

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018年11月15日 (15.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/205403 A1

- (51) 国际专利分类号:
A61N 5/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/092733
- (22) 国际申请日: 2017年7月13日 (13.07.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710332087.6 2017年5月12日 (12.05.2017) CN
201720523721.X 2017年5月12日 (12.05.2017) CN
- (71) 申请人: 南京中硼联康医疗科技有限公司 (NEUBORON MEDTECH LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区龙眠大道568号12栋3楼/刘伟伟, Jiangsu 211112 (CN)。
- (72) 发明人: 萧明城 (HSIAO, Ming-Chen); 中国江苏省南京江宁区龙眠大道568号12栋3楼, Jiangsu 211112 (CN)。

- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(54) Title: PHOTON EMISSION DETECTION DEVICE AND BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY SYSTEM HAVING SAME

(54) 发明名称: 光子发射检测装置及其具有的硼中子捕获治疗系统

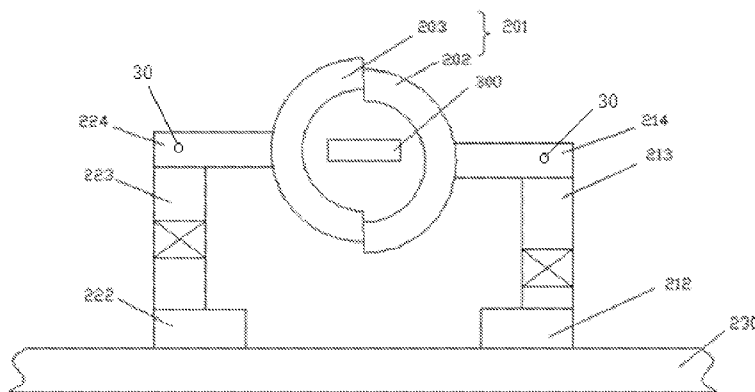


图6

(57) Abstract: A boron neutron capture therapy system, comprising a neutron capture therapy device (100), a photon emission detection device (200), and a therapy bed (300). Neutrons are irradiated by a born-containing (^{10}B) medicine and then produce gamma rays; the photon emission detection device (200) comprises a detection portion (201) surrounding the periphery of the therapy bed (300) and detecting the gamma rays produced by the neutrons irradiated by the born-containing (^{10}B) medicine; the detection portion (201) comprises a first detection portion (202) and a second detection portion (203); the first detection portion (202) and the second detection portion (203) can be distant from or close to each other so that the detection portion (201) can form a ring with the radius being increased or decreased; and the ring surrounds the therapy bed (300). The photon emission detection device (200) for use in the boron neutron capture therapy system can change the radius of the ring, surrounding an irradiated object, of the detection portion (201) according to the actual condition in the boron neutron capture therapy so as to improve the detection precision of the photon emission detection device (200).

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种硼中子捕获治疗系统，包括中子捕获治疗装置(100)、光子发射检测装置(200)以及治疗床(300)，中子照射含硼(^{10}B)药物后产生伽马射线，光子发射检测装置(200)包括环绕治疗床(300)外周并对中子照射含硼(^{10}B)药物后产生的伽马射线进行检测的检测部(201)，检测部(201)包括第一检测部(202)和第二检测部(203)，第一检测部(202)和第二检测部(203)能够彼此远离或者靠近从而使检测部(201)形成半径能够增加或者减小的环形，环形环绕于治疗床(300)。用于硼中子捕获治疗系统的光子发射检测装置(200)能够根据硼中子捕获治疗中的实际情况改变检测部(201)环绕在被照射物的环形半径，从而提高光子发射检测装置(200)的检测精度。

光子发射检测装置及其具有的硼中子捕获治疗系统

技术领域

本发明一方面涉及一种医疗器械领域，尤其涉及一种光子发射检测装置；本发明的另一方面涉及一种硼中子捕获治疗系统，尤其涉及一种具有光子发射检测装置的硼中子捕获治疗系统。

背景技术

光子发射计算机断层显像是目前核医学先进的设备和显像方式。光子发射计算机断层显像包括单光子发射计算机断层显像(Single Photon Emission Computed Tomography, 简称SPECT, 单光子发射)和正电子发射计算机断层显像(Positron Emission Tomography, 简称PET, 正电子发射)将放射性物质(如 ^{99m}Tc , ^{123}I 等)标记在放射性药物(该药物可能是一种蛋白质或者有机物分子)上, 标记药物一般会选择性被人体不同部位吸收, 光子发射利用随药物注入人体内的单光子放射性核素(如 ^{99m}Tc , ^{123}I 等)发出的 γ 射线在计算机辅助下重建影像, 构成相应部位断层影像。比如, 能聚集在心肌的药物就用于心脏的光子发射成像。这些能吸收标有一定量放射性物质的药物的器官会在图像中呈现亮块, 如果器官有异常的吸收情况会导致器官异常的偏亮或者偏暗。

而目前几乎所有的光子发射检测装置都属于旋转 γ 照相机型, 即利用固定于精密环形滑轨上的高品质 γ 照相机探头, 通过计算机驱动使其围绕被测物体旋转并采集信息, 再由计算机进行数据处理, 重建出被检物的空间图象, 并按躯体轴横断、矢状断、冠状断或任意断面方向显示出该物体的断层象。若考虑在BNCT(硼中子捕获治疗)房间内放一套光子发射检测装置, 通过使患者服用含硼(^{10}B)药物, 并使中子捕获治疗装置产生的中子射束对含硼(^{10}B)药物进行照射, 产生 γ 射线, 再利用光子发射检测装置对产生的 γ 射线进行检测, 因为在中子射线环境, 活动部件必须要少, 而且要求快速探测, 而现有技术中探头的旋转要求很多活动配件来转动探头, 而且探测速度慢, 为了克服这个问题, 市场上往往通过采用全环式光子发射检测装置, 通过旋转整个检测装置来避免旋转所有探头来减少活动配件, 但是这种全环式光子发射检测装置存在几个问题, 比如, 全环式光子发射检测装置易受到固定体定位装置的影响, 探测半径固定, 不能根据患者的实际状况进行调整, 无法获得更加准确的定位, 导致无法获取更加精确的信息。

因此有必要对现有技术中的光子发射检测装置进行改进。

发明内容

本发明的一个方面提供一种光子发射检测装置，所述光子发射检测装置包括检测部以及治疗床，所述检测部包括位于所述治疗床两侧的第一检测部和第二检测部，所述第一检测部和第二检测部能够彼此远离或者靠近从而使检测部形成半径能够增加或者减小的环形，所述环形环绕于所述治疗床。能够根据需要被检测物的实际情况（比如不同位置及尺寸）调整环绕在治疗床外周的环形半径的大小，以提高光子发射检测装置的检测精度。

进一步地，所述第一检测部和第二检测部内均安装有能够相对于治疗床旋转的探测装置，所述检测部通过探测装置检测由硼中子捕获反应产生的瞬发伽马射线。所述第一检测部和/或第二检测部内的探测装置相对于治疗床的最大旋转角度优选地设置为 180 度，也可以设置成其他角度，如 45 度、90 度、135 度。当然，根据所述第一检测部和/或第二检测部既能相对于治疗床移动又能相对于治疗床旋转的多种自由度。因此，某些情况下，该最大旋转角度可以设置为超过 180 度。

进一步地，所述光子发射检测装置连接有对检测部检测到的伽马射线进行采集的信号采集单元、利用采集到的信号计算硼 (^{10}B) 浓度的计算单元以及连接于中子捕获治疗装置并将计算出的硼 (^{10}B) 浓度实时反馈至中子捕获治疗装置的反馈单元，所述中子捕获治疗装置则连接有能够根据所述反馈单元反馈的信号对中子捕获治疗装置产生的中子射束照射肿瘤的时间进行修正的修正单元。

进一步地，作为一种优选地实施方式，所述光子发射检测装置还包括位于治疗床两侧的第一支撑架和第二支撑架，所述第一支撑架包括能够在地面移动的第一基座、连接于第一基座并且沿竖直方向上下伸缩的第一伸缩臂以及位于所述第一伸缩臂的一端并且连接于所述第一检测部的第一延伸臂，所述第一检测部设于所述第一延伸臂，所述第二支撑架包括能够在地面移动的第二基座、连接于第二基座并且能够沿竖直方向上下伸缩的第二伸缩臂以及位于所述第二伸缩臂的一端并且连接于所述检测部的第二延伸臂，所述第二检测部设于所述第二延伸臂，所述第一支撑架和第二支撑架随着第一基座和第二基座的运动远离或者靠近治疗床。

进一步地，当所述第一伸缩臂与第二伸缩臂的伸缩距离相同，所述第一基座和第二基座相互靠近至所述第一检测部和第二检测部相互接触时，所述第一检测部和第二检测部形成环绕所述治疗床外周最大半径的环形。

进一步地，当所述第一伸缩臂和第二伸缩臂的伸缩距离不同，所述第一基座和第二基座相互靠近时，所述第一检测部和第二检测部形成环绕于所述治疗床外周的半径减小。

进一步地，所述第一检测部和第二检测部分别能够相对于治疗床转动，以使第一检测部中的探测装置相对于治疗床的距离与第二检测部中的探测装置相对于治疗床的距离一致，以提高所述光子发射检测装置在实际应用中的准确性和精度。

进一步地，所述第一伸缩臂和第一延伸臂之间设有转动件，第二伸缩臂和第二延伸臂之间设有转动件，第一延伸臂能够绕转动件转动而使第一检测部相对治疗床转动，第二延伸臂能够绕转动件转动而使第二检测部相对于治疗床转动。

本发明的另一个方面提供所述一种硼中子捕获治疗系统，所述硼中子捕获治疗系统包括

中子捕获治疗装置、光子发射检测装置以及治疗床，所述中子捕获治疗装置包括用于产生带电粒子束的加速器、经带电粒子束照射后产生中子射束的中子产生部、对中子射束进行整形的射束整形体及准直器，所述射束整形体包括缓速体及包覆于缓速体外周的反射体，所述缓速体将自中子产生部产生的中子减速至预设能谱，所述反射体将偏离的中子导回以提高预设能谱内的中子强度，所述准直器将中子产生部产生的中子进行集中，所述中子照射含硼(^{10}B)药物后产生伽马射线，所述光子发射检测装置包括环绕所述治疗床外周并对中子照射含硼(^{10}B)药物后产生的伽马射线进行检测的检测部，所述检测部包括第一检测部和第二检测部，所述第一检测部和第二检测部能够彼此远离或者靠近从而使检测部形成半径能够增加或者减小的环形，所述环形环绕于所述治疗床。能够有效地提高光子发射检测装置在硼中子捕获治疗系统中使用的灵活性。

进一步地，为了实现检测部对治疗床上的被照射体的全面检测，所述第一检测部和第二检测部内均安装有能够相对于治疗床 180 度旋转的探测装置，所述检测部通过探测装置实现对由硼中子捕获反应产生的瞬发伽马射线的检测。所述第一检测部和/或第二检测部内的探测装置相对于治疗床的最大旋转角度优选地设置为 180 度，也可以设置成其他角度，如 45 度、90 度、135 度。当然，根据所述第一检测部和/或第二检测部既能相对于治疗床移动又能相对于治疗床旋转的多种自由度。因此，某些情况下，该最大旋转角度可以设置为超过 180 度。

进一步地，所述第一检测部和第二检测部分别能够相对于治疗床转动，以使第一检测部中的探测装置相对于治疗床的距离与第二检测部中的探测装置相对于治疗床的距离一致，以提高所述光子发射检测装置在实际应用中的准确性和精度。

为了提高光子发射检测装置在整个硼中子捕获治疗系统中使用的灵活性，所述硼中子捕获治疗系统还可以包括设于地面且位于治疗床两侧的轨道，所述第一、第二基座分别安装于所述轨道并在所述轨道上的运动，所述第一、第二基座的运动带动所述第一、第二检测部相互靠近或者远离，从而使第一检测部和第二检测部环绕于所述治疗床外周的半径增大或者减小。当然，还可以将所述治疗床设置能够在所述第一检测部和第二检测部形成的环形中前后移动的结构以改变所述探测装置与治疗床或者中子捕获治疗装置与治疗床的相对位置。

与现有技术相比，本申请用于硼中子捕获治疗系统的光子发射检测装置能够根据硼中子捕获治疗中的实际情况改变检测部环绕在被照射物的环形半径，从而提高所述光子发射检测装置的检测精度。

附图说明

图 1 是硼中子捕获反应的示意图；

图 2 是 $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 中子捕获核反应方程式；

图 3 是本申请实施例中的中子捕获治疗装置的示意图；

图 4 是本申请实施例中的光子发射检测装置的检测部环绕于治疗床外周最大半径时的状态示意图；

图 5 是本申请实施例中的光子发射检测装置的检测部另一角度的示意图；

图 6 是本申请实施例中的光子发射检测装置的检测部环绕于治疗床外周半径减小后的状态示意图；

图 7 是本申请实施例中的光子发射检测装置与中子捕获治疗装置的模块示意图。

具体实施方式

中子捕获治疗作为一种有效的治疗癌症的手段近年来的应用逐渐增加，其中以硼中子捕获治疗最为常见，供应硼中子捕获治疗的中子可以由核反应堆或加速器供应。硼中子捕获治疗 (Boron Neutron Capture Therapy, BNCT) 是利用含硼 (^{10}B) 药物对热中子具有高捕获截面的特性，借由 $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ 中子捕获及核分裂反应产生 ^4He 和 ^7Li 两个重荷电粒子，同时，中子与含硼 (^{10}B) 药物发生反应后产生的伽马射线。参照图 1 和图 2，其分别示出了硼中子捕获反应的示意图和 $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ 中子捕获核反应方程式，两荷电粒子的平均能量约为 2.33MeV，具有高线性转移 (Linear Energy Transfer, LET)、短射程特征， α 粒子的线性能量转移与射程分别为 150 keV/ μm 、8 μm ，而 ^7Li 重荷粒子则为 175 keV/ μm 、5 μm ，两粒子的总射程约相当于一个细胞大小，因此对于生物体造成的辐射伤害能局限在细胞层级，当含硼药物选择性地聚集在肿瘤细胞中，搭配适当的中子射源，便能在不对正常组织造成太大伤害的前提下，达到局部杀死肿瘤细胞的目的。

本申请公开了一种应用于硼中子捕获治疗系统中的光子发射检测装置，所述光子发射检测装置用于检测中子捕获治疗装置产生的中子射束与含硼 (^{10}B) 药物发生反应后产生的伽马射线，从而通过伽马射线计算出硼 (^{10}B) 的浓度。

以下结合附图，具体介绍应用于硼中子捕获治疗系统中的光子发射检测装置。

如图 3 所示，所述硼中子捕获治疗系统包括中子捕获治疗装置 100、光子发射检测装置 200 以及治疗床 300。所述中子捕获治疗装置 100 包括用于产生带电粒子束的加速器 101、经带电粒子束 P 照射后产生中子射束 N 的中子产生部 102、对中子射束 N 进行整形的射束整形体 103 及准直器 104。所述射束整形体 103 包括缓速体 105 及包覆于缓速体 104 外周的反射体 106，所述缓速体 105 将自中子产生部 102 产生的中子减速至预设能谱，所述反射体 106 将偏离的中子导回以提高预设能谱内的中子强度，所述准直器 104 将中子产生部 102 产生的中子进行集中。

患者服用或注射含硼 (^{10}B) 药物后，含硼 (^{10}B) 的药物选择性地聚集在肿瘤细胞中，所述中子照射至含硼 (^{10}B) 药物后产生伽马射线，所述光子发射检测装置对该伽马射线进行检测。

如图 4 至图 6 所示，所述光子发射检测装置 200 包括环绕所述治疗床外周的检测部 201，

所述检测部 201 包括第一检测部 202 和第二检测部 203，所述第一检测部 202 和第二检测部 203 能够彼此远离或者靠近从而使检测部在治疗床 300 外周形成的环形半径能够增加或者减小。所述第一检测部 202、第二检测部 203 内均安装有能够分布在第一检测部 202 和第二检测部 203 内相对于治疗床 180 度旋转的探测装置 204，所述检测部 201 通过探测装置 204 实现对所述伽马射线的检测。

作为一种优选的实施方式，本申请中，所述第一检测部 202 和第二检测部 203 彼此之间的远离或者靠近是通过以下方式实现。

所述光子发射检测装置 200 还包括位于治疗床 300 两侧的第一支撑架 211 和第二支撑架 221。所述第一支撑架 211 包括能够在地面移动的第一基座 212、连接于第一基座 212 的第一伸缩臂 213 以及位于所述第一伸缩臂 213 的一端并且连接于所述第一检测部 202 的第一延伸臂 214。所述第一伸缩臂 213 能够沿竖直方向上下伸缩，所述第一检测部 202 设于所述第一延伸臂 214，所述第一检测部 202 及所述第一延伸臂 214 随着第一伸缩臂 213 的上下伸缩运动而上下移动。所述第二支撑架 221 包括能够在地面移动的第二基座 222、连接于第二基座 222 的第二伸缩臂 223 以及位于所述第二伸缩臂 223 的一端并且连接于所述第二检测部 203 的第二延伸臂 224，所述第二伸缩臂 223 能够沿竖直方向上下伸缩，所述第二检测部 203 设于所述第二延伸臂 224，所述第二检测部 203 及第二延伸臂 224 随第二伸缩臂 223 的上下伸缩运动而上下移动。所述第一支撑架 211 和第二支撑架 221 随着第一基座 212 和第二基座 222 的运动远离或者靠近治疗床 300。为了便于制造，作为一种优选的实施方式，所述第一支撑架 211 和第二支撑架 221 的结构相同。另外，可以将所述第一伸缩臂 213 和第二伸缩臂 223 设置为不可伸缩的结构，而将所述第一延伸臂 214 和第二延伸臂 224 设置为能够分别相对于所述第一伸缩臂 213 和第二伸缩臂 223 转动的结构，通过转动第一、第二延伸臂 213、223，改变检测部 201 环绕在所述治疗床 300 外周的半径。当然，所述第一延伸臂 214 和第二延伸臂 224 的转动结构以及所述第一伸缩臂 213 和第二伸缩臂 223 的伸缩结构可以同时采用，以增加所述检测部 201 的自由度。

作为一种优选地实施方式，本申请中所述第一伸缩臂 213 和第一延伸臂 214 之间还设有转动件 30。也就是说，第一延伸臂 214 能够绕转动件 30 相对第一伸缩臂 213 转动；第二伸缩臂 223 和第二延伸臂 224 之间同样设有转动件 30，第二延伸臂 224 能够绕转动件 30 相对于第二伸缩臂 223 转动。这样做的好处是，可以通过转动第一、第二延伸臂 213、223，改变检测部 201 环绕在所述治疗床 300 外周的半径，同时能够进一步提高整个探测装置 204 的自由度，调整第一检测部 201 和第二检测部 202 相对于肿瘤位置的距离，即，能够有利于调整第一检测部 201 相对于肿瘤位置的距离与第二检测部 202 相对于肿瘤位置的距离一致，从而提高整个探测装置 204 的探测精度。

在实际检测工作过程中，不同病人的肿瘤位置很可能会不同，比如，有的患者的肿瘤在头部，有的患者的肿瘤在胸部，如果治疗床上的患者需要进行检测的肿瘤部位是头部，那么，

第一检测部 202 和第二检测部 203 环绕在治疗床 300 外周的环形半径则是较小为好, 而如果需要进行检测的肿瘤部位是胸部, 那么, 根据实际测量需求, 改变所述第一检测部和第二检测部环绕在治疗床外周行程的环形的半径。因为检测部环绕在治疗床外周的环形半径越小, 检测部 201 中安装的探测装置 204 才能更加靠近患者, 而探测装置 204 相对于患者肿瘤部位的探测距离减小, 探测到的相关信息才会更多, 整个光子发射检测装置 200 的探测精度才会更加高。

当需要减小环绕在治疗床 300 外周的环形半径时, 改变第一伸缩臂 213 或者第二伸缩臂 223 的伸缩长度, 使第一伸缩臂 213 和第二伸缩臂 223 的伸缩长度不一致, 并且, 移动第一基座 212 和第二基座 222 使第一基座 212 和第二基座 222 相互靠近, 第一检测部 202 和第二检测部 203 环绕在患者肿瘤外周的半径则减小(探测装置 204 到肿瘤位置的距离减小); 当需要增加环绕在治疗床 300 外周的环形半径时, 保持第一伸缩臂 213 和第二伸缩臂 223 的伸缩距离一致, 并移动第一基座 212 和第二基座 222 使第一基座 212 和第二基座 222 相互远离, 第一检测部 202 和第二检测部 203 环绕在患者胸部外周的半径则增大。当所述第一伸缩臂 213 与第二伸缩臂 223 的伸缩距离相同, 移动所述第一基座 211 和第二基座 221 至所述第一检测部 202 和第二检测部 203 相互接触时, 所述第一检测部 202 和第二检测部 203 形成环绕于所述治疗床 300 外周最大半径的环形。

所述第一基座 212 和第二基座 222 的移动可以通过在地面设置轨道 230 实现。具体地, 可通过在地面设置位于治疗床 300 两侧的轨道 230, 所述第一、第二基座 212、222 分别安装于所述轨道 230 并在所述轨道 230 上的运动, 所述第一、第二基座 212、222 的运动带动所述第一、第二检测部 202、203 相互靠近或者远离, 从而使第一检测部 202 和第二检测部 203 环绕于所述治疗床 300 外周的半径增大或者减小。

在本实施方式中, 所述治疗床 300 能够在所述第一检测部 202 和第二检测部 203 形成的环形中前后移动以改变所述探测装置 204 与治疗床 300 的相对位置(即改变探测装置 204 与肿瘤的相对位置)。因为治疗床 300 能够前后移动, 所以只需要将轨道 230 设置为位于治疗床 300 两侧并且能够沿着与所述治疗床 300 运动方向垂直的方向延伸的结构即可, 第一、第二基座 211、221 安装在所述轨道 230 上并沿着所述轨道 230 移动从而远离或者靠近所述治疗床 300。

因为所述检测部 201 环绕在所述治疗床 300 外周的半径能够根据实际治疗过程中患者肿瘤位置的实际尺寸进行改变, 治疗床 300 也能够根据患者肿瘤位置的实际情况进行运动, 从而使患者肿瘤部位处于检测部 201 之间, 所以整个光子发射检测装置 200 与治疗床 300 配合能够实现对患者肿瘤的全方位检测。

当硼中子捕获治疗完成后, 移动所述第一基座 211 和第二基座 221, 使得整个光子发射检测装置 200 分成两部分并远离治疗床 300。

结合图 7, 所述光子发射检测装置 200 还连接有对检测部 201 检测到的伽马射线进行采集的信号采集单元 240、利用采集到的信号计算硼浓度的计算单元 250 以及连接于中子捕获

治疗装置 100 并将计算出的硼浓度实时反馈至中子捕获治疗装置 100 的反馈单元 260，所述中子捕获治疗装置 100 则连接有能够根据反馈单元 260 反馈的信号对中子捕获治疗装置 100 产生的中子射束对肿瘤照射时间进行修正的修正单元 270。

现将光子发射检测装置在整个硼中子捕获治疗系统的工作过程进行描述。

首先，患者注射（服用）含有硼（ ^{10}B ）药物并置于所述治疗床 300，所述含硼（ ^{10}B ）药物在患者肿瘤位置处聚集；

所述光子发射检测装置 200 根据患者肿瘤的部位依次调整治疗床 300 相对于检测部 201 的位置（借助治疗床 300 的运动使肿瘤部位位于检测部 201 内探测装置 204 的对应位置）及检测部 201 的第一检测部 202 和第二检测部 203 环绕在治疗床 300 外周的环形半径；

所述中子捕获治疗装置 100 产生中子射束 N，所述中子射束 N 对患者聚集有含硼（ ^{10}B ）药物的肿瘤位置进行照射，中子射束 N 与硼（ ^{10}B ）产生伽马射线；

所述第一检测部 202 和第二检测部 203 通过探测装置 204 探测中子射束 N 与硼（ ^{10}B ）产生伽马射线；

所述信号采集单元 240 采集探测到的伽马射线，并利用计算单元 250 通过采集到的伽马射线计算出硼（ ^{10}B ）浓度；

所述反馈单元 260 将计算出的硼（ ^{10}B ）浓度反馈至中子捕获治疗装置 100；

所述中子捕获治疗装置 100 通过修正单元 270，根据反馈单元 260 反馈的硼（ ^{10}B ）浓度对中子射束的照射时间进行修正。

当整个治疗过程结束后，可以将所述光子发射检测装置 200 分成两部分移动至远离中子捕获治疗装置 100 的位置，以减小中子捕获治疗装置 100 与光子发射检测装置 200 相互之间的辐射影响。

本申请揭示的用于硼中子捕获治疗系统的光子发射检测装置并不局限于以上实施例所述的内容以及附图所表示的结构。而且如果有需要，也可以对其他断层扫描显像装置（比如 Computed Tomography : CT, 电子计算机断层扫描）进行本申请中的改进。在本申请的基础上对其中构件的材料、形状及位置所做的显而易见地改变、替代或者修改，都在本申请要求保护的范围之内。

权 利 要 求 书

- 1、一种光子发射检测装置，其特征在于：所述光子发射检测装置包括检测部以及治疗床，所述检测部包括位于所述治疗床两侧的第一检测部和第二检测部，所述第一检测部和第二检测部能够彼此远离或者靠近从而使检测部形成半径能够增加或者减小的环形，所述环形环绕于所述治疗床。
- 2、根据权利要求1所述的光子发射检测装置，其特征在于：所述第一检测部和第二检测部内均安装有能够相对于治疗床旋转的探测装置，所述检测部通过探测装置检测由硼中子捕获反应产生的瞬发伽马射线。
- 3、根据权利要求1所述的光子发射检测装置，其特征在于：所述光子发射检测装置还包括位于治疗床两侧的第一支撑架和第二支撑架，所述第一支撑架包括能够在地面移动的第一基座、连接于第一基座并且沿竖直方向上下伸缩的第一伸缩臂以及位于所述第一伸缩臂的一端并且连接于所述第一检测部的第一延伸臂，所述第一检测部设于所述第一延伸臂，所述第二支撑架包括能够在地面移动的第二基座、连接于第二基座并且能够沿竖直方向上下伸缩的第二伸缩臂以及位于所述第二伸缩臂的一端并且连接于所述检测部的第二延伸臂，所述第二检测部设于所述第二延伸臂，所述第一支撑架和第二支撑架随着第一基座和第二基座的运动远离或者靠近治疗床。
- 4、根据权利要求3所述的光子发射检测装置，其特征在于：当所述第一伸缩臂与第二伸缩臂的伸缩距离相同，所述第一基座和第二基座相互靠近至所述第一检测部和第二检测部相互接触时，所述第一检测部和第二检测部形成环绕所述治疗床外周最大半径的环形；当所述第一伸缩臂和第二伸缩臂的伸缩距离不同，所述第一基座和第二基座相互靠近时，所述第一检测部和第二检测部形成环绕于所述治疗床外周的半径减小。
- 5、根据权利要求3所述的光子发射检测装置，其特征在于：所述第一检测部和/或第二检测部能够相对于治疗床转动。
- 6、根据权利要求5所述的光子发射检测装置，其特征在于：所述第一伸缩臂和第一延伸臂之间设有转动件，第二伸缩臂和第二延伸臂之间设有转动件，第一延伸臂能够绕转动件转动而使第一检测部相对治疗床转动，第二延伸臂能够绕转动件转动而使第二检测部相对于治疗床转动。
- 7、一种硼中子捕获治疗系统，其特征在于：所述硼中子捕获治疗系统包括中子捕获治疗装置、光子发射检测装置以及治疗床，所述中子捕获治疗装置包括用于产生带电粒子束的加速器、经带电粒子束照射后产生中子射束的中子产生部、对中子射束进行整形的射束整形体及准直器，所述射束整形体包括缓速体及包覆于缓速体外周的反射体，所述缓速体将自中子产生部产生的中子减速至预设能谱，所述反射体将偏离的中子导回以提高预设能谱内的中子强度，所述准直器将中子产生部产生的中子进行集中，所述中子照射含硼(^{10}B)药物后产生伽马射线，所述光子发射检测装置包括环绕所述治疗床外周并对中子照射含硼(^{10}B)药物后产生的伽马射线进行检测的检测部，所述检测部包括第一检测部和第二检测部，所述第一检测部和第二检测部能够彼此远离或者靠近从而使检测部形成半径能够增加或者

减小的环形，所述环形环绕于所述治疗床。

- 8、根据权利要求 7 所述的硼中子捕获治疗系统，其特征在于：所述第一检测部和第二检测部内均安装有能够相对于治疗床旋转的探测装置，所述检测部通过探测装置实现对所述伽马射线的检测。
- 9、根据权利要求 7 所述的硼中子捕获治疗系统，其特征在于：所述第一检测部和/或第二检测部能够相对于治疗床转动，以使第一检测部中的探测装置相对于治疗床的距离与第二检测部中的探测装置相对于治疗床的距离一致。
- 10、根据权利要求 7 所述的硼中子捕获治疗系统，其特征在于：所述光子发射检测装置连接有对检测部检测到的伽马射线进行采集的信号采集单元、利用采集到的信号计算硼浓度的计算单元以及连接于中子捕获治疗装置并将计算出的硼 (^{10}B) 浓度实时反馈至中子捕获治疗装置的反馈单元，所述中子捕获治疗装置则连接有能够根据所述反馈单元反馈的信号对中子捕获治疗装置产生的中子射束照射肿瘤的时间进行修正的修正单元。

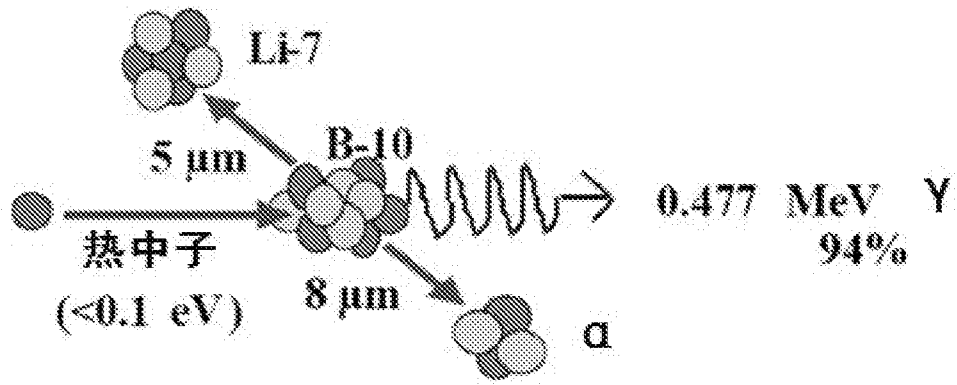


图 1

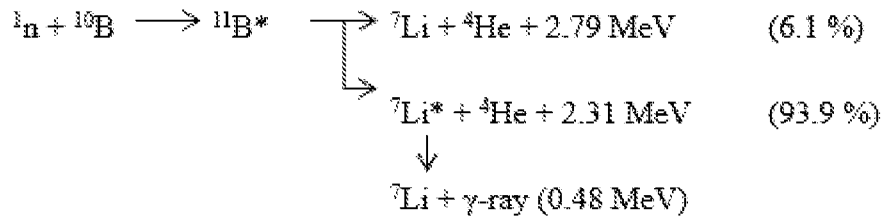


图 2

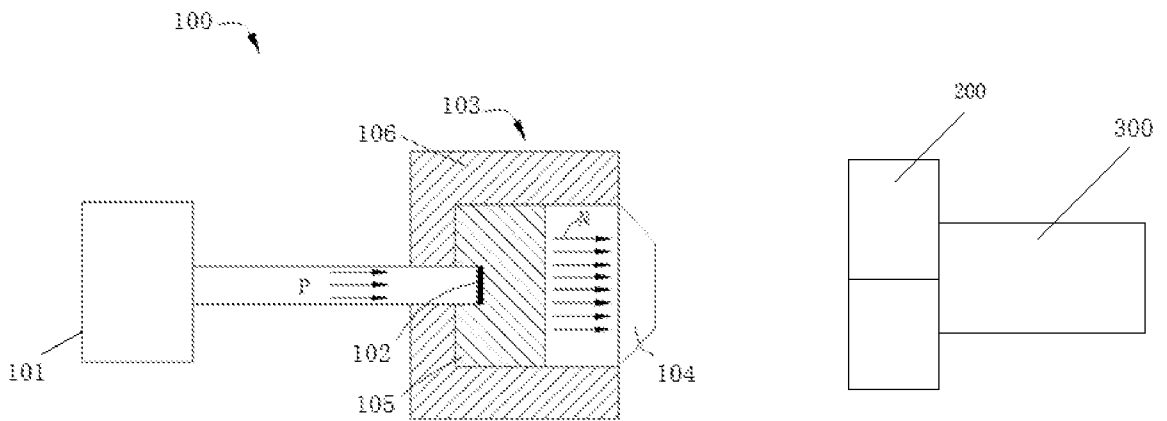


图 3

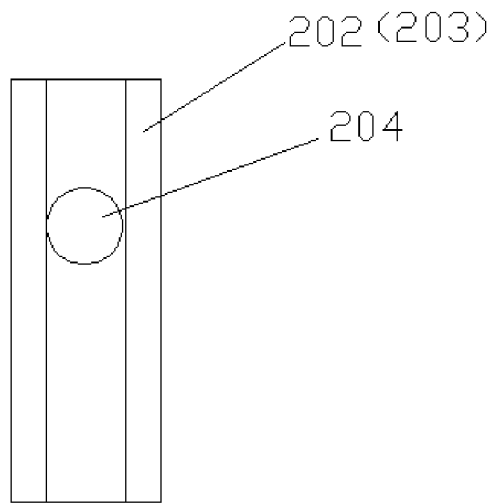


图 4

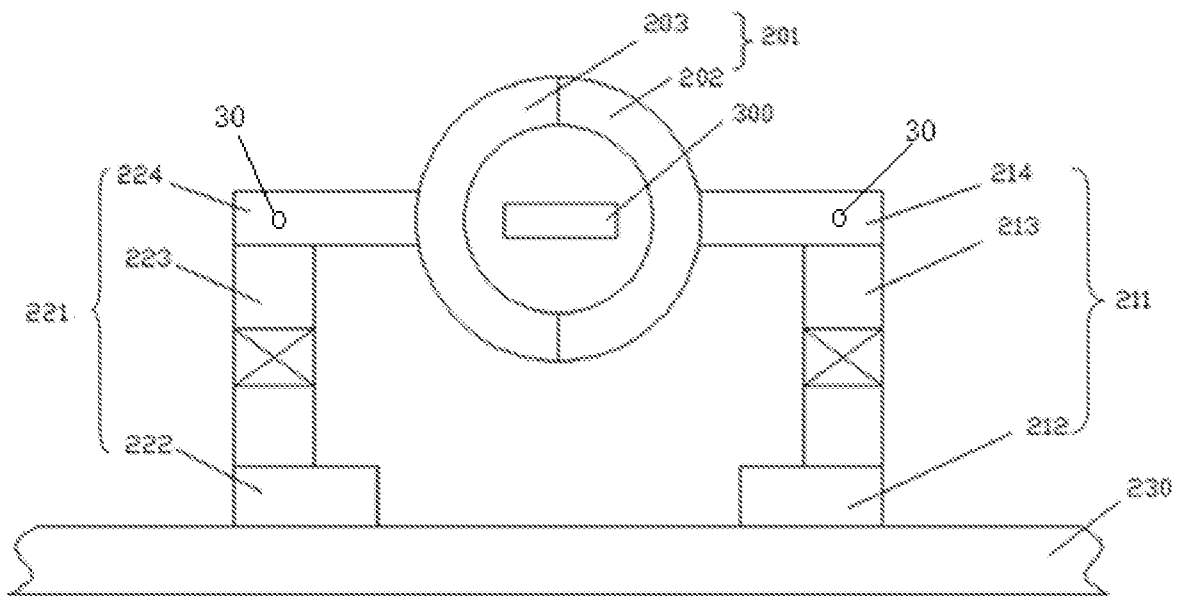


图 5

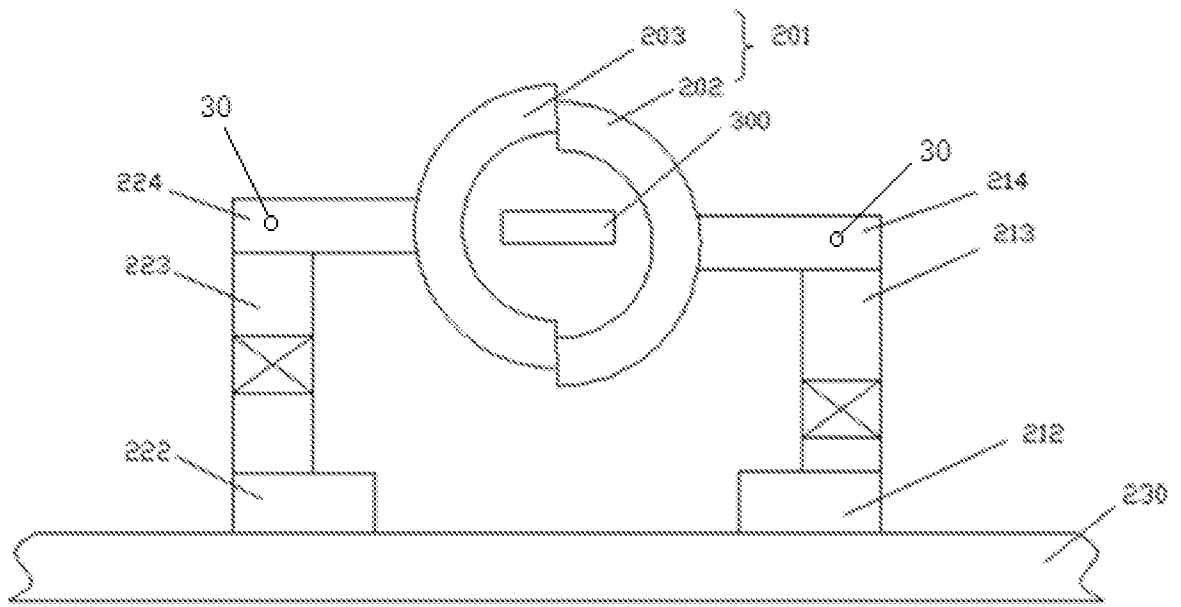


图 6

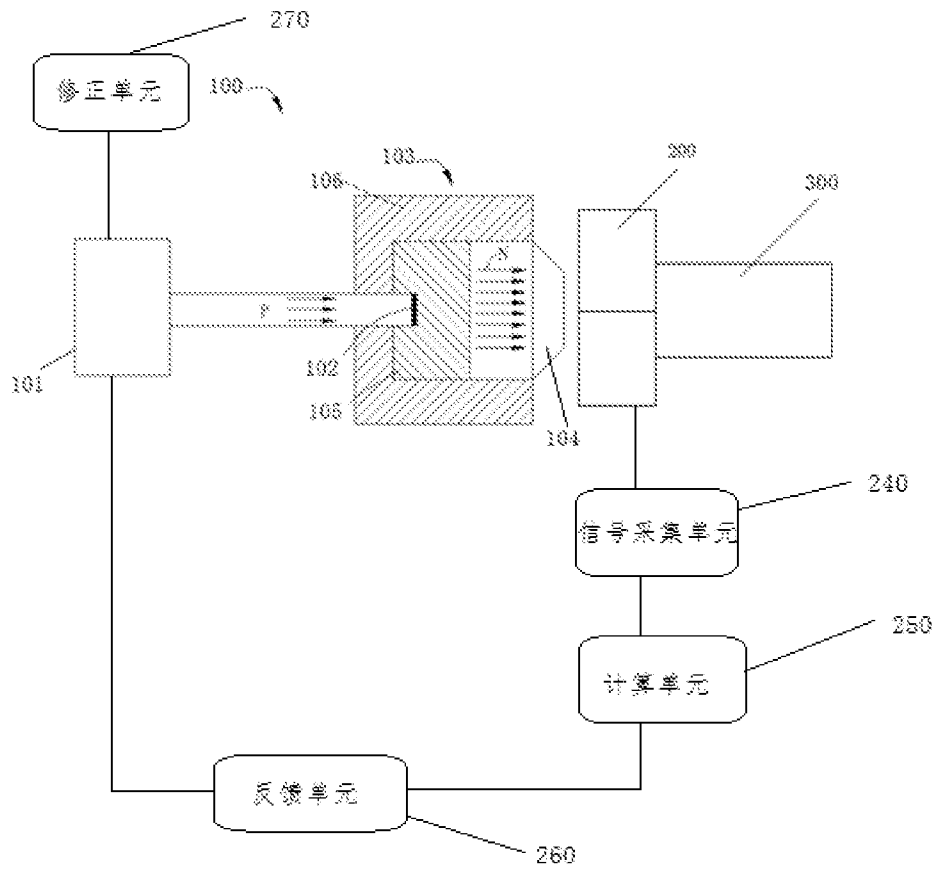


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/092733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61N 5/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 南京中硼联康医疗科技有限公司, 萧明城, 断层, 放疗, 放射线, 光子, 中子, 硼, 检测 2d 1, 检测2d 一, 检测 2d 2, 检测2d 二, 半径, 变化, 增加, 增大, 减小, 减少, 改变, 调节, BNCT, neutron, boron, B, capture, therapy, (detect+ or measure+) s (2nd or second), radii, radius, semidiameter

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104919337 A (SHIMADZU CORPORATION) 16 September 2015 (2015-09-16) abstract, description, paragraphs [0039]-[0046] and [0056]-[0057], and figures 1-2	1-10
A	CN 104174121 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 03 December 2014 (2014-12-03) description, paragraphs [0024]-[0032] and [0053]-[0058], and figure 2	1-10
A	CN 104136078 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD ET AL.) 05 November 2014 (2014-11-05) entire document	1-10
A	JP 2016214760 A (TOSHIBA CORP.) 22 December 2016 (2016-12-22) entire document	1-10
A	CN 105536153 A (ELEKTA LIMITED) 04 May 2016 (2016-05-04) entire document	1-10
A	CN 106552322 A (NEUBORON MEDTECH LTD.) 05 April 2017 (2017-04-05) entire document	1-10
A	CN 1147967 A (SIEMENS MEDICAL SYSTEMS, INC.) 23 April 1997 (1997-04-23) entire document	1-10

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 January 2018

Date of mailing of the international search report

13 February 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/092733

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104919337	A	16 September 2015	JP	2017003603	A	05 January 2017
				WO	2014119428	A1	07 August 2014
				EP	2952932	A1	09 December 2015
				JP	6024764	B2	16 November 2016
				US	2015366519	A1	24 December 2015
				EP	2952932	B1	01 November 2017
CN	104174121	A	03 December 2014	KR	20140137292	A	02 December 2014
				TW	I520758	B	11 February 2016
				JP	2014228401	A	08 December 2014
				TW	201444601	A	01 December 2014
				EP	2805745	B1	26 April 2017
				CN	104174121	B	24 May 2017
				JP	6042269	B2	14 December 2016
				KR	20160103960	A	02 September 2016
				EP	2805745	A1	26 November 2014
CN	104136078	A	05 November 2014	EP	2821099	A1	07 January 2015
				JP	5909275	B2	26 April 2016
				US	2015065870	A1	05 March 2015
				WO	2013128770	A1	06 September 2013
JP	2016214760	A	22 December 2016	None			
CN	105536153	A	04 May 2016	GB	2531730	A	04 May 2016
				EP	3015133	A1	04 May 2016
				US	2016114191	A1	28 April 2016
CN	106552322	A	05 April 2017	WO	2017054557	A1	06 April 2017
CN	1147967	A	23 April 1997	CA	2181530	A1	21 January 1997
				DE	69632104	D1	13 May 2004
				CN	1072022	C	03 October 2001
				EP	0754476	A2	22 January 1997
				JP	H0999109	A	15 April 1997
				US	5621779	A	15 April 1997
				DE	69632104	T2	07 April 2005
				EP	0754476	B1	07 April 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/092733

<p>A. 主题的分类 A61N 5/10(2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p>B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) A61N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 南京中硼联康医疗科技有限公司, 萧明城, 断层, 放疗, 放射线, 光子, 中子, 硼, 检测 2d 1, 检测2d 一, 检测 2d 2, 检测2d 二, 半径, 变化, 增加, 增大, 减小, 减少, 改变, 调节, BNCT, neutron, boron, B, capture, therapy, (detect+ or measure+) s (2nd or second), radii, radius, semidiameter</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 104919337 A (株式会社岛津制作所) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 摘要, 说明书第[0039]-[0046], [0056]-[0057]段, 图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104174121 A (住友重机械工业株式会社) 2014年 12月 3日 (2014 - 12 - 03) 说明书第[0024]-[0032], [0053]-[0058]段, 图2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104136078 A (三菱重工业株式会社 等) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016214760 A (TOSHIBA CORP.) 2016年 12月 22日 (2016 - 12 - 22) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105536153 A (医科达有限公司) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106552322 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1147967 A (西门子医疗系统公司) 1997年 4月 23日 (1997 - 04 - 23) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 104919337 A (株式会社岛津制作所) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 摘要, 说明书第[0039]-[0046], [0056]-[0057]段, 图1-2	1-10	A	CN 104174121 A (住友重机械工业株式会社) 2014年 12月 3日 (2014 - 12 - 03) 说明书第[0024]-[0032], [0053]-[0058]段, 图2	1-10	A	CN 104136078 A (三菱重工业株式会社 等) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 全文	1-10	A	JP 2016214760 A (TOSHIBA CORP.) 2016年 12月 22日 (2016 - 12 - 22) 全文	1-10	A	CN 105536153 A (医科达有限公司) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-10	A	CN 106552322 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 全文	1-10	A	CN 1147967 A (西门子医疗系统公司) 1997年 4月 23日 (1997 - 04 - 23) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
A	CN 104919337 A (株式会社岛津制作所) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 摘要, 说明书第[0039]-[0046], [0056]-[0057]段, 图1-2	1-10																								
A	CN 104174121 A (住友重机械工业株式会社) 2014年 12月 3日 (2014 - 12 - 03) 说明书第[0024]-[0032], [0053]-[0058]段, 图2	1-10																								
A	CN 104136078 A (三菱重工业株式会社 等) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 全文	1-10																								
A	JP 2016214760 A (TOSHIBA CORP.) 2016年 12月 22日 (2016 - 12 - 22) 全文	1-10																								
A	CN 105536153 A (医科达有限公司) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-10																								
A	CN 106552322 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 全文	1-10																								
A	CN 1147967 A (西门子医疗系统公司) 1997年 4月 23日 (1997 - 04 - 23) 全文	1-10																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期 2018年 1月 26日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期 2018年 2月 13日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员 王小燕 电话号码 (86-10)53962418</p>																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/092733

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104919337	A	2015年 9月 16日	JP	2017003603	A	2017年 1月 5日
				WO	2014119428	A1	2014年 8月 7日
				EP	2952932	A1	2015年 12月 9日
				JP	6024764	B2	2016年 11月 16日
				US	2015366519	A1	2015年 12月 24日
				EP	2952932	B1	2017年 11月 1日
CN	104174121	A	2014年 12月 3日	KR	20140137292	A	2014年 12月 2日
				TW	I520758	B	2016年 2月 11日
				JP	2014228401	A	2014年 12月 8日
				TW	201444601	A	2014年 12月 1日
				EP	2805745	B1	2017年 4月 26日
				CN	104174121	B	2017年 5月 24日
				JP	6042269	B2	2016年 12月 14日
				KR	20160103960	A	2016年 9月 2日
				EP	2805745	A1	2014年 11月 26日
CN	104136078	A	2014年 11月 5日	EP	2821099	A1	2015年 1月 7日
				JP	5909275	B2	2016年 4月 26日
				US	2015065870	A1	2015年 3月 5日
				WO	2013128770	A1	2013年 9月 6日
JP	2016214760	A	2016年 12月 22日	无			
CN	105536153	A	2016年 5月 4日	GB	2531730	A	2016年 5月 4日
				EP	3015133	A1	2016年 5月 4日
				US	2016114191	A1	2016年 4月 28日
CN	106552322	A	2017年 4月 5日	WO	2017054557	A1	2017年 4月 6日
CN	1147967	A	1997年 4月 23日	CA	2181530	A1	1997年 1月 21日
				DE	69632104	D1	2004年 5月 13日
				CN	1072022	C	2001年 10月 3日
				EP	0754476	A2	1997年 1月 22日
				JP	H0999109	A	1997年 4月 15日
				US	5621779	A	1997年 4月 15日
				DE	69632104	T2	2005年 4月 7日
				EP	0754476	B1	2004年 4月 7日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)