



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117136424 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 28

(21) 申请号 202280028172.2

(22) 申请日 2022.02.25

(30) 优先权数据

63/154,241 2021.02.26 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/017864 2022.02.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/182964 EN 2022.09.01

(71) 申请人 利奥癌症治疗公司

地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 马克·施特兰格曼 斯蒂芬·托

理查德·黑利

亚历山德拉·阿德里奇-布伦宁

(74) 专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理  
有限公司 51258

专利代理师 许洪洁

(51) Int.Cl.

H01J 35/16 (2006.01)

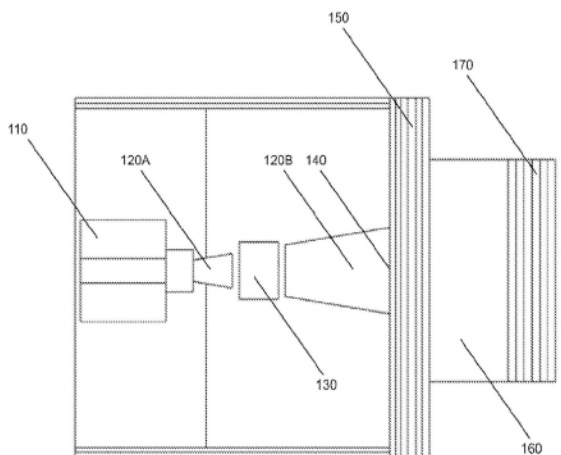
权利要求书3页 说明书28页 附图12页

(54) 发明名称

辐射防护

(57) 摘要

本文提供了涉及控制辐射和保护生物体免受辐射照射的技术,以及特别地,但非排他性地涉及用于将医学成像及治疗所使用的杂散辐射对人类的照射降到最低和/或消除的设备、方法和系统的技术。



1. 一种辐射捕捉器,包括:  
腔室;  
第一屏障,所述第一屏障包括将高能辐射传输并将低能辐射吸收和/或散射的窗口;以及  
第二屏障。
2. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述第二屏障和第一屏障平行或基本上平行,并且定位在所述腔室的相对侧上。
3. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述第一屏障距离辐射源比所述第二屏障更近。
4. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,进一步包括侧壁。
5. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述腔室包含将所述腔室内的辐射吸收和/或散射的材料。
6. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述腔室包含Z小于所述第二屏障和/或第一屏障的Z的材料。
7. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述第二屏障和/或所述第一屏障包含高密度材料。
8. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述第二屏障和/或所述第一屏障包含铅。
9. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述窗口包含铜或铝。
10. 根据权利要求4所述的辐射捕捉器,其中,所述侧壁包含高密度材料。
11. 根据权利要求4所述的辐射捕捉器,其中,所述侧壁包含铅。
12. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述第一屏障大约30cm厚或大约20cm厚。
13. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述第二屏障大约36cm厚。
14. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述第二屏障距离所述第一屏障大约60cm。
15. 根据权利要求2所述的辐射捕捉器,其中,所述窗口大约1-50mm厚。
16. 根据权利要求1所述的辐射捕捉器,其中,所述腔室包含布置为多个分层的层的材料,所述分层的层布置为与所述窗口和/或所述第二屏障基本上平行。
17. 根据权利要求16所述的辐射捕捉器,其中,所述分层的层布置为具有随从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z。
18. 一种系统,包括:  
辐射捕捉器,所述辐射捕捉器包括:腔室;第一屏障,所述第一屏障包括将高能辐射传输并将低能辐射吸收和/或散射的窗口;以及第二屏障;以及  
静态光子源。
19. 根据权利要求18所述的系统,进一步包括患者定位系统。
20. 根据权利要求18所述的系统,进一步包括移动平台。
21. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述系统设置于移动平台上。
22. 根据权利要求20所述的系统,其中,所述移动平台是大巴、面包车、拖车或卡车。
23. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述静态光子源包括在所述静态光子源的直线加速器(直线加速器)与所述静态光子源的靶标之间的窄直径波导。

24. 根据权利要求23所述的系统,其中,所述静态光子源包括围绕所述靶标的屏蔽。
25. 根据权利要求19所述的系统,其中,所述患者定位系统配置为将患者旋转。
26. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述静态光子源产生4至25MeV或40至150kV的射束。
27. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述系统是移动无掩体系统。
28. 根据权利要求18所述的系统,进一步包括诊疗室,所述诊疗室包括所述静态光子源。
29. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述第二屏障和第一屏障平行或基本上平行,并且定位在所述腔室的相对侧上。
30. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述第一屏障距离辐射源比所述第二屏障更近。
31. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述辐射捕捉器进一步包括侧壁。
32. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述腔室包含将所述腔室内的辐射吸收和/或散射的材料。
33. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述腔室包含Z小于所述第二屏障和/或第一屏障的Z的材料。
34. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述第二屏障和/或所述第一屏障包含高密度材料。
35. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述第二屏障和/或所述第一屏障包含铅。
36. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述窗口包含铜或铝。
37. 根据权利要求31所述的系统,其中,所述侧壁包含高密度材料。
38. 根据权利要求31所述的系统,其中,所述侧壁包含铅。
39. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述第一屏障大约30cm厚或大约20cm厚。
40. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述第二屏障大约36cm厚。
41. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述第二屏障距离所述第一屏障大约60cm。
42. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述窗口大约1-50mm厚。
43. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述腔室包含布置为多个分层的层的材料,所述分层的层布置为与所述窗口和/或所述第二屏障基本上平行。
44. 根据权利要求43所述的系统,其中,所述分层的层布置为具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z。
45. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述系统为治疗系统或成像系统。
46. 根据权利要求18所述的系统,进一步包括辐射射束。
47. 根据权利要求18所述的系统,进一步包括光子射束。
48. 一种用辐射对患者进行治疗的方法,所述方法包括:  
提供辐射捕捉器,所述辐射捕捉器包括:腔室;第一屏障,所述第一屏障包括将高能辐射传输并将低能辐射吸收和/或散射的窗口;以及  
第二屏障;以及  
使患者暴露于辐射。
49. 根据权利要求48所述的方法,进一步包括将所述患者旋转。

50. 根据权利要求48所述的方法,进一步包括在使所述患者暴露于辐射时将所述患者旋转。

51. 根据权利要求48所述的方法,进一步包括提供患者定位系统。

52. 根据权利要求48所述的方法,进一步包括提供在静态光子源的直线加速器(直线加速器)与所述静态光子源的靶标之间的窄直径波导。

53. 根据权利要求52所述的方法,进一步包括提供围绕所述静态光子源的靶标的屏蔽。

54. 根据权利要求48所述的方法,其中,所述腔室包含将所述腔室内的辐射吸收和/或散射的材料。

55. 根据权利要求48所述的方法,其中,所述腔室包含Z小于所述第二屏障和/或第一屏障的Z的材料。

56. 根据权利要求48所述的方法,其中,所述窗口包含铜或铝。

57. 根据权利要求48所述的方法,其中,所述腔室包含布置为多个分层的层的材料,所述分层的层布置为与所述窗口和/或所述第二屏障基本上平行。

58. 根据权利要求57所述的方法,其中,所述分层的层布置为具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z。

## 辐射防护

[0001] 本申请要求2021年2月26日提交的、序列号为63/154241的美国临时专利申请的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0002] 本文提供了涉及控制辐射和保护生物体免受辐射照射的技术,以及特别地,但非排他性地涉及用于将医学成像及治疗所使用的杂散辐射对人类的照射降到最低和/或消除的设备、方法和系统的技术。

### 背景技术

[0003] 使用辐射的医学成像和医学疗法为疾病的诊断和治疗做出了巨大贡献。虽然基于辐射的技术有利于许多疾病的患者的诊断和治疗,但这些技术也会产生杂散辐射,使患者和非患者非必要地暴露于辐射。因此,需要有技术来减少人类受到的由辐射成像系统或放射疗法治疗系统产生的杂散辐射的照射。

### 发明内容

[0004] 因此,本文提供了涉及控制辐射和保护生物基体免受辐射照射的,以及特别地,但非排他性地涉及用于将医学成像或治疗所使用到的杂散辐射对人类的照射降到最低和/或消除的设备、方法和系统的技术。特别地,该技术与将来自于对患者进行成像或治疗而造成的杂散辐射对非患者的照射降到最低和/或消除有关,和/或与将由泄漏和/或后向散射所引起的杂散辐射对患者的照射降到最低有关。

[0005] 使用辐射来诊断和治疗患者会产生杂散辐射,该杂散辐射可能使非患者暴露于辐射并且使患者暴露于非用途的并且非必要的辐射照射。杂散辐射包括泄漏辐射、残余辐射和来自已辐照物体的散射辐射。这些杂散辐射源可能使非患者在该非患者出现在患者正在使用辐射进行诊断(例如成像)和/或治疗的房间中时暴露于辐射。参见例如,Siddiqui (2014) “Radiation exposure among medical professionals working in the Intensive Care Unit” *Indian J Crit Care Med* 18:591,其通过引用并入本文。在患者正在使用辐射进行诊断(例如成像)和/或治疗的房间外的非患者也可能暴露于从诊疗室散射到诊疗室外空间的杂散辐射或由于屏蔽不够而从诊疗室逃逸到诊疗室外空间的杂散辐射。因此,非患者的一些类型包括医务工作人员、医生和出现在房间中来执行对患者的诊断(例如成像)或治疗的技术员,以及其他出现在医院、诊所或其他治疗场所内、不参与患者的诊断和/或治疗的医务或非医务人员。由于来自源和/或来自成像和/或治疗射束的后向散射的泄漏,将患者暴露于不必要的杂散辐射。参见例如,Taddei (2008) “Reducing stray radiation dose to patients receiving passively scattered proton radiotherapy for prostate cancer” *Phys Med Biol* 53:2131,其通过引用并入本文。因此,为了患者的诊断(例如成像)和治疗而增加使用辐射会引起患者和非患者受到辐射照射的风险增加。

[0006] 放射成像(例如X射线成像、计算机断层成像)和放射疗法(例如外部射束放射疗法

(例如X射线疗法、电子疗法))都被广泛地并越来越多地使用,以及呈现出对患者和非患者造成杂散辐射的危险。参见例如,Brenner和Hall(2007)“Computed Tomography-An Increasing Source of Radiation Exposure”New England Journal of Medicine 357: 2277;和“Healthcare resource statistics-technical resources and medical terminology”,Statistics Explained,Eurostat(European Union)publication dated September 24,2020,它们中的每一个都通过引用并入本文。例如,一项2010年的研究估计,在美国每年进行的CT扫描超过7000万次。参见例如,Brenner(2010)“Slowing the increase in the population dose resulting from CT scans”Radiat Res 174:809,其通过引用并入本文。关于放射疗法,数项估计表明所有癌症病例中大约一半应当在疗程期间接受某种形式的放射疗法来提供最优的结果。(参见例如,Delaney(2005)“The role of radiotherapy in cancer treatment”Cancer 104:1129;和Borrás(2015)“The optimal utilization proportion of external beam radiotherapy in European countries:An ESTRO-HERO analysis”Radiotherapy and Oncology 116:38,它们中的每一个通过引用并入本文)。

[0007] 尽管放射疗法的使用不像放射成像一样广泛,但放射疗法所用的辐射剂量比成像所用的辐射剂量大大约1000倍。例如,一次CT扫描的一般剂量为大约2-20mSv,而一次癌症治疗的一般剂量为大约50,000至100,000mSv。(参见例如,Wall和Hart(1997)“Revised radiation doses for typical x-ray examinations”The British Journal of Radiology 70:437;Jones(2012)“Radiation Dose From Medical Imaging:APrimer for Emergency Physicians”Western Journal of Emergency Medicine:Integrating Emergency Care with Population Health,13:202;和Thariat等人(2013)“Past, present,and future of radiotherapy for the benefit of patients”Nature Reviews Clinical Oncology 10:52-60,它们中的每一个通过引用并入本文)。

[0008] 将杂散辐射照射降到最低的传统技术通常使用一般大的、永久的或半永久的结构,其包括大量高密度的、沉重的材料以将结构外的辐射照射降到最低。这些“掩体”结构是用包括大量高密度屏蔽材料的厚壁建成和/或以使掩体壁外的非患者与源保持安全距离的尺寸建成。例如,光子源的屏蔽通常使用0.5m至5m厚或更厚的混凝土壁、天花板和地板来围出典型的大办公室大小的空间。然而这些解决方案增加了材料和建设花费,而并不能充分解决诊疗室内的患者和非患者受到泄漏辐射和/或来自屏蔽壁的散射辐射的照射。虽然增加掩体尺寸大小和增加掩体壁厚度可以减少散射辐射对诊疗室内的患者和非患者的照射并且减少杂散辐射对诊疗室外的非患者的照射,但增加掩体尺寸和壁厚度进一步增加了材料花费、建设花费和掩体的占用空间,其使得结构不切实际地大和昂贵。因此,传统的屏蔽方案(例如屏蔽掩体)一般沉重、巨大且不可移动或者难于移动,并且因此不适合用于屏蔽移动平台上的辐射源。

[0009] 因此,本申请提供了一种降低由辐射源所产生的杂散辐射(例如泄漏、后向散射和/或散射到诊疗室外空间或逃逸到诊疗室外空间中的辐射)的辐射减缓和/或控制技术。

[0010] 首先,在一些实施方式中,该技术提供了一种包括靶标屏蔽的静态(例如光子(例如X射线))源的设计。在一些实施方式中,该技术提供了一种包括在直线加速器电子源端部和靶标之间的窄直径波导(“鼻(snout)”)的静态(例如光子(例如X射线))源。所述窄直径波

导具有的直径小于直线加速器的直径并且允许在靶标周围设置屏蔽,从而将来自头部的泄漏降到最低。也就是说,窄直径波导为同时包围(例如靠近窄直径波导远端的)靶标和与靶标接触的加速电子射束结尾部分的窄圆柱体。

[0011] 其次,在一些实施方式中,本文中描述的技术提供了一种辐射“捕捉器(捕陷阱)”,所述辐射捕捉器(trap)将由静态辐射源所产生的杂散辐射和由静态源所产生的辐射的散射降到最低和/或消除。本文中描述的辐射“捕捉器”因此使对例如通过包围辐射源和诊疗室的掩体来提供的传统屏蔽的需求减少、降到最低和/或消除。在一些实施方式中,该技术提供了一种将杂散辐射降到最低的系統,该系统包括窄直径波导和靶标屏蔽以将泄漏降到最低,并且包括辐射捕捉器以将散射和/或后向散射降到最低。

[0012] 在一些实施方式中,辐射捕捉器具有小的尺寸(例如占用空间小)。例如,本文中提供的用于光子(例如X射线)源的示例性辐射捕捉器的尺寸(例如长度、宽度和/或高度)为数米级别(例如大约1至5m(例如大约1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4.0、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9或5.0m)的长度、宽度和/或高度)。

[0013] 在一些实施方式中,窄直径波导允许靶标周围的屏蔽,而辐射捕捉器尺寸小,二者的结合将对传统掩体屏蔽的需求减少、降到最低和/或消除,从而提供了一种适用于移动辐射源例如移动放射疗法和/或移动放射成像系统的改进技术。特别地,在一些实施方式中,该技术提供了包括辐射源及如本文所描述的设置于移动平台上的辐射捕捉器的系統。在一些实施方式中,该技术提供的系統包括:1)辐射源,其包括在直线加速器(直线加速器)与靶标之间的窄直径波导和如本文所描述的靶标屏蔽;和2)如本文所描述的设置于移动平台上的辐射捕捉器。包括窄直径波导和靶标屏蔽和/或辐射捕捉器技术的系統(例如移动系統)相比传统系統包括材料更少,质量和重量更低,并且因此比传统技术更轻、比传统技术花费更少,并且比传统系統更适合于移动辐射源。

[0014] 总体而言,本文所描述的技术使用窄直径波导和靶标周围的屏蔽和/或辐射捕捉器技术为诊疗室内外的患者和非患者提供了杂散辐射防护,所述辐射捕捉器技术也允许降低传统掩体屏蔽壁的厚度和/或降低容纳辐射源、患者和/或医务人员的诊疗室的尺寸。因此,在一些实施方式中,该技术涉及系統,这些系統将改进的靶标屏蔽与小尺寸辐射捕捉器结合以减小源周围的掩体屏蔽和诊疗室的尺寸和重量,以提供例如包括(例如包括窄直径波导和靶标屏蔽的)辐射源和辐射捕捉器的移动放射疗法系統和/或移动放射成像系統。

[0015] 如本文描述的那样,当前技术将诊疗室外的剂量降到最低和将诊疗室内杂散(例如泄漏、散射和/或后向散射)辐射对非患者和/或患者的照射降到最低。例如,在一些实施方式中,本文中提供的技术涉及一种用于辐射源的技术,该技术将(例如由于泄漏和/或后向散射引起的)杂散辐射对患者和/或其他人(例如非患者)的照射降到最低和/或消除。因此,在一些实施方式中,该技术为光子源(例如波长范围宽广的电磁辐射(例如具有大约1pm至大约1nm范围内波长的X射线和 $\gamma$ 射线))提供。在一些实施方式中,该技术提供用于成像的对杂散辐射(例如光子辐射)的防护。在一些实施方式中,该技术提供用于治疗的杂散辐射(例如光子辐射)的防护。

[0016] 在一些实施方式中,该技术提供一种静态光子源,所述静态光子源包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及围绕该靶标的屏蔽(例如,以将头部泄漏降到最

低和/或消除)。

[0017] 在示例性实施方式中,本文中提供的技术涉及一种用于光子源(例如静态光子源(例如X射线源),所述静态光子源包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽)的技术。

[0018] 在一些实施方式中,本文中所提供的技术涉及一种用于光子源(例如静态光子源(例如X射线源),所述静态光子源包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽)的辐射“捕捉器”,所述光子源具有通常用于以光子射束治疗患者的能量范围内的能量,例如大约4至25MeV(例如大约4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5或25.0MeV)。

[0019] 在一些实施方式中,光子源(例如包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽的静态光子源)产生X射线。在一些实施方式中,该技术涉及用于X射线源(例如包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽的静态X射线源)的辐射捕捉器技术,所述X射线源具有通常用于以X射线射束治疗患者的能量范围内的能量(例如大约6MV(例如大约1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4.0、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9、5.0、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、6.0、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7.0、7.1、7.2、7.3、7.4、7.5、7.6、7.7、7.8、7.9、8.0、8.1、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6、8.7、8.8、8.9、9.0、9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6、9.7、9.8、9.9或10.0MV))。

[0020] 在示例性实施方式中,本文中所提供的技术涉及一种用于成像的光子(例如X射线)源(例如包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽的静态光子(例如X射线)源的辐射捕捉器技术。在一些实施方式中,本文中所提供的技术涉及一种用于光子(例如X射线)源(例如包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽的静态光子(例如X射线)源的辐射“捕捉器”技术,所述光子源具有通常用于以光子(例如X射线)束对患者进行成像的能量范围内的能量,例如大约40至150kV(例如大约40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149或150kV)。

[0021] 另外,传统治疗装置包括围绕受试者转动的X射线源,因此这些传统治疗装置需要360度围绕受试者提供屏蔽。因此,传统屏蔽系统巨大且需要海量屏蔽材料来提供360度屏蔽。结果,由于转动放射疗法源的巨大尺寸和360度屏蔽的尺寸和质量,之前试图提供包括集成屏蔽的足够移动的放射疗法系统(例如在公交汽车、面包车、拖车、卡车等上)的努力都失败了。另外,一些安装在车辆(例如公交汽车、面包车、拖车、卡车等)上的传统移动放射疗法系统需要建造封闭的屏蔽结构(例如包括数层堆叠的混凝土块)来将系统就地包围,因此

并不是完全移动的,也不包括足够的集成到系统中的屏蔽。

[0022] 相反,当前技术的实施方式提供了一种用于静态辐射源例如用于对旋转的患者进行成像或者治疗的静态源的辐射捕捉器技术。在一些实施方式中,静态光子(例如X射线)源包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽以将头部泄漏降到最低。本申请中提供的辐射捕捉器技术更小(例如具有更小的体积和/或具有一个、两个或三个更小的尺寸)且比传统屏蔽体(例如360度屏蔽体和/或基本上和/或大体上为360度屏蔽体的屏蔽体)包括更少的材料(例如具有更小的质量),因为比其中源围绕患者旋转的传统技术中所使用的源,静态源将更小的体积空间暴露于辐射(例如杂散辐射(例如泄漏和/或散射))。另外,在一些实施方式中,源包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导,该窄直径波导允许屏蔽设置围绕靶标以将从源的泄漏降到最低,此外还降低了将由于泄漏和散射而产生的杂散辐射降到最低所需要的材料的量。

[0023] 因此,在一些实施方式中,该技术提供了一种辐射屏蔽体,该辐射屏蔽体在与射束相对的患者另一侧的体积中(例如射束穿过患者并且可选地具有射束拓宽和/或散射后所传播到的地方)控制杂散辐射。参见例如图1。在一些实施方式中,辐射屏蔽技术以患者为中心覆盖的弧度小于360度、小于180度、小于90度、小于45度和/或小于30度。因此,在一些实施方式中,该技术提供了一种包括静态辐射源的系统、一种被配置为将患者旋转的患者定位系统,并且本文中提供了该技术的实施方式。

[0024] 另外,由于本文中所提供的辐射捕捉器技术相对于传统屏蔽系统尺寸更小,在一些实施方式中,比起传统屏蔽系统,本文中所描述的技术使用了更小的占用空间。例如,在一些实施方式中,本文中所描述的辐射捕捉器技术应用于办公室内或移动平台上,例如车辆诸如公交汽车、面包车、拖车、卡车等。在一些实施方式中,本文中所描述的技术作为成像和/或治疗系统的组件使用,所述成像和/或治疗系统比传统的成像和/或治疗系统更小。在一些实施方式中,本文中所描述的技术作为设置于移动平台例如车辆诸如公交汽车、面包车、拖车、卡车等上的成像和/或治疗系统的组件使用。例如,在一些实施方式中,该技术提供了一种设置于移动平台例如车辆诸如公交汽车、面包车、拖车、卡车等上的患者治疗系统(例如包括静态源与本文中所提供的辐射捕捉器技术,该静态源包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽)。在一些实施方式中,该技术提供了一种设置于移动平台例如车辆诸如公交汽车、面包车、拖车、卡车等上的患者成像系统(例如包括静态源与本文中所提供的辐射捕捉器技术,该静态源包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽)。

[0025] 另外,当前技术提供了一种比传统技术更稳健的用于将杂散辐射降到最低和/或消除的技术。例如,在一些实施方式中,当前技术提供了一种集成式患者成像和/或治疗系统,该系统包括静态辐射源(例如包括在直线加速器电子源与靶标之间的窄直径波导的静态源)与如本文中所描述的辐射捕捉器技术。因此,在安装之前可以检查整个系统在将杂散辐射降到最低并修补不足的屏蔽方面功能是否正常和安全。相反,传统系统比当前技术经受更多的故障模式,因为传统技术首先设计放射疗法系统,随后设计掩体来将放射疗法系统包围,即使对于最有经验的人来说这也是一项经常出问题的复杂的工程与建设事业。典型的传统工作流程是例如提供成像和/或治疗系统、设计掩体、建设掩体、将成像和/或治疗系统安装在掩体内、测量掩体提供的屏蔽和/或测量辐射从掩体的散射和/或逃逸并修正掩

体以将辐射从掩体的散射和/或逃逸降到最低。

[0026] 如本文中所述的那样,当前技术提供了一种“捕获”和/或“捕捉”主要射束的辐射捕捉器技术,例如通过将其能量耗散到安全或更不危险的形式。在一些实施方式中,辐射捕捉器技术包括被配置为将辐射捕捉,例如吸收、散射和/或以其他方式耗散的几何布置结构。在一些实施方式中,辐射捕捉器技术将散射的辐射引向屏蔽使其远离患者。另外,在一些实施方式中,辐射捕捉器技术包括屏蔽窗口,该屏蔽窗口传输高能量辐射(例如来自于主要射束)并吸收和/或散射低能量辐射。在一些实施方式中,屏蔽窗口于是起到“辐射二极管”的作用,其允许高能量辐射在一个方向通过并阻止例如由于后向散射从另一方向返回的低能量辐射通过。

[0027] 因此,本文中提供的是涉及辐射捕捉器的技术。在一些实施方式中,辐射捕捉器包括腔室;包括传输高能量辐射并吸收和/或散射低能量辐射的窗口的第一屏障;和第二屏障。在一些实施方式中,第二屏障与第一屏障平行或基本上平行,并且被定位在腔室的相对侧上,并且例如第一屏障比第二屏障离辐射源更近。在一些实施方式中,辐射捕捉器进一步包括侧壁。在一些实施方式中,腔室包含将腔室内的辐射吸收和/或散射的材料。在一些实施方式中,腔室包含Z小于第二和/或第一屏障的Z的材料。在一些实施方式中,第二屏障和/或第一屏障包含高密度材料。在一些实施方式中,第二屏障和/或第一屏障包含铅。在一些实施方式中,窗口包含铜或铝。在一些实施方式中,侧壁包含高密度材料。在一些实施方式中,侧壁包含铅。在一些实施方式中,第一屏障大约30cm厚或大约20cm厚(例如15-40cm厚(例如15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5或40.0cm厚))。在一些实施方式中,第二屏障大约36cm厚(例如15至40cm厚(例如15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5或40.0cm厚))。在一些实施方式中,第二屏障离第一屏障大约60cm(例如50-70(例如50.0、50.5、51.0、51.5、52.0、52.5、53.0、53.5、54.0、54.5、55.0、55.5、56.0、56.5、57.0、57.5、58.0、58.5、59.0、59.5、60.0、60.5、61.0、61.5、62.0、62.5、63.0、63.5、64.0、64.5、65.0、65.5、66.0、66.5、67.0、67.5、68.0、68.5、69.0、69.5或70.0cm))。在一些实施方式中,窗口大约1-50mm厚(例如1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5、40.0、40.5、41.0、41.5、42.0、42.5、43.0、43.5、44.0、44.5、45.0、45.5、46.0、46.5、47.0、47.5、48.0、48.5、49.0、49.5或50.0mm厚)。

[0028] 在一些实施方式中,腔室包含布置为多个分层的层(stratified layer)的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障基本上平行。在一些实施方式中,分层的层被

布置为具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z。

[0029] 在一些实施方式中,该技术提供系统。例如,在一些实施方式中,系统包括辐射捕捉器,其包括腔室;第一屏障,其包括传输高能辐射并将低能辐射吸收和/或散射的窗口;以及第二屏障;以及静态光子源。在一些实施方式中,系统进一步包括患者定位系统。在一些实施方式中,系统进一步包括移动平台,例如在一些实施方式中,系统设置于移动平台上。在一些实施方式中,移动平台为大巴、面包车、拖车或卡车。在一些实施方式中,静态光子源包括在静态光子源的直线加速器(直线加速器)和静态光子源的靶标之间的窄直径波导。在一些实施方式中,静态光子源包括围绕靶标的屏蔽。在一些实施方式中,患者定位系统被配置为将患者旋转。在一些实施方式中,静态光子源产生4至25MeV(例如大约4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5或25.0MeV)或40至150kV(例如大约40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149或150kV)的射束。在一些实施方式中,系统为移动无掩体系统。在一些实施方式中,系统进一步包括诊疗室,该诊疗室包括静态光子源。

[0030] 在一些实施方式中,系统的第二屏障与第一屏障平行或基本上平行,并且被定位在系统的腔室的相对侧上,并且在一些实施方式中,第一屏障比第二屏障离辐射源更近。在一些实施方式中,系统的辐射捕捉器进一步包括侧壁。在一些实施方式中,系统的腔室包含将腔室内的辐射吸收和/或散射的材料。在一些实施方式中,腔室包含Z小于第二和/或第一屏障的Z的材料。在一些实施方式中,系统的第二屏障和/或第一屏障包含高密度材料。在一些实施方式中,第二屏障和/或第一屏障包含铅。在一些实施方式中,系统的窗口(例如系统的腔室的窗口)包含铜或铝。在一些实施方式中,侧壁包含高密度材料。在一些实施方式中,侧壁包含铅。在一些实施方式中,第一屏障大约30cm厚或大约20cm厚(例如15-40cm厚(例如15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5或40.0cm厚))。在一些实施方式中,第二屏障大约36cm厚(例如15至40cm厚(例如15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5或40.0cm厚))。在一些实施方式中,第二屏障离第一屏障大约60cm(例如50-70(例如50.0、50.5、51.0、51.5、52.0、52.5、53.0、53.5、54.0、54.5、55.0、55.5、56.0、56.5、57.0、57.5、58.0、58.5、59.0、59.5、60.0、60.5、61.0、61.5、62.0、62.5、63.0、63.5、64.0、64.5、65.0、65.5、66.0、66.5、67.0、67.5、68.0、68.5、69.0、69.5或70.0cm))。在一些实施方式中,窗口大约1-50mm厚(例如1.0、1.5、2.0、2.5、

3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5、40.0、40.5、41.0、41.5、42.0、42.5、43.0、43.5、44.0、44.5、45.0、45.5、46.0、46.5、47.0、47.5、48.0、48.5、49.0、49.5或50.0mm厚)。在一些实施方式中,系统的腔室包含布置为多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障基本上平行。在一些实施方式中,分层的层被布置为具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z。在一些实施方式中,系统为治疗系统或成像系统。在一些实施方式中,系统进一步包括(例如由静态源所产生的)辐射射束。在一些实施方式中,系统进一步包括(例如由静态源所产生的)光子射束。

[0031] 在一些实施方式中,该技术提供了一种用辐射治疗患者的方法。例如,在一些实施方式中,方法包括提供具有腔室的辐射捕捉器;提供包括传输高能量辐射并将低能量辐射吸收和/或散射的窗口的第一屏障;及提供第二屏障;以及使患者暴露于辐射。在一些实施方式中,方法包括将患者旋转。在一些实施方式中,方法包括在使患者暴露于辐射时将患者旋转。在一些实施方式中,方法包括提供患者定位系统。在一些实施方式中,方法包括提供在静态光子源的直线加速器(直线加速器)与静态光子源的靶标之间的窄直径波导。在一些实施方式中,方法包括提供围绕静态光子源的靶标的屏蔽。在一些实施方式中,腔室包含将腔室内的辐射吸收和/或散射的材料。在一些实施方式中,腔室包含Z小于第二和/或第一屏障的Z的材料。在一些实施方式中,窗口包含铜或铝。在一些实施方式中,腔室包含布置为多个分层的层(stratified layer)的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障基本上平行。在一些实施方式中,分层的层被布置为具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z。

[0032] 在本文中所包含的教导的基础上,其他实施方式对于相关领域的技术人员将是显而易见的。

## 附图说明

[0033] 当前技术的这些和其他特征、方面和优点参照以下附图会被更好地理解。

[0034] 图1为集成式放射成像和/或放射疗法系统的平面视角的示意线图,该系统包括静态辐射源和屏蔽捕捉器。在图1中,源110向受试者130发射辐射射束120A/120B。屏蔽捕捉器包括第一屏障150、腔室160和第二屏障170。第一屏障150包括窗口140。窗口140包含将来自射束的所有、大体上所有和/或大部分的高能量辐射传输到腔室160中并且主要将源自腔室160内散射的所有、大体上所有和/或大部分的低能辐射吸收和/或散射的材料。

[0035] 图2为放射成像和/或放射疗法系统的等距投影示意图,该系统具有静态辐射源和屏蔽捕捉器。图2示出了源210和受试者230。屏蔽捕捉器包括第一屏障250、腔室260和第二屏障270。第一屏障250包括窗口240。窗口240包含允许辐射进入捕捉器但不离开捕捉器的材料。

[0036] 图3为等距投影示意图,示出了包括静态辐射源和屏蔽捕捉器的放射成像和/或放射疗法系统的剖视图。图3示出了源310和受试者330。源310包括将射束定形到治疗部位的

准直系统311。屏蔽捕捉器包括第一屏障350、腔室360和第二屏障370。第一屏障350包括窗口340。窗口340包含允许辐射进入捕捉器但不离开捕捉器的材料。

[0037] 图4为放射成像和/或放射疗法系统的等距投影示意图,该系统具有静态辐射源和屏蔽捕捉器。图4示出了源410和受试者430。辐射射束420A/420B包括由源410发射的射束420A和在射束420A穿过受试者430后的杂散辐射420B。屏蔽捕捉器包括第一屏障450、腔室460和第二屏障470。第一屏障450包括窗口440。窗口440包含允许辐射进入捕捉器但不离开捕捉器的材料。

[0038] 图5为等距投影示意图,示出了包括静态辐射源和屏蔽捕捉器的放射成像和/或放射疗法系统的剖视图。图5示出了源510和受试者530。辐射射束520A/520B包括由源510发射的射束520A和在射束520A穿过受试者530后的杂散辐射520B。屏蔽捕捉器包括第一屏障550、腔室560和第二屏障570。第一屏障550包括窗口540。窗口540包含将传输进入捕捉器的辐射最大化并将离开捕捉器的传输降到最低的材料和厚度。

[0039] 图6为放射成像和/或放射疗法系统的等距投影示意图,该系统具有静态辐射源和屏蔽捕捉器。图5示出了源610和受试者630。辐射射束620A/620B包括由源610发射的射束620A和在射束620A穿过受试者630后的杂散辐射620B。屏蔽捕捉器包括第一屏障650、腔室660和第二屏障670。第一屏障650包括窗口(未示出)。

[0040] 图7为集成式放射成像和/或放射疗法系统的平面视角的示意线图,该系统包括静态辐射源和屏蔽捕捉器。从源到第一屏障的距离( $D_1$ )、第一屏障的厚度( $T_1$ )、第二屏障的厚度( $T_2$ )和腔室的厚度( $T_c$ ,从初始屏障到第二屏障的距离)被标出并且本文中提供了特别的尺寸。

[0041] 图8为放射成像和/或放射疗法系统的等距投影示意图,该系统具有静态辐射源和屏蔽捕捉器。第二屏障的高度( $H_2$ )和宽度( $W_2$ )以及第一屏障的高度( $H_1$ )和宽度( $W_1$ )被标出并且本文中提供了特别的尺寸。

[0042] 图9为辐射屏蔽捕捉器的腔室960的平面视角的示意图。图9(以点状线)示出了被构建在第一屏障950内的窗口940的位置。该腔室包括第一侧壁910、第二侧壁920和第二屏障970。在一些实施方式中,辐射屏蔽捕捉器包括增补屏障980,例如在射束能量高度集中的位置。腔室包括分层的层990A和990B,它们被布置为包含具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z(例如层990B的Z>层990A的Z)的材料。在一些实施方式中,腔室包括中间层990C,该中间层包含Z大于或小于层990A的Z的和/或Z大于或小于层990B的Z的材料。

[0043] 图10A至图10E示出了分层的层的布置结构的非限制性的实例,所述分层的层被布置为包括多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料。在图图10A至图10E中,窗口居于左边而第二屏障居于右边。图10A至图10E示出了两或三个分层的层。然而,该技术并不受限于包括两个或三个分层的、随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的层的实施方式,因此包括的实施方式包括一个、两个或三个层(例如1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19或20层),并且其中任意两个和/或三个层可以被布置为紧靠、隔开和/或与中间层(例如本文中所描述的和/或图10A至图10E中示出的实例中所示出的)紧靠、隔开。另外,尽管图10A至图10E中示出的层的厚度被画的看起来是相同的,该技术的实施方式提供了具有任何厚度的层,这些层的厚度可以与布置在腔室中的分层的层中的其他层的一种或多种厚度相同和/或不同。

[0044] 图10A示出了两个分层的、相互紧靠的层1001和1002(例如1001接触1002)并且1001的 $Z(Z_{1001})$ 小于1002的 $Z(Z_{1002})$ 。

[0045] 图10B示出了三个分层的层1001、1002和1003,它们在腔室内均等地(例如大体上和/或基本上均等地)隔开并且具有将1001和1002分开以及将1002和1003分开的中间层。在图10B中, $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。

[0046] 图10C示出了三个分层的层1001、1002和1003,它们在腔室内不均等地隔开并且具有将1001和1002分开以及将1002和1003分开的中间层。在图10C中, $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。

[0047] 图10D示出了三个相互紧靠的(例如1001接触1002及1002接触1003)分层的层1001、1002和1003。在图10D中, $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。

[0048] 图10E示出了三个分层的层1001、1002和1003;其中1001和1002相互紧靠(例如1001接触1002);以及其中在1002和1003之间有中间层。在图10D中, $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。

[0049] 应当理解的是,附图并不一定是按比例绘制的,附图中物体相对于彼此也不一定是按比例绘制的。附图旨在使本文所公开的设备、系统和方法的各种实施方式更加清晰和理解的描述。在可能的情况下,附图从头到尾将使用相同的附图标记来指代相同或相似的部件。另外,应当理解的是附图不旨以任何方式限制本教导的范围。

## 具体实施方式

[0050] 本文提供了涉及控制辐射和保护生物体免受辐射照射的技术,以及特别地,但非排他性地涉及用于将医学成像及治疗所使用的杂散辐射对人类的照射降到最低和/或消除的设备、方法和系统的技术。

[0051] 在对各种实施方式的这一详细描述中,为了便于解释,列出了许多具体细节,以提供对公开的实施方式的透彻理解。然而,本领域技术人员会理解,这些各种实施方式可以在有或没有这些具体细节的情况下实践。在其他情况下,结构和装置以框图形式示出。另外,本领域技术人员可以很容易理解,提出和执行方法的具体顺序是说明性的,可以考虑改变预期顺序,但仍不超出本申请中公开的各种实施方式的精神和范围。

[0052] 本申请中引用的所有文献和类似材料,包括但不限于专利、专利申请、文章、书籍、论文和互联网网页,无论出于何种目的,均以引用方式全部并入。除非另有定义,本文使用的所有技术和科学术语与本文描述的各种实施方式所属领域的普通技术人员通常理解的含义相同。当并入的参考文献中的术语定义与本教导中的定义看起来不同时,应以本教导中的定义为准。本申请中使用的章节标题仅用于组织目的,不应解释为以任何方式限制所描述的主题。

[0053] 定义

[0054] 为便于理解本技术,下文对一些术语和短语进行了定义。其他定义在整个详细描述中列出。

[0055] 在整个说明书和权利要求书中,除非上下文另有明确规定,否则下列术语采取与本文明确相关的含义。如本文使用的短语“在一种实施方式中”并不一定是指相同的实施方式,尽管它可能是指相同的实施方式。另外,如本文使用的短语“在另一实施方式中”并不一定是指不同的实施方式,尽管它可以是不同的实施方式。因此,如下文所述,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,本发明的各种实施方式可以很容易地组合。

[0056] 此外,如本文使用的那样,术语“或”是包容性的“或”运算符,等同于术语“和/或”,除非上下文另有明确规定。除非上下文另有明确规定,术语“基于”不具有排他性并且可以基于未描述的额外因素。另外,在整个说明书中,“一个”、“一种”和“该”都包括复数引用。“在……中”的意义包括“在……中”和“在……上”。

[0057] 如本文使用的那样,术语“约”、“大约”、“基本上”和“显著”为本领域普通技术人员所理解,在一定程度上会根据其所使用的上下文而变化。如果这些术语的使用在考虑使用它们的上下文的情况下对于本领域普通技术人员来说仍不清楚,则“约”和“大约”是指加上或减去特定术语的小于或等于10%,并且“基本上”和“显著”是指加上或减去特定术语的大于10%。

[0058] 如本文使用的那样,范围的公开包括对整个范围内的所有值和进一步划分的范围(包括为范围给出的端点和子范围)的公开。

[0059] 如本文使用的那样,词缀“无……”指代的是省略了“无……”所在词语的词根的特征的技术实施方式。也就是,本文所用的术语“无X”是指“没有X”,其中X是“无X”技术中所省略的技术特征。例如,“无钙”组合物不包含钙,“无混合”方法不包括混合步骤等。

[0060] 尽管术语“第一”、“第二”、“第三”等可以在本文中用于描述各种步骤、元件、组合物、组件、区域、层和/或部分,但这些步骤、元件、组合物、组件、区域、层和/或部分不应受这些术语的限制,除非另有说明。这些术语用于将一个步骤、元件、组合物、组件、区域、层和/或部分与另一个步骤、元件、组合物、组件、区域、层和/或部分区分开来。除非上下文明确指出,否则本文使用的诸如“第一”、“第二”的术语和其他数字术语并不暗示序列或顺序。因此,在不脱离技术的情况下,本文讨论的第一步骤、元件、组合物、组件、区域、层或部分可以称为第二步骤、元件、组合物、组件、区域、层或部分。

[0061] 如本文所用,词语“存在的”或“不存在的”(或可替代地,“存在”或“不存在”)在相对意义上用于描述特定实体(例如,组分、作用、元素)的量或水平。例如,当某一实体被称为“存在”时,表示该实体的水平或数量高于预定阈值;反之,当某一实体被称为“不存在”时,表示该实体的水平或数量低于预定阈值。预定阈值可以是与用于检测实体的特定测试相关的可检测性阈值,也可以是任何其他阈值。当实体被“检测到”时,它就“存在”;当实体“未被检测到”时,它就“不存在”。

[0062] 如本文使用的那样,“增加”或“减少”分别指变量的值相对于先前测量的变量值、相对于预先确定的值和/或相对于标准对照的值的可检测(例如,测量的)正向或负向变化。增加是相对于先前测得的变量值、预先确定的值和/或标准对照的值的正向变化,优选增加至少10%,更优选增加50%,仍然更优选增加2倍,甚至更优选增加至少5倍,最优选增加至少10倍。类似地,减少是一种先前测得的变量值、预先确定的值和/或标准对照的值的负向变化,优选降低至少10%,更优选降低50%,仍然更优选至少降低80%,最优选至少降低90%。其他表示数量变化或差异的术语,诸如“更多”或“更少”,在本文中是与上述相同的方式使用。

[0063] 如本文使用的那样,“系统”是指为了共同目的一起操作的多个真实和/或抽象组件。在一些实施方式中,“系统”是硬件和/或软件组件的集成组装体。在一些实施方式中,系统的每个组件与一个或多个其他组件交互和/或与一个或多个其他组件相关。在一些实施方式中,系统是指用于控制和指导方法的组件和软件的组合。

[0064] 如本文中所使用的那样,术语“泄漏辐射”或“泄漏”是指除了有用射束的辐射以外的从辐射源内逃逸出来的辐射。泄漏可能从源各向同性地发出,也可能发生散射。在一些实施方式中,通过管壳的设计和准直器过滤来控制泄漏辐射。

[0065] 如本文中所使用的那样,术语“散射辐射”是指产生于主要辐射与物质(例如患者的组织和/或非生物物质)相互作用的辐射。在一些实施方式中,主要辐射与物质的相互作用引起方向的改变(散射)和/或能量衰减。散射辐射可能源自于主要辐射与患者的组织和/或其他物质的相互作用(例如在射束,或射束的一部分穿过患者的组织之前或之后)。散射辐射可能是辐射射束与物质发生弹性碰撞或非弹性碰撞的结果。在射束与物质发生非弹性碰撞时,来自辐射射束的部分能量会被射束所碰撞的物质吸收,因此散射辐射的能量低于碰撞前的射束。

[0066] 如本文中所使用的那样,术语“杂散辐射”是指泄露辐射和/或散射辐射。

[0067] 如本文中所使用的那样,术语“主要辐射”是指从辐射源发出的有用的射束。

[0068] 如本文中所使用的那样,术语“有用的射束”是指辐射中穿过源出口(例如小孔、光阑(diaphragm)或准直器)并且用于成像和/或治疗的部分。

[0069] 如本文中所使用的那样,术语“射束”是指辐射流(例如电磁波和/或粒子辐射)。在一些实施方式中,射束由源产生并且被限制为小立体角。在一些实施方式中,射束经过准直。在一些实施方式中,射束一般是单向的。在一些实施方式中,射束是发散的。

[0070] 如本文中所使用的那样,术语“半值层”(缩写为HVL)或“半值厚度”(缩写为HVT)是指进入材料的辐射强度(例如能量)减少一半处的材料厚度。

[0071] 如本文中所使用的那样,术语“靶标”,在关于X射线被使用时,是指一块金属,电子朝向该块金属(例如在真空中)(例如通过电场)加速以产生X射线。当电子在金属中减速时,X射线就会从源中发射出来。输出包括X射线连续谱,该X射线连续谱可能包括特定能量的峰。在一些实施方式中,连续谱是由于韧致辐射而产生,峰是与靶标原子有关的特征X射线。因此,术语“韧致辐射”,当在本文上下文中使用时,是指所谓“连续X射线”的谱。

[0072] 如本文中所使用的那样,术语“掩体”或“辐射掩体”是指为保护辐射源操作者和/或治疗区域外的非患者免受辐射的有害影响而提供的屏蔽体。典型地,掩体完全或部分地包围辐射源和患者所在的房间和/或被放置在源与操作者和其他非患者之间。辐射掩体可以被用来屏蔽操作员和/或非患者免受辐射源、辐射射束和/或杂散辐射影响。

[0073] 如本文中所使用的那样,术语“患者”或“受试者”是指被识别和/或选择用辐射进行成像和/或治疗的哺乳动物。因此,在一些实施方式中,患者或受试者接触辐射射束,例如由辐射源产生的主要射束。在一些实施方式中,患者或受试者为人类。在一些实施方式中,患者或受试者为兽医或农场动物、家畜或宠物,或用于临床研究的动物。在一些实施方式中,受试者或患者患有癌症和/或受试者或患者已被确认为患有癌症或有罹患癌症的风险。

[0074] 如本文中所使用的那样,术语“治疗体积”或“成像体积”是指患者被选择用辐射进行成像和/或治疗的体积(例如组织)。例如,在一些实施方式中,“治疗体积”或“成像体积”包括癌症患者体内的肿瘤。如本文中所使用的那样,术语“健康组织”是指不是和/或不包括治疗体积的患者体积(例如组织)。在一些实施方式中,成像体积大于治疗体积并且包括治疗体积。

[0075] 如本文中所使用的那样,术语“非患者”是指不是患者或受试者的哺乳动物,例如

辐射源的操作员和/或其他并不打算与辐射射束接触的旁观者或助手。

[0076] 如本文中所使用的那样,术语“辐射源”或“源”是指产生光子(例如被描述为粒子或波)形式的辐射(例如电离辐射)的设备。在一些实施方式中,辐射源是产生X射线或电子来通过以X射线或电子射束接触肿瘤来治疗癌症患者的直线加速器(“直线加速器”)。在一些实施方式中,源产生粒子(例如光子、电子、中子、强子、离子(例如质子、碳离子、其他重离子))。在一些实施方式中,源产生电磁波(例如波长处于大约1pm至大约1nm范围内的X射线和 $\gamma$ 射线)。尽管了解到辐射可以被描述为具有波粒二象性,有时用波来指代辐射比较方便,有时用粒子来指代辐射比较方便。因此,在不对该技术造成限制并且理解规定每个粒子或量子实体都可以被描述为粒子或波的量子力学定律的情况下,两种描述都会全程使用。

[0077] 如本文中所使用的那样,术语“静态源”是指在使用源进行成像或治疗期间不围绕患者转动的源。特别地,“静态源”在对患者进行成像或治疗时相对于穿过患者的轴线保持固定。尽管患者可能围绕所述轴线旋转,以在静态源和旋转的患者之间产生与源围绕静态的患者转动的相对运动相当的相对运动,但在成像或治疗期间,以第三物体、参照系(例如患者所在的诊疗室)或患者旋转轴线为参照,静态源并不发生移动,尽管患者在成像或治疗期间可能相对于所述第三物体、所述参照系(例如患者所在的所述诊疗室)或患者旋转轴线发生旋转。因此,静态源可以被安装在移动平台上并且在移动平台移动以运输静态源时,静态源可以因此相对于地面和地面上的固定物发生移动。因此,术语“静态源”可以是指移动的“静态源”,条件是移动的“静态源”在对患者进行成像或治疗期间不围绕穿过患者的旋转轴线发生转动。另外,静态源可以平移和/或围绕患者转动,以在对患者进行成像或治疗之前或对患者进行成像或治疗之后将静态源定位。因此,术语“静态源”可以是指在患者非成像和非治疗使用中平移或围绕患者转动的源,例如当患者未在接受成像和/或治疗时将源相对于患者定位。在一些实施方式中,“静态源”为光子源,因此可以被称为“静态光子源”。

[0078] 如本文中所使用的那样,术语“包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导以及包括围绕靶标的屏蔽的源”是指本文中描述的技术的实施方式,其中源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄波导,从而可以将屏蔽围绕靶标布置来使来自源的泄漏降到最低。

[0079] 如本文中所使用的那样,术语“Z”是指原子数(例如元素的原子数和/或包含元素的材料原子数)。如本文中所使用的那样,材料的“Z”是指制成材料的一种或多种元素的原子数。

[0080] 如本文中所使用的那样,术语“高Z”是指原子核中包括大量质子的化学元素,例如原子数为12或更多(例如12至83)的化学元素。示例性的“高Z”化学元素包括但不限于铜(Cu)、铝(Al)、铁(Fe)、钛(Ti)、钨(W)、钽(Ta)、铅(Pb)、锡(Sn)、锑(Sb)和铋(Bi)。

[0081] 如本文中所使用的那样,术语“低Z”是指原子核中包括少量质子的化学元素,例如原子数为1至11的化学元素。示例性的“低Z”化学元素包括但不限于铍(Be)、硼(B)、碳(C)、氢(H)、氧(O)和氮(N)。

[0082] 如本文中所使用的那样,术语“高Z材料”是指含有“高Z”化学元素的材料,例如作为纯净、基本上纯净和/或事实上纯净的高Z化学元素的材料;和/或包含按重量计至少50%(例如至少50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、

78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%)的高Z化学元素的材料。在一些实施方式中,高Z材料为包含按重量计至少50%(例如至少50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%)的高Z化学元素的混合物、复合物、合金、陶瓷、氧化物和/或聚合物。在一些实施方式中,高Z材料包含高Z化学元素或高Z化学元素组合的嵌入颗粒。在一些实施方式中,高Z材料包含两种或更多种高Z化学元素的组合,例如包含两种或更多种纯净、基本上纯净和/或事实上纯净的高Z化学元素的材料;或包含按重量计至少50%(例如至少50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%)的两种或更多种高Z化学元素的组合(例如混合物、复合物、合金、陶瓷、氧化物和/或聚合物)的材料。

[0083] 如本文中所使用的那样,术语“低Z材料”是指包含“低Z”化学元素的材料,例如作为纯净、基本上纯净和/或事实上纯净的低Z化学元素的材料;包含由化学键连接的低Z化学元素的分子;和/或包含按重量计至少50%(例如至少50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%)的低Z化学元素或包含由化学键连接的低Z化学元素的分子。在一些实施方式中,低Z材料为包含按重量计至少50%(例如至少50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%)的低Z化学元素或包含由化学键连接的低Z化学元素的分子的混合物、复合物、陶瓷、氧化物和/或聚合物。在一些实施方式中,低Z材料包含低Z化学元素或包含由化学键连接的低Z化学元素的分子的嵌入颗粒;或包含嵌入颗粒,该嵌入颗粒包含低Z化学元素组合或包含由化学键连接的低Z化学元素的分子的组合。在一些实施方式中,低Z材料包含两种或更多种低Z化学元素组合或包含由化学键连接的低Z化学元素的分子的组合,例如包含两种或更多种纯净、基本上纯净和/或事实上纯净的低Z化学元素或包含由化学键连接的低Z化学元素的分子的材料;或包含按重量计至少50%(例如至少50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、

96%、97%、98%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%)的两种或更多种低Z化学元素组合或包含由化学键连接的低Z化学元素的分子的材料(例如混合物、复合物、合金、陶瓷、氧化物和/或聚合物)的材料。

#### [0084] 说明

[0085] 放射疗法的目的是向患者体内的治疗体积(例如肿瘤)输送最大剂量的辐射,同时将杂散辐射对患者体内和诊疗室内外的其他人员的健康组织的照射降到最低和/或消除。在放射疗法中,提供一条从源(例如主要射束)到治疗体积的不受妨碍的路径将对患者的治疗体积的辐射剂量最大化。除了射束接触治疗体积或成像体积,放射成像和放射疗法治疗系统可以产生多种类型的杂散辐射,分别来自源(例如来自源的泄漏)、来自射束(例如射束的脱靶部分、射束展宽)以及来自射束的散射(例如包括后向散射)。因此,包括辐射(例如光子(例如X射线))源的放射成像和放射疗法系统需要辐射屏蔽,例如为了患者、操作员和旁观者的安全;以及国家和地方法规所要求的。因此,提供屏蔽来将接触健康组织或非患者的来自射束(例如来自源的泄漏、路径外辐射)的杂散辐射和杂散散射辐射降到最低和/或消除。

[0086] 因此,该技术的实施方式将诊疗室内的杂散辐射消除和/或降到最低,以将辐射对患者健康组织的照射消除和/或降到最低;该技术的实施方式将诊疗室内的杂散辐射消除和/或降到最低,以将辐射对诊疗室中的非患者的照射消除和/或降到最低;并且该技术的实施方式将从诊疗室逃逸的杂散辐射消除和/或降到最低,以将杂散辐射对诊疗室外的其他非患者人员的照射消除和/或降到最低。然而,与先前的用于辐射源的辐射屏蔽技术相反,本技术包括用于靶标的屏蔽(例如以将泄漏降到最低)和/或辐射捕捉器(例如以捕获主要射束和/或以将后向散射降到最低)。辐射捕捉器比传统的屏蔽技术更小和/或包含的材料更少。另外,本文中提供的技术实施方式涉及一种集成式放射成像和/或放射疗法系统,其包括静态辐射(例如X射线)源(例如包括窄直径波导和靶标屏蔽)和比传统屏蔽更小且包含的材料更少的辐射捕捉器。在一些实施方式中,该技术提供了一种集成式辐射捕捉器,用于放射成像或放射疗法系统,例如小型和/或移动放射成像或放射疗法系统(例如设置于标准办公室中或车辆诸如公交汽车、面包车、拖车、卡车等上)。在一些实施方式中,该技术涉及一种集成式小型和/或移动放射成像和/或放射疗法系统,例如包括静态辐射(例如光子(X射线))源(例如包括窄直径波导和靶标屏蔽)和比传统屏蔽更小且包含的材料更少的辐射捕捉器。

#### [0087] 辐射屏蔽捕捉器

[0088] 在一些实施方式中,本文中提供的技术涉及一种用于将杂散辐射降到最低的技术,其通过“捕获”和/或“捕捉”结构内的主要辐射射束,该结构具有专门的材料布置来将散射辐射引导进入屏蔽并且远离患者和其他非患者人员。这种专门的材料布置在本文中被称作“捕捉器”或“屏蔽捕捉器”。

[0089] 在一些实施方式中,例如如图1中所示,该技术提供了一种集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源和屏蔽捕捉器。在一些实施方式中,源产生电磁辐射(例如电离辐射)。在一些实施方式中,源是产生光子(例如X射线)的直线加速器(缩写为“linac”)。在一些实施方式中,辐射源包括屏蔽体和/或被屏蔽体包围,该屏蔽体包含一种高Z材料(例如在一些实施方式中为钨)或多种高Z材料。在一些实施方式中,捕捉器包括第

一屏障150、腔室160和第二屏障170。在一些实施方式中,第一屏障和/或第二屏障包含高Z材料(例如在一些实施方式中为铅)。在一些实施方式中,第二屏障和/或第一屏障在射束集中的区内(例如一个或多个屏障的中心)更厚而在远离射束集中区域(例如远离一个或多个屏障中心)更薄。在一些实施方式中,第二屏障和/或第一屏障包括在射束集中的区域内的增补屏蔽。参见例如图9,增补屏障980。另外,在一些实施方式中,捕捉器包括包含高Z材料(例如在一些实施方式中为铅)的第一侧壁、第二侧壁、地板和/或天花板。

[0090] 图2为源210、受试者230、窗口240、第二屏障270、腔室260和第一屏障250的斜向视图。图2示出了射束从源210传播通过受试者230,通过窗口240并且进入辐射屏蔽捕捉器(例如包括第二屏障270、腔室260和第一屏障250)所通过的空间。辐射射束所传播通过的空间在图3中也可以看见,其示出了辐射源310和将射束定形以接触受试者330的特定区域的准直系统311。在射束穿过受试者330后,其穿过窗口340并进入腔室360中,在此射束辐射发生散射并被第二屏障370和第一屏障350吸收。图4为源410、射束420A、受试者430、杂散辐射420B、窗口440、第二屏障470、腔室460和第一屏障450的斜向视图。图4示出了来自源410并穿过受试者430的射束420A的路径;并且示出了穿过窗口440并进入辐射屏蔽捕捉器(例如包括第二屏障470、腔室460和第一屏障450)的杂散辐射420B接下来的路径。辐射射束和杂散辐射的路径在图5中可见。在射束520A由源510发射并穿过受试者530后,杂散辐射530B穿过窗口540并进入腔室560中,在此射束辐射发生散射并被第二屏障570和第一屏障550吸收。一种替代视角在图6中示出,其示出了射束620A从源610发射穿过受试者630以及杂散辐射620B传播通过窗口(未示出)进入辐射屏蔽捕捉器,该辐射屏蔽捕捉器包括第二屏障670、腔室660和第一屏障650。

[0091] 如图1中所示,辐射射束120A的路径在源110处开始。在一些实施方式中,准直系统将射束定形到患者130治疗部位(例如治疗体积)。参见例如图3,准直系统311。因此,在一些实施方式中,准直系统有助于将辐射对健康患者组织的照射降到最低和/或消除。辐射射束120A穿过患者130并作为杂散辐射120B(例如具有能量 $E_1$ )出现。窗口包含一种或多种材料,和/或被设计为具有的厚度使得杂散辐射120B(例如具有能量 $E_1$ )最大程度和/或完全地传输通过窗口140并进入辐射屏蔽捕捉器的腔室160中。在一些实施方式中,杂散辐射120B(例如如具有能量 $E_1$ )的一部分被窗口140所吸收。在一些实施方式中,杂散辐射120B(例如如具有能量 $E_1$ )的一部分被窗口140散射,尽管该技术被设计为将通过窗口140进入诊疗室和/或在患者130处的杂散辐射120B的后向散射降到最低和/或消除。因此,该技术使得基本上所有和/或大体上所有的杂散辐射120B进入腔室160。

[0092] 然后,腔室中的辐射在腔室160内被吸收和/或散射。特别地,腔室中的辐射被距离受试者130最远的第二屏障170吸收和/或通过捕捉器的腔室160内的材料以各种角度散射,例如向回对着受试者130以及在腔室160内以其他角度。在下文更详细地描述了材料和材料在腔室内在分层的、Z增加的层中的布置。向回朝着受试者130散射的辐射(例如具有能量 $E_2 < E_1$ )被第一屏障150吸收,被窗口140吸收和/或通过窗口140散射回到腔室中。在捕捉器的腔室160内以其他角度在散射的辐射被捕捉器侧边的屏蔽吸收。实施方式使得少量没有穿过窗口140的杂散辐射120B被第一屏障150吸收。

[0093] 屏蔽捕捉器窗口

[0094] 根据本文中描述的屏蔽捕捉器技术,捕捉器包括窗口140(例如第一屏障包括窗口

140)。也参见图2,特征240;图3,特征340;图4,特征440;和/或图5,特征540)。窗口具有对着辐射源的第一侧和对着屏蔽捕捉器的腔室的第二侧。窗口被构造(例如窗口包含材料和所述材料的厚度)为将辐射从射束到腔室的传输最大化和/或将影响窗口第一侧的辐射(例如高能辐射)的散射降到最低和/或消除(基本上和/或大体上消除)。在一些实施方式中,在面向辐射源的第一侧上影响窗口的辐射的一部分被窗口吸收。

[0095] 因此,高能辐射最大程度地和/或完全地传输通过窗口并且进入腔室中,而高能辐射指向诊疗室内外的患者和/或非患者的后向散射极小或没有(例如基本上和/或大体上没有)。在一些实施方式中,窗口包含一种材料并且所述材料的厚度,其将辐射从射束到腔室中的传输最大化,并且将影响窗口第一侧的辐射(例如高能辐射)的散射降到最低和/或消除(基本上和/或大体上消除)。例如,在一些实施方式中,窗口由铜或铝制成并且大约为1-5mm厚(例如大约1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4.0、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9或5.0mm厚)。在一些实施方式中,窗口将从任何一侧影响它的辐射吸收。

[0096] 另外,窗口的形状和尺寸比射束在第一屏障上的投影更大。因此,该设计将射束接触窗口并且通过窗口传输的辐射量最大化并且将射束未接触窗口传输进入腔室中的辐射降到最低和/或消除(例如基本上和/或大体上消除)。特别地,该设计将射束接触窗口并且传输通过窗口的辐射量最大化并将射束接触围绕诊疗室中的窗口的第一屏障和/或诊疗室内的其他特征、墙壁、人员和/或结构的辐射降到最低和/或消除(例如基本上和/或大体上消除)。尽管窗口如图2-5中所示具有正方形的形状,实施方式使得窗口的形状不限于任何特定的形状,且使得窗口的形状和尺寸比射束在第一屏障上的投影更大。在一些实施方式中,窗口是圆形的、多边形的(例如正方形)或椭圆形的。

[0097] 窗口的第二侧被构造(例如窗口包含材料和所述材料的厚度)为将对在腔室内散射的辐射的吸收最大化并且将辐射从腔室进入诊疗室以及朝着患者的传输降到最低和/或消除(例如基本上和/或大体上消除)。窗口的第二侧将从腔室内接触窗口第二侧的低能散射辐射吸收和/或散射,从而将低能散射辐射穿过窗口进入诊疗室降到最低和/或消除,最后将低能辐射通过窗口进入诊疗室中的传输降到最低和/或消除(例如基本上和/或大体上消除)。

[0098] 因此,本文中提供的辐射捕捉器技术被设计为将杂散辐射从主要射束进入捕捉器腔室中的传输最大化,在捕捉器的腔室中,辐射通过腔室内的材料(参见下文)发生散射(例如在一些实施方式中重复散射)并且在腔室内能量降低和/或被吸收;并且被设计为将辐射从腔室进入诊疗室中和/或朝着患者的传输降到最低。

[0099] 屏蔽捕捉器腔室

[0100] 辐射屏蔽捕捉器包括腔室,例如由地板、天花板、第一侧壁、第二侧壁、第二屏障和包括窗口的第一屏障所定义的腔室。通过窗口传输进入腔室中的辐射在腔室内被吸收和/或在腔室内发生散射。特别地,腔室包含将腔室内的辐射吸收和/或散射的材料。在一些实施方式中,腔室内的材料具有的Z比腔室的第二屏障、第一屏障、侧壁、天花板和地板的Z更小。

[0101] 例如,图9示出了本文中提供的辐射捕捉器技术的腔室的示例性实施方式的图。如

图9中所示,在一些实施方式中,该技术提供了包括被构造于第一屏障950内的窗口940(虚线)的腔室960。腔室960进一步包括第一侧壁910、第二侧壁920和第二屏障970。在一些实施方式中,辐射屏蔽捕捉器包括增补屏障980。增补屏障被配置为在辐射捕捉器射束辐射最为集中和/或射束能量最为集中的区域(例如第二屏障的区域)中提供增补屏蔽。

[0102] 此外,如图9中所示,在一些实施方式中,腔室960包含被布置在多个分层的层(例如990A、990B)中的材料,所述分层的层被布置为与窗口940和/或第二屏障970平行(例如基本上和/或大体上平行)。在一些实施方式中,分层的层(例如990A、990B)被布置为包括多种具有随着从窗口940到第二屏障970的距离而增加的Z的材料。也就是说,对于距离窗口940更近并且由第一材料制成的第一层990A和距离第一屏障970更近并且由第二材料制成的第二层990B来说,第一材料的Z小于第二材料的Z;另外,在一些实施方式中,第一材料的Z和第二材料的Z均小于腔室的第二屏障970、第一屏障950、侧壁910和920、天花板以及地板的Z。在一些实施方式中,腔室包含被布置为2至20层(例如2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19或20层)的材料。分层的层的材料可以由低Z和/或高Z材料制成。例如,在一些实施方式中,分层的层包含气体诸如空气。

[0103] 在一些实施方式中,分层的层包括中间层(例如990C),中间层的材料具有比靠近窗口的材料更低的Z。例如,在一些实施方式中,腔室包括距离窗口更近的层L1、距离第一屏障更近的层L3以及位于L1和L3之间的中间层L2。层L1包含具有Z1的材料而层L3包含材料Z3,其中 $Z1 < Z3$ ,使得腔室包括分层的层,所述分层的层被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料。然而,中间层L2可以由具有大于Z1或小于Z1的Z2的材料制成,和/或L2可以由具有大于Z3或小于Z3的Z2的材料制成。例如,L1和L3可以通过空气间隙层分开。

[0104] 腔室的实施方式(例如图9所示的腔室960)包括以多种不同的布置提供的分层的层,例如如图10A至图10E中所示出的。例如,如图10A中所示,在一些实施方式中,腔室包括两个相互紧靠的分层的层1001和1002(例如1001接触1002)并且其中1001的Z( $Z_{1001}$ )小于1002的Z( $Z_{1002}$ )。在一些实施方式中,例如如图10B中所示,腔室包括三个在腔室内均等(例如基本上和/或大体上均等)隔开的分层的层1001、1002和1003,中间层将1001和1002分开以及将1002和1003分开。在图10B中, $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。在一些实施方式中,例如如图10C中所示,腔室包括三个在腔室内不均等隔开的分层的层1001、1002和1003,中间层将1001和1002分开以及将1002和1003分开,并且 $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。在一些实施方式中,例如如图10D中所示,腔室包括三个相互紧靠的分层的层1001、1002和1003(例如1001接触1002以及1002接触1003),并且 $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。在一些实施方式中,例如如图10E中所示,腔室包括三个分层的层1001、1002和1003;1001和1002相互紧靠(例如1001接触1002);1002和1003之间有中间层;并且 $Z_{1001} < Z_{1002} < Z_{1003}$ 。尽管图10A至10E示出了腔室内设置的分层的层的布置实例来提供具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的多种材料,该技术并不限于图10A至10E中所示出的两个或三个层的布置。该技术提供了包括一个、两个或三个层(例如1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19或20层)的辐射捕捉器的实施方式并且其中任意两个和/或三个层可以被布置为相互紧靠或相互隔开(例如包括中间层)。尽管图10A到10E被画的看起来是相同的,该技术的实施方式提供了具有任何厚度的层,这些层的厚度可以与布置在腔室中的分层的层中的其他层的一种或多种厚度相同和/

或不同。

[0105] 用于光子源的屏蔽捕捉器

[0106] 在一些实施方式中,该技术提供了一种用于光子源(例如静态光子源)的辐射捕捉器和/或一种包括光子源(例如静态光子源)和用于光子源的辐射捕捉器的系统(例如移动系统),其中光子源(例如静态光子源)和辐射捕捉器被设置于移动平台上。

[0107] 在一些实施方式中,光子源为包括在直线加速器电子源端部和靶标之间的窄直径波导的静态光子(例如X射线)源,例如如下面进一步所描述的。因此,在一些实施方式中,该技术提供了一种用于光子源(例如静态光子(例如X射线)源)的辐射捕捉器和/或一种包括光子源(例如静态光子(例如X射线)源)和用于光子源(例如静态光子(例如X射线)源)的辐射捕捉器的系统(例如移动系统),其中光子源(例如静态光子(例如X射线)源)和辐射捕捉器设置于移动平台上。

[0108] 提供用于光子源的辐射捕捉器的实施方式可以依据光子源的能量,采用特定的尺寸和材料。例如,在一些实施方式中,该技术提供了一种用于光子源的辐射捕捉器,该光子源具有通常用于以光子射束治疗患者的能量范围内的能量,例如大约4至25MeV(例如大约4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5或25.0MeV)。在一些实施方式中,该技术提供了一种用于X射线源的辐射捕捉器,该X射线源具有通常用于以X射线射束治疗患者的能量范围内的能量,例如大约6MV(例如大约1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4.0、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9、5.0、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、6.0、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7.0、7.1、7.2、7.3、7.4、7.5、7.6、7.7、7.8、7.9、8.0、8.1、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6、8.7、8.8、8.9、9.0、9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6、9.7、9.8、9.9或10.0MV)。在一些实施方式中,该技术提供了一种用于光子源(例如X射线源)的辐射捕捉器,该光子源具有通常用于以光子源(例如X射线源)对患者进行成像的能量范围内的能量,例如大约40至150kV(例如大约40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149或150kV)。

[0109] 在一些实施方式中,屏蔽捕捉器用于光子源(例如用于治疗 and/或成像的光子源)。例如,在一些实施方式中,第一屏障的厚度( $T_1$ )为大约30cm(例如大约20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5或40.0cm厚)。参见例如图7。在一些实施方式中,第一屏障的厚度( $T_1$ )为大约20cm(例如15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5或30.0cm厚)。参见例如图7。在一些实施方式中,第二屏

障的厚度( $T_2$ )为大约36cm(例如大约25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、37.0、37.5、38.0、38.5、39.0、39.5、40.0、40.5、41.0、41.5、42.0、42.5、43.0、43.5、44.0、44.5或45.0cm厚)。参见例如图7。在一些实施方式中,穿过腔室的距离( $T_c$ ,例如从第一屏障到第二屏障)为大约60cm(例如大约50.0、50.5、51.0、51.5、52.0、52.5、53.0、53.5、54.0、54.5、55.0、55.5、56.0、56.5、57.0、57.5、58.0、58.5、59.0、59.5、60.0、60.5、61.0、61.5、62.0、62.5、63.0、63.5、64.0、64.5、65.0、65.5、66.0、66.5、67.0、67.5、68.0、68.5、69.0、69.5、70.0、70.5、71.0、71.5、72.0、72.5、73.0、73.5、74.0、74.5或75.0cm)。参见例如图7。

[0110] 在一些实施方式中,从源到第一屏障的距离( $D_1$ )为大约200cm(例如180.0、180.5、181.0、181.5、182.0、182.5、183.0、183.5、184.0、184.5、185.0、185.5、186.0、186.5、187.0、187.5、188.0、188.5、189.0、189.5、190.0、190.5、191.0、191.5、192.0、192.5、193.0、193.5、194.0、194.5、195.0、195.5、196.0、196.5、197.0、197.5、198.0、198.5、199.0、199.5、200.0、200.5、201.0、201.5、202.0、202.5、203.0、203.5、204.0、204.5、205.0、205.5、206.0、206.5、207.0、207.5、208.0、208.5、209.0、209.5、210.0、210.5、211.0、211.5、212.0、212.5、213.0、213.5、214.0、214.5、215.0、215.5、216.0、216.5、217.0、217.5、218.0、218.5、219.0、219.5或220.0cm)。参见例如图7。

[0111] 在一些实施方式中,第二屏障具有高度( $H_2$ )和宽度( $W_2$ )。参见例如图8。在一些实施方式中,第二屏障的高度( $H_2$ )和/或宽度( $W_2$ )为大约150cm(例如140.0、140.5、141.0、141.5、142.0、142.5、143.0、143.5、144.0、144.5、145.0、145.5、146.0、146.5、147.0、147.5、148.0、148.5、149.0、149.5、150.0、150.5、151.0、151.5、152.0、152.5、153.0、153.5、154.0、154.5、155.0、155.5、156.0、156.5、157.0、157.5、158.0、158.5、159.0、159.5或160.0cm)。参见例如图8。在一些实施方式中,第二屏障包括为圆形、弧形、双曲线形、抛物线形、椭圆形等的表面,当投影到与主要射束的路径垂直或基本上垂直的平面上时,第二屏障在平面上的投影的高度和/或宽度为大约150cm(例如140.0、140.5、141.0、141.5、142.0、142.5、143.0、143.5、144.0、144.5、145.0、145.5、146.0、146.5、147.0、147.5、148.0、148.5、149.0、149.5、150.0、150.5、151.0、151.5、152.0、152.5、153.0、153.5、154.0、154.5、155.0、155.5、156.0、156.5、157.0、157.5、158.0、158.5、159.0、159.5或160.0cm)。在一些实施方式中,第一屏障具有高度( $H_1$ )和宽度( $W_1$ )。参见例如图8。在一些实施方式中,第一屏障的高度( $H_1$ )和/或宽度( $W_1$ )为大约240cm(例如220.0、220.5、221.0、221.5、222.0、222.5、223.0、223.5、224.0、224.5、225.0、225.5、226.0、226.5、227.0、227.5、228.0、228.5、229.0、229.5、230.0、230.5、231.0、231.5、232.0、232.5、233.0、233.5、234.0、234.5、235.0、235.5、236.0、236.5、237.0、237.5、238.0、238.5、239.0、239.5、240.0、240.5、241.0、241.5、242.0、242.5、243.0、243.5、244.0、244.5、245.0、245.5、246.0、246.5、247.0、247.5、248.0、248.5、249.0、249.5、250.0、250.5、251.0、251.5、252.0、252.5、253.0、253.5、254.0、254.5、255.0、255.5、256.0、256.5、257.0、257.5、258.0、258.5、259.0、259.5或260.0cm)。参见例如图8。

[0112] 在一些实施方式中,腔室包含一种或多种具有比第二屏障和/或第一屏障的Z更小的Z的材料。

[0113] 如本文中所描述的,该技术的实施方式提供了一种包含多种材料和材料厚度的辐

射屏蔽捕捉器,以将来自射束的杂散辐射降到最低和/或消除。特别地,辐射捕捉器包含厚的屏蔽材料(例如捕捉器的第二屏障、第一屏障、侧壁、天花板和地板)、腔室和窗口,窗口包含将辐射最大程度地传输进入腔室中并且将辐射最小程度地传输离开腔室的材料。虽然类似的设计会使传统的辐射屏蔽体和掩体复杂得令人却步,因为传统的屏蔽体和掩体要有更大的尺寸来环绕旋转的源以提供360度保护,而本文中所描述的技术为静态辐射源提供了一种改进的技术,因为本文中所描述的辐射捕捉器小于传统的掩体,因此可以采用更稳健的设计来制成,以将屏蔽集中到射束聚焦的区,因而将成本降到最低并且最大程度增加安全性。

[0114] 因此,本文中提供的技术提供了将杂散辐射和回头指向患者的辐射散射降到最低和/或消除的优点(例如通过在远离患者而非朝着患者的区中将辐射散射)。另外,在一些实施方式中,该技术提供了一种辐射捕捉器和/或集成式辐射源及辐射捕捉器,其占用空间小因此可以被安装在办公室中或移动平台(例如公交汽车、面包车、拖车、卡车等)上。该技术比传统屏蔽体和相关掩体需要更少材料。该技术比传统屏蔽体和掩体需要更小地方或空间。因此,该技术比传统技术使用更少的空间和更少的材料。

[0115] 包括窄直径波导和靶标屏蔽的辐射源

[0116] 在一些实施方式中,该技术提供了一种包括对于靶标的屏蔽的静态光子源的设计。在一些实施方式中,该技术提供了一种静态光子源,所述静态光子源包括在直线加速器电子源端部和靶标之间的窄直径波导。所述窄直径波导具有的直径小于直线加速器的直径并且允许在靶标周围设置屏蔽,从而将来自头部的泄漏降到最低。也就是说,窄直径波导为将靶标(例如靠近窄直径波导的远端部)以及接触靶标的加速电子射束结尾部分包围的窄圆柱体。

[0117] 集成式屏蔽捕捉器

[0118] 在一些实施方式中,该技术提供了一种集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源和如本文中所述以及如图1至10E中所示的屏蔽捕捉器。在一些实施方式中,该技术提供了一种包括集成式放射成像和/或放射疗法系统的诊疗室,该系统包括静态辐射源和如本文中所述以及如图1至10E中所示屏蔽捕捉器。

[0119] 在一些实施方式中,集成式放射成像和/或放射疗法系统的静态辐射源为光子源。在一些实施方式中,集成式放射成像和/或放射疗法系统的静态辐射源为X射线源。在一些实施方式中,静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导,并且包括围绕靶标的屏蔽,例如如本文所描述的(例如为了将头部泄漏降到最低)。

[0120] 在一些实施方式中,集成式放射成像和/或放射疗法系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源)),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导,并且包括围绕靶标的屏蔽和屏蔽捕捉器,该集成式放射成像和/或放射疗法系统是可移动的,例如设置在车辆诸如大巴、面包车、拖车、卡车等上。在一些实施方式中,集成式放射成像和/或放射疗法系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源)),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导,并且包括围绕靶标的屏蔽和屏蔽捕捉器,该集成式放射成像和/或放射疗法系统是无掩体的(例如未被附加的掩体包围以补充本文中所描述的屏蔽捕捉器)。因此,在一些实施方式中,该技术提供了一种可移动的集成式

放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源)),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导,并且包括围绕靶标的屏蔽、屏蔽捕捉器以及移动平台(例如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等))。在一些实施方式中,该技术提供了一种可移动的集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括诊疗室、静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))、屏蔽捕捉器和移动平台(例如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。在一些实施方式中,该技术提供了一种可移动的集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括诊疗室、静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))、屏蔽捕捉器、患者定位系统(例如在公开号为W0 2019/056055的国际专利申请以及公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个通过引用并入本文)和移动平台(例如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。在一些实施方式中,该技术提供了一种集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括诊疗室、静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))、屏蔽捕捉器和患者定位系统(例如在公开号为W0 2019/056055的国际专利申请以及公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个通过引用并入本文),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。

[0121] 虽然在一些实施方式中,辐射捕捉器是作为集成式系统的一部分提供的,该系统包括辐射源(例如光子源(例如X射线源))和本文中所述的辐射捕捉器,所述辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导,并且包括围绕靶标的屏蔽,而在一些实施方式中,辐射捕捉器并未被集成到包括辐射源的系统中,而是作为独立的辐射捕捉器被提供,例如为了与辐射源一起应用但并不被集成到具有辐射源的系统中。因此,在一些实施方式中,该技术提供了一种无源的辐射捕捉器(例如无源的屏蔽捕捉器)。在一些实施方式中,该技术提供了一种辐射捕捉器(例如无源捕捉器),其包括第二屏障170、腔室160和包括窗口140的第一屏障150。在一些实施方式中,第一屏障和/或第二屏障包含高Z材料。在一些实施方式中,腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且被布置为包括多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本文中所描述的)。

[0122] 方法

[0123] 在一些实施方式中,该技术涉及成像方法和/或治疗方法。在一些实施方式中,该技术涉及将由用于成像或治疗的辐射源所产生的杂散辐射降到最低和/或消除的方法。在一些实施方式中,方法包括提供集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射捕捉器,例如图1中所示,所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。

[0124] 在一些实施方式中,方法包括提供包括第二屏障、第一屏障和腔室的辐射捕捉器,其中第一屏障包括将辐射最大程度地传输进入腔室中并将辐射传输离开腔室降到最低(例如将从腔室、通过窗口和进入包括患者的诊疗室中的辐射传输降到最低)的窗口并且其中腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且进一步被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所

述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本文中所述的)。

[0125] 在一些实施方式中,方法包括提供集成式放射成像和/或放射疗法系统(例如移动系统),该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射捕捉器,所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,所述辐射捕捉器包括第二屏障、第一屏障和腔室,其中第一屏障包括将辐射最大程度地传输进入腔室中并将辐射传输离开腔室降到最低(例如将从腔室、通过窗口和进入包括患者的诊疗室中的辐射传输降到最低)的窗口并且其中腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且进一步被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本文中所述的),在一些实施方式中设置于移动平台上,例如设置在车辆诸如大巴、面包车、拖车、卡车等上。

[0126] 在一些实施方式中,方法包括识别患者以用辐射进行成像和/或治疗。在一些实施方式中,方法包括选择患者以用辐射进行成像和/或治疗。在一些实施方式中,方法包括提供患者。在一些实施方式中,方法包括在辐射源(例如光子源(例如X射线源))和如本文描述的例如如图1中所示的辐射捕捉器技术之间提供患者,所述辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。在一些实施方式中,方法包括将患者旋转。在一些实施方式中,方法包括在使患者暴露于辐射时使患者暴露。

[0127] 在一些实施方式中,方法包括提供患者定位系统。在一些实施方式中,方法包括将患者置于患者定位系统上。在一些实施方式中,方法包括对患者进行定位。在一些实施方式中,对患者进行定位包括使用患者定位系统对患者进行定位。在一些实施方式中,患者定位系统为如公开号为WO 2019/056055的国际申请以及公开号为2020/0268327的美国申请所述的,它们中的每一个通过引用并入本文。在一些实施方式中,方法包括产生辐射。在一些实施方式中,方法包括使患者与辐射接触。在一些实施方式中,方法包括旋转患者定位系统的组件。在一些实施方式中,方法包括使用患者定位系统旋转患者。在一些实施方式中,方法包括旋转患者定位系统的组件和/或在患者被暴露于辐射时使用患者定位系统旋转患者。

[0128] 在一些实施方式中,方法包括使辐射接触患者、肿瘤、组织、细胞和/或器官;以及使用如本文中提供的辐射屏蔽捕捉器将杂散辐射降到最低和/或消除。在一些实施方式中,方法包括提供用于成像、诊断和/或治疗的辐射。在一些实施方式中,方法包括提供用于治疗法和/或用于辅助疗法的辐射。在一些实施方式中,方法包括提供用于缓和照顾(姑息关怀)的辐射。

[0129] 系统

[0130] 在一些实施方式中,该技术提供了一种用于基于辐射的成像和/或治疗的系统,该系统包括辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射捕捉器,所述辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,例如如上文描述的集成式系统。在一些实施方式中,该技术提供了一种集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射捕捉器,所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,所述辐射捕捉器包括第二屏障、第一屏障和腔室,其中第一屏障包括将辐射最大程度地传输进入腔室中并将辐射传

输离开腔室降到最低(例如将从腔室、通过窗口和进入患者所在的诊疗室中的辐射传输降到最低)的窗口并且其中腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且进一步被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本文中所描述的)。

[0131] 在一些实施方式中,该技术提供了一种用于基于辐射的成像和/或治疗的移动系统,该系统包括辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射捕捉器,所述辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,例如上文所描述的集成式系统,该系统被安装在移动平台诸如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)上。在一些实施方式中,该技术提供了一种可移动的集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射捕捉器,所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,所述辐射捕捉器包括第二屏障、第一屏障和腔室,其中第一屏障包括将辐射最大程度地传输进入腔室中并将辐射传输离开腔室降到最低(例如将从腔室、通过窗口和进入包括患者的诊疗室中的辐射传输降到最低)的窗口并且其中腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且进一步被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本文中所描述的);并且其中静态辐射源和辐射捕捉器被安装于移动平台诸如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)上。

[0132] 在一些实施方式中,系统(例如移动系统)进一步包括患者定位系统。在一些实施方式中,患者定位系统为如公开号为W0 2019/056055的国际专利申请和公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个通过引用并入本文。因此,在一些实施方式中,系统(例如移动系统)包括:静态辐射源(例如光子源(例如X射线源)),所述静态辐射源具有位于直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且具有围绕靶标的屏蔽;患者定位系统(例如如公开号为W0 2019/056055的国际专利申请和公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个通过引用并入本文);以及包括第二屏障、第一屏障和腔室的辐射捕捉器,其中第一屏障包括将辐射最大程度地传输进入腔室中并将辐射传输离开腔室降到最低(例如将从腔室、通过窗口和进入包括患者的诊疗室中的辐射传输降到最低)的窗口并且其中腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且进一步被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本申请中所描述的);并且其中在一些实施方式中,包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽的静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))、患者定位系统和/或辐射捕捉器被安装于移动平台诸如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)上。

[0133] 在一些实施方式中,系统(例如移动系统)包括产生电磁辐射(例如电离辐射)的源。在一些实施方式中,所述源是产生X射线的直线加速器(缩写为“linac”)。在一些实施方式中,所述源是产生光子的直线加速器。在一些实施方式中,所述源是光子源(例如X射线源),其包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,例如如本申请中所描述的。

[0134] 例如,在一些实施方式中,该技术提供包括辐射捕捉器和光子源(例如光子源(例

如X射线源)的系统(例如移动系统),所述光子源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,并具有通常用于以光子射束治疗患者的能量范围内的能量,例如大约4至25MeV(例如大约4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5或25.0MeV),在一些实施方式中被安装于移动平台诸如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)上。在一些实施方式中,该技术提供包括辐射捕捉器和X射线源(例如包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽的X射线源)的系统(例如移动系统),所述X射线源具有通常用于以X射线射束治疗患者的能量范围内的能量,例如大约6MV(例如大约1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4.0、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9、5.0、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、6.0、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7.0、7.1、7.2、7.3、7.4、7.5、7.6、7.7、7.8、7.9、8.0、8.1、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6、8.7、8.8、8.9、9.0、9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6、9.7、9.8、9.9或10.0MV),在一些实施方式中被安装于移动平台诸如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)上。在一些实施方式中,该技术提供包括辐射捕捉器和光子源(例如例如X射线源)的系统(例如移动系统),所述光子源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,所述光子源具有通常用于光子源(例如X射线源)对患者成像的能量范围内的能量,例如大约40至150kV(例如大约40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149或150kV),在一些实施方式中被安装于移动平台诸如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)上。

[0135] 在一些实施方式中,系统进一步包括辐射传感器以检测辐射并提供描述杂散辐射等级的警报。

[0136] 在一些实施方式中,系统包括诊疗室,所述诊疗室包括集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射屏蔽捕捉器(例如如上文所描述的),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。在一些实施方式中,系统包括可移动平台(例如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)),该平台包括集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射屏蔽捕捉器(例如如上文所描述的),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。在一些实施方式中,系统包括诊疗室,所述诊疗室包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))、患者定位系统(例如如公开号为W0 2019/056055的国际专利申请和公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个都通过引用并入到本文中)和屏蔽捕捉器,所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,所述屏蔽捕捉器包括第二屏障、腔室和包括窗口的第一屏障,所述窗口包含允许辐射进

入捕捉器但不允许离开捕捉器的材料(例如如上文所描述的)。在一些实施方式中,系统包括移动平台(例如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)),该移动平台包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))、患者定位系统(例如如公开号为WO 2019/056055的国际专利申请和公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个通过引用并入本文)和屏蔽捕捉器,所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,所述屏蔽捕捉器包括第二屏障、腔室和包括窗口的第一屏障,所述窗口包含允许辐射进入捕捉器但不允许离开捕捉器的材料(例如如上文所描述的)。

[0137] 在一些实施方式中,系统(例如移动系统)进一步包括辐射传感器以检测辐射并提供描述杂散辐射等级的警报。

[0138] 在一些实施方式中,系统(例如移动系统)包括诊疗室,所述诊疗室包括集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))和辐射捕捉器(例如如上文所描述的),所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽。在一些实施方式中,系统包括移动平台(例如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)),所述移动平台包括集成式放射成像和/或放射疗法系统,该系统包括静态辐射源和辐射捕捉器(例如如上文所描述的)。在一些实施方式中,系统包括诊疗室,该诊疗室包括静态辐射源、患者定位系统(例如如公开号为WO 2019/056055的国际专利申请和公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个通过引用并入本文)以及辐射捕捉器,该辐射捕捉器包括第二屏障、第一屏障和腔室,其中第一屏障包括将辐射最大程度地传输进入腔室中并将辐射传输离开腔室降到最低(例如将从腔室、通过窗口和进入包括患者的诊疗室中的辐射传输降到最低)的窗口并且其中腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且进一步被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本文中所描述的);并且其中在一些实施方式中,静态辐射源、诊疗室、患者定位系统和/或辐射捕捉器被安装于移动平台诸如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)上。

[0139] 在一些实施方式中,系统包括移动平台(例如车辆(例如大巴、面包车、拖车、卡车等)),所述移动平台包括静态辐射源(例如光子源(例如X射线源))、患者定位系统(例如如公开号为WO 2019/056055的国际专利申请和公开号为2020/0268327的美国专利申请中所描述的,它们中的每一个通过引用并入本文)、诊疗室和辐射捕捉器,所述静态辐射源包括在直线加速器电子源和靶标之间的窄直径波导并且包括围绕靶标的屏蔽,所述辐射捕捉器包括第二屏障、第一屏障和腔室,其中第一屏障包括将辐射最大程度地传输进入腔室中并将辐射传输离开腔室降到最低(例如将从腔室、通过窗口和进入包括患者的诊疗室中的辐射传输降到最低)的窗口并且其中腔室包含被布置成多个分层的层的材料,这些分层的层被布置为与窗口和/或第二屏障平行(例如基本上和/或大体上平行)并且进一步被布置为包含多种具有随着从所述窗口到所述第二屏障的距离而增加的Z的材料(如本文中所描述的)。

[0140] 在一些实施方式中,系统(例如移动系统)不包括围绕所述系统的掩体,例如在一些实施方式中,系统是无掩体的(例如移动无掩体系统)。

[0141] 在一些实施方式中,系统包括收集、存储和/或分析数据的功能。例如,在一些实施

方式中,系统为了例如存储和执行指令、分析数据、使用数据进行计算、转换数据以及存储数据而包括处理器、存储器和/或数据库。另外,在一些实施方式中,系统包括被配置用于控制源的处理器。在一些实施方式中,处理器被用于触发和/或终止源产生辐射和/或用于数据收集。在一些实施方式中,系统包括用户界面(例如键盘、按钮、拨号盘、开关等)用于接收用户输入,所述用户输入被处理器使用以触发和/或终止源产生辐射。在一些实施方式中,系统进一步包括数据输出用于将数据传输到外部目的地,例如计算机、屏幕、网络 and/或外部存储介质。

[0142] 本文中还提供部署本文中所描述的用于对患者进行辐射治疗和/或基于辐射的成像的系统中的任何一种的方法。该方法包括那些由系统中各个参与者(例如医疗服务提供者、技术人员、医生、患者等)从事的过程,以及一个或多个参与者相互协调或彼此独立开展的集体活动。

[0143] 本说明书的一些部分根据信息操作的算法和符号表示来描述技术的实施方式。这些算法描述和表示通常被数据处理领域的技术人员用来将他们工作的实质有效地传达给本领域的其他技术人员。这些操作虽然在功能上、计算上或逻辑上进行了描述,但可以理解为是通过计算机程序或等效电路、微代码等实现的。另外,在不失一般性的情况下,有时将这些操作安排称为模块也被证明很方便。所描述的操作及其相关联的模块可以体现在软件、固件、硬件或其任何组合中。

[0144] 本文描述的某些步骤、操作或过程可以用一个或多个硬件或软件模块单独与其他装置组合来执行或实现。在一些实施方式中,软件模块是用计算机程序产品实现的,该计算机程序产品包括含有计算机程序代码的计算机可读介质,该计算机程序代码可以由计算机处理器实行以执行所描述的任何或所有步骤、操作或过程。

[0145] 在一些实施方式中,系统包括虚拟提供的计算机和/或数据存储(例如作为云计算资源)。在特别的实施方式中,该技术包括使用云计算来提供虚拟计算机系统,该虚拟计算机系统包括如本文所述的组件和/或执行如本文所述的计算机的功能。因此,在一些实施方式中,云计算通过网络和/或经互联网提供如本文所述的基础设施、应用程序和软件。在一些实施方式中,计算资源(例如数据分析、计算、数据存储、应用程序、文件存储等)是通过网络(例如互联网和/或蜂窝通信网络)远程提供的。

[0146] 该技术的实施方式还可以涉及一种用于执行本文的操作设备。这种设备可以是所需目的而专门构造的和/或它可以包括通用计算装置,该通用计算装置由存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重新配置。这样的计算机程序可以存储在非暂时性、有形计算机可读存储介质或适合于存储电子指令的任何类型的介质中,其可以耦合到计算机系统总线。此外,说明书中提及的任何计算系统可以包括单个处理器或者可以是采用多处理器设计以增加计算能力的架构。

[0147] 尽管本文所披露的是某些例示的实施方式,但应理解的是,这些实施方式是以示例的方式而不是以限制的方式呈现的。

[0148] 出于所有目的,上述说明书中提及的所有出版物和专利均通过引用整体并入本文。在不脱离所描述的技术的范围和精神的前提下,所描述的组合物、方法和技术用途的各种修改和变体对于本领域技术人员都将是显而易见的。尽管已结合具体的示例性实施方式描述了该技术,但应该理解的是,所要求保护的本发明不应不适当地限制于这些特定实施

方式。实际上,对本领域技术人员来说显而易见的用于实施本发明的所述模式的各种修改旨在落入所附权利要求的范围内。

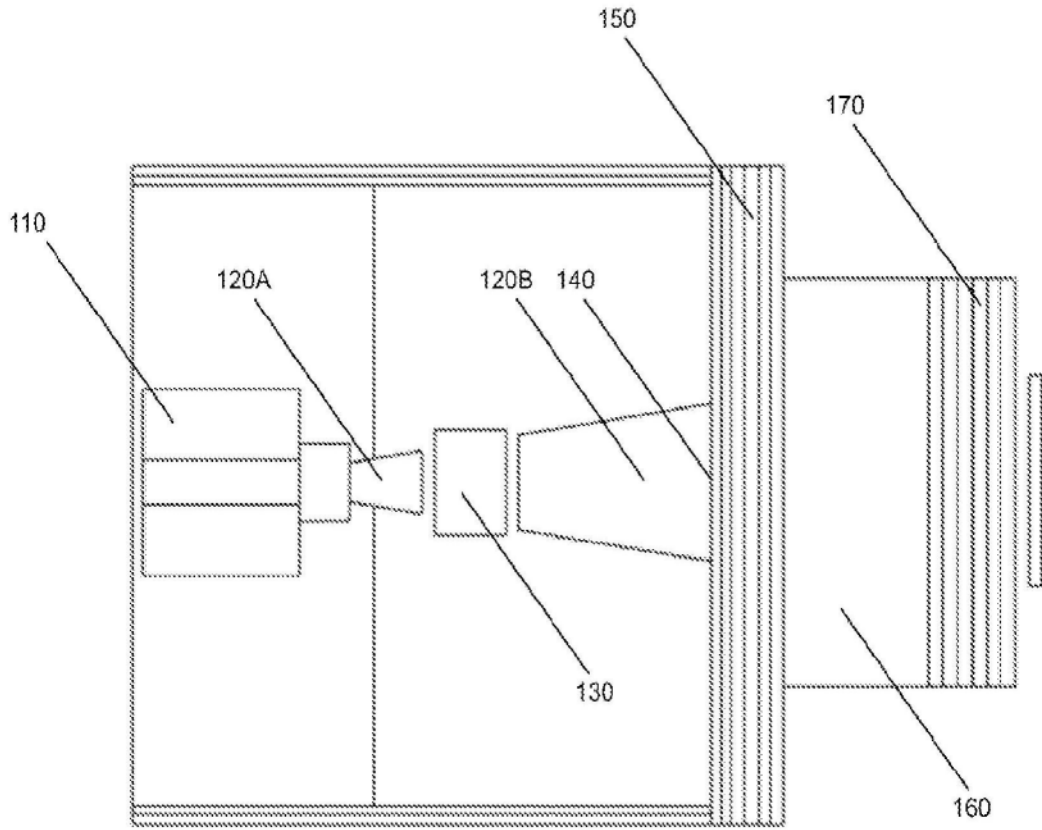


图1

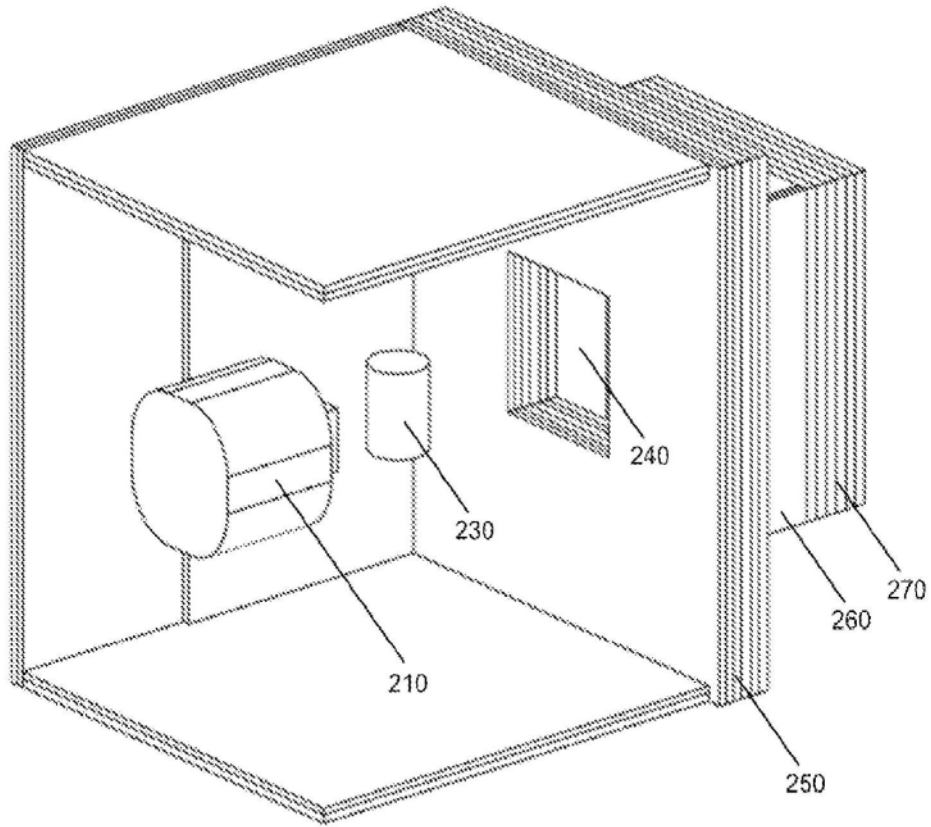


图2

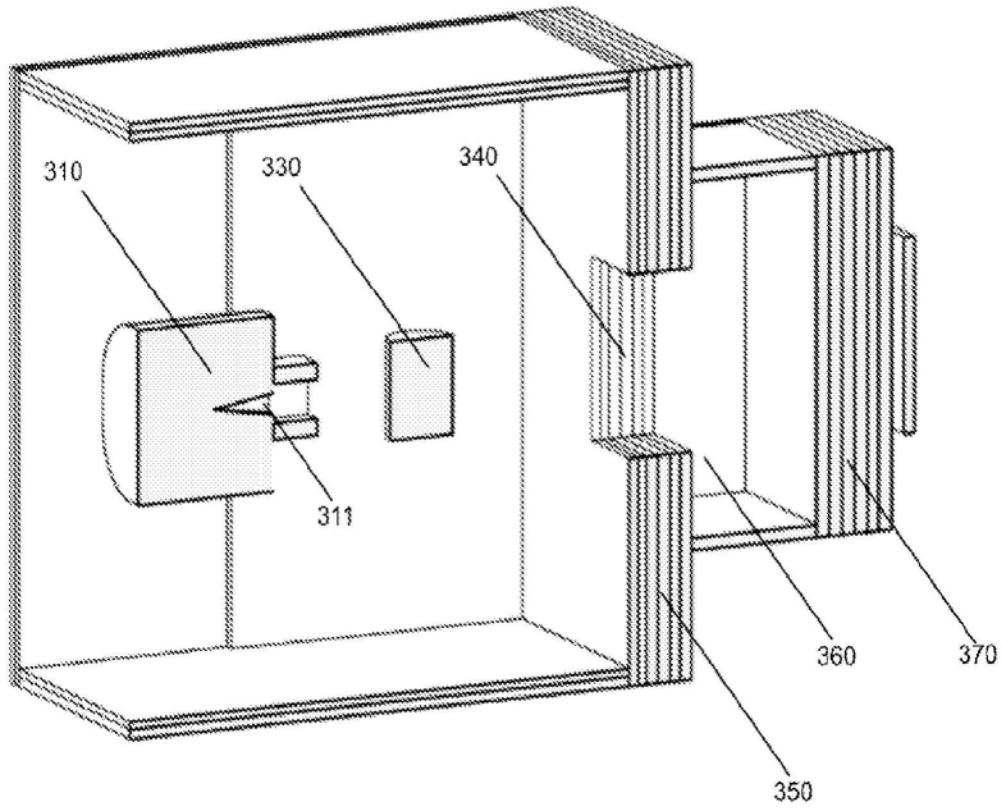


图3

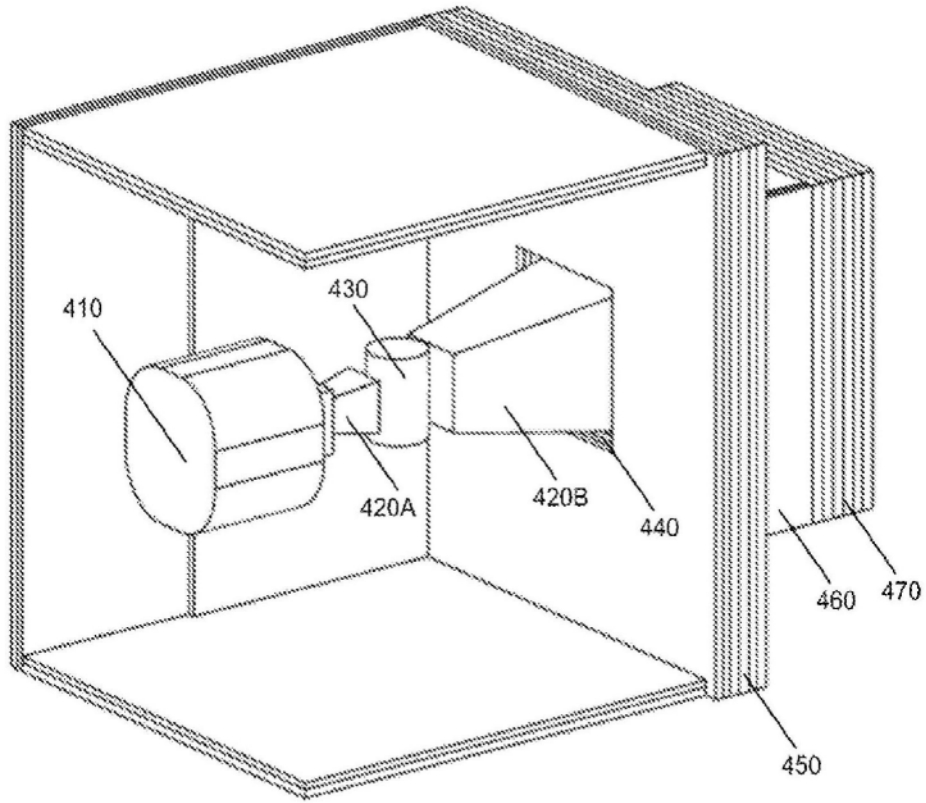


图4

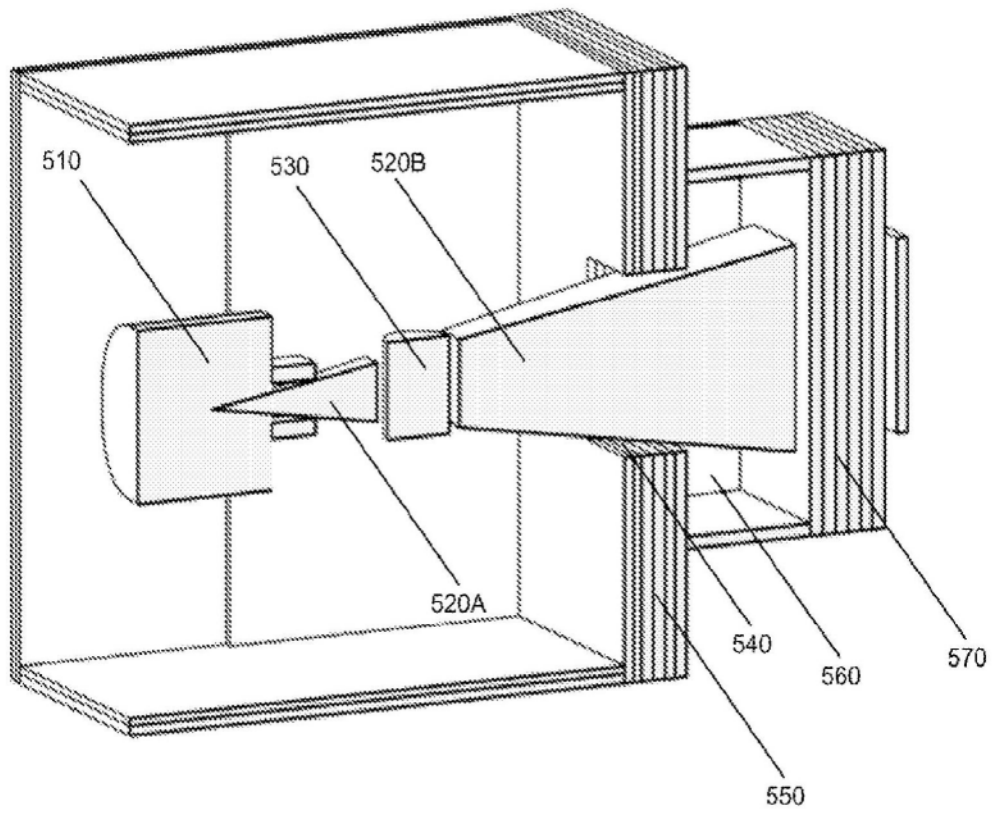


图5

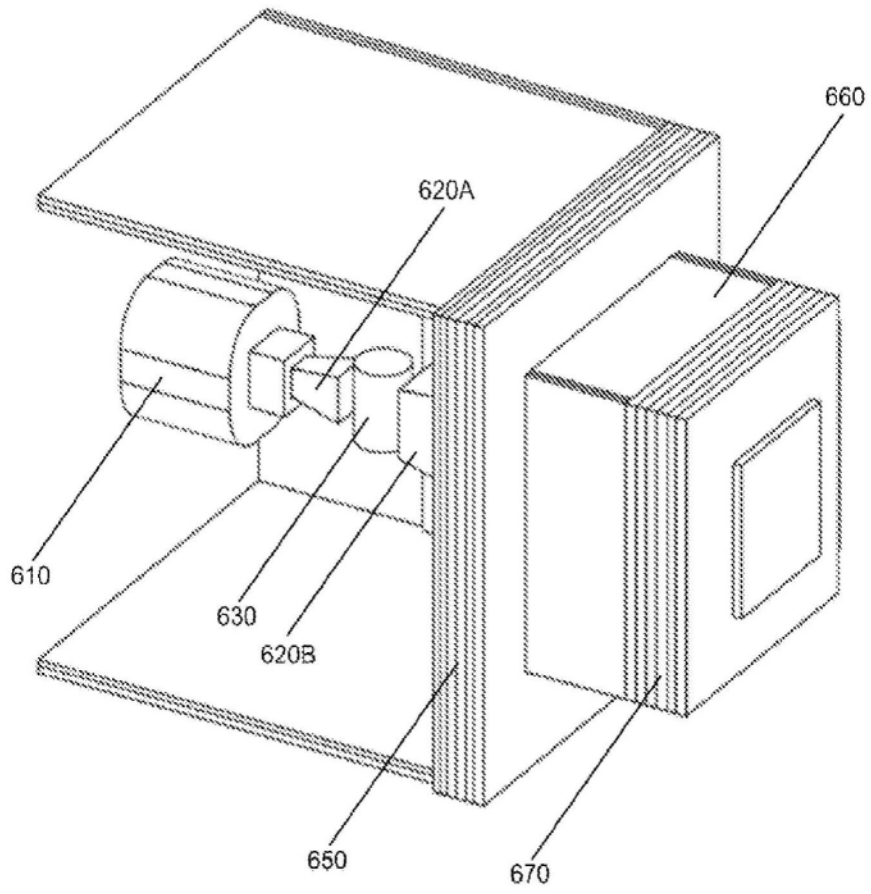


图6

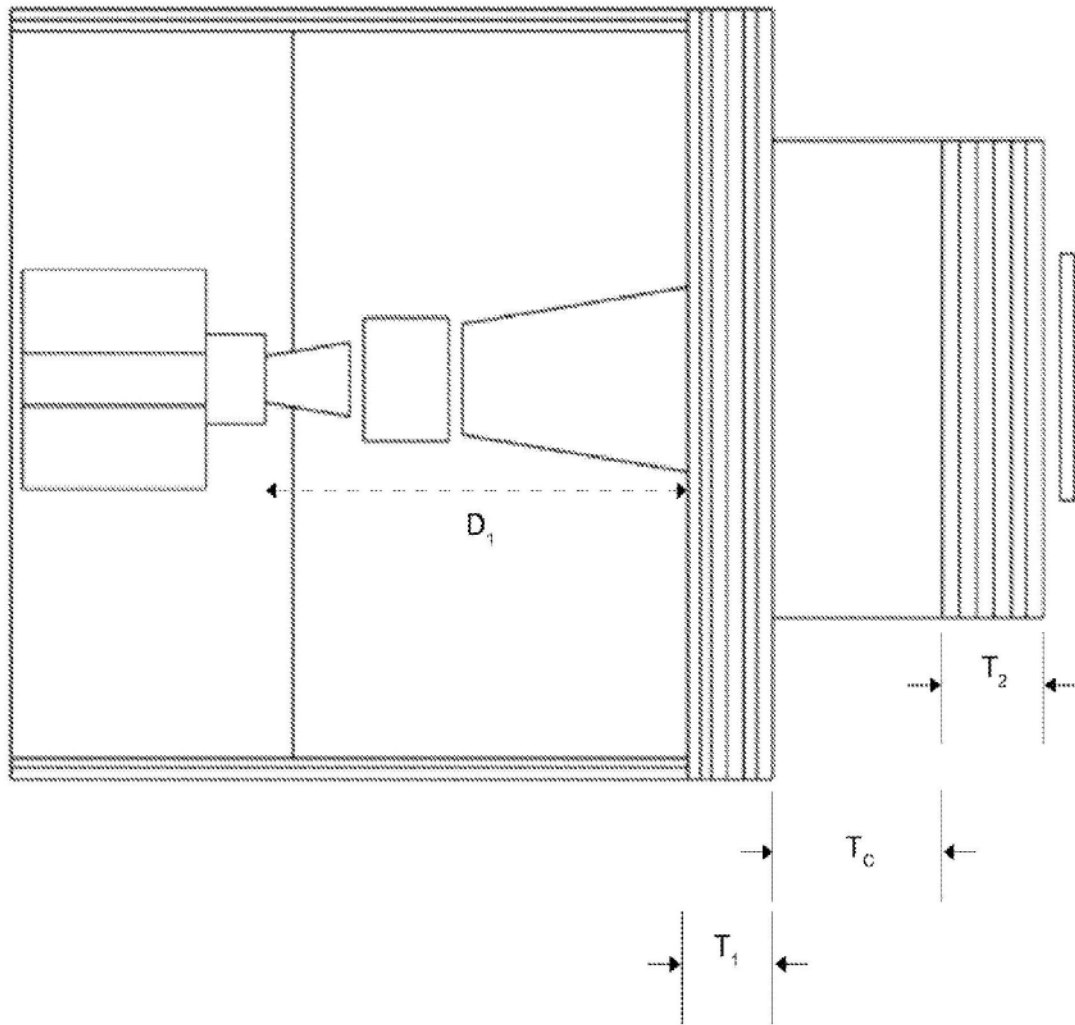


图7

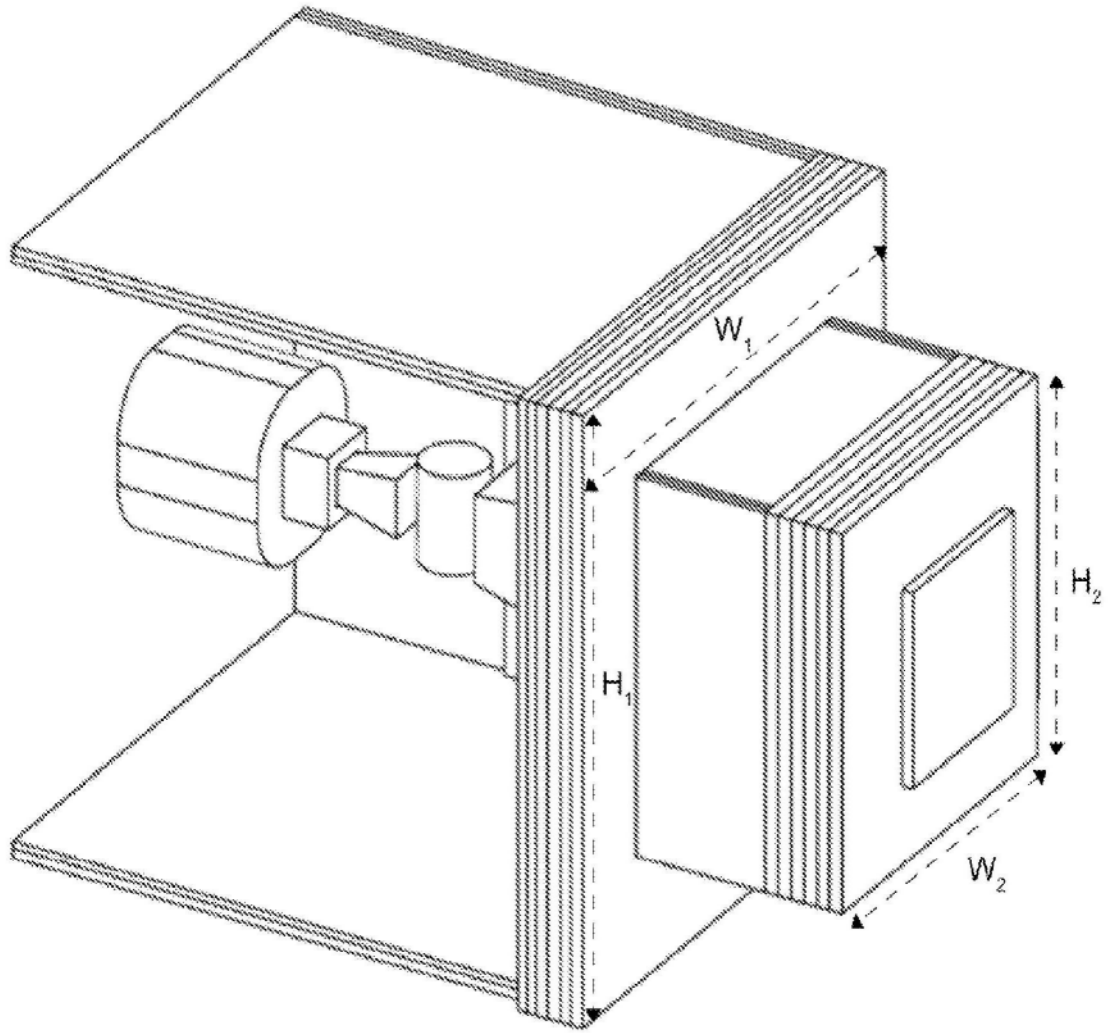


图8

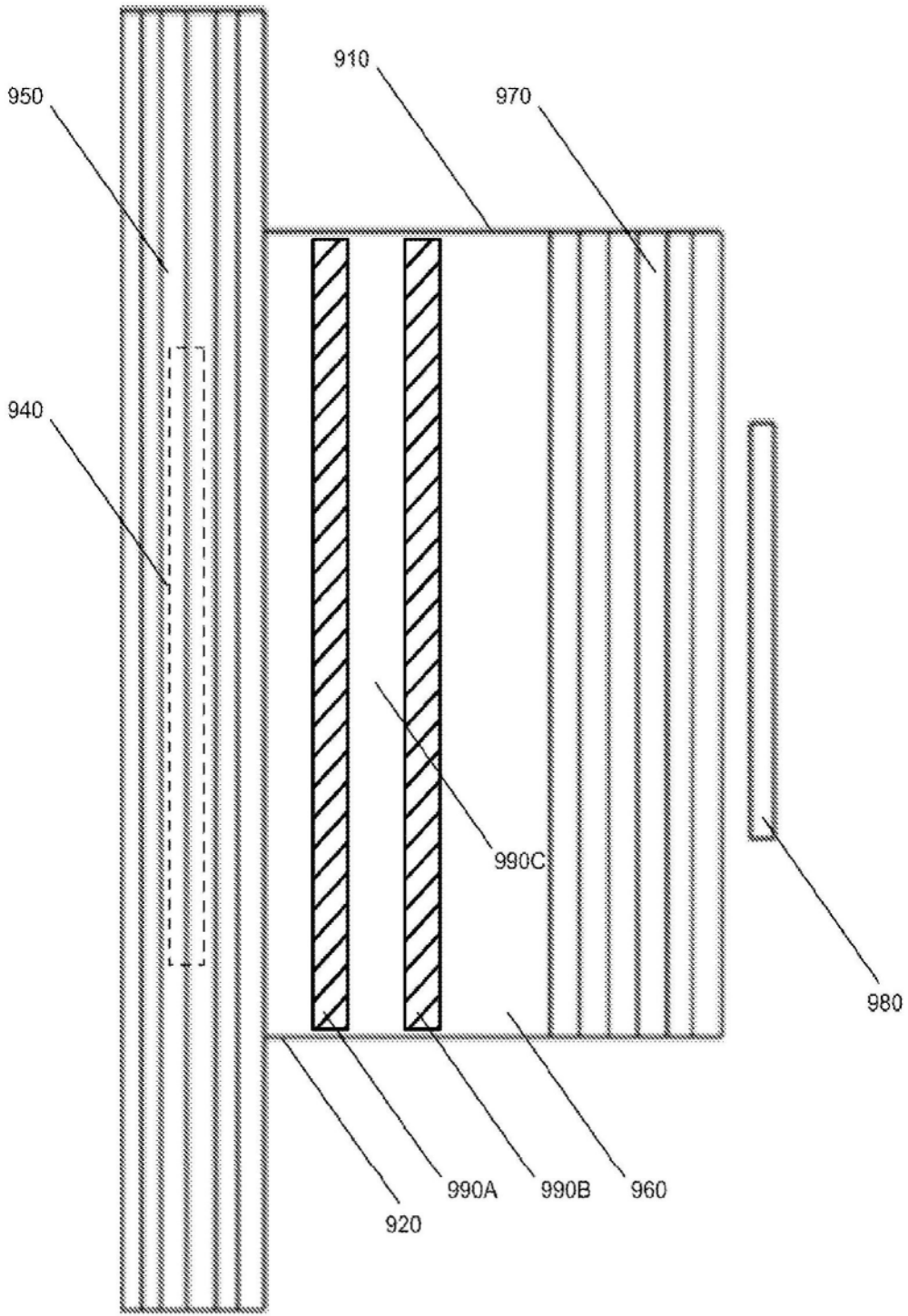


图9

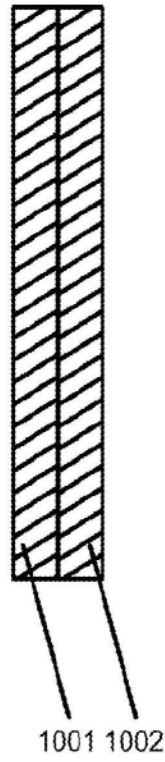


图10A

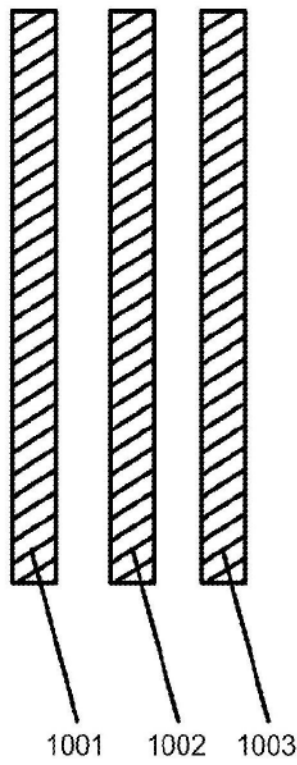


图10B

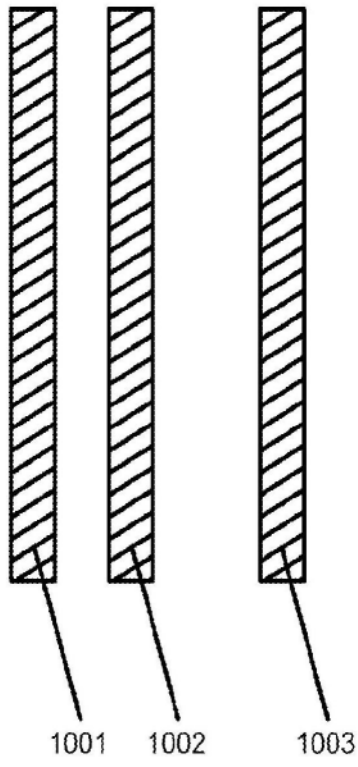


图10C

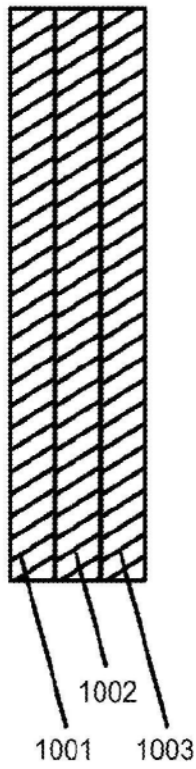


图10D

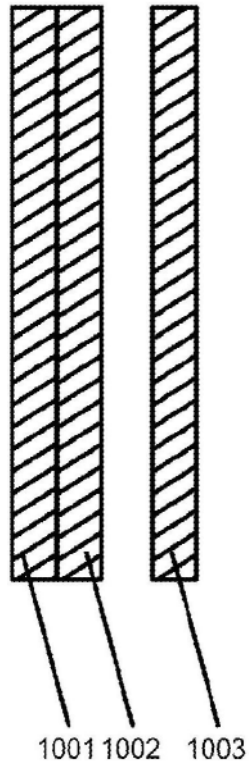


图10E