

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 5/055 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02142970.7

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 100464700C

[22] 申请日 2002.9.13 [21] 申请号 02142970.7
[30] 优先权

[32] 2001.9.13 [33] US [31] 09/682519

[73] 专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州

[72] 发明人 Y·王 E·T·拉斯卡里斯
R·A·兰策

[56] 参考文献

EP1085336A2 2001.3.21

CN1121801A 1996.5.8

US6169404B1 2001.1.2

US5016638A 1991.5.21

审查员 熊 茜

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 曾祥凌 黄力行

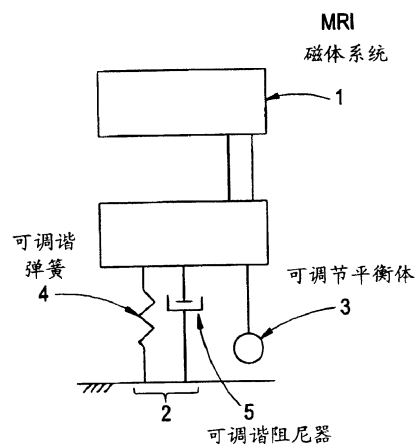
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

高强度磁场开式磁共振成像隔磁系统及方法

[57] 摘要

一种垂直对准的开式磁共振成像磁体系统(10)包括第一和第二(亦即,顶部和底部)(12,14)组件,各自拥有纵向延伸且垂直对准的轴(22,28),超导主线圈(24,30),及包围着该主线圈的真空外壳(26,32)。至少一个支撑梁(16,18)具有附着到该第一组件(12)上的第一端(34)和附着到该第二组件(14)上的第二端(36)。隔振系统(20)支持着该磁体系统。



1. 一种开式磁共振成像系统，其包括：

一开式磁共振成像磁体系统（1，10）；和

一适合于支持该磁共振成像磁体系统的隔振系统（2，20），隔振系统（2，20）包括一个可调节的平衡体（3，128），紧固到所述磁体系统上且构造成可调节，从而抬高或降低所述磁体系统的重力中心；

其中所述开式磁共振成像磁体系统包括哈斗式磁共振成像磁体系统。

2. 权利要求1的开式磁共振成像系统，其中隔振系统（2，20）的弹簧常数和阻尼是可以调节的。

3. 权利要求1的开式磁共振成像系统，其中隔振系统（2，20）包括多个气动隔离器（120）。

4. 权利要求1的开式磁共振成像系统，其中隔振系统（2，20）被紧固在地板上，而磁共振成像磁体系统（1，10）被附着在隔振系统之上。

5. 权利要求1的开式磁共振成像系统，还包括定位在隔振系统（20）和磁共振成像磁体系统（10）之间的构架夹具（126）。

6. 权利要求1的开式磁共振成像系统，其中隔振系统（20）被安装在柱（122）的上面，使得磁共振成像磁体系统（10）支撑（124）不接触磁共振成像磁体系统被安置于其中的现场的地板（42）。

7. 权利要求1的开式磁共振成像系统，开式哈斗式磁共振成像磁体系统包括垂直对准的磁共振成像磁体系统。

8. 权利要求7的开式磁共振成像系统，开式哈斗式磁共振成像磁体系统包括：

含有第一超导线圈的第一磁体组件；

含有第二超导线圈的第二磁体组件；

仅仅两个支撑件将第二磁体组件支撑在第一磁体组件上，其中所述两个支撑件还是直径地对准第一和第二磁体组件的直径线。

9. 一种开式磁共振成像系统，其包括：

（a）一第一组件（12），其包括：

（1）一纵向延伸的第一轴（22）；

(2) 至少一个围绕所述的第一轴定位的超导主线圈(24), 其载有沿第一方向的第一主电流; 及

(3) 一包围所述的至少一个所述的第一组件的超导主线圈的第一真空外壳(26);

(b) 一纵向地与所述的第一组件(12)隔开的且被配置在其下方的第二组件(14), 其包括:

(1) 与所述的第一轴共轴成一直线的纵向延伸的第二轴(28);

(2) 至少一个围绕所述的第二轴定位的超导主线圈(30), 载有沿所述的第一方向的第二主电流; 及

(3) 一包围着所述的至少一个第二组件的超导主线圈的第二真空外壳;

(c) 至少一个具有附着到所述的第一组件上的第一端(34)且具有附着到所述的第二组件上的第二端(36)的、在所述的第一和第二真空外壳外部的支撑梁(16, 18); 及

(d) 一隔振系统(20)。

10. 权利要求9的开式磁共振成像系统, 其中隔振系统(20)的弹簧常数和阻尼是可以调节的。

11. 权利要求9的开式磁共振成像系统, 其中隔振系统(20)包括许多气动隔离器(120)。

12. 权利要求9的开式磁共振成像系统, 其中隔振系统(20)被紧固到地板(42)上, 且磁共振成像磁体系统(10)被附着到该隔振系统(20)之上。

13. 安装开式磁共振成像系统的方法, 其包括:

提供包含隔振系统和开式磁体系统的开式磁共振成像系统;

测定第一现场的环境干扰和振动;

选择基于测量步骤的隔振系统; 及

在第一现场安装磁共振成像系统;

调节平衡体到使该磁体系统的重力中心最佳化。

14. 权利要求13的方法, 其中调节步骤在安装步骤之前或之后进行。

15. 权利要求13的方法, 其中测量步骤在安装步骤之前进行。

16. 权利要求13的方法, 其中测量和选择步骤在安装步骤之前

进行。

17. 权利要求 13 的方法，还包括调节隔振系统的阻尼，以使磁体系统品质因数减至最小并控制在主激励频率时振动响应的带宽。

18. 权利要求 13 的方法，其中隔振系统包括许多气动隔离器。

19. 权利要求 13 的方法，其中隔振系统包括许多灵敏振动控制隔离器。

20. 权利要求 13 的方法，其中安装步骤包括把隔振系统紧固到地板上，使得该磁共振成像磁体系统被安置在隔振系统之上。

21. 权利要求 13 的方法，还包括：

把磁共振成像系统从地板上卸下来；和

把隔振系统针对该磁共振成像系统的磁体系统进行改进。

22. 权利要求 21 的方法，其中所述改进步骤中在安装步骤之前进行。

23. 权利要求 21 的方法，所述卸下来步骤是在所述改进步骤之前进行。

24. 权利要求 21 的方法，还包括把许多柱紧固到地板上并把隔振系统紧固到这些柱上，从而磁共振成像磁体系统被安置在隔振系统之上且现有的磁共振成像系统的支撑不会接触该地板。

高强度磁场开式磁共振成像隔磁系统及方法

技术领域

本发明一般涉及一种磁共振成像（MRI）系统，更准确地说，涉及一种带有隔振系统的开式磁共振成像磁体系统。

背景技术

磁共振成像磁体包括用来作各种应用的有阻抗、且超导的磁共振成像磁体，比如医疗诊断。已知的超导磁共振成像磁体包括液氮冷却、低温冷却器冷却和混合冷却的超导磁体。典型地，此超导线圈组件包括被真空外壳围绕的热屏围绕的超导主线圈。低温冷却器冷却的磁共振成像磁体一般还包括外部地安置到真空外壳上的低温冷却器冷端，其第一级与热屏成固体传导热接触，而其第二级则与超导主线圈成固体传导热接触。液氮冷却的磁共振成像磁体一般还包括围绕超导主线圈的液氮罐，其中热屏围绕该液氮罐。混合冷却的磁共振成像磁体既使用液氮（或者其它液体和气体冷冻剂）又使用低温冷却器冷端，且包括的设计是，低温冷却器冷端的第一级在其中与热屏成固体传导热接触，而该低温冷却器冷端的第二级则在其中穿入此液氮罐，以使沸腾的氮重新凝结。

已知的有阻抗且超导的磁共振成像磁体结构包括闭合式磁共振成像磁体和开式磁共振成像磁体。闭合式磁共振成像磁体典型地有一单个的、管形的、带孔的有阻抗或超导的线圈组件。该线圈组件包括几个径向对准的且纵向隔开的、有阻抗的或超导的主线圈，各个载有方向相同、恒等的大电流。于是，主线圈设计成能产生高均匀度的磁场，其中，一般为球形的成像区域集中在欲被成像的目标放置的磁共振成像磁体的孔里面。

开式磁共振成像磁体，包括“C”形和支撑柱磁共振成像磁体，典型地运用两个隔开的线圈组件，该组件之间的空间包括成像区域并为外科手术的医务人员和磁共振成像过程中的其它医疗程序创造了接近的条件。病人可以被安放在那个空间内，还可以被安放在圆环形的线圈组件的孔中。该开式空间帮助病人克服可能在闭合式磁共振成像磁体结构中感受到的任何幽闭恐怖感。

人们还已经知道，在开式磁共振成像磁体结构中，把一个铁磁极构件放置在有阻抗或超导的线圈组件的孔中。该铁磁极构件提高了磁场的强度并且，通过使该磁极构件的表面具有某种形状，用垫片磁性调整磁体，改善该磁场的均匀性。不可磁化的支撑柱被连接到该磁极构件的面上。人们另外还知道，在水平对准的开式磁共振成像磁体中，用两个附着在各个组件上、隔开的底脚板来支撑地板上的磁体，这种底脚板把组件抬起来，以便为必需的电线、管道、等等提供组件之下的空间。

磁共振成像的清晰度，部分地，取决于不随时间改变且很均匀的成像区域中的磁场。然而，现有技术系统中的磁场遭受了由于环境干扰的振动而引起的时间和空间的变形。任何磁性元件之间的较小的相对运动定将带来相当大的磁场干扰，像这样就降低了成像质量。

发明内容

根据本发明的一个优选方面，提供了一个开式磁共振成像系统，其包括一开式磁共振成像磁体系统，和一适合于支撑磁共振成像磁体系统的隔振系统。

根据本发明的另一个优选方面，提供了一个包括第一和第二组件的开式磁共振成像系统。每个组件包括一纵向延伸的和一般垂直对准的轴，至少一个超导主线圈，被围绕着该轴定位并载有沿第一方向的主电流，和一围绕着所述的至少一个超导主线圈的真空外壳。该系统还包括至少一个在真空外壳外部的支撑梁，带有附着到所述的第一组件上的第一端并带有附着到所述的第二组件上的第二端。该系统还包括一隔振系统。

根据本发明的再一个优选方面，提供了一种安装开式磁共振成像系统的方法，包括在第一现场测量环境的干扰和振动，并提供了包括隔振系统和开式磁体系统的开式磁共振成像系统。该方法还包括选择以测量步骤为基准的隔振系统，和在第一现场安装该磁共振成像系统。

根据本发明的又一个优选方面，提供了一种改进现有的开式磁共振成像系统的方法，其包括把隔振系统附着到该现有的磁共振成像系统的磁体系统上。

具体地，提出本发明提出一种开式磁共振成像系统，其包括：一

开式磁共振成像磁体系统；和一适合于支持该磁共振成像磁体系统的隔振系统，隔振系统包括一个可调节的平衡体，紧固到所述磁体系统上且构造成可调节，从而抬高或降低所述磁体系统的重力中心；其中所述开式磁共振成像磁体系统包括哈斗式磁共振成像磁体系统。

隔振系统的弹簧常数和阻尼是可以调节的。隔振系统包括多个气动隔离器。隔振系统被紧固在地板上，而磁共振成像磁体系统被附着在隔振系统之上。

还包括定位在隔振系统和磁共振成像磁体系统之间的构架夹具。

隔振系统被安装在柱的上面，使得磁共振成像磁体系统支撑不接触磁共振成像磁体系统被安置于其中的现场的地板。

开式哈斗式磁共振成像磁体系统包括垂直对准的磁共振成像磁体系统。

本发明也提出开式哈斗式磁共振成像磁体系统包括：含有第一超导线圈的第一磁体组件；含有第二超导线圈的第二磁体组件；仅仅两个支撑件将第二磁体组件支撑在第一磁体组件上，其中所述两个支撑件还是直径地对准第一和第二磁体组件的直径线。

一种开式磁共振成像系统，其包括：（a）一第一组件，其包括（1）一纵向延伸的第一轴；至少一个围绕所述的第一轴定位的超导主线圈，其载有沿第一方向的第一主电流；及（3）一包围所述的至少一个所述的第一组件的超导主线圈的第一真空外壳；（b）一纵向地与所述的第一组件隔开的且被配置在其下方的第二组件，其包括：

（1）与所述的第一轴共轴成一直线的纵向延伸的第二轴；（2）至少一个围绕所述的第二轴定位的超导主线圈，载有沿所述的第一方向的第二主电流；及（3）一包围着所述的至少一个第二组件的超导主线圈的第二真空外壳；（c）至少一个具有附着到所述的第一组件上的第一端且具有附着到所述的第二组件上的第二端的、在所述的第一和第二真空外壳外部的支撑梁；及（d）一隔振系统。

本发明还提出安装开式磁共振成像系统的方法，其包括：提供包含隔振系统和开式磁体系统的开式磁共振成像系统；测定第一现场的环境干扰和振动；选择基于测量步骤的隔振系统；及在第一现场安装磁共振成像系统；调节平衡体到使该磁体系统的重力中心最佳化。

附图说明

图 1-6 是根据本发明的优选实施例的一个磁共振成像系统的诸部分的侧截面示意图。在这些附图中，同一的数码自始至终代表同一的元件。

具体实施方式

本发明人已经意识到，所有包含磁共振成像系统的场所均易遭受到某种环境的干扰，诸如来自安装在同一建筑物里面的电气或机械设备的这类干扰。环境的干扰或振动激励该磁共振成像系统是通过与这座建筑物的附着物，例如，穿过一座包含该磁共振成像系统的建筑物的一间房屋的地板、墙壁或天花板。最重要的这种附着物即是底脚支撑，紧固到夹紧磁共振成像系统的磁体的地板上。该底脚板支撑把环境的干扰和振动传输到磁共振成像系统的磁体上，由此便降低了成像质量。

本发明人还决定，通过使用可调谐的隔振系统代替惯常的底脚板或其它在水平对准的开式磁共振成像磁体上所见到的刚性支撑构架，使该磁共振成像磁体的自然频率能被变换到现场规定的数值。这就使磁共振成像磁体的自然频率可被调定在某个数值上，在此数值上磁体对因环境干扰在主频率上传给磁体的振动的敏感性被降低或减至最小了。如果需要的话，可以使用与隔振系统结合起来的任选可调节的平衡体，以便在使用气动隔离器时改进该隔振系统的重力稳定性。

如果该隔振系统被用在设置成“哈斗式”结构的垂直对准的开式磁共振成像磁体系统中就特别有益。这种磁共振成像系统的磁体组件的超导线圈尤其易遭受来自环境的振动，因为该磁体组件仅由两个支撑部件连接，特别是当这两个支撑部件并没有相对地与磁体组件的直径线对准时。这种哈斗式支撑是一种很开式的支撑，为病人工作台接近成像区域提供了方便，也为病人在这个成像区域内的定位提供了方便。工程分析表明，隔振系统在垂直对准的“哈斗式”结构的开式磁共振成像磁体中降低了磁体振动。然而，该隔振系统，如果需要的话，也可用于非“哈斗式”结构的磁共振成像系统。

由于该隔振系统相当低廉，所以，它也是有利的。此隔离系统可运用市场上买得到的隔离器，其设计得足以支持新的磁共振成像磁体系统或被对现有磁共振成像磁体系统进行改进。

图 1 概念上示出了磁共振成像磁体系统 1 的隔离系统的元件，其

根据本发明的优选方面设置成“哈斗式”结构。此隔离系统由隔振系统 2 和一个任选、可调节的平衡体 3 组成。此隔振系统 2 包括概念上的可变弹簧构件 4 和概念上的可变阻尼器构件 5。此弹簧构件 4 和阻尼构件 5 可被结合入同一个装置，或得它们可能包括不同的装置（亦即，在这种情况下，系统 2 包括两个分离的装置）。应该注意，任何或全部这些概念上的构件 3、4 和 5 应该被大致地解释并包括许多具有类似的性能特征的构件。例如，弹簧构件 4 包括机械弹簧、空气隔离器、压电致动器隔离器、有弹性的带状织物或其它提供频率隔离的装置。

图 2 示出了如本发明的第一个实施例的磁共振成像系统的一部分。该磁共振成像系统包括开式磁共振成像磁体系统 10，其包含第一磁体组件 12、第二磁体组件 14 和至少一个支撑部件（比如，图 2 中示出的两个支撑梁 16 和 18），和隔振系统 20。然而，还可以提供两个以上的支撑梁或其它类型的支撑部件（亦即，“C”形的支撑）。磁共振成像系统的附加部件，比如，控制电子器件和冷却液供给管道，为了清晰的缘故，图 2 中未示出。

第一组件 12 有纵向延伸且一般垂直对准的第一轴 22、至少一个超导主线圈 24 和第一真空外壳 26。所谓的“一般垂直对准的”意指正的或负的 20 度的垂直对准。第一组件 12 的至少一个超导主线圈 24 一般被与第一轴 22 共轴对准并载有沿第一方向的第一主电流。第一方向被规定或是围绕第一轴 22 的顺时针周向方向，或是围绕第一轴 22 的逆时针方向，任何微小的电流方向的纵向分量均忽略不计。第一真空外壳 26 包围第一组件 12 的至少一个超导主线圈且最好围绕第一孔 70。第一磁体磁极构件 68 一般被与第一轴 22 共轴对准，被安置在第一孔 70 的里面和第一真空外壳 26 的外面，且被附着到第一真空外壳 26 上。

第二组件 14、纵向地与第一组件 12 间隔开并通常垂直地被安置在其下方。第二组件 14 有纵向延伸的第二轴 28、至少一个超导主线圈 30 和第二真空外壳 32。第二轴 28 一般被共轴地与第一轴 22 成一直线。第二组件 14 的至少一个超导主线圈 30 一般被共轴地与第二轴 28 对准并载有沿前述第一方向的第二主电流。第二真空外壳 32 包围第二组件 14 的至少一个超导主线圈 30 并最好围绕第二孔 74。第二磁体磁极构件 72 通常被共轴地与第二轴 28 对准，被安置在第二孔 74 的里面和第二真空外壳 32 的外面，并被附着到第二真空外壳 32 上。此真空

外壳 32 包括一般水平对准的环形壁 60 和 62, 及周向延伸的壁 64 和 66。壁 60、62、64 和 66 包围线圈 30。

至少一个支撑部件, 比如支撑梁 16 和 18, 有附着到第一组件 12 上的第一端 34, 并有附着到第二组件 14 上的第二端 36。每个支撑梁或部件最好由不可磁化的材料制成, 或包括至少一个不可磁化的材料部分, 那些单元端的之间有一可磁化的通道。这种不可磁化的材料一般有单一的相对磁导率。不可磁化材料的示例包括铝、铜、非磁性不锈钢、塑料、木材, 等等。

图 2 的诸实施例的隔振系统 20 包括定位于第二 (亦即, 较低的) 组件 14 之下方的一个以上的隔离器 120。在这个实施例中, 隔离器 120 可以或是被动的或是主动的隔离器。举例而言, 被动气动隔离器, 比如, Gimbal Piston 或 MaxDamp®, 或主动隔离器, 比如, STACIS®2000 或 3000 主动压电振动控制系统单元可以被使用。这些隔离器是由马萨诸塞州 Peabody 城的技术制造公司制造的 (见 WWW.techmfg.com)。

气动隔离器靠一个对活塞区域作用的压力工作, 以在重力下支持载荷。一个加强的滚轧橡胶隔膜在空气箱和活塞之间形成了密封。隔离器中的压力由感应有效负载之高度的高度控制阀来控制, 并给该隔离器加压直至有效负载“浮动”起来。因此, 在这种情况下, 隔离器组件 120 起着弹簧构件和阻尼器的作用。

在主动隔离器 120 中, 主动控制的压电致动器被用来消除有效负载 (亦即, 磁共振成像磁体系统) 上面的振动。这个系统包含“内环”阻尼功能, 其中振动传感器测定地板噪音, 它被制约并用来消除振动, 还包含“外环”阻尼功能, 其中安装在该系统的有效载荷上的振动传感器测定有效载荷上的残余振动, 在反馈环中, 其被用来进一步减少振动。应该注意, 只要任何其它市场上流行的或常规制造的隔离器能提供适当的隔振, 它们就可以被用来作为替代物。

在图 2 的实施例中, 隔离器 120 为第二组件 14 (且最好为整个磁体系统 10) 提供唯一的负重支撑。隔离器 120 以第二轴 28 为基准以这样的方式被定位, 即各个隔离器承受所期的载荷。举例而言, 4-20 个, 最好是 10 个隔离器 120 可以被设置在第二组件 14 的范围里面以支撑磁体系统 10。隔离器 120 被附着在一座建筑物的地板 42 上或其它磁共振成像系统的支撑上。

隔离系统 20 可以是露出的（亦即，在磁体系统 10 的下方是可见的），或者它可以是封闭的。由于美学、清洁和声学的原因，该隔离系统最好由外壳封闭起来（为了清晰的缘故，图 2 中未示出）。最理想的是把隔离系统 20 包含在磁共振成像磁体系统 10 的范围里面，不管它是封闭的还是不封闭的。

隔振系统 20 最好提供可调节的阻尼和弹簧常数。这就使磁共振成像磁体系统 10 的自然频率可以调节到现场所规定的范围。这种调节在制造厂商的工厂和磁共振成像系统安装现场均可进行。隔离系统 20 最好被选择成致使其阻尼功能把磁体系统品质因数减至最小，并在主导的激励频率上控制振动响应的带宽。此外，该隔离系统还最好提供足够高的阻尼，以改进该磁体系统的重力稳定性。因而，隔离器 120 选择成使它们可提供上面的功能。

在第二个优选实施例中，隔振系统 20 被用于一个现有（亦即，现有技术中）磁共振成像系统的改进，如图 3 所示。一个现有技术磁共振成像系统往往被牢牢地附着（亦即，用螺栓、用夹具或焊接）到一个建筑物的地板上，通过 U. S. 专利 No. 6, 198, 371 中所述的支撑装置，比如，通过支架或曲面罩裙，此处引入作参考。在改进磁共振成像系统中，为了降低改进成本，在该磁共振成像系统被从地板上卸下来之后（亦即，卸掉螺栓的，松开夹具，等等），支撑支架或罩裙 124 不从磁共振成像系统上拆下来。因而，该隔振系统 20 可以与诸支撑被安放在同一地点，而不是拆掉支撑。所必需的只是提高磁共振成像磁体组件 10 的高度，从而现有的支撑装置的底部不接触该建筑物的地板 42。如图 3 中所示，柱 122 或其它承载物件被放置在隔离器 120 之下，以把磁共振成像磁体组件 10 举起到足以避免支撑支架或罩裙接触该建筑物地板 42 的高度。

在本发明的第三个优选实施例中，一个任选的构架的夹具被置于隔离器 120 和磁体系统 10 的低组件 14 之间，如图 4 所示。此夹具 126 可能是一块以上的金属或被放置在隔离器 120 和低组件 14 之间的其它板。夹具最好是轻型的、尺寸小巧的，并为隔离器 120 提供水准面。如果第二组件 14 的下表面不够平或不是所需的形状或者材料以使隔离器 120 能被直接连接到第二组件上，那么，夹具 126 是有益的。因而，夹具 126 对改进现有的磁共振成像系统是特别有利的，其中第二组件

14 没有被设计成被直接与隔离器 120 相连。

在本发明的第四个优选实施例中，如图 5 所示，平衡体 128 被加到隔离系统 20 上。在这个实施例中，该平衡体 128 由连接到此构架夹具上的平衡体支撑支持。或者，平衡体 128 被直接连接到构架夹具 128 上，或者如果夹具 126 被略去的话，平衡体 128 则可被直接连接到磁体系统的下组件 14 上。平衡体 128 可以是任何重型物件，比如，金属或陶瓷棒或重物。任选柱 122 最好也与平衡体 128 结合起来使用，以把隔离器抬高地板 42，为该平衡体的放置提供足够的空隙，如图 5 所示。

平衡体 128 最好是可调节的，以使磁体组件 10 的重心可以被变换，从而改进重力稳定性。平衡体 128 可以磁体系统 10 为基准通过把它抬高或降低来调节。举例而言，调节可以手动进行（亦即，用一个起重螺旋或类似的构件），电气或液压地抬高或降低支撑 130。可选地，调节也可以通过增加或去除平衡体 128 的质量来解决。例如，为了进行调节，一个或多个提供板的重物可以加到该平衡体上或从其去除。最理想的是，这个现场的环境振动已被测定之后，平衡体 128 即可在现场调节（亦即，在将存放该磁共振成像系统的建筑物中）。

支撑在其质量中心下方的构架本来就不稳固，因为当该构架倾斜时，其质量中心则会水平地移动，乃至会进一步加大这个斜度。磁体系统质量中心的最大所许可的高度随着隔离器 120 的平方及隔离器 120 的刚性而增进。平衡体 128 降低了该构架的质量中心，以改进该结构的重心稳定性。在更接近其质量中心的地方支撑磁体系统 10 会减少磁体系统 10 的摆动，因而改进了磁共振成像，平衡体 128 可以这样的方式被成形，以与隔离器一起工作来变更该系统自然频率并减少由磁体系统 10 经受的振动量。

本发明的第五个实施例在图 6 中被图示出。其中平衡体 128 与气动（亦即，空气）隔离器 120 一起被使用。隔离器 120 通过管线 134 由气源 132 提供空气（或另一种气体）。还提供了高度控制阀 136 以控制穿过管线 134 的气流，从而控制隔离器 120 中的压力。阀 136 可以手动或计算机控制。图 6 还示出了隔离系统 20 的替代的构造形式，其中任选的平衡体 128 被直接连接到构架夹具 126 上，且该平衡体支撑被略去了。

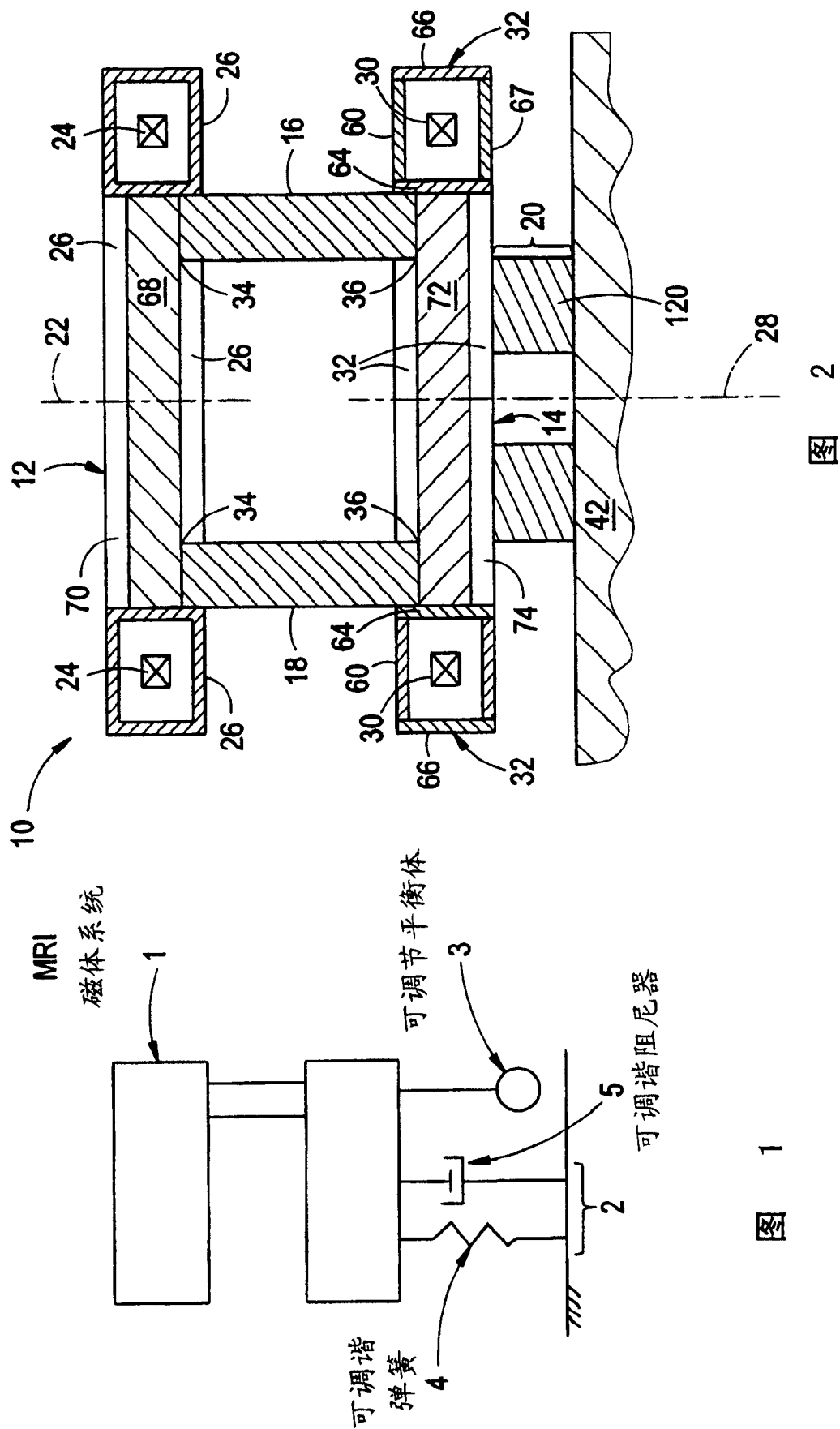
该磁共振成像系统可安装在如下所述的特殊现场中。在一个特殊现场中的环境干扰和振动被测量出来。最好在磁共振成像系统被安装到一个特殊的现场之前就进行测定。

然后，以此测定为基础，选择隔离器以使磁共振成像磁体系统的自然频率和隔离器的阻尼会使地面振动对整个频率带的传输率大大地降低。如果在该特殊现场低频激励（亦即，振动或干扰）是重要的，那么，则最好选择一个高阻尼隔离器系统。如果该特殊现场仅存在着高频干扰或振动，那么，则最好选择一个低阻尼隔离器系统。

此外，隔离器的阻尼被调节成以使该磁体系统品质因数减至最低，并控制在主激励频率时该磁体系统的振动响应的带宽。如果有平衡体 128 的话，那么，该平衡体则被调节，以便该系统的重量中心和磁共振成像磁体的自然频率最佳化。因而，频率和阻尼是可以现场调节和，因为它们经调节，以对于一个特殊的现场是最佳化的。在该磁共振成像系统被安装在一个特殊的现场的前或后（亦即，被附着到存放该磁共振成像系统的建筑物的地板 42 上），均可进行调节。

应该注意，附加的超导主线圈、超导屏蔽线圈、超导校正线圈和可磁化环可以出现，这些对技工是熟知的，但为了清晰的缘故，这类线圈和环已被从图上略去了。同样地，支持超导主线圈的线圈架（如果需要的话）和以冷冻剂罐为基准为热屏蔽定位的、以及真空外壳为基准为热屏蔽定位的垫层，为了清晰的缘故，也被从图上略去了，但其为那些精于此技术的人们所熟知。

为了图解的目的，此处已陈述了诸优选实施例。然而，这个陈述不应该被认为是对本发明之范围的限定。因此，那些精于此技术的人们可能会想到各种各样的改型、配合件和替代物，但却不偏离该所要求的有创造性的概念。



一
四

2

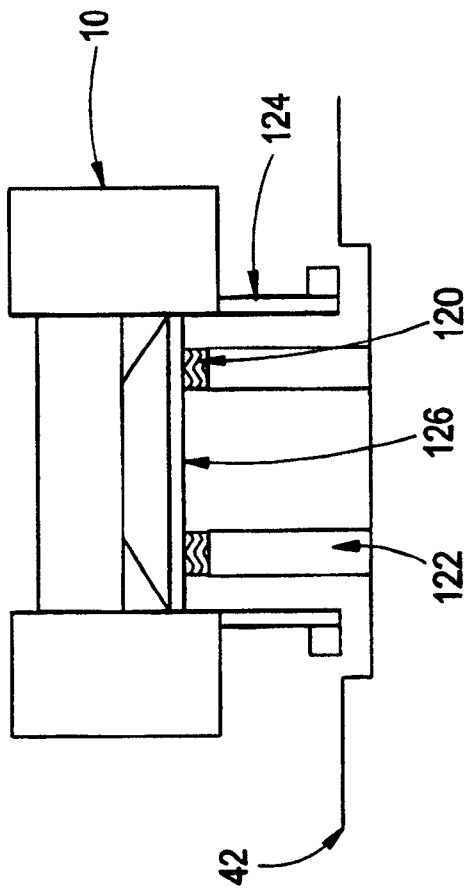



图 4

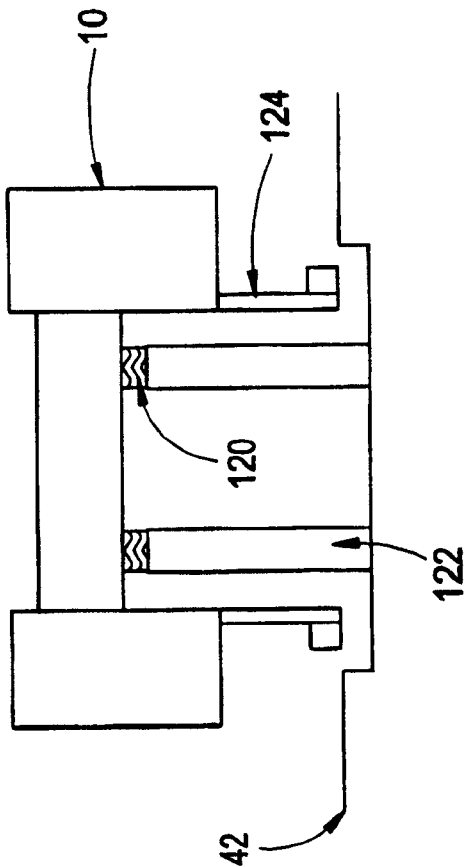


图 3

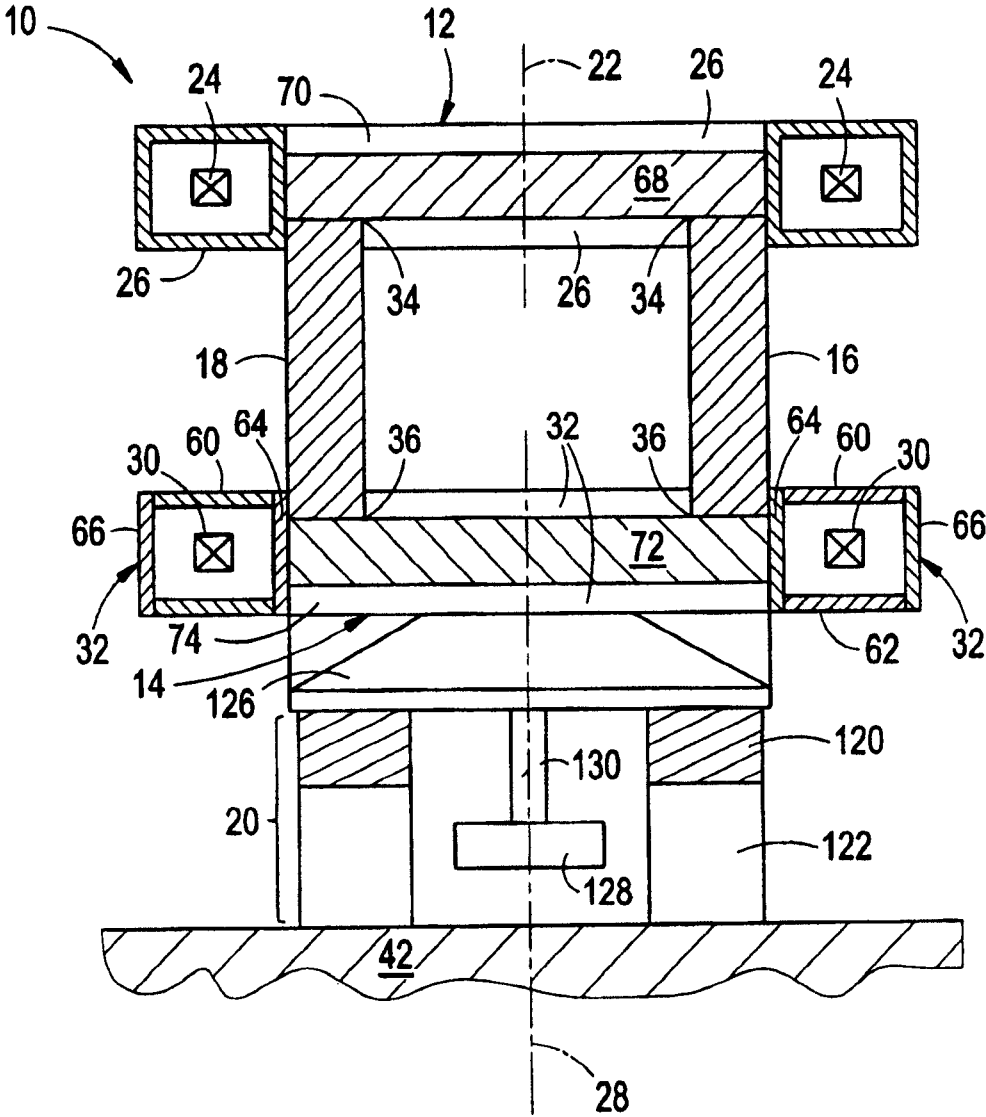


图 5

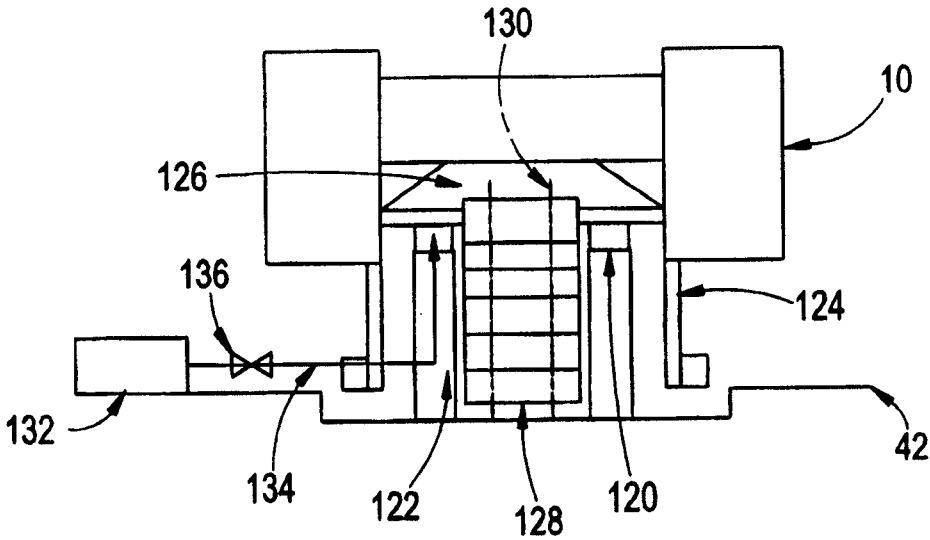


图 6