



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101573071 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 29

(21) 申请号 200780046802. 4

代理人 赵腾飞 王英

(22) 申请日 2007. 12. 14

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

A61B 5/00 (2006. 01)

06126569. 0 2006. 12. 20 EP

H01B 7/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2009. 06. 18

CN 1774200 A, 2006. 05. 17,

(86) PCT申请的申请数据

US 4549042 , 1985. 10. 22,

PCT/IB2007/055126 2007. 12. 14

EP 1145738 A2, 2001. 10. 17,

(87) PCT申请的公布数据

W02008/078242 EN 2008. 07. 03

WO 2006/067692 A2, 2006. 06. 29,

审查员 马楠

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 B·格莱希 J·魏岑埃克

J·坎岑巴克

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

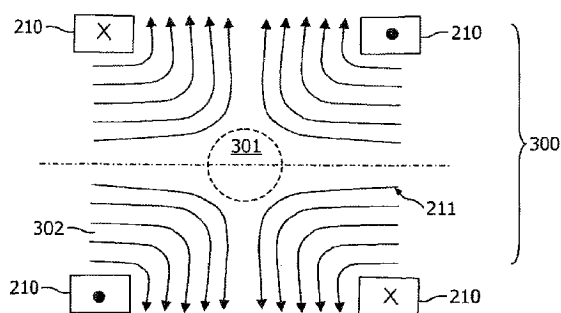
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于影响和 / 或检测作用区域中的磁性粒子的设备和方法

(57) 摘要

公开了一种用于影响和 / 或检测作用区域中的磁性粒子的设备和方法, 该设备包括: 选择装置, 用于产生选择磁场, 所述选择磁场的磁场强度具有一空间模式, 从而使得在作用区域中形成具有低磁场强度的第一子区和具有较高磁场强度的第二子区; 驱动装置, 用于借助于驱动磁场来改变作用区域中这两个子区的空间位置, 以使得磁性粒子的磁化强度局部地变化; 接收装置, 用于采集信号, 该信号取决于作用区域中的磁化强度, 该磁化强度受到第一和第二子区的空间位置的所述改变的影响, 其中, 选择装置和 / 或驱动装置和 / 或所述接收装置至少部分地包括李兹线 / 绞合线。



1. 一种用于影响和 / 或检测作用区域 (300) 中的磁性粒子 (100) 的设备, 所述设备包括:

- 选择装置 (210), 用于产生选择磁场 (211), 所述选择磁场 (211) 的磁场强度具有一空间模式, 从而使得在所述作用区域 (300) 中形成具有低磁场强度的第一子区 (301) 和具有较高磁场强度的第二子区 (302),

- 驱动装置 (220), 用于借助于驱动磁场 (221) 来改变在所述作用区域 (300) 中所述第一子区 (301) 和所述第二子区 (302) 的空间位置, 以使得所述磁性粒子 (100) 的磁化强度局部地变化,

- 接收装置 (230), 用于采集信号, 该信号取决于所述作用区域 (300) 中的磁化强度, 该磁化强度受到所述第一子区 (301) 和所述第二子区 (302) 的空间位置的所述改变的影响,

其中, 所述选择装置 (210) 和 / 或所述驱动装置 (220) 和 / 或所述接收装置 (230) 至少部分地包括李兹线 / 绞合线 (250),

其中, 采用与所述驱动磁场 (221) 变化的频带不同的另一频带从位于所述第一子区 (301) 中的磁性粒子 (100) 检测信号。

2. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 包括多个单股线 (255), 每一个单股线都由高电阻材料 (256) 围绕。

3. 如权利要求 2 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 包括多条第一级李兹线 (251), 所述第一级李兹线 (251) 包括多条单股线 (255)。

4. 如权利要求 2 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 包括多条第一级李兹线 (251) 和 多条第二级李兹线 (252), 其中, 所述第一级李兹线 (251) 包括多条单股线 (255), 其中, 所述第二级李兹线 (252) 包括多条第一级李兹线 (251), 并且其中, 所述李兹线 (250) 包括多条第二级李兹线 (252)。

5. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述接收装置 (230) 的电阻由热噪声支配。

6. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述接收装置 (230) 的电阻由在所述作用区域 (300) 中的热噪声产生。

7. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 至少部分地包括铁磁材料。

8. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 至少部分地用于所述选择装置 (210) 和 / 或所述驱动装置 (220), 并且其中, 所述选择装置 (210) 的李兹线 (250) 至少部分地被所述驱动装置 (220) 的所述驱动磁场 (221) 穿透, 并且 / 或者其中, 所述驱动装置 (220) 的李兹线 (250) 至少部分地被所述选择装置 (210) 的所述选择磁场 (211) 穿透。

9. 如权利要求 1 或 8 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 被布置为, 使得在指定工作频带中且在穿透所述李兹线 (250) 的指定电磁场中, 电阻是最小的。

10. 如权利要求 1 或 8 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 的各条单股线 (255) 的总横截面积相对于所述李兹线 (250) 的横截面积的比值为 0.30 到 0.70, 或者其中, 所述李兹线 (250) 的各条单股线 (255) 的总横截面积相对于所述李兹线 (250) 的横截面积的比值为 0.01 到 0.20。

11. 如权利要求 10 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 的各条单股线 (255) 的总横截面积相对于所述李兹线 (250) 的横截面积的比值为: 0.40 到 0.60、或 0.03 到 0.10。

12. 如权利要求 10 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 的各条单股线 (255) 的

总横截面积相对于所述李兹线 (250) 的横截面积的比值为 0.5。

13. 如权利要求 1 或 8 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 的单股线 (255) 的直径为 $1\ \mu\text{m}$ 到 $50\ \mu\text{m}$ 。

14. 如权利要求 13 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 的单股线 (255) 的直径为 $10\ \mu\text{m}$ 到 $25\ \mu\text{m}$ 。

15. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 是压缩的李兹线 (250)。

16. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述李兹线 (250) 包括许多热塑性树脂线。

17. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 在不同李兹线 (250) 之间的空间或在所述李兹线 (250) 内部的空间用于一个或多个冷却通道。

18. 如权利要求 1 所述的设备 (10), 其中, 所述选择装置 (210) 和 / 或所述驱动装置 (220) 和 / 或所述接收装置 (230) 包括至少部分碟形的线圈 (260)。

19. 如权利要求 1 或权利要求 7 所述的用于影响和 / 或检测在作用区域 (300) 中的磁性粒子 (100) 的设备 (10) 的用途。

20. 一种用于影响和 / 或检测在作用区域 (300) 中的磁性粒子 (100) 的方法, 其中, 所述方法包括以下步骤:

- 产生选择磁场 (211), 所述选择磁场 (211) 的磁场强度具有一空间模式, 从而使得在所述作用区域 (300) 中形成具有低磁场强度的第一子区 (301) 和具有较高磁场强度的第二子区 (302),

- 借助于驱动磁场 (221) 来改变所述作用区域 (300) 中所述第一子区 (301) 和所述第二子区 (302) 的空间位置, 以使得所述磁性粒子 (100) 的磁化强度局部地变化,

- 采集信号, 该信号取决于所述作用区域 (300) 中的磁化强度, 该磁化强度受到所述第一子区 (301) 和所述第二子区 (302) 的空间位置的所述改变的影响,

其中, 至少部分地借助于李兹线 / 绞合线 (250) 来执行以下: 所述选择磁场 (211) 的所述产生和 / 或所述第一子区 (301) 和所述第二子区 (302) 的空间位置的所述改变和 / 或取决于所述作用区域 (300) 中的磁化强度的信号的所述采集,

其中, 采用与所述驱动磁场 (221) 变化的频带不同的另一频带从位于所述第一子区 (301) 中的磁性粒子 (100) 检测信号。

用于影响和 / 或检测作用区域中的磁性粒子的设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种设备,用于影响和 / 或检测作用区域中的磁性粒子。此外,本发明涉及一种方法,用于影响和 / 或检测作用区域中的磁性粒子。

背景技术

[0002] 从德国专利申请 DE 10151778A1 获知了这种设备和方法。在该公开文档中所述的方法的情况下,首先产生磁场强度具有一空间分布的磁场,从而使得在检查区中形成具有相对低磁场强度的第一子区和具有相对较高磁场强度的第二子区。随后移动在检查区中的子区的空间位置,以使得检查区中粒子的磁化强度局部地变化。记录取决于检查区中磁化强度的信号,其中该磁化强度已经受到了子区的空间位置移动的影响,并且从这些信号中提取与在检查区中的磁性粒子的空间分布有关的信息,以便形成检查区的图像。这种设备和这种方法优点在于,其可以用于以非破坏性的方式检查任意检查对象 - 例如人体 - 而又不会造成任何伤害,并且在接近检查对象的表面和远离检查对象的表面处都具有高空间分辨率。

[0003] 此类已知设备的缺点是,用于产生磁场或磁场分量的线圈和 / 或用于检测变化的磁场的线圈不能令人满意,尤其是在这种线圈表现出相对小的信噪比的情况下。

发明内容

[0004] 因此本发明的目的是提供本文开头提及的这种设备和方法,其中改进了磁场产生装置的质量和 / 或磁场检测装置的质量。

[0005] 由一种用于影响和 / 或检测作用区域中的磁性粒子的设备来实现以上目的,其中该设备包括选择装置,用于产生选择磁场,所述选择磁场的磁场强度具有一空间模式,从而使得在作用区域中形成具有低磁场强度的第一子区和具有较高磁场强度的第二子区,其中,该设备还包括驱动装置,用于改变作用区域中这两个子区的空间位置,以使得磁性粒子的磁化强度局部地变化,其中该设备还包括接收装置,用于采集信号,该信号取决于作用区域中的磁化强度,该磁化强度受到第一和第二子区的空间位置的所述改变的影响,并且其中选择装置和 / 或驱动装置和 / 或接收装置至少部分地包括李兹线 (litz wire) / 绞合线 (stranded wire)。并且,其中,采用与所述驱动磁场 (221) 变化的频带不同的另一频带从位于所述第一子区 (301) 中的磁性粒子 (100) 检测信号。

[0006] 根据本发明,会理解可以至少部分地以一个单个线圈或螺线管的形式来提供选择装置和 / 或驱动装置和 / 或接收装置。然而根据本发明优选的是提供多个分离的线圈来构成选择装置、驱动装置和接收装置。而且根据本发明,选择装置和 / 或驱动装置和 / 或接收装置每一个都可以由多个分离的单独部件组成,尤其是多个分离的单独线圈或螺线管,其被提供和 / 或布置为使得这些分离的部件一起构成选择装置和 / 或驱动装置和 / 或接收装置。尤其对于驱动装置和 / 或选择装置,多个部件,尤其是多个线圈对 (例如亥姆霍兹 (Helmholtz) 或反亥姆霍兹结构) 是优选的,以便提供产生和 / 或检测指向不同空间方向的

磁场分量的可能性。

[0007] 根据本发明,优选地,李兹线包括多条单股线,每一条单股线都由高电阻材料围绕。从而可以在李兹线内提供非常高的电流承载面(current support surface),这对于要由李兹线承载具有相对高频率的AC电流的情况以及对于要由李兹线承载DC电流或具有相对低频率的AC电流但存在穿透李兹线的静态和/或动态磁场的情况都是重要的。根据本发明,优选地,李兹线是旋制的,以便一条单股线例如在沿着李兹线的延伸方向上的一个位置上在李兹线中心,而该单股线例如在沿着李兹线的延伸方向上的另一个位置上在李兹线的外围。从而,优选地,将所有单股线之中的每一条设置为,使得例如在由李兹线构成的回路中,每一条单股线都实现相同的阻抗。

[0008] 根据本发明,更优选地,李兹线包括多条第一级李兹线,所述第一级李兹线包括多条单股线,其中,李兹线包括多条第一级李兹线。在本发明的优选实施例中,李兹线包括多条第一级李兹线和多条第二级李兹线,其中,第一级李兹线包括多条单股线,其中,第二级李兹线包括多条第一级李兹线,且其中,李兹线包括多条第二级李兹线。从而,可以增大电流承载面,并减小了处理要求的复杂性—尤其是弯曲包括多条单股线的李兹线(以便构成螺线管或线圈)的可能性。

[0009] 根据本发明,优选地,接收装置的电阻(阻抗的实部)由热噪声支配,尤其是由起因于磁性粒子在作用区域中的存在的热噪声产生,即在作用区域中不存在(检查)对象情况下的电流承载路径的电阻与在作用区域中存在对象情况下的电阻相当或更小。具体地,这是通过仔细定义接收装置的李兹线的各个电流通路(各条单股线)、电流强度、导线结构及其它特性来实现的。

[0010] 在本发明的再另一个优选实施例中,李兹线至少部分地包括铁磁材料。这在铁磁材料和相应的李兹线用来导引磁场(尤其是选择磁场和/或驱动磁场)的情况下是非常有利的。优选地,将包含铁磁材料的李兹线放置在铁磁材料处于饱和的位置上。

[0011] 此外,优选地,李兹线至少部分地用于选择装置和/或驱动装置,选择装置的李兹线至少部分地被驱动装置的驱动磁场穿透,并且/或者驱动装置的李兹线至少部分地被选择装置的选择磁场穿透。本创新性设备的选择装置或驱动装置中的一个组件被另一个组件的磁场穿透优选地是借助于将被所述另一个组件的磁场所穿透的选择装置或驱动装置中的一个组件放置得比所述另一个组件更接近于作用区域来实现。从而,穿透磁场在被穿透的选择装置或驱动装置的位置上是相当强的。穿透磁场的所述穿透影响了被穿透的选择装置或驱动装置的导电特性。根据本发明,非常有利的是,考虑到被穿透的选择装置或驱动装置的导电特性的这种变化,以使得选择装置或驱动装置的电阻在指定环境或穿透模式中尽可能低。选择装置和驱动装置还被一起称为“场产生器装置”。选择装置包括磁场产生装置,其提供静态(梯度)选择磁场和/或相当缓慢地变化的长程选择磁场,其变化频率在约1Hz到约100Hz的范围中。选择磁场的静态部分和相当缓慢变化的部分都可以借助于永磁体或借助于线圈或其组合来产生。驱动装置包括磁场产生装置,其提供驱动磁场,具有在约1kHz到约200kHz,优选地约10kHz到约100kHz范围中的频率。至少部分场产生器装置(即选择装置和驱动装置)可以由分立的线圈来实现,其中,必须以这样的方式选择每一个线圈或每一个场产生器装置各条导线的直径,使得皮肤效应不增大线圈的电阻。通常,按照填充因数最大并且从而损耗最小的情况来选择最大可能导线直径。然而,在根据本发明的设备

中非常有利的是,由于在产生器装置的至少一部分中使用了李兹线,产生器装置(选择装置和/或驱动装置)之一所产生的磁场穿透另一个场产生器装置(选择装置和/或驱动装置),从而减小了总体损耗。在本发明的另一优选实施例中,限制场产生器装置的组件(尤其是线圈)的匝数,并且使得绕组到绕组的电容最小。这可以借助于在绕组之间的材料的低介电常数、成块的绕组以及绕组的充分分离来实现,尤其是对于选择装置的线圈而言。这些措施的一个优点在于,在本创新性设备内,场产生器装置的各个线圈的自谐振是这样的:它们不与驱动频率重叠(除了驱动装置的线圈之外)。这种重叠会导致不想要的场失真和额外的损耗。

[0012] 在本发明另一优选实施例中,李兹线被布置为使得在指定工作频带中以及在穿透李兹线的指定电磁场中的电阻基本上是最小的,即由热噪声支配,尤其是由起因于磁性粒子在作用区域中的存在的热噪声产生,即在作用区域中不存在(检查)对象情况下的电流承载路径的电阻与在作用区域中存在对象情况下的电阻相当或更小。具体而言,这是借助于仔细定义选择装置和/或驱动装置的李兹线的各个电流通路(各条单股线)、电流强度、导线结构及其它特性来实现的。

[0013] 此外,优选地,李兹线的各条导线的总横截面积相对于李兹线的横截面积的比值(填充因数)约为0.30到约0.70,优选的约0.40到约0.60,最优选的约0.50,或者其中李兹线(250)的各条单股线(255)的总横截面积相对于李兹线(250)的横截面积的比值(填充因数)约为0.01到约0.20,优选的约0.03到约0.10,并且/或者李兹线的单股线的直径约 $1\mu\text{m}$ 到约 $50\mu\text{m}$,优选地约 $10\mu\text{m}$ 到约 $25\mu\text{m}$ 。从而可以极大地增强李兹线内所用的电流承载表面,并从而实现了选择装置和/或驱动装置和/或接收装置的总体结构的电阻的减小。通常,选择装置和/或驱动装置的李兹线的填充因数在约0.30到约0.70的范围内,优选地在约0.50附近的范围内,因此高于接收装置的李兹线的填充因数,接收装置的李兹线的填充因数在约0.01到约0.20的范围内,优选地在约0.03到约0.10的范围内。此外,可以将选择装置和驱动装置的李兹线的单股线的直径选择为大于接收装置的李兹线的单股线的直径。

[0014] 在本发明另一优选实施例中,李兹线是压缩的李兹线和/或李兹线包括大量的热塑性树脂线。由此非常有利的是,可以实现在李兹线内的电流承载路径(单股线)的非常密集和稳定的结构,从而减小了李兹线的电阻。另外,由此非常有利的是,可以通过改变李兹线所经受的压缩压力,将李兹线的填充因数调整到预期的级别。此外,可以通过改变附加的树脂导线的数量和/或大小,将李兹线的填充因数调整到预期的级别。这些树脂导线(热塑性线)优选地与李兹线的单股线和/或与第一级李兹线和/或与第二级李兹线旋绕在一起。

[0015] 根据本发明另一优选实施例,在不同李兹线之间的空间或在李兹线内的空间用于一个或多个冷却通道。从而,有利的是,可以易于规定根据本发明的设备的不同组件的温度。

[0016] 此外,优选地,选择装置和/或驱动装置和/或接收装置包括至少部分碟形的线圈。从而可以提供具有与例如填充因数、机械稳定性和对电流承载导线提供冷却的可能性有关的改进性能的线圈。

[0017] 本发明还涉及根据本发明的设备的使用,以及一种用于影响和/或检测在作用区

域中的磁性粒子的方法,其中该方法包括以下步骤:

[0018] - 产生选择磁场,所述选择磁场的磁场强度具有一空间模式,从而使得在作用区域中形成具有低磁场强度的第一子区和具有较高磁场强度的第二子区,

[0019] - 借助于驱动磁场来改变在作用区域中这两个子区的空间位置,以使得磁性粒子的磁化强度局部地变化,

[0020] - 采集信号,该信号取决于作用区域中的磁化强度,该磁化强度受到第一和第二子区的空间位置的所述改变的影响,

[0021] 其中,至少部分地借助于李兹线/绞合线来执行选择磁场的产生和/或两个子区的空间位置的变化和/或取决于作用区域中磁化强度的信号的所述采集。并且,其中,采用与所述驱动磁场(221)变化的频带不同的另一频带从位于所述第一子区(301)中的磁性粒子(100)检测信号。

[0022] 依据以下的详细描述并结合附图,本发明的这些及其它特性、特点和优点会变得显而易见,作为实例,其示出了本发明的原理。提供描述仅是为了示例,而不是限制本发明的范围。以下引用的参考数字指代附图。

附图说明

[0023] 图1示出了根据本发明的设备,用于执行根据本发明的方法。

[0024] 图2示出了由根据本发明的设备产生的磁场线模式的实例。

[0025] 图3示出了存在于作用区域中的磁性粒子的放大视图。

[0026] 图4a和4b示出了这种粒子的磁化强度特性。

[0027] 图5到7示出了李兹线结构的示意性的不同实例。

[0028] 图8到11示出了碟形线圈结构的示意性的不同实例。

[0029] 图12示出了产生碟形线圈的方法的示意性实例。

具体实施方式

[0030] 将相对于具体实施例并参考特定附图来描述本发明,但本发明并不局限于此,而是仅由权利要求限定。所述的附图仅是示意性的而不是限制性的。在附图中,为了说明的目的,一些单元的大小可能被放大而不是按比例绘制的。

[0031] 在指代单数名词时使用了不定冠词或定冠词,例如“一”、“这个”,这包括了多个这个名词的情况,除非特别指明了是另一种情况。

[0032] 此外,在说明书和权利要求中的术语第一、第二、第三等用于在类似单元之间进行区分,不一定用于描述连续的或按时间的顺序。会理解如此使用的术语在适当的环境下是可互换的,本文所述的本发明的实施例能够以与本文所述或所示的不同的顺序操作。

[0033] 此外,在说明书和权利要求中的术语顶部、底部、上方、下方等是用于描述目的的,不一定用于描述相对位置。会理解如此使用的术语在适当的环境下是可互换的,本文所述的本发明的实施例能够以与本文所述或所示的不同的方向操作。

[0034] 会注意到在本说明书和权利要求中所用的术语“包括”不应解释为限制于随后列出的手段;它不排除其它单元或步骤。因此,表述“设备包括组件A和B”的范围不应局限于仅由装置A和B组成的设备。它的意思是对于本发明,该设备的最相关的组件是A和B。

[0035] 在图 1 中,显示了要借助于根据本发明的设备 10 检查的任意对象。图 1 中的参考数字 350 表示对象,在此情况下是人或动物患者,将其放置在患者检查台上,仅显示了该患者检查台的顶部部分。在应用根据本发明的方法之前,将磁性粒子 100(图 1 中未示出)布置在本创新性设备 10 的作用区域 300 中。具体而言,在例如肿瘤的治疗和 / 或诊断之前,例如借助于注射到患者 350 体内的包括磁性粒子 100 的液体(未示出)来将磁性粒子 100 设置在作用区域 300 中。

[0036] 作为本发明的一个实例,在图 2 中显示了设备 10,其包括用于构成选择装置 210 的多个线圈,选择装置 210 的范围规定了作用区域 300,也称为治疗区域 300。例如,选择装置 210 布置在患者 350 上方和下方,或者检查台顶面的上方或下方。例如,选择装置 210 包括第一对线圈 210'、210",其每一个都包括两个相同结构的绕组 210'、210",将绕组 210'、210"以同轴方式布置在患者 350 上方和下方,并使相等的电流,尤其是在相反方向上的相等电流穿过绕组 210'、210"。以下将第一线圈对 210'、210"共同称为选择装置 210。优选地,在此情况下使用直流电流。选择装置 210 产生选择磁场 211,其通常是梯度磁场并且在图 2 中借助于磁场线来表示。它在选择装置 210 的该线圈对的(例如垂直)轴的方向上具有基本上恒定的梯度,并且在这个轴上的一个点处达到 0 值。从这个无磁场点(在图 2 中没有单独示出)开始,选择磁场 211 的场强随着与该无磁场点的距离的增大而在全部三个空间方向上增大。在由围绕该无磁场点的虚线表示的第一子区 301 或区域 301 中,场强是非常小的,以致于存在于第一子区 301 中的粒子 100 的磁化强度不饱和,而存在于第二子区 302(区域 301 之外)中的粒子 100 的磁化强度处于饱和状态。作用区域 300 中的该无磁场点或第一子区 301 优选地是在空间上相关的区域;它还可以是点状区域或者是线状或平面状区域。在第二子区 302(即第一子区 301 之外的作用区域 300 的剩余部分)中,磁场强度足够强,足以将粒子 100 保持在饱和状态中。通过改变在作用区域 300 中这两个子区 301、302 的位置,使得在作用区域 300 中的(总)磁化强度改变。通过测量作用区域 300 中的磁化强度或受磁化强度影响的物理参数,可以获得与作用区域中的磁性粒子的空间分布有关的信息。为了改变在作用区域 300 中这两个子区 301、302 的相对空间位置,在作用区域 300 中或者作用区域 300 的至少一部分中将另外的磁场,即所谓的驱动磁场 221 叠加到选择磁场 211 上。

[0037] 图 3 显示了与本发明的设备 10 一起使用的这种磁性粒子 100 的实例。它包括例如球形衬底 101,例如是玻璃的,给衬底 101 设置了软磁性层 102,其具有例如 5nm 的厚度,并由铁镍合金(例如坡莫合金(Permalloy))组成。这个层例如可以借助于涂层 103 来覆盖,涂层 103 保护粒子 100 免于化学和 / 物理侵蚀环境(例如酸)的影响。使这种粒子 100 磁化强度饱和和所需的选择磁场 211 的磁场强度取决于多个参数,例如粒子 100 的直径、磁性层 102 所用的磁性材料、以及其它参数。

[0038] 在例如 10 μ m 直径的情况下,就需要约 800A/m 的磁场(大约对应于 1mT 的磁通密度),而在 100 μ m 直径的情况下,80A/m 的磁场就足够了。当选择具有更低饱和磁化强度的材料的涂层 102 时或者当减小层 102 的厚度时,可以获得更小的数值。

[0039] 对于优选磁性粒子 100 的更多细节,将 DE 10151778 的相应部分通过参考并入本文,尤其是要求 DE 10151778 优先权的 EP 1304542A2 的 16 到 20 段和 57 到 61 段。

[0040] 第一子区 301 的大小一方面取决于选择磁场 211 的梯度的强度,另一方面取决于

饱和和所需的磁场的场强。为了在 80A/m 的磁场强度以及选择磁场 211 的场强的梯度（在指定空间方向上）总计为 16010^3A/m^2 的情况下使磁性粒子 100 充分饱和，在其中粒子 100 的磁化强度不饱和的第一子区 301 具有约 1mm 的尺寸（在指定空间方向上）。

[0041] 当另外的磁场（以下称为驱动磁场 221）被叠加到作用区域 300 中的选择磁场 210（或者梯度磁场 210）上时，第一子区 301 相对于第二子区 302 在这个驱动磁场 221 的方向上移动；这个移动的程度随着驱动磁场 221 的强度增大而增加。当叠加的驱动磁场 221 在时间上变化时，第一子区 301 的位置相应地在时间上和空间上变化。有利的是，采用与驱动磁场 221 变化的频带不同的另一个频带（移动到较高频率），从位于第一子区 301 中的磁性粒子 100 接收或检测信号。这是可行的，因为由于作为磁化强度特性非线性的结果所造成的作用区域 300 中的磁性粒子 100 的磁化强度变化，使得出现了驱动磁场 221 频率的较高谐波的频率成分。

[0042] 为了为空间中任何指定方向产生这些驱动磁场 221，提供了三个另外的线圈对，即第二线圈对 220'、第三线圈对 220'' 和第四线圈对 220'''，以下将它们共同称为驱动装置 220。例如，第二线圈对 220' 产生驱动磁场 221 的一个分量，其在第一线圈对 210'、210'' 或者选择装置 210 的线圈轴的方向上延伸，即例如在垂直方向上延伸。为此，使相同方向的相等电流流过第二线圈对 220' 的绕组。借助于第二线圈对 220' 实现的效果原则上也可以通过将相同方向的电流叠加到第一线圈对 210'、210'' 中方向相反的相等电流上来实现，从而使得在一个线圈中的电流减小而在另一个线圈中的电流增大。然而并且尤其是为了实现具有较高信噪比的信号解释的目的，有利的是，由选择装置 210 和驱动装置 220 各自的线圈对产生时间上恒定的（或者准恒定的）选择磁场 211（也称为梯度磁场）和时间上变化的垂直驱动磁场。

[0043] 设置另外两个线圈对 220''、220'''，以便产生驱动磁场 221 的在空间中不同方向上延伸的分量，例如在作用区域 300（或者患者 350）的纵向上水平延伸的分量和与此垂直的方向上延伸的分量。如果将亥姆霍兹类型的第三和第四线圈对 220''、220'''（类似选择装置 210 和驱动装置 220 的线圈对）用于这个目的，则这些线圈对就必须分别布置在治疗区域的左侧和右侧或者这个区域的前面和后面。这会影响到作用区域 300 或治疗区域 300 的可达性。因此，第三和 / 或第四磁性线圈对或线圈 220''、220''' 也布置在作用区域 300 的上方和下方，从而它们的绕组结构必须与第二线圈对 220' 的不同。不管怎样，这种线圈是具有开放型磁体的磁共振设备（开放型 MRI）的领域中公知的，在开放型 MRI 中，射频（RF）线圈对设置在治疗区域的上方和下方，所述 RF 线圈对能够产生水平的、时间上可变的磁场。因此，这种线圈的结构在此无需进一步的详细阐述。

[0044] 根据本发明的设备 10 还包括接收装置 230，其仅在图 1 中示意性的示出。接收装置 230 常常包括能够检测由作用区域 300 中的磁性粒子 100 的磁化强度模式所感生的信号的线圈。不管怎样，这种线圈在磁共振设备的领域中是公知的，在磁共振设备中，例如将射频（RF）线圈对设置在作用区域 300 的周围，以便获得尽可能高的信噪比。因此，这种线圈的结构在此无需进一步的详细阐述。

[0045] 在图 1 所示的选择装置 210 的可替换实施例中，可以使用永磁体（未示出）产生梯度选择磁场 211。在这种（相对的）永磁体（未示出）的两极之间的空间中构成了磁场，其类似于图 2 中的磁场，就是说，当相对的两极具有相同的极性时。在根据本方面的设备的

另一个可替换实施例中,选择装置 210 包括至少一个永磁体和至少一个如图 2 所示的线圈 210'、210”。

[0046] 通常用于选择装置 210、驱动装置 220 和接收装置 230 的或者用于其中的不同组件的频率范围大致如下:由选择装置 210 产生的磁场在全部时间中都不变化或者变化得相当缓慢,优选地在约 1Hz 与约 100Hz 之间。由驱动装置 220 产生的磁场优选地在约 25kHz 与约 100kHz 之间变化。假定接收装置敏感的磁场变化优选地在约 50kHz 到约 10MHz 的频率范围中。

[0047] 图 4a 和 4b 显示了磁化强度特性,就是说,粒子 100(图 4a 和 4b 中未示出)的磁化强度 M 在对这种粒子的扩散中,根据在该粒子 100 的位置上的场强 H 来变化。它呈现出在超过场强 $+H_c$ 和低于场强 $-H_c$ 的时候磁化强度 M 不再变化,这意味着达到了饱和磁化强度。磁化强度 M 在值 $+H_c$ 和 $-H_c$ 之间不饱和。

[0048] 图 4a 示出了在粒子 100 位置上的正弦曲线磁场 $H(t)$ 的效果,其中产生的正弦曲线磁场 $H(t)$ 的绝对值(即“由粒子 100 所见到的”)低于使粒子 100 磁化饱和(即在更大的磁场都不会产生效果的情况下)所需的磁场强度。在此条件下的粒子 100 或多个粒子 100 的磁化强度在其饱和值之间以磁场 $H(t)$ 的频率节奏往复。所造成的磁化强度在时间上的变化由图 4a 右侧的参考标记 $M(t)$ 表示。它呈现出磁化强度也周期性地改变,并且这个粒子的磁化强度周期性地反转。

[0049] 在曲线中心的虚线部分表示作为正弦曲线磁场 $H(t)$ 的场强的函数的磁化强度 $M(t)$ 的近似平均偏差。作为从这个中心线的偏离,当磁场 H 从 $-H_c$ 增大到 $+H_c$ 时,磁化强度略微向右延伸,当磁场 H 从 $+H_c$ 减小到 $-H_c$ 时,磁化强度略微向左延伸。这个已知的效应称为滞后效应,其成为热量生成机制的基础。在曲线的路线之间形成的、形状和大小取决于材料的滞后表面积是在磁化强度变化时对于热量生成的测量值。

[0050] 图 4b 显示了叠加了静态磁场 H_1 之后的正弦曲线磁场 $H(t)$ 的效果。因为磁化强度处于饱和状态,因此其实际上不受正弦曲线磁场 $H(t)$ 的影响。磁化强度 $M(t)$ 在这个区域中在时间上保持恒定。结果,磁场 $H(t)$ 不会引起磁化强度状态的变化。

[0051] 根据本发明的一个重要目的是提供一种创新性设备,以使得选择装置 210(如果借助于电流来产生选择磁场)、驱动装置 220 和接收装置 230 各自的电阻尽可能低。根据本发明,提出了为选择装置 210、驱动装置 220 和 / 或接收装置 230 中至少一个至少部分地提供李兹线 250,在图 5 到 7 中更详细地解释了李兹线 250。

[0052] 在图 5 到 7 中,在示意图中显示了根据本发明,选择装置 210、驱动装置 220 和 / 或接收装置 230 中一条或多条的李兹线 250。这些附图每一个都表示根据本发明的这种李兹线 250 的一个实施例的截面视图。每一条李兹线 250 都包括多条单股线 255。不同实施例的图示没有按比例绘制,仅是出于图示简洁的原因来选择尺寸。借助于求各条单股线 255 的截面积之和并将其除以完整李兹线 250 的截面积,易于求得李兹线 250 的填充因数的值。借助于在与图 5 到 7 中图示的李兹线 250 的纵向伸展相垂直的方向上向李兹线 250 的各个实施例施加压力,可以提高填充因数。每一条单股线 255 都优选地由电高阻材料 256 在周围环绕,电高阻材料 256 充当了每一条单股线 255 的覆层 256。会理解,根据本发明优选的是,这个覆层材料 256 存在于每一条单股线 255 上;然而,如果满足条件:即李兹线 250 的每一条单股线 255 在李兹线的第一端 250' 与李兹线 250 的第二端 250”之间与临近的单股线

250 电气隔离,则这个连续的覆层 256 就不是必需的。李兹线 250 的单股线 255 充当单独的电流承载路径 255,并可以被认为是并联的电阻,并且理想地具有相同的阻抗,如图 5 右侧图示的等效电路图所示。因此,根据本发明优选的是,李兹线是旋制的,以使得一条单股线例如在沿着李兹线延伸方向上的一个位置处在李兹线的中心,且这条单股线例如在沿着李兹线延伸方向上的另一个位置处在李兹线的外围。在图 5 中所示的李兹线 250 的实施例中,示出了李兹线 250 更优选的特征,即各个单股线 255 整体上的外围提供了塑料薄膜绝缘层 257。这个塑料(例如热塑性塑料)绝缘层也可以提供给李兹线 250 的这里未示出的所有其它实施例。在李兹线 250 的各条单股线 255 整体上的外围的这个绝缘薄膜或绝缘材料 257 的附加特征提供了优点:可以实现李兹线更好的高电压性能。

[0053] 在图 6 中示意性地显示了李兹线 250 的另一实施例的截面图,其中李兹线 250 包括多条单股线 255(如根据图 5 的实施例中的),但将这些单独导线 255 分组为多条所谓的第一级李兹线 251。将这些第一级李兹线 251(每一条都包括多条单股线 255)组合在一起以构成李兹线 250。在图 6 中,优选地,在每一条单股线 255 周围提供连续的覆层 256,但没有借助参考数字显示出。

[0054] 在图 7 中,示意性地显示了李兹线 250 的再另一实施例的截面图,其中李兹线 250 也包括多条单股线 255(如根据图 5 和 6 的实施例中的),以及多条第一级李兹线 251,但将第一级李兹线 251 分组为多条所谓的第二级李兹线 252。将这些第二级李兹线 252(每一个都包括多条第一级李兹线 251)组合在一起以构成李兹线 250。在图 6 中,优选地,在每一条单股线 255 周围提供连续的覆层 256,但出于简洁的原因没有显示。

[0055] 在图 8 到 11 中,显示了包括李兹线 250 的碟形线圈 260 的不同实施例。图 8 示意性地显示了包括李兹线 250 的碟形线圈 260 的顶视图,李兹线 250 再一次包括第一端 250' 和第二端 250"。图 9 示意性地显示了图 8 中描绘的碟形线圈 260 的侧视图。作为李兹线 250 的一个可能样式的一个实例,图 8 和 9 显示的李兹线 250 的样式被形成为,使得李兹线 250 以螺旋形式缠绕并且第一和第二端 250'、250" 都位于圆盘外侧(即基本上在圆盘的最大半径处)。在一个实施例中,这可以借助于将李兹线 250 布置在两个层 261、261' 中来实现(如仅在图 9 所示的)。在这两个层 261、261' 的第一层中,例如,在径向上从碟形线圈 260 的外部朝向碟形线圈 260 的更小半径以螺旋形式缠绕李兹线 250(通过李兹线 250 的实线绘出),其中,在这两个层 261、261' 的第二层中,以相反方向,即从较小半径朝向较大半径,以螺旋形式缠绕李兹线 250(李兹线 250 的虚线)。在所示实施例中,在碟形线圈 260 的这两个层 261、261' 之间提供了绝缘薄膜 262。这增强了高电压性能并可以减小寄生电容。然而,提供绝缘薄膜 262 不是强制性的。

[0056] 图 10 和 11 示意性地显示了碟形线圈 260 的其他实例。在图 10 中,提供了两个隔开的圆盘 263、263',在其之间具有冷却通道 264。借助水平箭头示意性地指示了冷却流体(气体或液体,尤其是水和/或油)的流动。还可以提供隔离设备(未示出),以便将这两个隔开的圆盘 263、263' 定位在相对于彼此及相对于本创新性设备 10 的其他组件的规定位置上。可以借助于去除碟形线圈 260 的多个部分来提供冷却通道 264。例如,这可以借助于以下来实现:将可溶性的或可蚀刻的材料与碟形线圈 260 的材料组合在一起,并通过蚀刻所述可溶性的或可蚀刻的材料以便造成溶解,来打开冷却通道。图 11 中,示意性地显示了双 D 形式的李兹线 250。这个形式可以增强作用区域 300 的可达性,因为作用区域无需完全

被线圈围绕,在驱动装置 220 在彼此垂直的三个空间方向上提供驱动磁场 221 分量的情况下,可以实现设备 10 的一定的三维分辨力。

[0057] 在图 12 中,显示了产生碟形线圈 260 的方法的实例的示意图。将李兹线 250 的模型 266 放置在模具的第一半部分 267 中,其中该第一半部分 267 基本上沿着平面 265 延伸,平面 265 稍后定义了碟形线圈 260 的主平面。李兹线 250 的模型 266 优选地包括第一热塑性塑料材料 258,其优选地可以由李兹线 250 所包含(例如借助于与金属的电流承载单股线 255 交织的热塑性树脂线),或者其可以在施加压力之前添加到李兹线 250 的模型 266 种,以便确切地形成碟形线圈 260 的形状。所述压力由图 12 中的两个垂直箭头表示,并被施加到模具或工具的第一半部分 267 与第二半部分 268 之间。通过施加压力,确切地形成了碟形线圈 260,并且以可固化的材料固化。在可替换的实施例中,实现了在施加压力期间应用第二热塑性材料 259(除了第一热塑性材料 258 之外或者代替第一热塑性材料 258)。

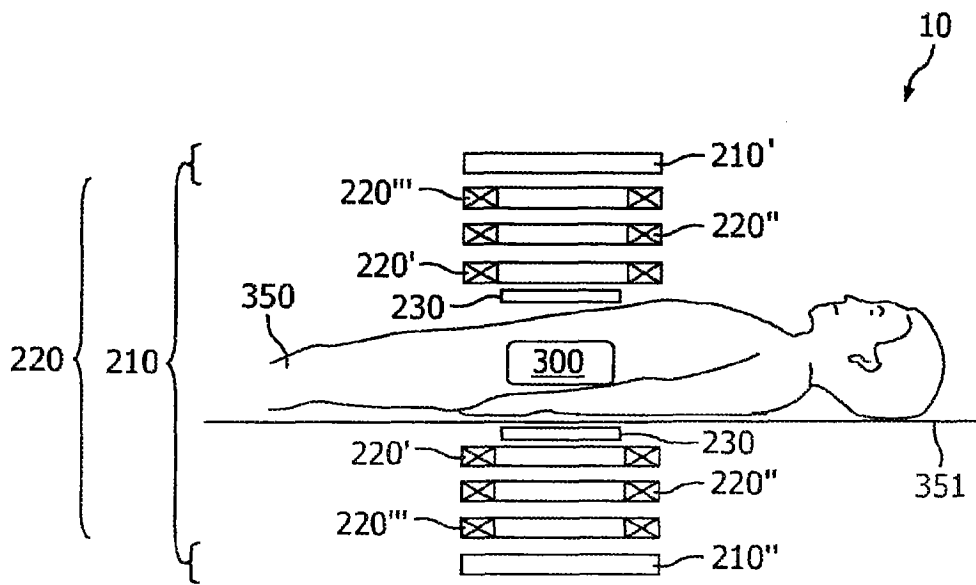


图 1

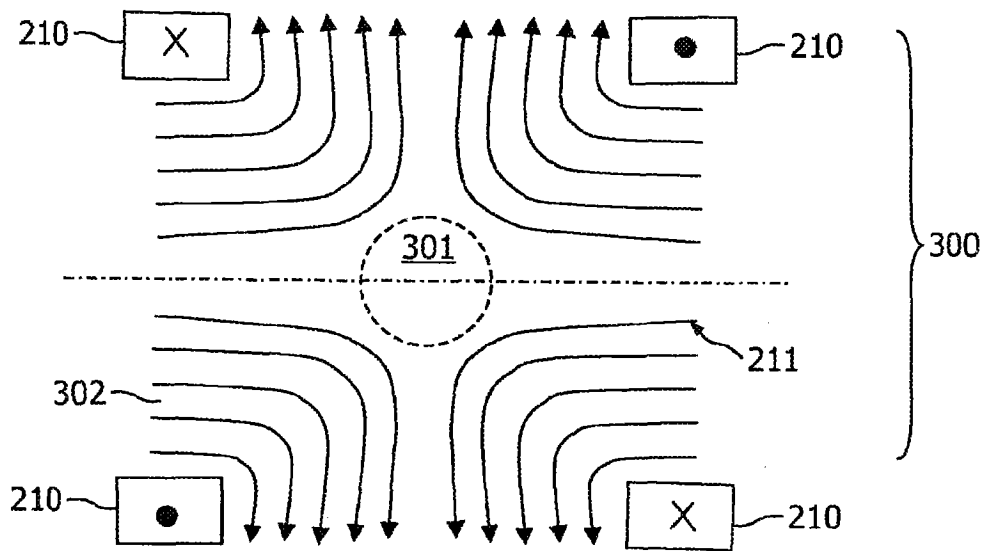


图 2

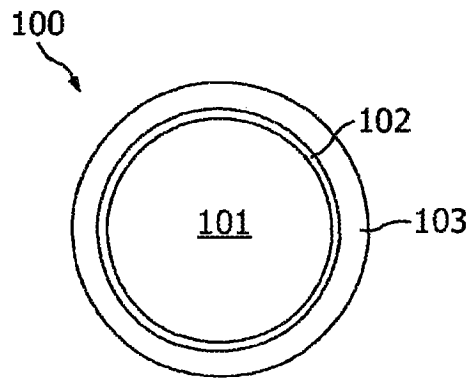


图 3

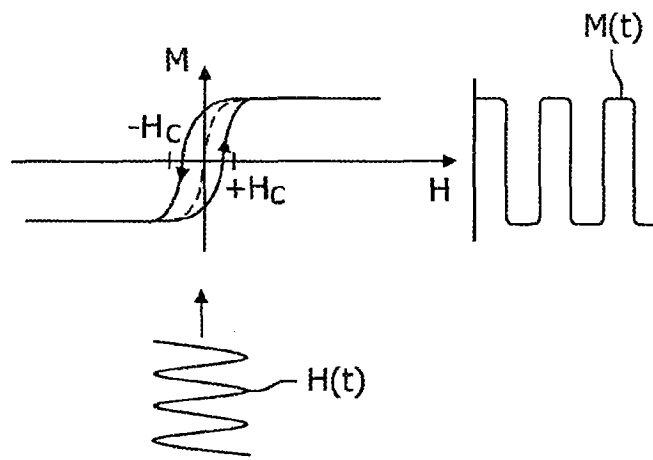


图 4a

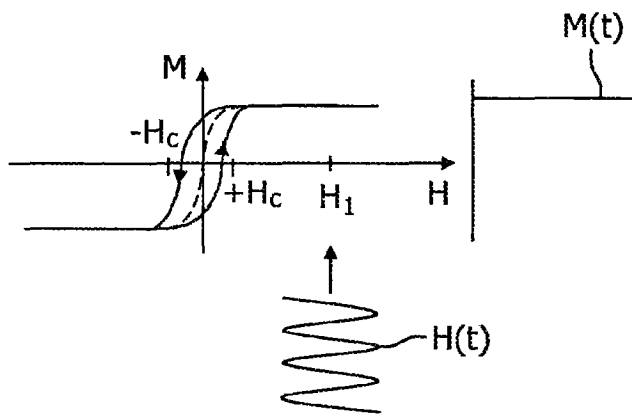


图 4b

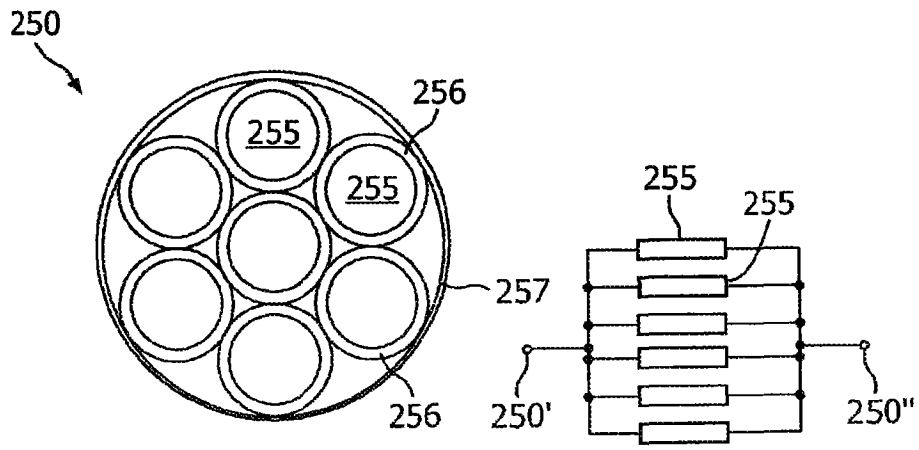


图 5

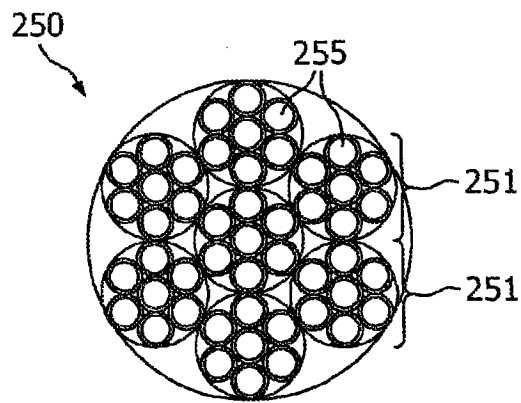


图 6

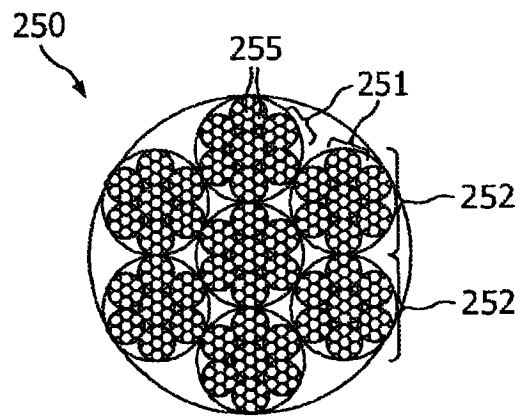


图 7

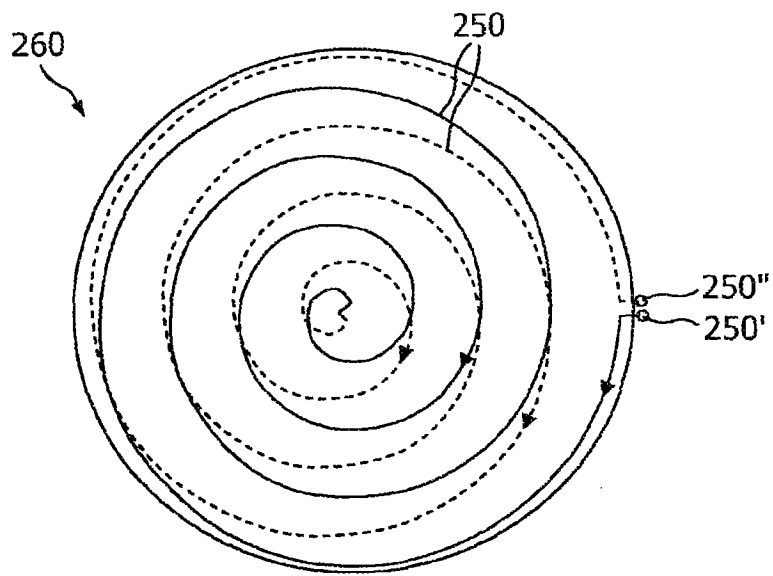


图 8

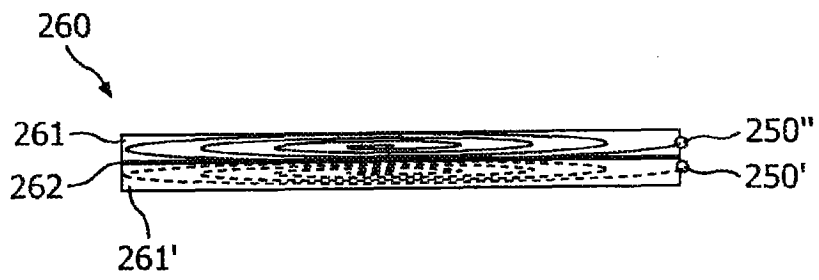


图 9

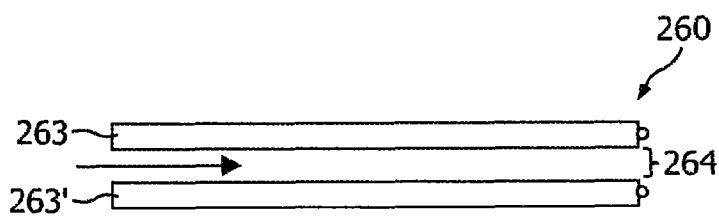


图 10

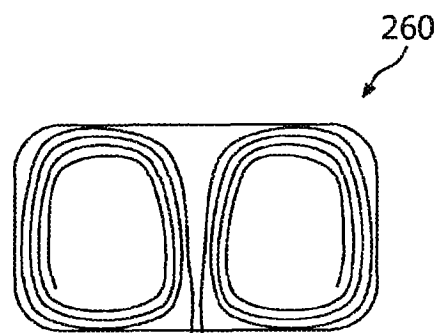


图 11

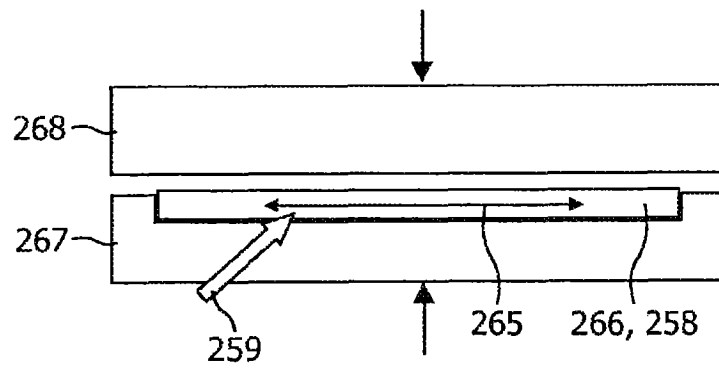


图 12