

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01R 33/38 (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03123262.0

[45] 授权公告日 2008年9月24日

[11] 授权公告号 CN 100420954C

[22] 申请日 2003.4.24 [21] 申请号 03123262.0

[30] 优先权

[32] 2002.5.2 [33] DE [31] 10219767.9

[73] 专利权人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72] 发明人 路德维格·埃伯勒 迈克尔·埃伯勒

托马斯·科尔贝克

[56] 参考文献

DE19955117A1 2001.5.23

JP10-113341A 1998.5.6

US5235283A 1993.8.10

US5990681A 1999.11.23

DE19912428A1 2000.10.5

US6107799A 2000.8.22

US5841279A 1998.11.24

JP10-199724A 1998.7.31

US5512828A 1996.4.30

审查员 隋欣

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 吴观乐 侯宇

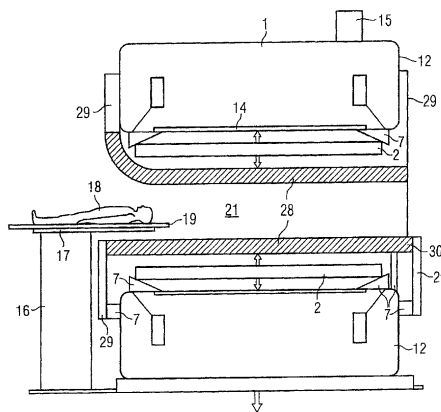
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

[54] 发明名称

核自旋断层造影设备

[57] 摘要

本发明公开了一种制造磁共振断层造影设备的高频天线支承管(体线圈)的新方法。本发明通常涉及用于在医学中检查患者的核自旋断层造影(同义词:磁共振断层造影, MRT)。在此,本发明特别涉及一种其体线圈(英语: Body-Coil)的支承管按照本发明是通过真空浇注法或真空压注法制成的核自旋断层造影设备。本发明的核自旋断层造影设备具有一个由一磁壳(12)包围的磁体(1)。该磁壳环绕和限定了一个内腔(21),其中,一梯度线圈系统(2)位于该内腔(21)中,而一个具有一高频天线和一支承管的体线圈(28)作为内部封闭圆柱体又位于该梯度线圈系统中,该磁壳(12)和该梯度线圈系统(2)在端侧和内腔(21)由该体线圈(28)和一遮光片(29)从光学和声学角度将其封闭起来,其中,该体线圈(28)是通过真空浇注法或真空压注法制成的。



1. 一种核自旋断层造影设备, 具有一个由一环绕和限定了一个内腔(21)的磁壳(12)包围的磁体(1), 其中, 一梯度线圈系统(2)位于该内腔(21)中, 而一个具有一高频天线和一支撑管的用真空浇注法或真空压注法制成的体线圈(28)作为内部封闭圆柱体又位于该梯度线圈系统中, 该磁壳(12)和该梯度线圈系统(2)在端侧和内腔(21)被该体线圈(28)和一遮光片(29)从光学和声学角度封闭起来, 其中, 所述体线圈(28)这样浇注, 使得其在上部的一个端侧或两个端侧扩展为漏斗形的同时延伸超过所述梯度线圈系统(2)的梯度线圈, 并具有与所述体线圈(28)浇注成一个整体的功能部件(22, 23)。

2. 按照权利要求 1 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 所述体线圈(28)总体长度比所述梯度线圈系统的梯度线圈(2)长。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 所述体线圈(28)下部具有与所述体线圈(28)浇注成一个整体的薄衬板(30)。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 所述体线圈(28)下部具有与所述体线圈(28)浇注成一个整体的平导轨(33)。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 所述体线圈(28)高频天线的功能元件浇注在所述体线圈(28)内部的任意半径处。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 在所述体线圈(28)中浇注有致冷件。

7. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 在所述体线圈电场强度很高的区域局部置入介电常数小的材料, 并进行浇注。

8. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 对所述体线圈(28)表面的机械薄弱区进行强化。

9. 按照权利要求 8 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 在所述浇注之前将加强件置入所述浇注模具中。

10. 按照权利要求 8 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 为进行所述强化, 采用多股丝束和/或织物垫和/或预浸料坯。

11. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 所述浇注材料通过添加填充物进行优化。

12. 按照权利要求 1 或 2 所述的核自旋断层造影设备, 其特征在于: 所述高频天线的电容作为具体元件, 或者作为彼此叠置的结构注入在所述体线圈(28)中.

核自旋断层造影设备

技术领域

本发明通常涉及用于在医学中检查患者的核自旋断层造影(同义词: 磁共振断层造影, MRT)。在此, 本发明特别涉及一种其体线圈(英语: Body-Coil)的支承管按照本发明是通过真空浇注法或真空压注法制成的核自旋断层造影设备。

背景技术

磁共振断层造影以核自旋共振的物理现象为基础, 15 年来一直作为成像方法成功地应用在医学和生物物理领域。在这种检查方法中, 向检查对象施加一稳定的强磁场。由此, 将对象体内先前无规则的原子核自旋进行定向。高频波可以将该“定向”的核自旋激励为确定的振动。在磁共振断层造影中, 该振动产生可供合适的接收线圈接收的实际测量信号。其中, 通过采用由梯度线圈产生的非均匀磁场, 可以在所有三个空间方向对测量对象进行空间编码。该方法允许自由选择待成像断层, 由此可以在所有方向拍摄人体的断面图像。作为医学诊断中的断面图像方法, 磁共振断层造影首先作为“非侵入性”(nicht-invasive)检查方法以多方面的对比能力而著称。目前, 磁共振断层造影采用了高梯度功率, 它可以在以秒和分为数量级的测量时间中实现极佳的图像质量。

磁共振断层造影设备部件在技术上的不断发展以及快速成像序列的引入为磁共振断层造影在医学上开拓了越来越多的应用领域。用于支持最小侵入外科学的实时成像、神经学中的功能性成像以及心脏病学中的灌注测量(Perfusionsmessung)只是其中的几个例子。

图 8 示出了现有技术中的磁共振断层造影设备的示意剖面图。该剖面示出了基本磁场磁体 1 所包封的内腔的其它部件。基本磁场磁体 1 包含有被双壳容器形式的磁壳 12 包围起来、且位于液氮中的超导磁线圈。在磁壳 12 外安装所谓冷却头(Kaltkopf)15 以保持温度稳定。在由磁壳 12(也称为磁容器)包围的内腔中, 梯度线圈 2 同心地悬挂在支承件 7 上。而在梯度线圈

2 内, 同样同心地安装了一个其上敷设有高频天线的支承管。下面将支承管和高频天线称为高频谐振器或“体线圈”(英语为 Body-Coil, BC)13。由此, 梯度线圈 2 和体线圈 13 呈现为两个相互移动的圆柱体, 其径向间隔(空气隙的形式)只有约 3cm。高频天线的任务是将功率发射器发出的高频脉冲转换为用于激励患者 18 的原子核的交变磁场, 接着将占主导地位(präzedierend)的核矩发出的交变磁场转变为送往接收支路的电压。体线圈 13 的上部通过一个由于技术原因设计成漏斗形的外壳 29 与磁壳 12 机械连接。在体线圈 13 的下部相邻地安装了所谓的薄衬板 30(见图 9), 通过该薄衬板该体线圈 13 又经外壳 29 以及借助支承件 7 与磁壳 12 的下部机械连接。薄衬板 30 以及体线圈 13 都与平导轨(Liegenschiene)33 作机械连接。可能的话将薄衬板 30 附加在体线圈 13 中。将患者 18 置于患者卧榻 19 上通过滑轨 17 送入到该系统的开口或内腔中。患者卧榻支承在垂直可调的支承架 16 上。

梯度线圈 2 同样由一个支承管 6 组成, 在其外侧上具有三个分绕组(分线圈), 产生与各自施加的电流成比例的、在空间上相互垂直的梯度磁场。支承管 6 的内侧敷设有所谓的高频屏蔽(HF 屏蔽)20, 其将分线圈屏蔽起来免受高频天线高频场的影响。如图 10 所示, 梯度线圈 2 包括一个 x-线圈 3、一个 y-线圈 4 和一个 z-线圈 5, 这三个线圈分别缠绕在支承管 6 上, 并合适地产生沿笛卡尔坐标 x、y 和 z 方向的梯度磁场。这三个线圈的每一个各供应自己的电流, 以便根据在脉冲序列控制装置中编程的序列, 以精确的振幅和时间产生独立的电流脉冲。所需的电流大约是 250A。由于梯度通断时间应当尽可能地短, 因此, 电流增加率在数量级上应当是 250kA/s。在如基本磁场磁体 1 所产生的极强磁场中(典型的是在 0.22 至 1.5 特斯拉之间), 随着这样的通断过程, 由于在其中出现劳伦兹力, 会产生很强的机械振动, 这将导致很明显的噪声。

对磁共振断层造影设备的体线圈 13 提出了如下的要求:

由于空间原因, 管壁厚度只允许最大至 10mm。体线圈的材料对高频功率应当具有尽可能小的功率吸收, 也就是说其必须不导电。体线圈必须磁共振兼容, 也就是说其就磁共振而言不能成像(例如不允许含有水)。由于体线圈支承躺着患者的患者卧榻, 因此体线圈必须具有很高的机械形状稳定性。为了尽可能屏蔽前述由梯度线圈产生的噪声, 体线圈应当尽可能长, 而且没有中断。然而, 由于设计技术的原因, 患者通道的漏斗形扩径(外壳

29)应当尽可能地从内部开始,但这会导致体线圈很短,而且不满足噪声技术的要求。

现有技术中迄今为止的办法都是采用环氧树脂制成的短圆柱形 Gfk 管,其上敷设有扁平铜导线形式的高频天线功能元件。为制造该管,将浸渍有树脂的玻璃纤维线(多股丝束)缠绕在旋转心轴上,并使其固化(可能在加热条件下)。对这种方法进行综合考虑,其在噪声方面或设计方面有明显缺陷,或者两方面都有明显缺陷:体线圈虽然很短,但漏斗形扩径不是体线圈的一部分,而是由自身的塑料件(外壳 29)构成。该塑料件只能不完全地满足减小噪声的要求,因为它缺乏必要的质量和刚性。另一方面,体线圈和漏斗形外壳之间的交接区也在声学上存在薄弱区。

发明内容

本发明要解决的技术问题是优化核自旋断层造影设备的噪声性能和设计性能以及电-机械稳定性。

本发明要求保护的是一个具有一磁体的核自旋断层造影设备。该磁体由一个环绕和限定了一个内腔的磁壳包围,其中,一梯度线圈系统位于该内腔中,而一个具有一高频天线和一支承管的体线圈作为内部封闭圆柱体又位于该梯度线圈系统中,该磁壳和该梯度线圈系统在端侧和内腔被该体线圈和一遮光片从光学和声学角度封闭起来。按照本发明,该体线圈是通过真空浇注法或真空压注法制成的,并且该体线圈这样浇注,使得其在上部的一个端侧或两个端侧扩展为漏斗形的同时延伸超过所述梯度线圈系统的梯度线圈,并具有与所述体线圈浇注成一个整体的功能部件。

这样制造的体线圈会带来很多优点。

一方面,浇注技术允许在成型时具有更大的自由度。

为了满足最佳的噪声技术要求,例如可以这样浇注体线圈,使其总体的长度大于梯度线圈。

(此外),为了满足最佳的设计技术要求,可以这样浇注体线圈,使得其在一个端侧或两个端侧扩展为漏斗形。这在目前所应用的绕组技术中只能在有限的尺寸范围内实现,而且费用很高。

如果在体线圈的下部设有薄衬板和/或平导轨,则根据本发明可以将它们与体线圈浇注成一个整体,这可以明显改善整体的机械稳定性。

同样,通过用真空浇注法或真空压注法制造体线圈,可以将目前粘接在缠绕的体线圈上的功能部件与体线圈浇注成一个稳定的整体件。

通过用真空浇注法或真空压注法制造线圈，其中将体线圈高频天线的功能元件浇注在体线圈的任意半径处，则可以大大改善高频天线的功能和由高频屏蔽对其所起的屏蔽作用。同样，可以将高频天线的电容作为具体元件或者作为彼此叠置的结构一起浇注，并由此最佳地实现保护而防止外界飞弧或其它干扰效应的影响。

通过用真空浇注法或真空压注法制造体线圈，还可以将致冷件浇注在体线圈中，从而该致冷件与设置在体线圈表面的致冷件相比具有高得多的效率。

在具有高电场强度的支承管区域，在用真空浇注法或真空压注法制造体线圈时，可以在浇注模具中就地加入介电常数小的材料，然后进行浇注，由此，可以保持很小的介电损耗，并改善高频场与患者的电容耦合。

可优选对体线圈表面机械强度薄弱的区域进行强化，例如通过在浇注前将加强件置入到浇注模具中来实现。

按照本发明，采用多股丝束和/或织物垫和/或预浸料坯来进行强化。

同样可优选通过添加填充物来优化浇注材料。

附图说明

下面结合附图所描述的实施方式对本发明的其它优点、特征和特性作进一步说明：

图 1 示出了具有本发明体线圈的磁共振断层造影设备的示意剖面图；

图 2 详细示出了根据本发明悬置在梯度线圈中的体线圈的剖面图；

图 3 示出了现有技术中以压注件形式粘接在缠绕的体线圈上的体线圈支架的第一剖面图；

图 4 示出了作为待粘接压注件的支架的俯视图；

图 5 示出了该支架的第二剖面图；

图 6 示出了本发明与体线圈浇注在一起的体线圈支架的剖面图；

图 7 示出了本发明体线圈支架的俯视图；

图 8 示出了现有技术中具有传统体线圈的磁共振断层造影设备的示意剖面图；

图 9 示出了现有技术的体线圈的透视图；

图 10 示出了具有三个分绕组和高压屏蔽的梯度线圈的透视图。

具体实施方式

图 1 示出了带有一个按照本发明用真空浇注法或真空压注法制成的体线圈 28 的磁共振断层造影设备的示意剖面图。该制造技术允许将体线圈 28 延长到超过位于其后的梯度线圈，同时上部的一侧扩径为漏斗形。同样，带有稳定平导轨 33 的薄衬板 30 浇注在体线圈 28 中。在磁共振断层造影设备上部的遮光片 29 也相应减小。磁共振断层造影设备的所有其它部件如图 8 所示那样保持不变。

图 2 详细示出了本发明悬置在梯度线圈中的体线圈的示意剖面图。通过将机械稳定部件安放在浇注模具的相应区域中来强化机械薄弱区 31。按照迄今为止的技术，在缠绕体线圈 13 后将用于加强稳定性的环形加固件 23 或支架 22 粘接或敷设在体线圈上，而在本发明中，借助真空技术或真空压注技术将它们与体线圈 28 牢固地浇注在一起。

下面借助图 6 和 7 以及图 3、4 和 5 进一步说明现有技术的绕组技术和本发明真空技术或真空压注技术之间的区别：

图 4 示出了机械部件 24 的俯视图。按照现有技术，这是一个用作高频谐振器 13 的支架或悬架的压注件。为此，在中心浇注一个具有内螺纹的黄铜轴套 25。按照如图 3 所示的传统方法，压注件 24 粘接在高频谐振器 13 上。为了更好地在压注件 24 与高频谐振器 13 之间进行连接，在轴套 25 的四周同心设置了向后切割部分(Hinterschneidung)27，其在高频谐振器一侧具有较小的直径 26。在粘接时，粘接剂通过较小的孔径 26，填充到该容积较大的向后切割部分 27 的一部分体积中，这样在粘接剂干燥后，可以产生“铆钉效应”，与两部件仅为平面连接的情况相比，该效应可以在压注件 24 和 高频谐振器 13 之间实现更牢固的连接。

在本发明的方法中，由于不再要求进行粘接，因此不再需要这类向后切割部分 26 和 27。将支架 22 放入浇注模具中(心轴或外壳)，并利用固定辅助件(例如螺钉)将螺纹轴套 25 固定在浇注模具上。浇注后，带有螺纹轴套 25 的支架 22 就成为体线圈 28 的固定组成部分，并与体线圈一起形成坚固的整体(图 6)。

按照本发明，建议用专门的真空浇注工艺或真空压注工艺制造体线圈。作为浇注材料，可以采用环氧树脂及其它树脂，或其它可浇注材料。所采

用的各种材料的浇注特性可以通过添加填充物(例如石英粉)进行优化。机械强度可以通过在浇注模具中加入多股丝束和/或织物垫和/或预浸料坯(预浸处理的材料)来提高。预浸料坯是预处理的编织玻璃纤维垫、芳族聚酰胺纤维(Aramid)垫或碳纤维垫,它们在按所希望的模型成型或定位后,在高温下进行固化。

按照本发明,采用一种内侧为心轴和外侧为外壳的浇注模具。两者在端侧都用法兰进行封闭,利用固定辅助件(例如用 Gfk 材料制成)将功能件(后面还将详细说明)置入模具中,并设置在所希望的位置,或者一开始就集成在心轴或外壳中。

在采用真空浇注技术的情况下,将浇注模具在浇注前抽成真空。在浇注模具的最高点具有溢出口。在例如垂直设置的浇注模具中,在下法兰完成抽真空,而上法兰包含该溢出口。对于平的上边缘,上侧也可以敞开。在这种情况下,不需要具有溢出口的法兰。然而,具有溢出口的封闭上侧使得任意的非平的封闭边缘(Abschlußkante)成为可能。而后者例如在应当通过浇注技术将薄衬板 30 集成到体线圈 28 中时是很必要的。

以下详细列出这种磁共振断层造影设备体线圈的新制造方法带来的诸多优点:

1. 与迄今为止的绕组技术不同,利用浇注技术可以将体线圈延长到超过梯度线圈,并将该延长部分设计为漏斗形扩径结构。同样,还可以在可能时将薄衬板甚至从两侧设置到体线圈的浇注模具中。在图 1 中以阴影线示出这种作出改进的体线圈。该体线圈上部一端的漏斗形扩径部分满足了已提到的设计技术要求。其总长超过梯度线圈的两个端侧,用于最大可能地屏蔽噪声。接受患者卧塌的薄衬板相应缩短,成为新型体线圈的集成部分。

2. 浇注技术允许在模型成型时有更多的自由度:

与缠绕管不同,无需进行机械后处理就可以获得(如果是期望的)精确相同的管壁厚度。此外,还可以与可缠绕的模型有一定的偏差,例如可变的外直径、任意的外轮廓(参见图 2 中视图 G-H)或(漏斗形)直径扩展(参见图 1 和图 2 中体线圈的前部)。局部薄弱区 31 可以方便地通过加厚管壁厚度(例如通过用多股丝束、织物垫或预浸料坯所强化的纤维)来加强。相应薄弱区 31 的机械性能(例如加载时的挠度)可以通过将强化纤维作最佳取向以及通

过选择相应的编织织物网眼宽度而得到根本改善，而与确定的缠绕角无关。

3. 通过真空技术或真空压注技术，可以将功能部件(如轴套那样的机械构件)，尤其是天线的功能元件(铜带或铜条，具有可导电结构的铂等)确定地设置在管壁内的任意半径处。尤其在将高频天线置于表面上时，可省去目前现有技术中需要进行的随后粘接。此外，由于天线性能在很大程度上还取决于与病人以及与环绕的高频屏蔽之间的径向距离，因此可以通过将天线合适地设置到体线圈中而对高频场的辐射和屏蔽实现最佳化。

4. 将高频天线的电容作为具体元件(例如电容器)或作为彼此重叠的结构(例如用铜制成)一起注入，并由此最佳地实现保护而防止外界飞弧或其它干扰效应(例如放电电晕)的影响。

5. 合理而又必要的是有可能按照所在区域设计具有不同电性能的体线圈。例如，可以通过在局部(在强电场区域)置入介电常数小的材料(例如具有大封闭气孔的硬泡沫)来保持很小的介电损失或改善高频天线与患者的电容耦合。利用本发明的制造方法可方便地实现该过程，而不会削弱对机械性能来说重要的(外)层。

6. 对于真空技术或真空压注技术，还可以简单地集成致冷件。这样就可以例如将用于空气冷却的塑料软管或用于以磁共振中性液体进行冷却的致冷管，象用于水冷却的铜管一样，方便地浇注在一起。与目前所完成的、设置在体线圈外表面的致冷件相比，集成的致冷件具有高得多的效率。

7. 利用真空技术或真空压注技术还可以进一步集成其它功能部件，例如平导轨 33、敷设件(Auftragung)23、固定件或支承件 22 等。到目前为止，这类部件都是粘接在体线圈上。与粘接相比，将这些部件浇注在浇注件上可以简化制造工艺或装配工艺，并提高机械强度。为此，在安装时将这些部件用粘合带或螺栓固定在外壳或心轴上。同样，还可以将相应的部件设置在模具中(外壳或心轴)。

用于制造体线圈 28 的真空技术或真空压注技术最后形成根据本发明改进的磁共振断层造影设备，如图 1 所示。通过根据本发明对体线圈 28 所作的这样一种改进，减小了噪声。总的来说，在考虑声学和设计技术的边界条件的情况下，简化了制造工艺和装配工艺。

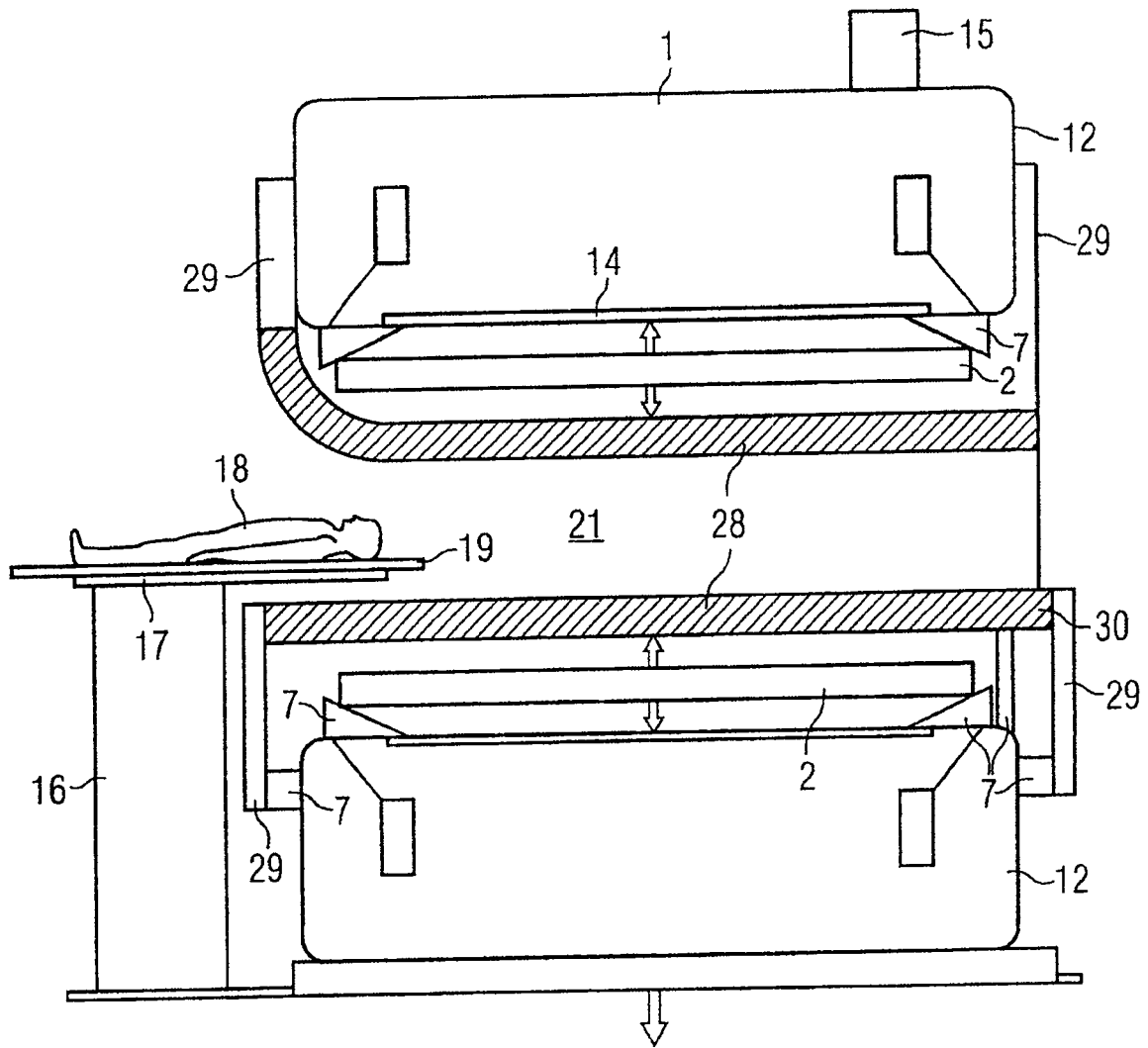
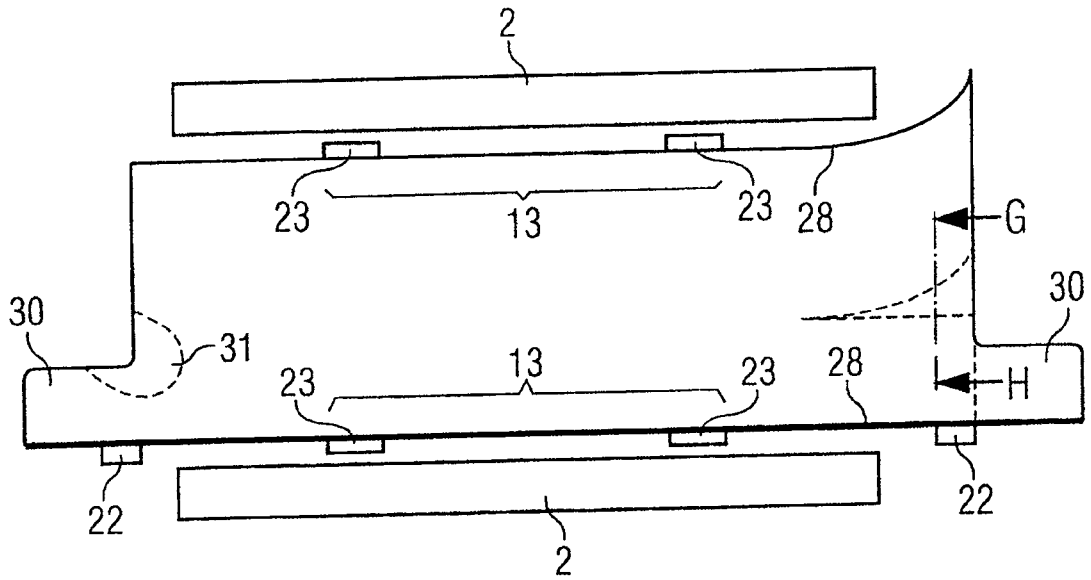


图 1



视图 G - H

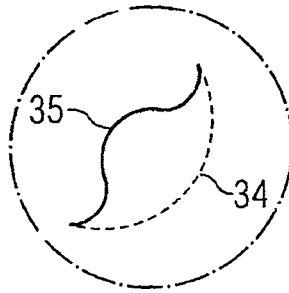


图 2

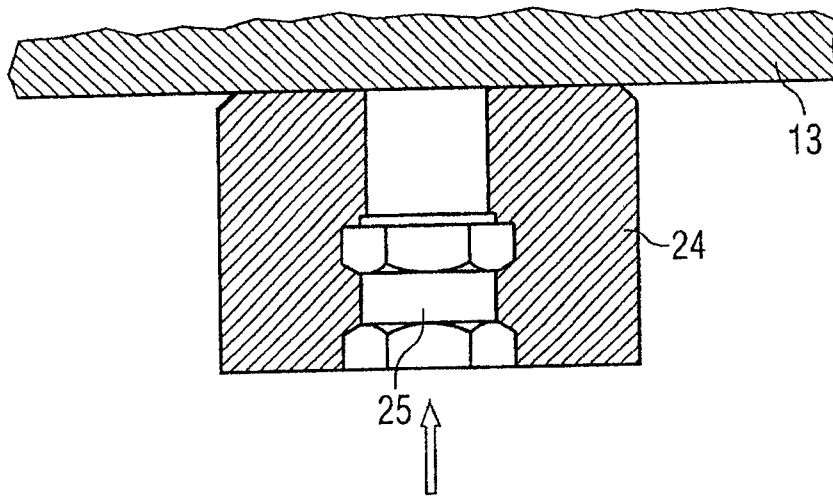


图 3

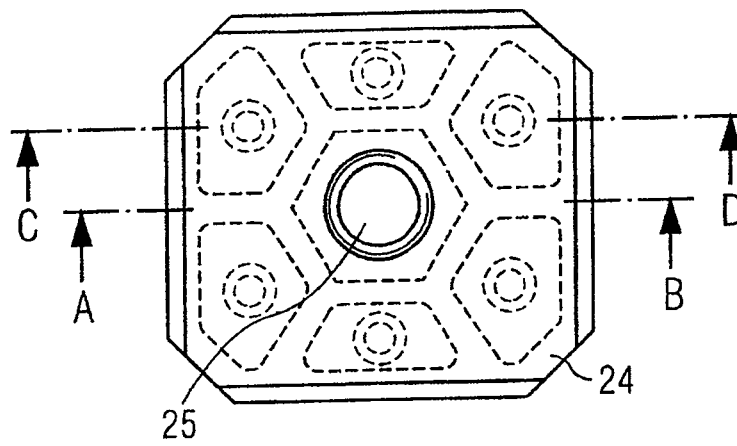


图 4

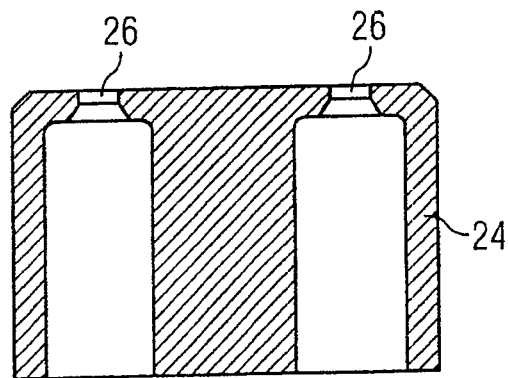


图 5

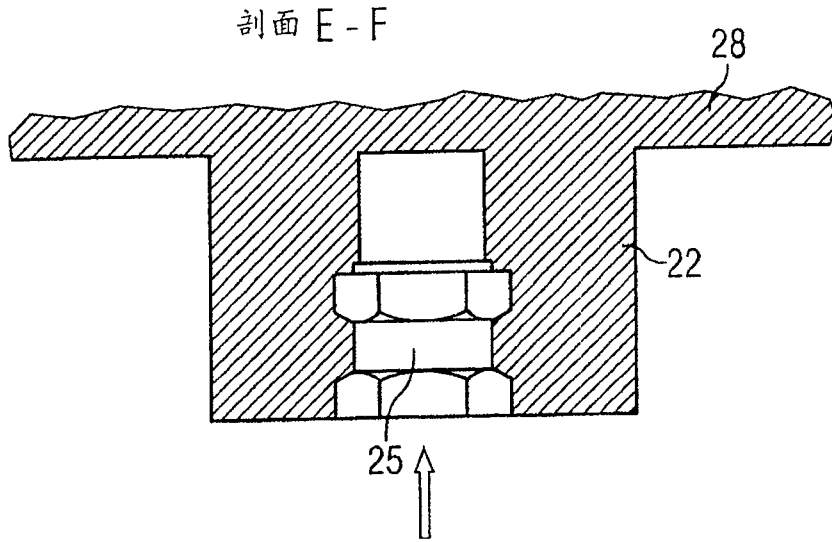


图 6

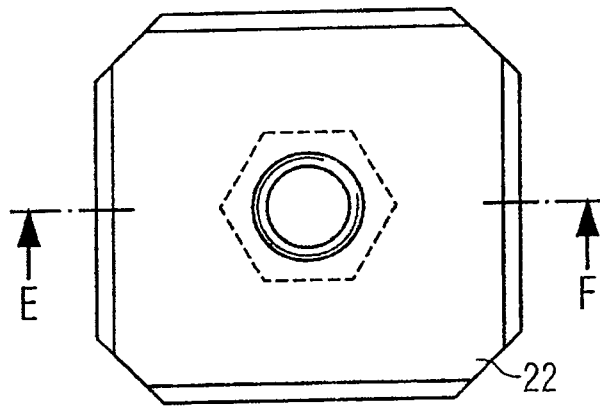


图 7

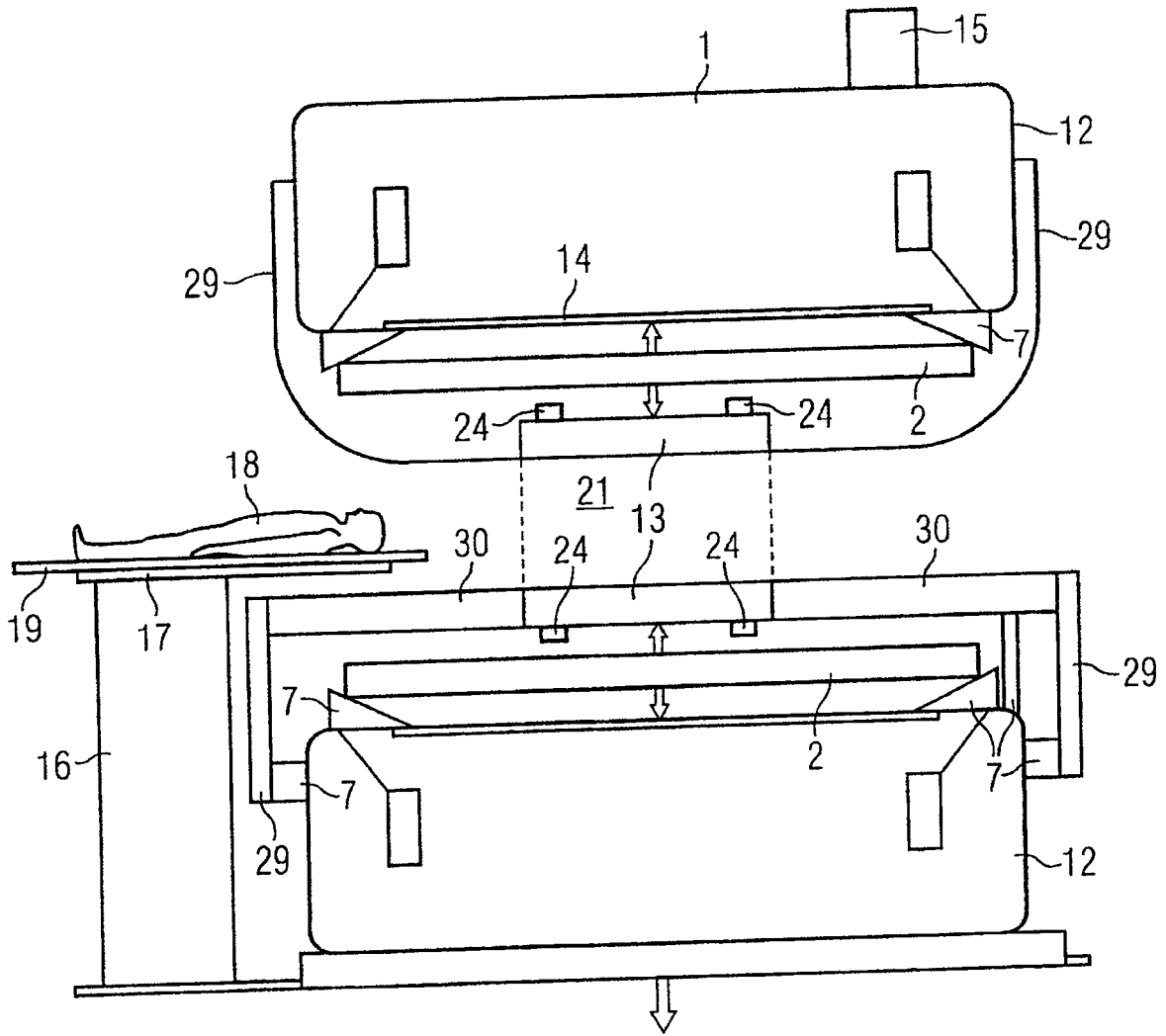


图 8

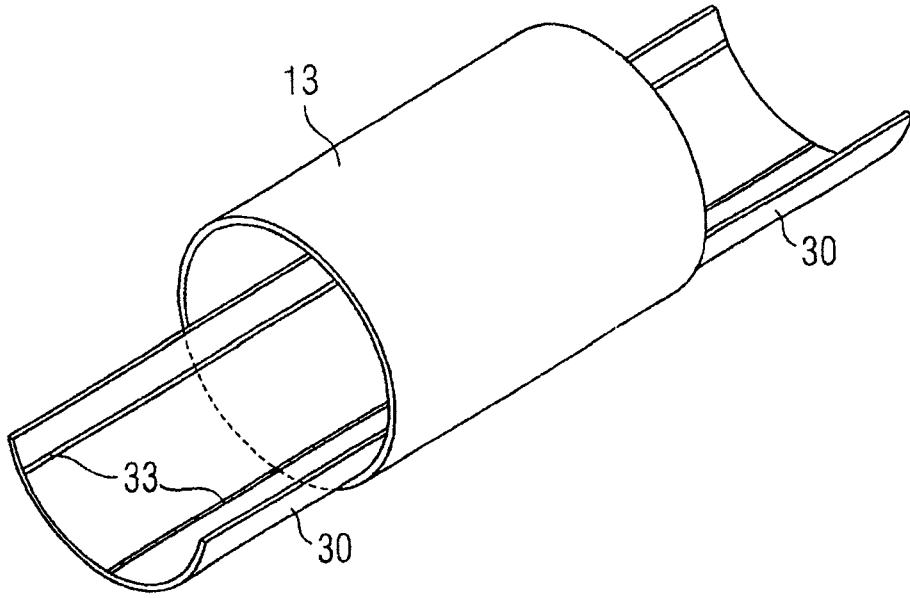


图 9

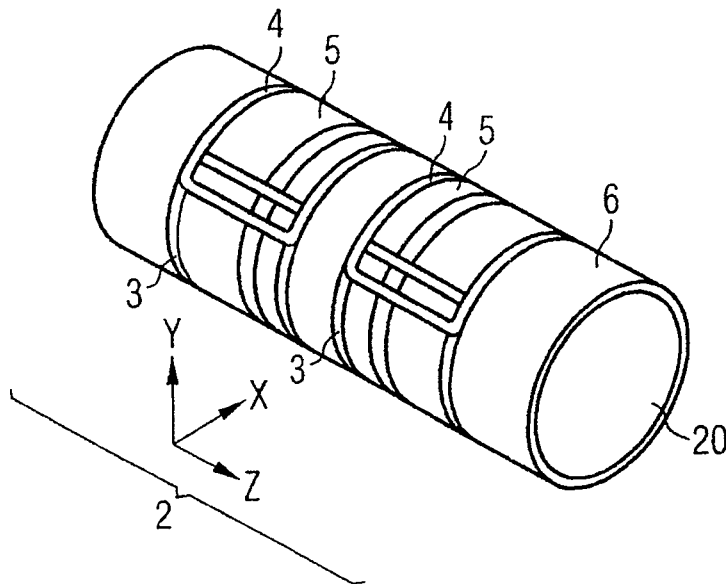


图 10