



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103688185 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201280035972. 3

H01F 6/04(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 07. 13

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

61/509, 604 2011. 07. 20 US

JP 特开平 7-240310 A, 1995. 09. 12,

EP 1477822 A1, 2004. 11. 17,

CN 101236239 A, 2008. 08. 06,

CN 101893692 A, 2010. 11. 24,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 20

审查员 张丽萍

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/053605 2012. 07. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/011440 EN 2013. 01. 24

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 R·A·阿克曼 R·L·弗兰克

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int. Cl.

G01R 33/3815(2006. 01)

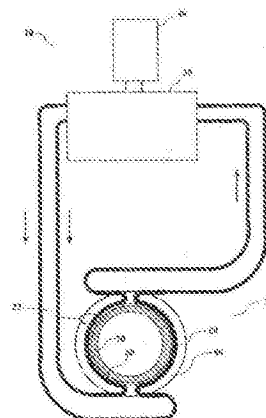
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

氦蒸汽磁共振磁体

(57) 摘要

一个磁共振磁体组件 20 具有被成形为空心圆柱体的线圈架 70。至少两个导热片 60 被放置为周向围绕所述线圈架 70, 由非导电区域 90 分开。被固定到每个导热片部分 60 上的导热管 50, 周向围绕所述线圈架 70 运行。利用导热环氧树脂密封物质, 至少一层导热电绝缘材料 110 (诸如玻璃纤维) 被结合到导热片 60。利用所述导热环氧树脂密封物质, 超导导线 80 的绕组被结合在一起, 并且被结合到所述电绝缘材料(110)。



1. 一种超导磁体组件 (20), 包括:
线圈架 (70), 其被成形为空心圆柱体;
至少两个导热片 (60), 其在所述线圈架 (70) 上周向延伸, 并且由非导电区域 (90) 分开;
导热管部分 (50), 其被热连接到所述导热片 (60);
至少一层导热电绝缘材料 (110), 其被放置在所述导热片 (60) 周围, 并且被结合到所述导热片 (60); 以及
超导导线 (80) 的绕组, 其被放置在所述电绝缘材料 (110) 周围, 并且所述超导导线 (80) 的绕组被结合在一起, 并且被结合到所述电绝缘材料 (110), 形成具有热效率的整体结构。
2. 如权利要求 1 所述的磁体组件 (20), 还包括:
绝缘材料 (100) 层, 其被放置在所述线圈架 (70) 和所述导热片 (60) 之间, 以使摩擦最小化, 并且允许所述导热片 (60) 相对所述线圈架 (70) 移动。
3. 如权利要求 2 所述的磁体组件 (20), 其中, 所述绝缘材料 (100) 层至少包括聚四氟乙烯层和金属化聚酯层。
4. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的磁体组件 (20), 还包括:
非导电材料隔离物, 其被放置在所述导热片 (60) 的相邻端部之间。
5. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的磁体组件 (20), 其中, 所述电绝缘材料 (110) 是柔性的。
6. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的磁体组件 (20), 其中, 所述电绝缘材料 (110) 包括玻璃纤维。
7. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的磁体组件 (20), 其中, 利用导热的环氧树脂密封物质使所述电绝缘材料 (110) 饱和。
8. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的磁体组件 (20), 其中, 所述电绝缘材料 (110) 包括:
多个织造材料层, 通过导热环氧树脂密封物质, 所述织造材料、所述超导导线 (80) 被结合成整体结构, 由所述线圈架 (70) 支撑所述整体结构, 并且所述整体结构未被结合到所述线圈架 (70)。
9. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的磁体组件 (20), 其中, 所述导热片 (60) 和被热连接到其上的所述导热管部分 (50) 中的一个从相邻所述线圈架 (70) 的底部周向围绕所述线圈架的一侧延伸到相邻所述线圈架 (70) 的顶部, 并且所述导热片 (60) 和被热连接到其上的所述导热管部分 (50) 中的另一个从相邻所述线圈架 (70) 的所述底部周向围绕所述线圈架的对侧延伸到相邻所述线圈架 (70) 的所述顶部。
10. 一种磁共振磁体系统 (10), 包括:
如权利要求 1-9 中的任一项所述的至少一个磁体组件;
氦蒸汽, 其围绕所述磁体组件 (20) 流过所述导热管 (50), 以将所述超导导线 (80) 冷却到低于其超导温度; 以及
制冷器热交换器 (30), 其被连接到冷却所述氦蒸汽的所述导热管部分 (50)。
11. 一种磁共振成像或谱系统 (500), 包括:

如权利要求 10 所述的磁共振磁体系统 (10) ;
梯度线圈 (500), 其位于所述磁共振磁体系统 (10) 的孔中 ;
梯度放大器 (550), 其被连接到所述梯度线圈 (500) ;
射频线圈 (510), 其位于所述梯度线圈 (500) 的内部 ;
发射器 (530), 其被连接到所述射频线圈 (510) ;
接收器 (570), 其接收磁共振信号 ;
控制器 (520), 其被连接到所述梯度放大器和所述发射器 ; 以及
处理器 (580), 其被连接到所述接收器 (570) 和所述控制器 (520), 所述处理器将接收到的磁共振信号处理为图像和 / 或谱信息。

12. 一种制造磁共振磁体 (20) 的方法, 包括 :
形成圆柱体的线圈架 (70) ;
将导热管 (50) 热连接到导热片 (60) ;
将所述导热片 (60) 和连接的导热管部分 (50) 定位为周向围绕所述线圈架 (70) ;
将至少一层电绝缘的导热材料 (110) 结合到所述导热片 (60) 上 ; 以及
将超导导线 (80) 围绕所述电绝缘材料 (110) 进行绕线, 并且将所述超导导线 (80) 结合在一起并且将其结合到所述电绝缘材料 (110)。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 还包括 :
在所述线圈架 (70) 上应用绝缘材料层 (100), 其使摩擦最小化, 并且允许所述导热片 (60) 相对所述线圈架 (70) 移动。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述绝缘材料层 (100) 包括由金属化聚酯夹置的聚四氟乙烯。

15. 如权利要求 12-14 中的任一项所述的方法, 还包括 :
通过以下方法将所述导热片 (60)、所述电绝缘材料 (110) 和所述超导导线 (80) 结合成整体结构 :

利用具有热效率的环氧密封物质浸透所述电绝缘材料 (110) ; 以及
利用所述导热环氧树脂密封物质填充所述超导导线 (80) 周围的空隙空间, 如同对每层进行绕线。

16. 如权利要求 12-14 中的任一项所述的方法, 其中, 定位所述导热片 (60) 包括 :
定位所述导热片 (60) 和被热连接到其上的所述导热管部分中的一个, 以从相邻所述线圈架 (70) 的底部周向围绕所述线圈架的一侧延伸到相邻所述线圈架 (70) 的顶部 ; 以及
定位所述导热片 (60) 和被热连接到其上的所述导热管部分中的另一个, 以从相邻所述线圈架 (70) 的所述底部周向围绕所述线圈架的对侧延伸到相邻所述线圈架 (70) 的所述顶部。

17. 如权利要求 12-14 中的任一项所述的方法, 还包括 :
将所述导热管 (50) 与制冷器热交换器 (30) 连接, 允许氦蒸气在所述导热管 (50) 和所述制冷器热交换器 (30) 之间循环。

氦蒸汽磁共振磁体

技术领域

[0001] 本申请涉及磁共振磁体、低温磁体、超导磁体,尤其涉及该类磁体的冷却。

背景技术

[0002] 磁共振(MR)扫描器使用超导磁体,所述超导磁体被冷却到超导温度,例如小于 5.2° 开尔文。传统上,液态氦因其热性能已被用于冷却超导磁体。然而,液态氦价格昂贵。在世界的许多地区不具有液态氦或替代液态氦的稳定供应。

[0003] 在冷却磁体的同时保持磁铁的电学和磁性性能,以在磁共振系统中产生均匀的静磁场。冷却系统均匀地冷却线圈,而不破坏磁性线圈的完整性。

[0004] 用于全身 MR 成像的磁体线圈的孔足以容纳被成像的患者以及通过热力方式将患者从低温系统的极冷温度中分开的结构。制造设计容纳线圈组件的孔中的室温,同时保持周围磁体中的工作温度低于磁体的临界温度。70° F 室温约为 294° K,而磁体的临界温度通常低于 5.2° K。这种极端的温度差造成设计和制造的复杂性。

发明内容

[0005] 本申请提供一种新型且改进的氦蒸汽磁共振磁体,其克服了上述问题和其他问题。

[0006] 根据一个方面,磁共振磁体具有线圈架、导热片、导热管部分、至少一层导热电绝缘材料和超导导线的绕组。所述线圈架被成形为空心圆柱体。在线圈架上,至少两个导热片周向延伸,由非导电区域分开。导热管部分被热连接到每个导热片。至少一层导热电绝缘材料被配置在所述导热片周围,并且被结合到所述导热片。超导导线的绕组被配置在电绝缘材料周围,并且所述超导导线的绕组被结合在一起,并且被结合到电绝缘材料。

[0007] 根据另一方面,磁共振磁体系统包括至少一个磁体组件;氦蒸汽,当所述氦蒸汽围绕线圈流过导热管时,将线圈冷却到低于临界超导磁体温度;以及制冷器热交换器,其被连接到冷却氦蒸汽的管中。磁体组件具有线圈架、导热片、导热管部分、至少一层导热电绝缘材料和超导导线的绕组。所述线圈架被成形为空心圆柱体。在线圈架上,至少两个导热片周向延伸,由非导电区域分开。导热管部分被连接到每个导热片。至少一层导热电绝缘材料被配置在导热片周围,并且被结合到导热片。超导导线的绕组被配置在电绝缘材料周围,并将所述超导导线的绕组结合在一起并且将其结合到电绝缘材料。

[0008] 根据另一方面,磁共振成像或谱系统包括磁共振磁体系统、梯度线圈、梯度放大器、射频线圈、发射器、发射器、接收器和处理器。磁共振磁体系统具有至少一个磁体组件;氦蒸汽,当所述氦蒸汽围绕线圈流过导热管时,所述氦蒸汽将线圈冷却到低于临界超导磁体温度;以及制冷器热交换器,其被连接到冷却氦蒸汽的管。磁体组件具有线圈架、导热片、导热管部分、至少一层导热电绝缘材料和超导导线的绕组。梯度线圈位于所述磁共振磁体系统的孔中。梯度放大器被连接到梯度线圈。射频线圈位于梯度线圈的内部。发射器被连接到所述射频线圈。接收器被连接到接收 RF 信号的所述射频线圈。控制器连接到梯度放

大器和发射器,并且控制梯度放大器和发射器,以激发对象中的共振。处理器被连接到所述接收器和控制器,并且将接收到的共振信号处理为图像和 / 或谱信息。

[0009] 根据另一方面,一种制造磁共振磁体的方法包括形成圆柱体线圈架。导热管部分被连接至导热片。至少一层电绝缘材料被结合到所述导热片。围绕电绝缘材料对超导导线进行绕线,并且将所述超导导线结合在一起并且将其结合到电绝缘材料。

[0010] 根据另一方面,一种磁共振成像的方法,包括使用如上文讨论的制造的氦蒸汽冷却的磁体组件,在成像区域中生成静态 B0 磁场。在成像区域中生成梯度磁场。射频场被发射到成像区域中。从成像区域接收磁共振信号。从接收到的磁共振信号中重建图像。

[0011] 一个优势在于减少氦的体积。

[0012] 另一优势在于使用氦蒸汽替代液态氦来冷却磁体。

[0013] 另一优势在于将换热器板安装到线圈而不影响线圈的制备或电气性能的简单且热效率高的方法。

[0014] 另一优势在于系统中氦蒸汽的流动的简单和均匀冷却磁体线圈的能力。

[0015] 在阅读并理解以下的具体描述之后,本领域技术人员将认识到本发明的其他优势。

附图说明

[0016] 本发明可以采取各种部件和部件安排,以及各种步骤和步骤安排。附图仅用于图示说明优选的实施例的目的,不应被解释为限制本发明。

[0017] 图 1 是示出了氦蒸汽磁共振磁体系统的一个实施例的示意图。

[0018] 图 2 是示出了磁体的放大视图的一个实施例的示意图。

[0019] 图 3 是示出了具有分解视图的磁共振磁体的一个实施例的横截面的示意图。

[0020] 图 4 是图示了制造线圈组件的方法的流程图。

[0021] 图 5 是图示了 MR 系统的实施例的示意图,所述 MR 系统具有示出磁共振磁体的真空杜瓦瓶的剖视图。

具体实施方式

[0022] 参考图 1,示出了闭合回路系统 10 中磁共振(MR)磁体的实施例。闭环回路系统 10 包括循环的氦蒸汽,其由 MR 磁体组件 20 进行加热并且由具有相关联的低温制冷器 40 的制冷器热交换器 30 进行冷却,并被重新循环至磁体组件 20。在 US2008/0209919 中描述了一种具有相关联的低温制冷器的合适的制冷器热交换器。

[0023] 冷却的氦气在底部进入磁体组件 20,并且向上流动至附接到导热片 60 或磁体内部的板的导热管 50。氦蒸汽在热交换器 30 中被冷却至约 4.2° K,其提供低于磁体的临界温度的 1° K 裕量。来自制冷器热交换器 30 的冷气体密度相对较大,但在被磁体组件 20 加热时变得密度较小,产生密度较大的氦气从制冷器热交换器 30 到磁铁的底部的向下流动以及密度较小的较暖的氦气通过磁体并且返回制冷器热交换器的向上流动。磁体组件 20 被安装在线圈架 70 上。

[0024] 制造时,使用绕线固定装置创建线圈组件 25,并之后将所述线圈组件 25 安装在线圈架 70 上,或将其直接制造到线圈架 70 上。具有不同宽度的多个线圈 25 通常用于 MR 系

统中。每个线圈组件 25 被安装在相应的线圈架 70 上。线圈 25 的宽度影响绕线的数量和生成的磁场的强度。利用以下描述的处理制造的线圈在尺寸上存在不同,例如,在宽度上达到约 300 毫米。线圈架 70 由在中空的圆柱体中形成的结构金属制成,诸如不锈钢。

[0025] 当氦蒸气沿管 50 向上行进时,热量被吸收。热量由线圈组件 25 生成,并且通过导热板 60 以传导方式被传输至导热管 50,并且由氦蒸气吸收。磁性组件的所有部件之间良好的导热性确保一致的运行温度。

[0026] 参考图 2,示出了磁体组件 20 的一个实施例的放大视图。由非导电性隔离物 90 对导热片 60 的两部分进行电隔离。片 60 之间的区域避免将干扰 MR 系统的运行的导热片 60 中的周向电流。例如,导热片由厚度在约 0.3mm 的铜制成。铝和其他导热性材料也能够用于片 60。导热片 60 之间的间隙约为 6mm,利用非导电性隔离物 90 (例如,塑料填充条) 填充所述间隙。所述非导电性隔离物 90 提供在其上的均匀表面,以对线圈进行绕线。片被弯曲在线圈架 70 的圆周上,或者如果在制造加工期间使用绕线固定装置,片被弯曲在所述绕线固定装置的外径上。

[0027] 导热管 50 以热力方式或以机械方式被固定到所述导热片 60 上。范例是 9-10mm OD 的制冷器级别铜管。可以使用具有良好的导热性的其他材料,诸如铝。管 50 的尺寸足够大,使得管的压降很小。利用直径较小的管,创建更多的摩擦,并且导致冷却能力的下降。利用过小的管,存在更大程度的磁体的非均匀冷却。

[0028] 参照图 3 和图 4,在步骤 400 中装配线圈架 70,例如由不锈钢利用机器制造而成。

[0029] 步骤 402 中,制造磁体线圈时,围绕线圈架 70 缠绕绝缘材料 100,或者如果用于制造磁体线圈,围绕绕线固定装置(未示出)缠绕绝缘材料 100。绝缘材料 100 的范例是夹在金属化聚酯(通常作为 MYLAR™)的层之间的聚四氟乙烯(通常被称为 TEFLON™)层。绝缘层 100 允许线圈架 70 与片 60 之间的移动,同时使摩擦减到最小。

[0030] 步骤 404 中,导热管 50 被锡焊或熔焊到片 60 上,并且所述片和管被弯曲在线圈架的半径上。在使导热片 60 弯曲之前,可以附接管 50,或者,首先所述管 50 能够被弯曲,并且所述导热片和导热管在其弯曲状态下被附接。在步骤 406 中,导热片 60 和导热管的位置在绝缘层 100 上。优选地,导热片 60 未被固定在电绝缘片上,以适应热膨胀/收缩差异。电绝缘隔离物 90 被放置在导热片与线圈组件的底部和顶部之间的电绝缘材料 100 上。清洗片 60,以去除存在的任何氧化物,以提供导热结合。

[0031] 步骤 410 中,在导热片 60 上放置具有导热性的电绝缘 110 层。电绝缘隔离物 120 被放置在将要缠绕的线圈的一侧。可以向线圈架 70 中增加凸缘,当形成时,以在磁体 20 的运行期间限制片 60 的移动,并且固定覆盖物和其他结构组件。如果存在凸缘,则在步骤 402 中的缠绕之前,电绝缘隔离物被放置在凸缘与片 60 之间。在清洗所述片之后,应用电绝缘 110 层。应用导热、电绝缘的环氧树脂密封物质,随后应用材料 110 层,所述材料 110 使线圈与导热片 60 电绝缘,实现良好的导热性并且与环氧树脂结合。合适的材料 100 是利用表面处理的双向玻璃纤维布,以改善与环氧树脂的结合。玻璃纤维材料 110 的两侧均被涂覆环氧树脂,以提供强结合力和良好的导热性,并且围绕导热片 60 缠绕玻璃纤维材料。利用多个环氧树脂涂层和玻璃纤维材料 110 能够重复该过程,以确保容纳任何不规则性并且提供结构刚性。也预期提供电绝缘并且允许环氧树脂密封物质的涂覆和饱和度的其他薄的柔性材料。

[0032] 步骤412中,在环氧树脂干燥之前,在密封的玻璃纤维材料110层中对超导导线80进行绕线。由于导线的每一层均被绕线,应用额外的导热环氧树脂密封物质,以将导线线圈80与电绝缘材料110层牢固地结合到一起,并且将导线线圈80牢固地结合至电绝缘材料110层,继而,所述电绝缘材料110层被结合到导热片60上。利用环氧树脂填充导线线圈80中的所有间隙空间,以确保与片60的牢固并具有热效率的结合。环氧树脂、片60和管50充当有效的热交换器。导线线圈80的厚度由将要生成的磁场决定,并且通常为2.5-5cm。在施加电流时,线圈组件25或线圈的机械结合应当抵挡提升或环向力。被结合到利用环氧树脂进行绕线的线圈的导热片60具有较高的剥离强度和良好的导热性。

[0033] 参考图5,示出了MR系统500的实施例的运行部件。真空杜瓦瓶515包含在运行期间生成静态 B_0 磁场的磁体组件20。例如,使用先前描述的凸缘,附接真空杜瓦瓶的覆盖物,并且所述真空杜瓦瓶的覆盖物包围线圈架70、片60和线圈绕组80。梯度线圈505和射频(RF)线圈510同心地位于真空杜瓦瓶的孔内。梯度线圈505在成像过程期间生成由梯度放大器550驱动的梯度 G_x G_y G_z 磁场。在序列控制装置520的控制下生成梯度磁场。图示的RF线圈510是全身线圈,其当由RF发射器530启动全身线圈时,所述全身线圈发射 B_1 磁场。序列控制装置520确定何时RF线圈510以发射模式运行,以及何时RF线圈510以接收模式运行。当处于接收模式时,接收器570解调RF信号。然后,由处理器580重建RF信号,并且所述RF信号可以在输出装置590上被显示为图像,或者被存储下来以供其他访问。

[0034] 已经参考优选实施例描述了本发明。在阅读和理解以上具体实施方式的情况下,对于其他人可能想到修改或替代变型。本文意图将本发明解释为包括所有这种修改和替代变型,只要它们落入所附权利要求及其等价方案的范围之内。

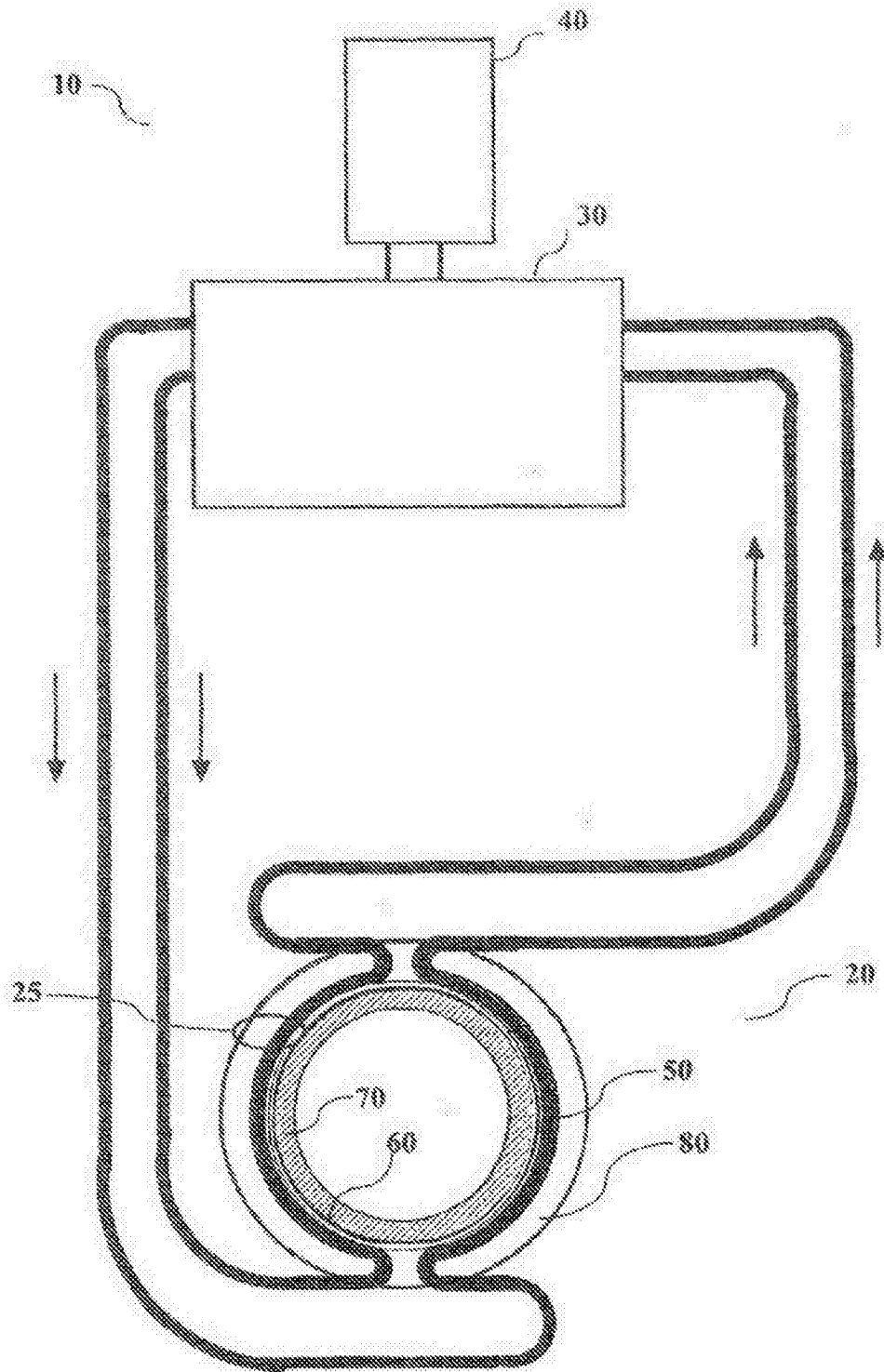


图 1

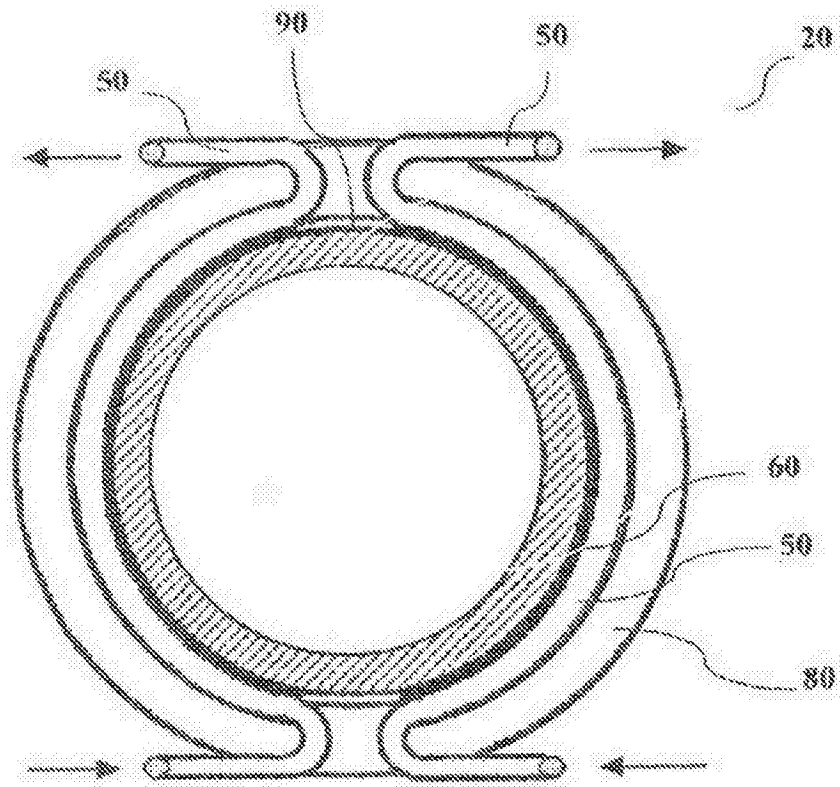


图 2

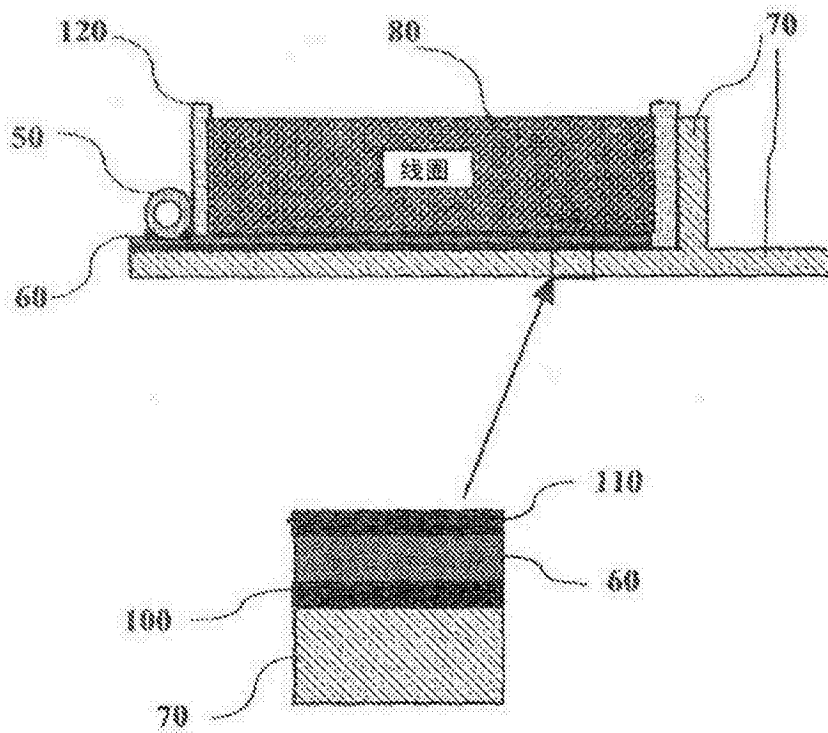


图 3

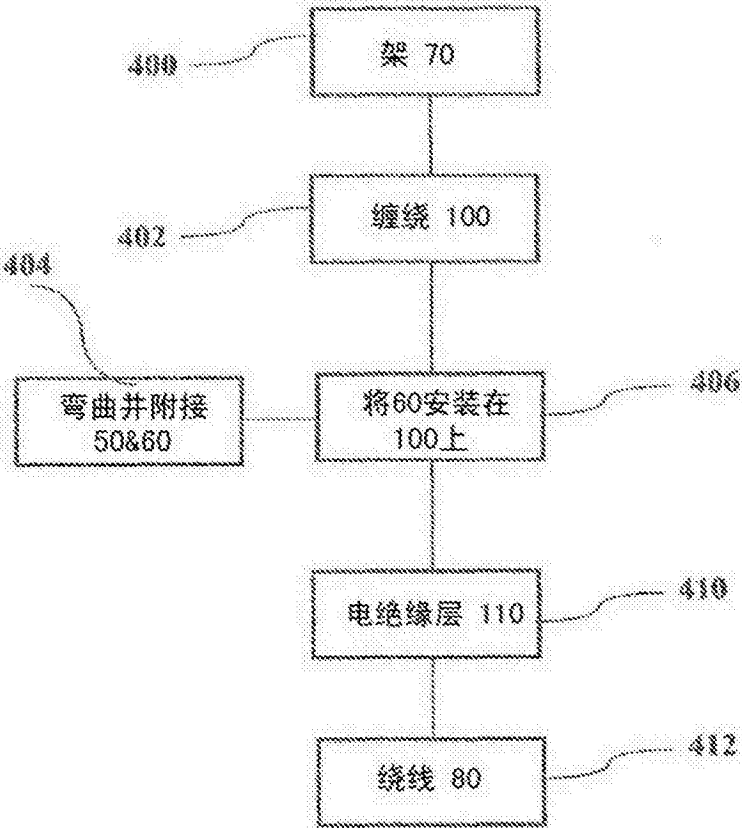


图 4

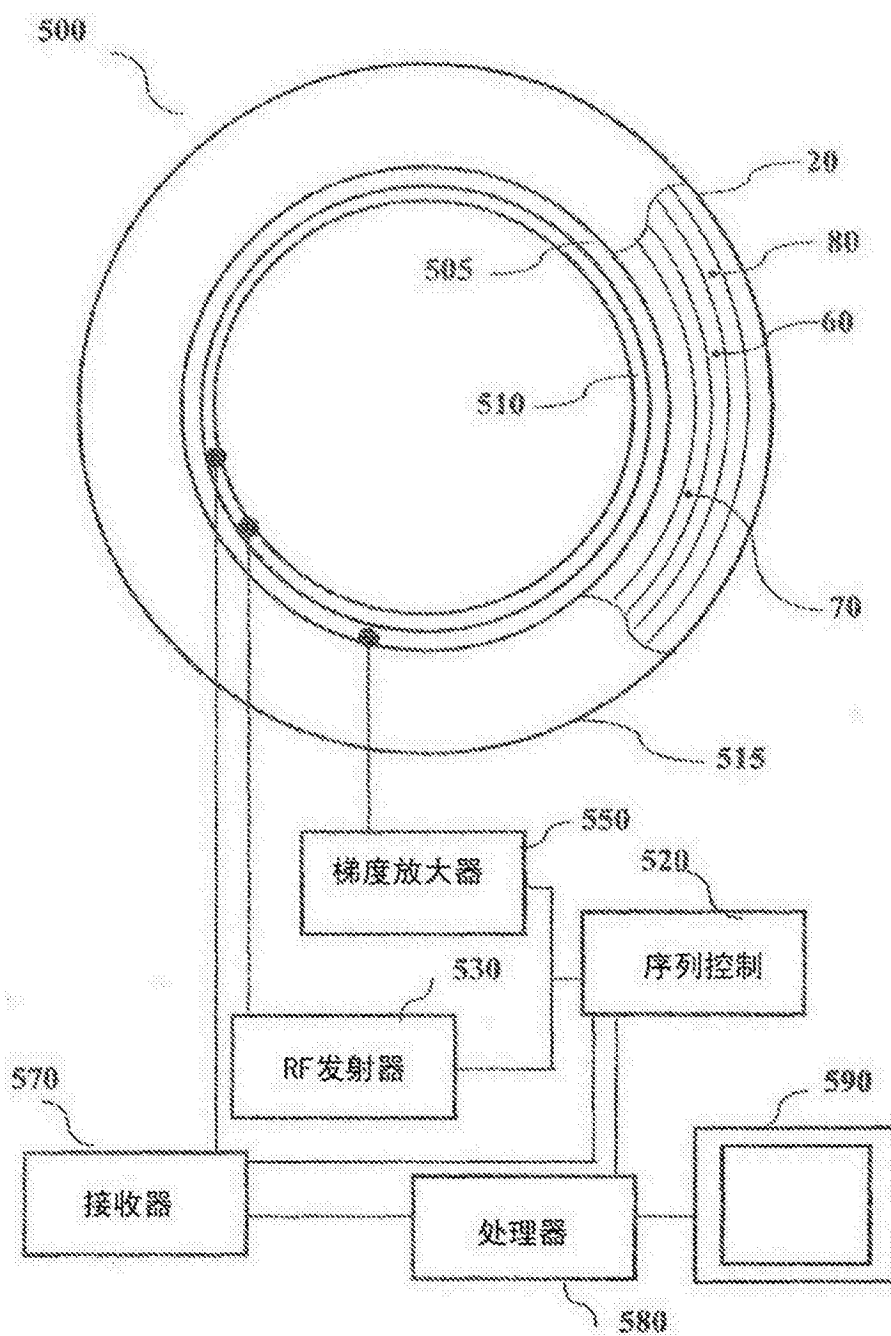


图 5