其他形式的安全数据(诸如视频监控覆盖范围)进行数据交叉校验。

[0041] 第一应答者的人体剂量测定监测

[0042] 本发明的其他形式涉及在辐射事件的情况下个人的人体剂量测定监测,包括用于所谓“第一应答者”(诸如警察、第一消防队、救护车和危险材料(“Hazmat”)团队的应急人员)和一般用于人群筛选。

[0043] 本发明的一个实施例涉及用于第一应答者的剂量测定装置和方法,包括例如可适于第一应答器穿着作为其制服的一部分的便携式剂量测定监测器。

[0044] 在图 2 中示出人体剂量测定监测单元和剂量计卡的示例。

[0045] 该装置可包括基于 3+ 三价稀土元素结合磷光体层的剂量计卡,该磷光体层在通过要检测的辐射类型辐射时改变氧化状态,如先前描述的以及如 WO 2006/063409 和 PCT/AU08/001566 中更详细描述。磷光体卡保留在便携式监测装置中,该便携式监测装置包括光激发源和用于检测来自磷光体的发射物的检测器。

[0046] 卡结构可包括合适的材料基板/基层,该材料基板/基层被设置成保护磷光体层免于物理损坏和意外暴露以提供对卡、磷光体层和外涂层和/或外壳的结构集成。

[0047] 结合有卡或保留卡的人体剂量测定监测器包括例如在每 1 秒至 5 分钟之间,更优选地在 2 秒至 1 分钟之间(例如,约 5 至 30 秒)启动磷光体的周期性询问的控制电路,软件或类似物。在一个实施例中,约每 10 秒发起对磷光体的光激发。

[0048] 在一个或多个周期(例如,在 1 小时、1 天或 1 周)检测到的积累总辐射暴露由监测设备监测并纪录,并且如果达到预定阈值水平则生成报警信号。警报可包括可见和/或可听警报,例如警报声音和/或闪烁 LED 光。设备还可包括诸如 LCD 或 LED 屏幕之类的显示屏,该显示屏可包括示出暴露水平的数字或图形显示器,以及诸如按钮之类的一个或多个用户控件。

[0049] 该设备还可具有远程通信能力,以使警报可被发送到远程位置,例如作为区域或团队监测站的远程站。

[0050] 预期使用便携式剂量测定监测设备使得其不需要高灵敏度的运输检测器,如上所述。例如,约 1-10mGy 的辐射灵敏度对便携式监测器可能是足够的。这允许使用较小、较简单且较便宜的光激发和检测设备(例如,通过使用适当波长的脉冲 LED 以供光激发磷光体),而非激光和机械选通设备。

[0051] 该设备包括电源,诸如可充电电池。对于其中需要第一响应者工作超过电池寿命的期间、或访问对电池充电的电源受到限制的紧急中的环境,电池可以是可替换的。

[0052] 剂量测定卡可半永久地保留在监测设备中,例如需要部分地拆卸该设备或移除可移除盖子,从而移除用于在更精确的剂量测定监视器中进一步测试的卡,如稍后更具体描述的,或在人体监测器发生故障的情况下损坏,或具有扁电池。

[0053] 在另一实施例中,诸如图 2 所示,磷光体卡可例如通过诸如卡槽之类的孔来可移除地插入监测器,该孔例如可包括弹簧驱动弹出机构或类似物以允许容易移除和插入该卡。这不仅允许如上所述的、移除属于该人体监测器的、用于在更精确的设备中测试的卡,而且允许有能力使用人体监视器来测试其他兼容的磷光体卡,例如在辐射事件情况下暴露筛选其他第一响应者或一般人群。

[0054] 在再一实施例中,剂量测定设备可结合双剂量测定监视器:具有第一剂量测定设备的、用于连续地检测分配有监视单元的人的辐射暴露水平的人体监测器(诸如永久地、半永久地或可移除地安装在监视器中的第一卡);以及安装和监视排列的、可用于剂量测定卡对其他人进行第一次通过筛选以允许在辐射入射的情况下对医疗援助的分配进行初始分流(triage)筛选的第二可移除卡。

[0055] 如果需要,双剂量测定监视器可采用两个不同尺寸或形状的卡。例如,第二卡的卡座可适于容纳用于一般人群筛选的较小卡尺寸。

[0056] 设备中的两个剂量测定监测器可采用不同的剂量测定技术。例如,设备的人体剂量测定监视器可采用诸如可买到的堪培拉企业(Canberra Industries)的超辐射人体辐射监测器中所采用的已知基于半导体的剂量测定监视技术,而设备中的第二监视器可结合如上所述的、用于可移除磷光体卡的槽。当未用于人群筛选等时,次剂量计卡架可支承周期性地检测佩戴者的暴露水平的磷光体卡,作为第一监测器的备份。

[0057] 图 3 示出通常类似于图 2 的能力和结构的、但适于经由通信电缆端口或无线连接附着到计算机的便携式剂量测定读出设备。这些设备作为首次通过筛选设备可在国土安全和军事应用中找到用途。

[0058] 用于筛选/医疗分类的剂量测定

[0059] 全球在辐射暴露的药物治疗中已经作出显著的研究努力,其中开发了用于急性辐射病的新型且昂贵的疗法。

[0060] 在具有大量人群暴露的辐射入射的情况下,直接挑战之一将是快速地确定需要立即强化治疗的那些人以及哪些人需要其他水平或优先权的治疗。

[0061] 在本发明的一个实施例中,提供了适于在人群中广泛地分配且要在人身上携带的各种形式的剂量测定检测器,以使在大量人群辐射暴露的情况下可迅速地且有效地进行大量筛选或分类。

[0062] 本发明的其他实施例涉及适合更精确地读出剂量测定卡的便携式剂量测定读取器,例如使用人体剂量计单元根据暴露水平对患者进行初始粗略分类之后用于医院例行人员暴露筛选或用于辐射入射之后患者的后续分流,如上所述。

[0063] 在图 4 中示出本发明的一个实施例的剂量测定读取器的示例。

[0064] 图 4 的剂量测定读出单元结合箱壳、剂量测定监视装置以及电源和控制电路,该箱壳包含用于容纳要读取的剂量测定卡的一个或多个卡槽。

[0065] 如图 4 中可见,单元箱的高度和深度与膝上型计算机的覆盖区域相似,例如约 15-30cm 深乘以 20-40cm 宽,以使在使用时其形成膝上型计算机放置的基座。该单元具有用于例如通过 USB 端口、wifi、蓝牙或其他合适的有线或无线通信标准与膝上型计算机通信的一个或多个通信装置,以使该计算机可用作该单元的用户接口和显示器。

[0066] 箱的前面是用于容纳要询问的剂量测定卡的槽、任选的诸如电源按钮和卡弹出按钮之类的一组基本控件、以及状态指示器。

[0067] 卡槽可适于容纳多个若干不同尺寸或类型的剂量测定卡,或任选地可设置多个槽。

[0068] 该单元的检测和监测部件优选具有高的灵敏度,例如测量范围分辨率为从 100nGy 到 100Gy,或任选地在约 100nGy 到 1mGy 的分辨率时测量范围为从 1mGy 到 1Gy。在 PCT/AU2008/001566 的图 2 和 15 中示出并描述的装置是一种优选形式,其结合有脉冲激光或 LED 光源、第一选通元件、透镜和分束器、光检测器和第二选通元件。

[0069] 图 5 示出该设备的再一实施例,其适于用作具有其自己的显示屏幕和控件的独立设备,并且由此对于其操作不需要到膝上型或其他计算机的连接。图 5 的单元优选具有加固结构,从而例如通过使用重型箱、角碰撞保护、以及已知本身与用于采矿和军事应用的加固便携式计算机的结构相关的其他加固措施来耐受碰撞和不利环境而不发生故障。

[0070] 从图 5 可见,该实施例的单元适于使用小尺寸的剂量测定卡,尺寸约为小型或微型的 SD 卡,例如其主要尺寸约为 5 至 30mm。该卡适于经由在该设备的可移动或可移除盖后面形成的孔插入该单元。

[0071] 该设备的优选检测和监测技术如上所述,并且如 PCT/AU2008/001566 中所描述和示出的。

[0072] 图 6 示出一种形式的剂量测定卡,该剂量测定卡可发给处于辐射入射危险的位置的第一响应人员、工人或一般人群,和 / 或作为备份设备由诸如 Hazmat 团队的成员之类的第一响应者携带。

[0073] 该卡可包括基板、磷光体层和保护层或壳,如先前所描述的。

[0074] 该卡的表面可包括该卡特有的条形码区,例如根据通用标准的 2 维条形码。该设备可结合条形码读取器,从而使该卡可被标识并且与所有权和包括发行日期的其他相关信息关联以允许对累积背景和入射辐射(诸如医疗成像或放射治疗)进行估计,这些信息可保持在远程数据库上。

[0075] 除了用作标识剂量测定卡的信息以外,条形码还可用作与要测试的卡上的磷光体的区域有已知物理关系的定位符。这便于使用具有不同尺寸或类型的卡的该设备,因为条形码的位置将告诉该设备要测试卡的哪个区域。

[0076] 作为使用条形码作为定位符手段的代替或附加,该卡可采用其他定位符手段,诸如该卡上的其他标记、或卡上的物理构成(诸如,槽或切口),这些手段辅助该设备定位要测试的区域。

[0077] 图 6 的剂量测定卡可采取其他物理形式,并且更具体地可包括具有粘合层的柔性基板,以允许该卡粘合到国土安全领域中已知的“公共国内平台”,即用户可能通常在其日常活动中随身携带的便携式物品,诸如驾照或社保卡或身份证、手表、或医疗报警腕带。在一个实施例中,该卡可形成为柔性、自粘合带,该带可附着到个人消费品,例如附着到移动

电话的电池间隔盖后面或内部。

[0078] 如果需要,磷光体层可在该卡的较刚性部分上形成,该磷光体层通过结合在柔性粘合带内来紧固在合适的位置。

[0079] 柔性带卡可包括例如条形码和 / 或定位符标记的印刷标记,如以上所讨论的。

[0080] 在再一实施例中,磷光体作为内层可被包括在诸如驾照或身份证之类的卡内,该卡适于冲孔以穿过该卡移除小的中心样品,例如 1mm 至 5mm 的直径。由此,冲孔样品将在样品的边缘处露出磷光体层,该磷光体层可通过类似技术来读取到如先前描述的磷光体层。

[0081] 用于从该卡移除样品的冲孔工具可结合在剂量计读取装置中,例如包括用于容纳冲孔样品以供测试的冲孔机和容器 / 样品架。冲孔装置还可提供用于刮擦样品的边缘从而呈现干净的边缘以供读取磷光体的刮刀或类似物。

[0082] 磷光体层在该卡内的厚度优选对冲孔样品足以包含至少约 0.1mg 的磷光体,优选从 0.1 至 10mg 并且优选从约 1 至 5mg。

[0083] 磷光体可被包含在具有足以允许对多个样品冲孔的尺寸的单层卡内,或替换地磷光体可在该卡的多个特定区域中存在。这些区域中的卡和磷光体特性可以是类似的或不同的。例如,类似区域将允许随时间取得多个样品以供比较,或使该卡将邻近磷光体的不同衰减或能量补偿材料结合在每个区域中,这可允许更好地标识卡的携带者已经暴露其中的辐射的类型。

[0084] 本发明的再一实施例涉及自指示人体剂量测定设备,该设备结合磷光体卡、检测器和指示该设备已经暴露的辐射暴露水平的显示器。

[0085] 在图 7 中示出一种形式的该设备,其示出结合到大致为信用卡的高度和宽度且约为其厚度的两倍或三倍的通用矩形卡形状、处于危险位置的一般人群中的人身上携带的(例如钱包中)、或作为诸如 Hazmat 团队成员之类的第一响应人员的备份设备的剂量测定设备。

[0086] 该设备包括如先前描述的磷光体、用于读取磷光体检测到的辐射暴露的监测和测量装置、以及暴露水平的简单电子显示器,该电子显示器可以是指示危险水平的绿色、橙色和红色的 LED 灯。通过一次操作两个 LED,显示器能够指示五个暴露水平:绿色、绿色和橙色、橙色、橙色和红色、以及红色。

[0087] 该设备包括电源,诸如可替换电池或内置电池。

[0088] 可使用印刷电路板 (PCB) 或表面安装部件的电路板结构、PCB 和表面安装结构的混合、或包括固态设备和磷光体的混合基板来形成该卡。

[0089] 该卡可将写入材料结合在其表面上,其中指令关于对这些水平中的每一个的适当响应。

[0090] 再次,该设备旨在用作粗略暴露指示而非精细测量,并且因此只需要灵敏度约为 10-100mGy (更优选地 10-50mGy) 的分辨率、较简单的读出装置,诸如用于光激发磷光体的脉冲 LED。

[0091] 在电池失灵或故障的情况下,该卡的磷光体元件可能被移除以供在参考图 2 至 5 所述的卡监测单元之一中读取。

[0092] 由此,本发明的各种形式可提供基于公共技术平台的一套不同的剂量测定卡和读取器,以使该卡可由变化灵敏度和成本的多个不同设备读取,这些不同的设备从自指示设

备以及大量辐射暴露情况下相对较便宜的第一响应者和首次通过筛选读取器、到供用于分配药物治疗的后续分流的更灵敏读取器。

[0093] 检测和监测药物治疗中的辐射用量

[0094] 本发明的再一形式涉及剂量测定的医疗应用、涉及医疗和牙齿成像,并且在优选形式中涉及将本发明应用于癌症治疗等放射治疗中的用量检测和调节。

[0095] 用于祛病 (curative) 治疗或姑息 (palliative) 治疗的一种形式的癌症治疗是放射治疗,其中来自线性加速器的电离辐射束 (诸如光子束) 被定向到癌症的特定部位以消灭癌细胞。光束可经由在肿瘤部位放置辐射源 (近距离治疗) 从患者身体外部 (外部光束的放射治疗) 或内部定向。

[0096] 为了减少副作用和对皮肤和相邻健康组织的损坏、并且增加患者耐受治疗的全部作用的能力,总辐射用量通常在单个放射治疗期间和在数天或数周的多个期间两者被分成随时间发放的较小剂量。

[0097] 在放射治疗中,总辐射用量、该用量分解成的各个剂量、以及将辐射光束定位在癌症的部位的精度对成功治疗和减少来自治疗的副作用是重要的。

[0098] 本发明的一方面旨在提供辅助患者实现更好的临床结果的装置和方法。

[0099] 在本发明的一个实施例中,在图 8 中示出该实施例的示例,设置了用于检测施加到放射治疗中的患者的辐射的辐射检测探针。探针包括探针的一部分处的辐射检测磷光体元件,以及带有引导线或用于将磷光体元件引导到期望位置 (例如,邻近要治疗的肿瘤) 的其他装置的具有空腔的探针主体。

[0100] 探针还包括一个或多个光传输元件 (例如,光纤),这些光传输元件允许通过将诸如适当波长的 LED 或激光源之类的磷光体光激发源定向到磷光体上、并且将磷光体发射的光定向到位于患者身体外部的读取设备来远程读出磷光体。

[0101] 磷光体元件位于探针的远端,并且优选地包括在读取时不擦除的类型的磷光体,大多数优选包括三价 3+ 稀土元素的磷光体,如以上以及在 W02006/063409 和 PCT/AU08/001566 中描述的。

[0102] 多个磷光体元件可例如在 1-2cm 长度的探针上方以间隔开的阵列设置。磷光体元件各自可设置有单独的光纤和读出机构,并且由此能够提供关于探针附近治疗光束的辐射强度概况的总值和分配的信息,或可共享公共读出并适于提供辐射的总值。

[0103] 在一个实施例中,磷光体元件各自可包括附着到相应光纤一端的磷光体材料的微粒。

[0104] 探针主体是细长的且是柔性的,并且可包括用于将探针引导到期望位置的引导机构,例如具有本身已知的且在手术探针和远程手术方面公知的类型的引导线机构的空腔导管。

[0105] 探针可适于经由身体通孔 (例如,口腔、鼻腔或直肠) 插入身体,或者可适于经由血管系统经皮插入和进入或直接通过患者的组织定向到部位。

[0106] 在探针的另一端 (即,远端) 是光连接和任选的其他连接,以供将探针连接到如图 8 所示的检测和读出单元。优选地,探针和检测单元之间的连接位于包围患者的无菌区外部,从而只有探针需要是无菌的。

[0107] 该单元结合用于询问和读出磷光体元件检测到的辐射暴露水平的检测单元,从而

结合例如以上和在 WO 2006/063409 和 PCT/AU08/001566 中描述的读出技术,不同之处在于代替蓝色 LED 或激光源被定向到该设备内的磷光体卡上,蓝色 LED 或激光源沿探针向下经由光纤定向到磷光体,该磷光体变成光激发并且发射光,如以上所讨论的。

[0108] 磷光体发射的光沿探针中的光纤往回传播到检测单元,其中检测并分析发射光谱以确定在探针位置接收到的辐射用量。

[0109] 单独的光纤可用于光激发源并将磷光体发射回该单元,或替换地单个光纤可共享使用集成在检测单元中或插在该单元和探针之间的分束器。

[0110] 在操作中,探针可在开始放射治疗期间之前被定位在患者体内或患者身上,以使探针的磷光体元件位于期望位置(通常紧邻要放射的肿瘤),从而可确定肿瘤接收到的用量。替换地,探针可被定位在邻近肿瘤的健康组织附近,以读取正在由健康组织接收什么用量。

[0111] 对检测到的辐射用量的读取随后可用于检测 and 显示或者检测和控制用于设置对后续辐射剂量的用量的模式。

[0112] 如果使用检测和显示模式,则检测单元可被设置成向临床医生显示检测到的辐射用量、以及诸如累积用量和与排定的辐射用量疗法的比较之类的其他相关信息。当检测到的用量在特定的预定义参数之外时,该单元还可被设置成显示或发出报警信号。临床医生随后可基于所显示的信息和他/她的判断来调节对后续剂量的用量。

[0113] 如果使用检测和控制模式,则从该单元检测到的用量信息被传送回放射治疗设备,以供与预编程的用量疗法进行比较、并且在有必要时调节机器所生成的辐射用量用于未来剂量。

[0114] 在再一实施例中,探针可包括例如通过粘合剂附着到患者皮肤的磷光体补丁,该磷光体补丁包括至少一个磷光体元件和回到检测单元的光纤连接。这些磷光体补丁可找到如上所述的、例如在检测放射治疗期间的入射辐射暴露中的应用,或用于检测辐射暴露医疗成像的应用。在后面的应用中,可在成像范围的外部区域中的一个或多个位置施加各个粒补丁,以提供对辐射剂量的测量而无需遮蔽用于成像的目标区域。

[0115] 补丁可包括诸如粒之类的多个磷光体区,每个磷光体区经由专用光纤链接回该单元,以供监测较大皮肤区域上的辐射暴露。替换地,可使用多个分立的补丁。

[0116] 磷光体补丁一般可基于先前描述的柔性条磷光体补丁结构,并且可结合条形码或其他标记,如上所述。另外,补丁可包括用于辅助对患者和机器的相关定位以确保治疗的精度的位置标记。

[0117] 在再一形式中,可设置较大区域磷光体补丁,其(例如包括用于磷光体和粘合剂的柔性片式基板)适于附着到患者的皮肤,并且在用于由远程定位的读出设备询问和读出的放射治疗之后是可移除的。这种设备可以具有一般与本文中所描述的其他读取设备类似的结构和操作,或在一种形式中可包括结合到覆板中的设备,该覆板放置在补丁上用于屏蔽环境光。

[0118] 磷光体可结合在补丁中,作为连续层、或作为离散粒的阵列等。

[0119] 类似的安装有覆板的设备还可用于读取本专利说明书中所描述的任何其他剂量计卡,任选地使用用于维持卡和读取器对准的定位符标记或卡上的构成物。

[0120] 替换地,可就地读取补丁。再次,补丁可包括诸如用于辅助临床医生的条形码和定

位标记之类的标记。

[0121] 为了就地读取补丁,读取器可用经由电缆附着到读取器的主体的便携式扫描头来构造,例如一般与便携式条形码扫描仪类似的配置。

[0122] 在就地读取器装置的一个实施例中,补丁扫描头可包括操作员放置在补丁上的覆板,并且包括环形部分。环形部分的直径优选大于或基本上等于补丁的直径,以使覆板装在补丁上,并且基本上拒绝光进入覆板。

[0123] 扫描头还可包括定位装置,该定位装置与补丁上的标记协作以辅助操作员正确的对准并定位扫描头。例如,补丁可包括其周边周围的标记,该标记由覆板中的传感器检测,其中扫描头具有例如通过 LED 从红色变到绿色来指示什么时候该头位于正确位置的 LED 或类似物。

[0124] 替换地,扫描头可包括用于精细地调节镜片的微机镜像系统或其他调节机构,从而可读取磷光体,不管扫描头相对于补丁有无最小未对准。

[0125] 在一个实施例中,磷光体补丁可包括适于附着到辐射源和肿瘤部位之间的患者皮肤的磷光体片,由此提供辐射已在何处进入患者身体的用量“地图”。这与常规医疗成像不同,其中图像具有已经通过身体的辐射。

[0126] 在一个实施例中,对磷光体补丁的读取可以具有相对较低的分辨率,从而允许采用较便宜的检测技术,诸如作为读取器的对磷光体补丁的均匀分布刺激源和电荷耦合器件 (CCD) 相机。在一些实施例中,所使用的 CCD 相机可以具有相对较低的分辨率,例如与 0.5 兆像素分辨率一样低。

[0127] 随后可处理检测器接收到的信息以设置用量地图,其中以图形形式描绘入射辐射的分配和 / 或用量,例如作为其中用不同颜色描绘不同范围的辐射用量、或其中对颜色强度分级以表示检测到的用量的地带。在图 9 示出这种显示器的示意性示例,其示出其中着色较深的地带表示较高辐射暴露的地带的矩形补丁。最深地带表示窄的治疗辐射地带,而较浅地带表示入射辐射暴露的区域。

[0128] 替换地,在磷光体片包含多个离散的磷光体粒区的地方,读出“地图”可被形成为点读数的阵列。

[0129] 结合剂量测定磷光体元件的职业装

[0130] 本发明的再一形式涉及处于辐射暴露危险的人的职业装,例如发给军人或应急服务人员或其他“第一响应者”的制服、或处于暴露危险的医院或其他保健人员,并且涉及通过结合发给他们的衣服中的磷光体元件来监测这些人的辐射暴露的方法。

[0131] 在一个实施例中,诸如先前描述的磷光体材料被结合到人员的制服中,例如作为在制服的织物内所定义位置的磷光体元件。磷光体元件例如可包括悬浮在聚合物材料中的、或以其他方式结合在其中的、且形成为细丝以包括在制服特定位置处的织物中的磷光体。例如,包含磷光体的细丝可被织到织物中、或沿制服的缝或条穿出,以允许移除和测试以下涉嫌辐射暴露、或用于医院常规例行测试。

[0132] 悬浮有磷光体的聚合物材料应当是用于读取磷光体的光源下的非荧光或低荧光。

[0133] 在一个实施例中,细丝可包括包含磷光体珠的、例如尼龙材料的中空管,这些磷光体珠包括悬浮在光度材料(例如,光度环氧化物)中的或封装在其中的磷光体材料。在涉嫌辐射事件之后、或周期性地,可切割中空细丝,并且可移除磷光体珠以供读取。

[0134] 制服包括磷光体材料的位置可对应于对辐射暴露最敏感的身体的区域（例如，肺或肾），并且细丝可用颜色编码或以其他方式标记来标识身体与它们相关的区域，从而可确定佩戴者的辐射暴露的模式和严重性。

[0135] 作为将磷光体包括在细丝中的替代，类似于先前描述的磷光体的微粒或珠可在预定位置结合到制服中。

[0136] 在一个实施例中，在希望检测对高能量的暴露、高剂量辐射暴露（例如，如特定军人可能遭遇的）的地方，制服中的磷光体元件还可包括与辐射交互的邻近材料以增加检测，诸如用于调节 $d_{\max}$ （最大孔径）的载入钡的聚合物或其他合适的材料。可结合该 $d_{\max}$ 改性剂材料，例如作为包围磷光体细丝的护套、或微粒上的层，该 $d_{\max}$ 改性剂材料在读取磷光体之前移除。

[0137] 在本发明的替换形式中，磷光体材料可结合在基板中，并且封装在适于可直接植入军人或其他处于危险的人的皮肤下（但未植入身体组织内很深而非肌肉组织）的生物相容光度材料中。通常植入可能在容易定位且对人刺激最少的身体区域中，更具体地最少感受到机械震动或压迫的身体区域，例如肘上方的胳膊内侧。

[0138] 在一种形式中，植入物可适于以有规律的间隔或在涉嫌辐射暴露入射之后移除，从而读取人已经暴露的辐射。

[0139] 在替换形式中，植入物对包含光纤的读取器探针是可接触的，例如一般与以上描述的、与药物治疗剂量测定相关的探针相类似。植入读取器探针可以是空腔导管的形式，该空腔导管在近端具有刺破皮肤以物理接触植入的剂量计的中空针。来自读取器的光纤包含在中空针内，并且可与植入物接触以进行读取。任选地，导管是清洗光纤一端和植入物之间的接触表面的冲洗导管。

[0140] 针形探针还可能具有组织深度计，并且这些数据可用于计算植入物上的组织层所引起的能量积累（build-up）。

[0141] 在本说明书中，词“包括”应当被理解成其“开放”的意思，即“包含”的意思，并且由此不限于其“封闭”的意思，即“只含有”的意思。相应的含义应当归因于其出现的相应词“包括”、“被包括”和“包含”。

[0142] 尽管已经描述了本发明的特定实施例，但对本领域技术人员而言应当显而易见的是，本发明可体现在其他具体形式中而不背离其本质特性。因此，本实施例和示例将被认为是说明性的而非限制性的，并且因此在等同物的含义和范围内的所有改变旨在包含于此。还应当理解，在本文中对已知现有技术的任何引用不构成承认这些现有技术是与本发明相关的本领域中的技术人员众所周知的。

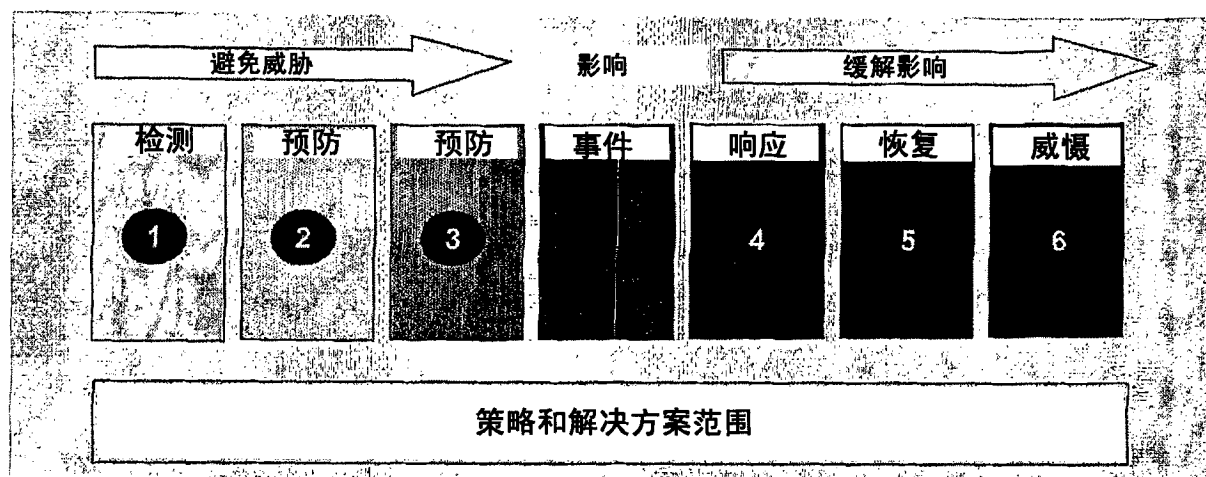


图 1

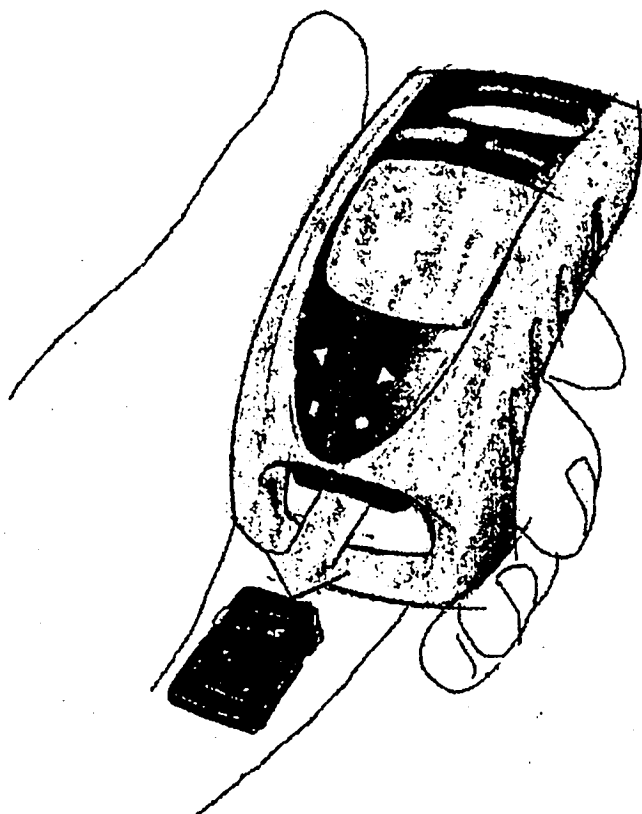


图 2

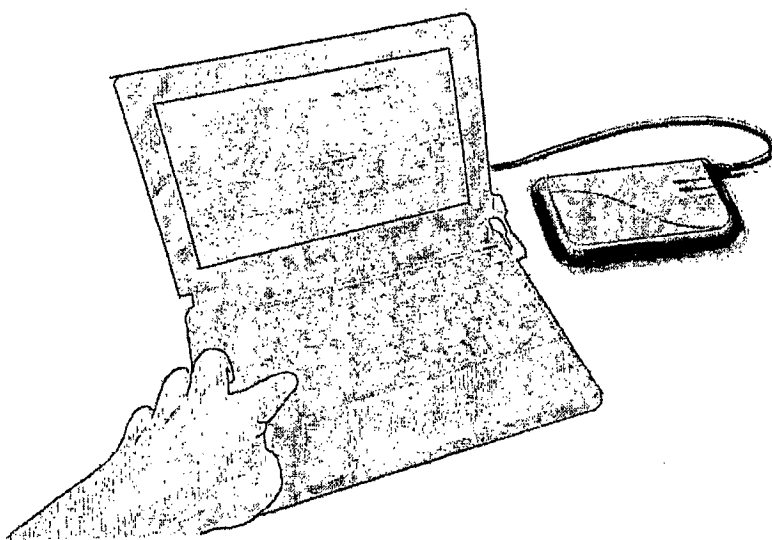


图 3

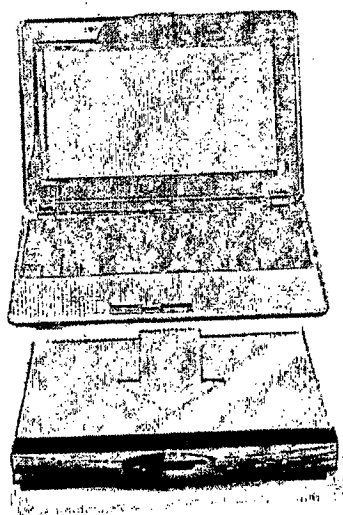


图 4

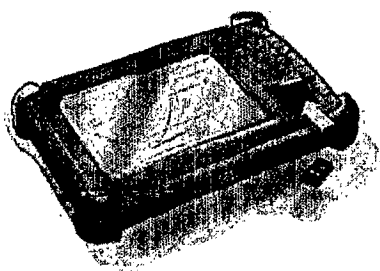


图 5

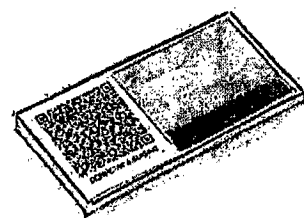


图 6

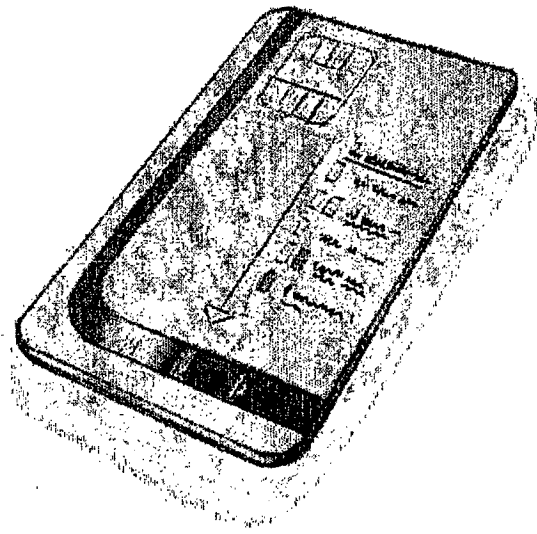


图 7

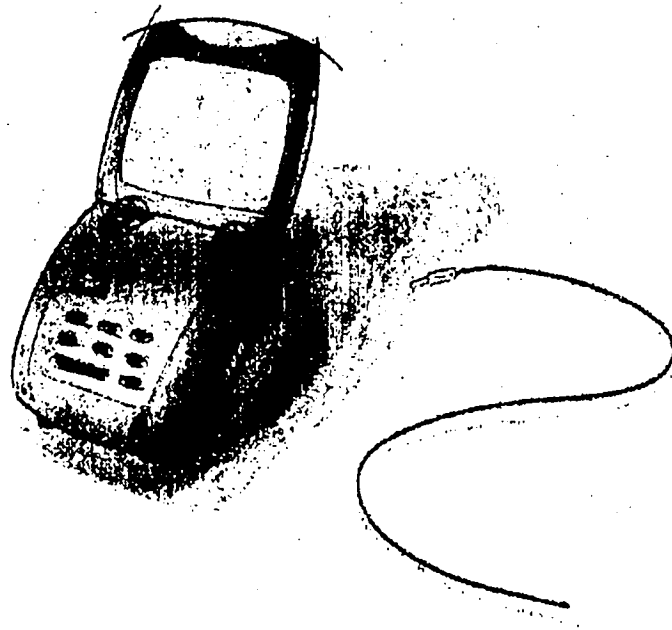


图 8

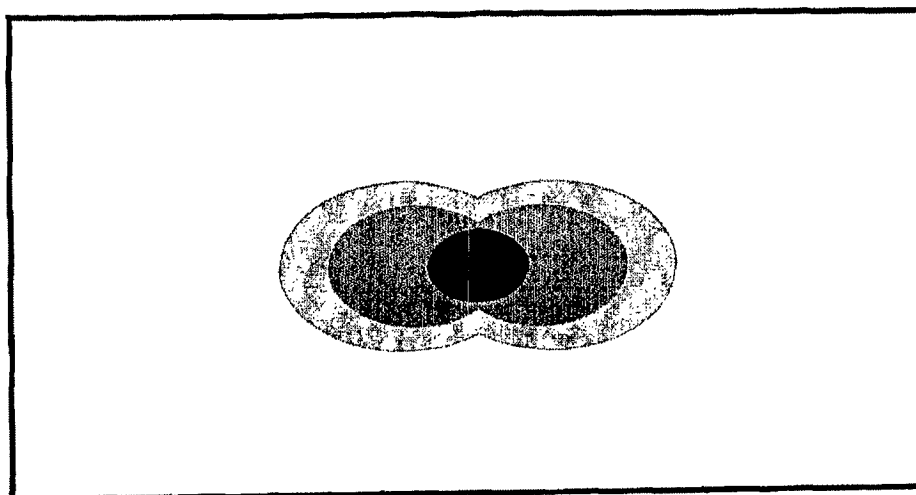


图 9