



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106178289 B

(45)授权公告日 2018.11.09

(21)申请号 201610780100.X

(22)申请日 2016.08.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106178289 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(73)专利权人 中国医学科学院生物医学工程研究所

地址 300192 天津市南开区白堤路236号

(72)发明人 刘志朋 张伟 曹爽 殷涛

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201

代理人 杜文茹

(51)Int.Cl.

A61N 5/10(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104936517 A,2015.09.23,

US 8684922 B2,2014.04.01,

马任,等.基于声换能器特性的三维磁感应磁声成像重建算法.《中国生物医学工程学报》.2014,第33卷(第5期),第532-538页.

审查员 田方方

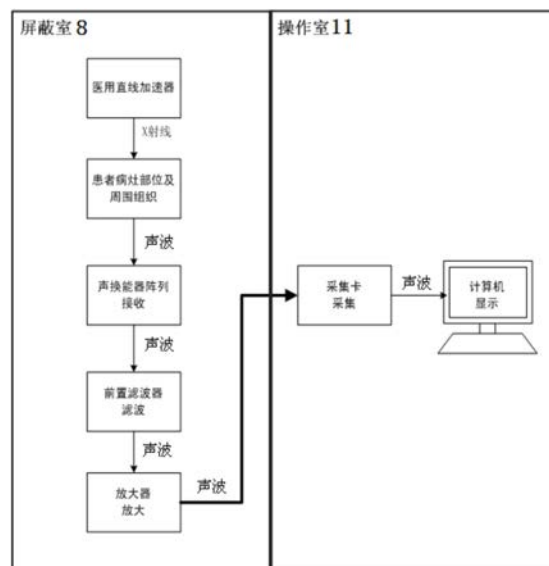
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置

(57)摘要

一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置:将用于接收病灶组织X射线吸收剂量信息的声换能器贴在患者靠近病灶组织部位的皮肤表面;医用直线加速器发射X射线到肿瘤患者病灶组织,病灶组织吸收入射的X射线能量后局部温度升高,激发出携带X射线吸收剂量信息的声波;声换能器接收携带病灶组织X射线吸收剂量信息的声波;声换能器将接收到的声波送入前置滤波器进行滤波,滤波后的信号送入放大器放大;经过放大器放大后的信号由采集卡采集,并由计算机记录数据;利用图像重建算法将计算机采集记录到的声波数据重建出二维声波信号分布图像;通过X射线吸收剂量计算公式获得X射线吸收剂量。本发明为放射治疗的过程中,射线吸收剂量的评估提供了数据。



1. 一种用于检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的装置,包括有由放疗装置构成的治疗部分,由声换能器(5)、前置滤波器(4)和放大器(3)构成的信号采集处理部分,以及由采集卡(2)和计算机(1)构成的采集处理部分,其特征在于,用于采集声信号的声换能器(5)、用于对所述的声信号进行滤波的前置滤波器(4)、用于对滤波后的声信号进行放大的放大器(3)、用于采集滤波放大后的声信号的采集卡(2)和用于记录和处理数据的计算机(1)依次串联连接,所述的声换能器(5)是由多数个声换能器基元(9)串联构成的声换能器阵列,并设置在肿瘤患者靠近病灶组织部位的皮肤表面,并通过放疗模具(13)固定;该装置执行以下步骤:

1) 将用于接收病灶组织X射线吸收剂量信息的声换能器贴在患者靠近病灶组织部位的皮肤表面;

2) 医用直线加速器发射X射线到肿瘤患者病灶组织,病灶组织吸收入射的X射线能量后局部温度升高,使病灶及周围组织热胀冷缩而激发出携带X射线吸收剂量信息的声波;

3) 声换能器接收携带病灶组织X射线吸收剂量信息的声波;

4) 声换能器将接收到的声波送入前置滤波器进行滤波,滤波后的信号送入放大器放大;

5) 经过放大器放大后的信号由采集卡采集,并由计算机记录数据;

6) 利用图像重建算法,将计算机采集记录到的声波数据重建出二维声波信号分布图像;

7) 从二维声波信号分布图像中获得X射线吸收剂量计算公式所需的数据,通过X射线吸收剂量计算公式获得X射线吸收剂量:

$$\iint_{|r|=v_s t} A(r) dS = \frac{4\pi C_p k t}{\beta r} IFFT \left(\frac{P_d(\omega) W(\omega)}{P_0(\omega)} \right) \frac{tk}{r_0}$$

其中, $A(r)$ 是给定位置 r 在时间点 t 的X射线吸收量; k 是由X射线的源点吸收性质决定的参数; $P_d(\omega)$ 是采集记录到的二维声波信号 $P_d(t)$ 的傅里叶变换; $W(\omega)$ 是限制信号带宽的窗函数; C_p 是比热; v_s 是声速; β 是等压体积膨胀系数; r_0 是源点与声换能器探测点的距离; $P_0(\omega)$ 是源点声压信号 $P_0(t)$ 的傅立叶变换。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述的声换能器(5)、前置滤波器(4)和放大器(3)设置在由屏蔽隔离层(7)构成的屏蔽室(8)内。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述的声换能器(5)中声换能器的数量要满足声换能器(5)接收声波信息的范围全部覆盖病灶组织。

一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种X射线吸收剂量的确定。特别是涉及一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置

背景技术

[0002] 放射治疗是治疗恶性肿瘤的常规手段。肿瘤患者中约有70%在治疗的不同阶段需要接受放射治疗。而在放射治疗的过程中,剂量的计算与控制是保障放射治疗效果的关键技术。目前,放疗过程中的剂量控制都是依据特定的剂量学标准计算治疗时间和剂量后,对X射线机进行编程控制,实施治疗。然而,癌症患者实际吸收剂量并没有有效的检测和评估方法及装置。

[0003] 近期研究表明,X射线脉冲能有效激励生物组织声波信号的产生,可以通过声波信号确定肿瘤患者对X射线的吸收剂量。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种能够为放射治疗的过程中,射线吸收剂量的评估提供数据的检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置。

[0005] 本发明所采用的技术方案是:一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法,包括如下步骤:

[0006] 1) 将用于接收病灶组织X射线吸收剂量信息的声换能器贴在患者靠近病灶组织部位的皮肤表面;

[0007] 2) 医用直线加速器发射X射线到肿瘤患者病灶组织,病灶组织吸收入射的X射线能量后局部温度升高,使病灶及周围组织热胀冷缩而激发出携带X射线吸收剂量信息的声波;

[0008] 3) 声换能器接收携带病灶组织X射线吸收剂量信息的声波;

[0009] 4) 声换能器将接收到的声波送入前置滤波器进行滤波,滤波后的信号送入放大器放大;

[0010] 5) 经过放大器放大后的信号由采集卡采集,并由计算机记录数据;

[0011] 6) 利用图像重建算法,将计算机采集记录到的声波数据重建出二维声波信号分布图像;

[0012] 7) 从二维声波信号分布图像中获得X射线吸收剂量计算公式所需的数据,通过X射线吸收剂量计算公式获得X射线吸收剂量:

$$[0013] \quad \iint_{|r|=v_s t} A(r) dS = \frac{4\pi C_p k t}{\beta r} IFFT \left(\frac{P_d(\omega) W(\omega)}{P_0(\omega)} \right) \frac{t k}{r_0}$$

[0014] 其中,A(r)是给定位置r在时间点t的X射线吸收量;k是由X射线的源点吸收性质决定的参数; $P_d(\omega)$ 是采集记录到的二维声波信号 $P_d(t)$ 的傅里叶变换; $W(\omega)$ 是限制信号带宽的窗函数; C_p 是比热; v_s 是声速; B 是等压体积膨胀系数; r_0 是源点与声换能器探测点的距离; $P_0(\omega)$ 是源点声压信号 $P_0(t)$ 的傅立叶变换。

[0015] 步骤1)所述的声换能器在肿瘤患者病灶组织附近放置的数量要满足声换能器接收声波信息的范围要全部覆盖病灶组织,所有的换能器构成换能器阵列。

[0016] 所述的换能器阵列是贴合在涂有耦合剂的患者病灶部位表面上,并通过放疗模具固定。

[0017] 步骤6)所述的利用图像重建算法,是采用图像重建算法中的反投影算法或P变换算法或Radon变换算法对采集到的携带病灶组织X射线吸收剂量信息的声波进行声源图像重建,进而求解得到二维声波信号分布图像。

[0018] 一种用于检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法的装置,包括有由放疗装置构成的治疗部分,由声换能器、前置滤波器和放大器构成的信号采集处理部分,以及由采集卡和计算机构成的采集处理部分,用于采集声信号的声换能器、用于对所述的声信号进行滤波的前置滤波器、用于对滤波后的声信号进行放大的放大器、用于采集滤波放大后的声信号的采集卡和用于记录和处理数据的计算机依次串联连接,所述的声换能器是由多数个声换能器基元串联构成的声换能器阵列,并设置在肿瘤患者靠近病灶组织部位的皮肤表面,并通过放疗模具固定。

[0019] 所述的声换能器、前置滤波器和放大器设置在由屏蔽隔离层构成的屏蔽室内。

[0020] 所述的声换能器中声换能器的数量要满足声换能器接收声波信息的范围全部覆盖病灶组织。

[0021] 本发明的一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置,可以检测放疗过程中患者X射线的吸收剂量,同时能根据重建出的X射线吸收剂量分布图像推算X射线在患者体内剂量的分布率,为放射治疗的过程中,射线吸收剂量的评估提供了数据。

附图说明

[0022] 图1是本发明检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法的流程图;

[0023] 图2是本发明检测放疗过程中患者X射线吸收剂量装置的结构示意图;

[0024] 图3是本发明装置中声换能器组设置位置的示意图;

[0025] 图4是声换能器组的结构示意图。

[0026] 图中:

- | | |
|-----------------|---------|
| [0027] 1:计算机 | 2:采集卡 |
| [0028] 3:放大器 | 4:前置滤波器 |
| [0029] 5:声换能器 | 6:放疗装置 |
| [0030] 7:屏蔽隔离层 | 8:屏蔽室 |
| [0031] 9:声换能器基元 | 10:连接导线 |
| [0032] 11:操控室 | 12:病灶 |
| [0033] 13:放疗模具 | 14:X射线 |
| [0034] 15:治疗床 | 16:耦合剂 |

具体实施方式

[0035] 下面结合实施例和附图对本发明的一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置做出详细说明。

[0036] 本发明的一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置,是通过检测X射线脉冲激励出的声波信号反映肿瘤患者对X射线的吸收剂量。

[0037] X射线激发光声成像技术检测放疗过程中肿瘤患者X射线吸收剂量的方法原理为: X射线源作为光声信号激励源,肿瘤组织受到X射线照射,组织内部的内核电子受激发产生光电子,激发的光电子碰撞达到热平衡,使肿瘤组织温度升高,从而产生压力波,即X射线激发的携带病灶组织X射线吸收剂量信息的X射线吸收剂量分布图像。通过X射线吸收剂量计算公式计算出肿瘤患者对X射线的吸收剂量。

[0038] 图1是本发明一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法的流程图,主要给出了放疗过程中检测患者对X射线吸收剂量的方法的流程及产生的声波信号的传输路径,包括屏蔽室内部分流程及操作室内部分流程。其中屏蔽室内部分流程包括:放疗装置中的医用直线加速器发射X射线到患者病灶部位激发病灶部位及周围组织产生声波→声换能器接收声波→前置滤波器滤波→放大器放大;操作室内流程包括:采集卡采集声波数据→计算机显示波形。

[0039] 如图1所示,本发明的一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法,包括如下步骤:

[0040] 1) 将用于接收病灶组织X射线吸收剂量信息的声换能器贴在患者靠近病灶组织部位的皮肤表面,所述的声换能器在肿瘤患者病灶组织附近放置的数量要满足声换能器接收声波信息的范围要全部覆盖病灶组织,所有的换能器构成换能器阵列。并且,所述的换能器阵列是贴合在涂有耦合剂的患者病灶部位表面上,并通过放疗模具固定;

[0041] 2) 医用直线加速器发射X射线到肿瘤患者病灶组织,病灶组织吸收入射的X射线能量后局部温度升高,使病灶及周围组织热胀冷缩而激发出携带X射线吸收剂量信息的声波;

[0042] 3) 声换能器接收携带病灶组织X射线吸收剂量信息的声波;

[0043] 4) 声换能器将接收到的声波送入前置滤波器进行滤波,滤波后的信号送入放大器放大;

[0044] 5) 经过放大器放大后的信号由采集卡采集,并由计算机记录数据;

[0045] 6) 利用图像重建算法,将计算机采集记录到的声波数据重建出二维声波信号分布图像。所述的利用图像重建算法,是采用图像重建算法中的反投影算法或P变换算法或Radon变换算法对采集到的携带病灶组织X射线吸收剂量信息的声波进行声源图像重建,进而求解得到二维声波信号分布图像;

[0046] 7) 从二维声波信号分布图像中获得X射线吸收剂量计算公式所需的数据,通过如下X射线吸收剂量计算公式获得X射线吸收剂量:

$$[0047] \quad \oint_{|r|=v_s t} A(r) dS = \frac{4\pi C_p k t}{\beta r} IFFT \left(\frac{P_d(\omega) W(\omega)}{P_0(\omega)} \right) \frac{tk}{r_0}$$

[0048] 其中, $A(r)$ 是给定位置 r 在时间点 t 的X射线吸收量; k 是由X射线的源点吸收性质决定的参数; $P_d(\omega)$ 是采集记录到的二维声波信号 $P_d(t)$ 的傅里叶变换; $W(\omega)$ 是限制信号带宽的窗函数; C_p 是比热; v_s 是声速; β 是等压体积膨胀系数; r_0 是源点与声换能器探测点的距离; $P_0(\omega)$ 是源点声压信号 $P_0(t)$ 的傅立叶变换。

[0049] 如图2所示,本发明的用于检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法的装置,包括有由放疗装置构成的治疗部分,由声换能器5、前置滤波器4和放大器3构成的信号采集处

理部分,以及由采集卡2和计算机1构成的采集处理部分,其中,用于采集声信号的声换能器5、用于对所述的声信号进行滤波的前置滤波器4、用于对滤波后的声信号进行放大的放大器3、用于采集滤波放大后的声信号的采集卡2和用于记录和处理数据的计算机1依次串联连接,如图4所示,所述的声换能器5是由多数个声换能器基元9串联构成的声换能器阵列。所述声换能器阵列设置在肿瘤患者靠近病灶组织部位的皮肤表面,并通过放疗模具13固定。所述的声换能器5、前置滤波器4和放大器3设置在由屏蔽隔离层7构成的屏蔽室8内。

[0050] 如图3所示,由多数个声换能器构成的声换能器阵列设置在肿瘤患者靠近病灶组织部位的皮肤表面,并通过放疗模具固定。图3为仰卧位治疗,病灶位于腹部,所以,换能器阵列摆放在肿瘤患者腹部附近,X射线由正面入射,为避免耦合剂对X射线的吸收,将声换能器阵列贴在皮肤侧面。若改变治疗体位,则声换能器摆放的位置也应有相应的改变。

[0051] 所述的声换能器5中声换能器的数量要满足声换能器5接收声波信息的范围全部覆盖病灶组织。

[0052] 如图4所示,多个声换能器基元a通过连接导线10采取串联方式连接构成声换能器阵列,其中声换能器基元9的个数由检测部位大小及位置决定,连接多个声换能器基元9的连接导线10具有可任意弯曲的性质,以保证声换能器阵列可以无缝隙的贴在患者皮肤表面。

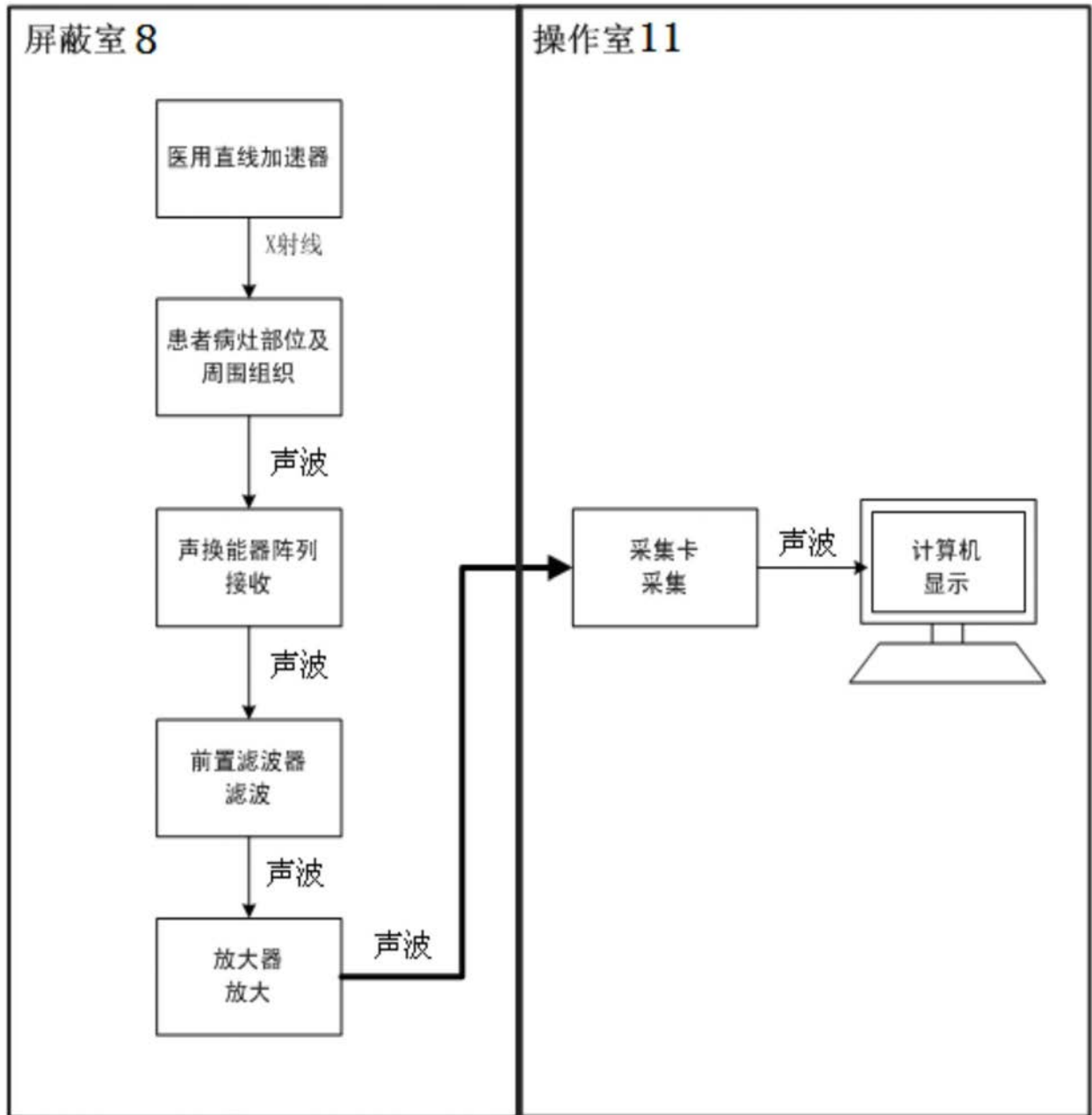


图1

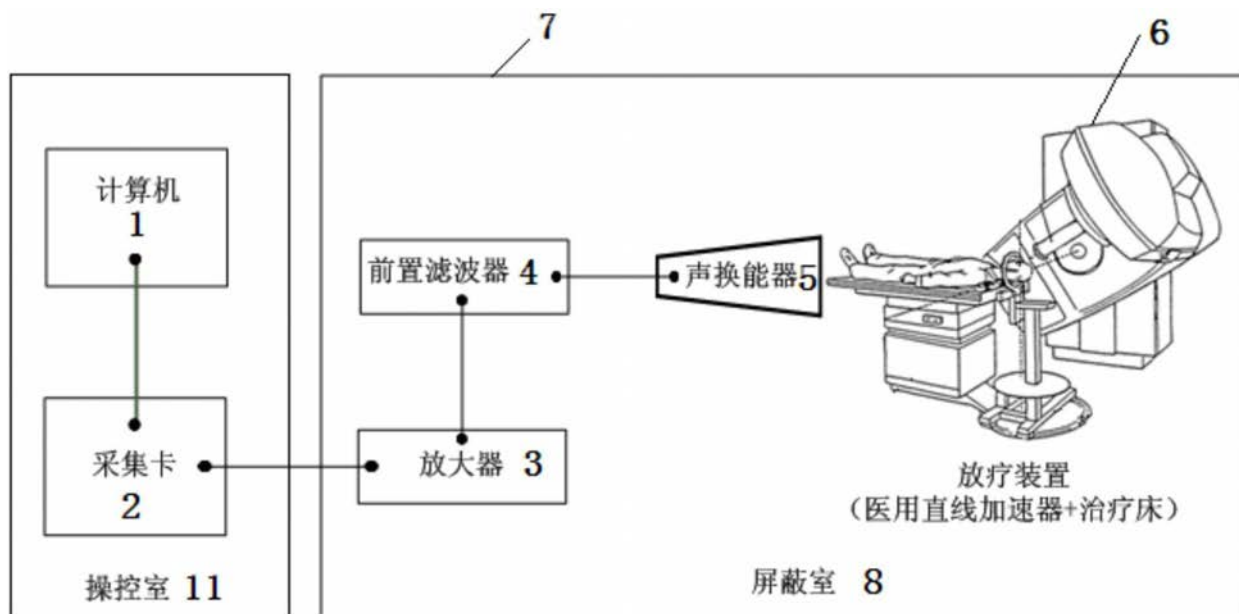


图2

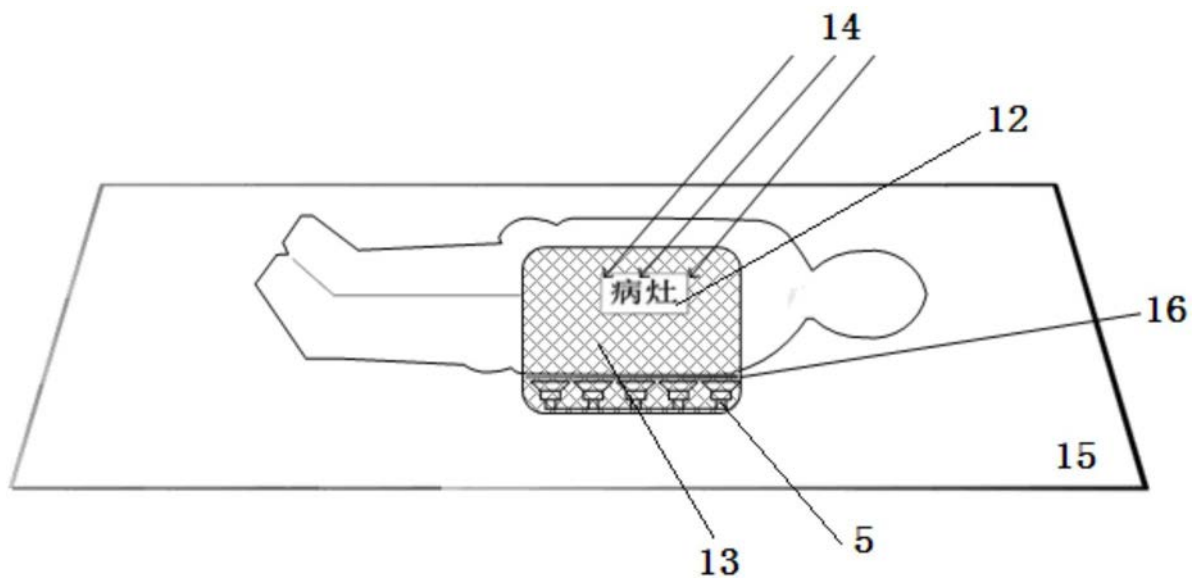


图3

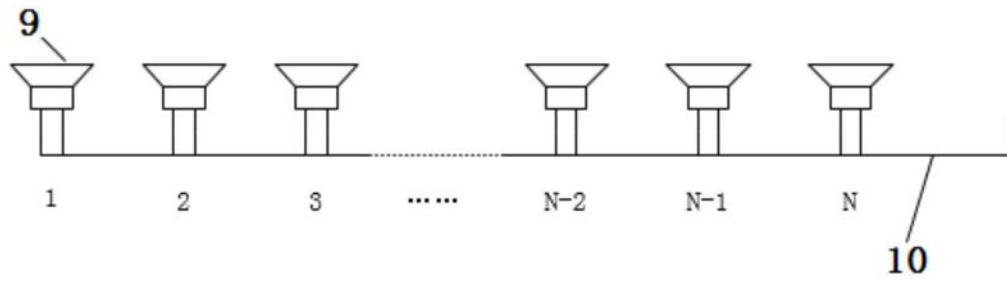


图4

专利名称(译)	一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置		
公开(公告)号	CN106178289B	公开(公告)日	2018-11-09
申请号	CN201610780100.X	申请日	2016-08-31
[标]申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
[标]发明人	刘志朋 张伟 曹爽 殷涛		
发明人	刘志朋 张伟 曹爽 殷涛		
IPC分类号	A61N5/10 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0093 A61B5/72 A61N5/1048 A61N5/1071		
审查员(译)	田方方		
其他公开文献	CN106178289A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种检测放疗过程中患者X射线吸收剂量的方法和装置：将用于接收病灶组织X射线吸收剂量信息的声换能器贴在患者靠近病灶组织部位的皮肤表面；医用直线加速器发射X射线到肿瘤患者病灶组织，病灶组织吸收入射的X射线能量后局部温度升高，激发出携带X射线吸收剂量信息的声波；声换能器接收携带病灶组织X射线吸收剂量信息的声波；声换能器将接收到的声波送入前置滤波器进行滤波，滤波后的信号送入放大器放大；经过放大器放大后的信号由采集卡采集，并由计算机记录数据；利用图像重建算法将计算机采集记录到的声波数据重建出二维声波信号分布图像；通过X射线吸收剂量计算公式获得X射线吸收剂量。本发明为放射治疗的过程中，射线吸收剂量的评估提供了数据。

