



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1604242 B

(45) 授权公告日 2010.08.11

(21) 申请号 200410082687.4

附图 1-4.

(22) 申请日 2004.09.27

US 4896130, 1990.01.23, 全文.

CN 1377046 A, 2002.10.30, 全文.

(30) 优先权数据

10/674,495 2003.10.01 US

审查员 李宇

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 埃文格洛斯 T·拉斯卡里斯

保罗·S·汤普森 李亮

凯瑟琳·M·阿姆

布伦特·阿克塞尔

小迈克尔·A·帕尔莫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 王景刚 李瑞海

(51) Int. Cl.

H01F 13/00 (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1115193 A, 1996.01.17, 全文.

US 3056071, 1962.09.25, 说明书第 2-3 栏、

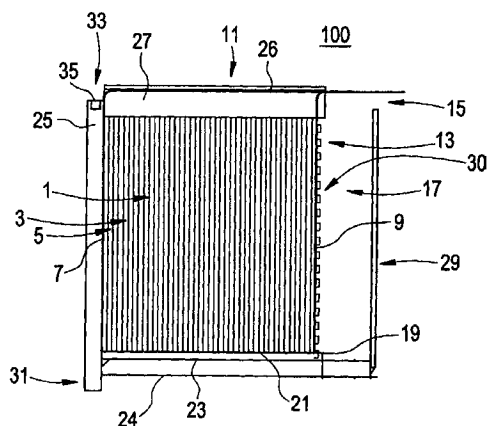
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

磁化永磁体的方法和装置

(57) 摘要

本发明公开一种磁化线圈单元以及一种制造磁化线圈单元的方法。该线圈包括具有卷绕铜片的电磁线圈,其中铜片的宽度等于电磁线圈的高度。一种磁化组件包括多个磁化线圈单元。



1. 一种磁化组件 (200), 包括多个磁化线圈单元 (100), 每个磁化线圈单元包括处于壳体 (11) 中的卷绕铜片 (3), 该壳体 (11) 包括位于壳体底部的冷却剂输入端口 (19)、处于冷却剂输入端口中的多个微型通道 (21)、位于壳体顶部的冷却剂输出端口 (26)、以及处于冷却剂输出端口中的多个微型通道, 其中所述多个磁化线圈单元彼此堆叠在一起; 并且

每一壳体的顶部包括开口且每一壳体的底部包括突起, 或每一壳体的顶部包括突起且每一壳体的底部包括开口; 以及

在所述组件中, 在一个磁化线圈单元的壳体上的突起适于装配到相邻磁化线圈的壳体上的开口中。

2. 根据权利要求 1 所述的磁化组件, 还包括位于线圈单元外部的冷却剂存储器。

磁化永磁体的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及磁化永磁体的方法和装置,特别是涉及磁化用在磁共振成像(MRI)系统中的磁体。

背景技术

[0002] 有各种利用永磁体的磁成像系统。这些系统包括磁共振成像(MRI),磁共振治疗(MRT)和核磁共振(NMR)系统。MRI系统被用于对病人的部分身体进行成像。MRT系统通常较小并且被用于监视病人身体内外科手术器械的运动。NMR系统被用于检测来自于被成像材料的信号,从而确定材料的成份。

[0003] 这些系统通常将两个或多个永磁体直接安装到被经常称作轭的支承物上。成像空间设置在磁体之间。人或材料被放置在成像空间中,图像或信号可被检测到,并由诸如计算机的处理器进行处理。

[0004] 现有技术的成像系统还包括邻近面向成像空间的永磁体成像表面的极片和梯度线圈。该极片按需要形成磁场,并且减少或消除不希望的涡电流,该涡电流建立在轭和永磁体的成像表面中。

[0005] 使用在现有技术成像系统中的永磁体通常是磁铁的组装件或是由粘合剂连接在一起、各小型永磁块所构成的磁体。诸如,所述块在形状上通常是正方形,长方形或梯形。该永磁体用粘合剂通过将预磁化块彼此连接在一起而组装起来。在处理磁化块时需要特别小心,以避免它们消磁。包括该永磁体块的组装后的永磁体被放置在成像系统中。诸如,该永磁体被连接到MRI系统的轭上。

[0006] 由于永磁体被强力地吸附到铁,永磁体通过特殊的自动机械或通过使用曲柄沿部分轭滑动永磁体连接到MRI系统的轭上。如果松脱,该永磁体会变成飞行的导弹,飞向任何在它附近的铁质物体。因此,这种成像系统的标准制造方法是复杂而昂贵的,因为它需要特殊的自动机械和/或特别的注意。

[0007] 为了磁化现有技术的永磁铁,使用一种脉冲磁场。该脉冲磁场产生在一个线圈中,该线圈传统上由分层绕组扁线(layer winding rectangular wire)所制成。由于难于制成具有很长长度的大横截面的扁线,所以将多个短长度的线缆连接在一起而构成该线圈。这些连接通常具有机械和电气缺陷。同样的是,对于厚的线绕组来说,层与层之间的过渡是困难的。这些过渡通常导致角与角的接触,其会破坏绝缘并且导致操作中的短路。另外,该过渡通常导致较低的填充因子,在每层的端部失去1/4或更多的匝数。

[0008] 传统脉冲磁化线圈的另一个问题在于来自脉冲的焦耳热量。典型地,该传统脉冲线圈在施加脉冲前在液氮中被冷却,从而降低该铜线圈的电阻率。在77K温度以下,铜的电阻率大约下降8倍。但是,在脉冲过程中电流的通过典型地将线圈加热到77K以上,导致了电阻率的极大提高。因此,为了施加第二脉冲,该线圈必须被从前驱体移走并重新冷却。

发明内容

[0009] 根据本发明的一个优选方面,提供一种磁化线圈单元,其包括卷绕金属片电磁线圈,适于对永磁前驱体进行磁化。

[0010] 根据本发明的另一个优选方面,提供一种包括多个磁化线圈单元的磁化组件,每个磁化线圈单元包括位于壳体中的卷绕铜片,该壳体在壳体的底部包括冷却剂输入端口、在冷却剂输入端口中的多个微型通道以及位于壳体顶部的冷却剂输出端口。

[0011] 根据本发明的另一个优选方面,提供一种制造磁化线圈的方法,该方法包括将铜片缠绕成线圈,从而形成电磁线圈,该铜片的宽度等于电磁线圈的高度。

[0012] 根据本发明的另一个优选方面,提供一种制作永磁体的方法,该方法包括用至少一个磁化线圈单元围绕未磁化或部分磁化的前驱体,该磁化线圈单元包括卷绕金属片电磁线圈,并且向前驱体提供脉冲磁场,从而形成永磁体。

附图说明

[0013] 图 1 是示出根据本发明第一优选实施例的制成磁化线圈单元方法的示意图;

[0014] 图 2 是示出根据本发明第二优选实施例的磁化线圈单元的示意图;

[0015] 图 3 是示出根据本发明第三优选实施例的磁化线圈单元组件的示意图;

[0016] 图 4 是示出根据本发明第三优选实施例的磁化线圈单元组件的透视图;

[0017] 图 5 是图 3 中脉冲磁体组件的电路图;

[0018] 图 6 是示出本发明优选实施例的电流相对于时间的图。

[0019] 附图标记:1 电磁线圈;3 铜片;5 绝缘片;7 第一引线(起始引线);9 第二引线(结束引线);11 壳体;13 腔体;15 间隙;17 冷却剂输入部分;19 冷却剂输入端口;21 微型通道;23 底壁;24 底部凸缘;25 内壁;26 冷却剂输出端口;27 顶壁;29 外壁;30 绝缘材料;31 突起;33 开口;350 型环凹槽;37 前驱体;39 轭;41 电阻;42 阻抗;43 电表;45 电池或电容;47 二极管;49 电源;51 开关;100 磁化线圈单元;200 磁化线圈组件。

具体实施方式

[0020] 本发明人已经认识到如果永磁前驱材料的未磁化块被首先组装形成前驱体,然后该前驱体被磁化从而形成永磁体,永磁体的制造方法可以被简化。由于未磁化块在组装过程中容易处理,所以在将未磁化块组装在一起后,对前驱合金体的磁化简化了组装过程。如果未磁化(甚至部分磁化的)材料块被组装起来,就不需要对防止所述块的消磁非常小心。另外,场均匀性的改善和晃动时间的减少可以通过在磁化前驱体前将前驱体加工成用于成像系统中所希望的形状来获得。由于前驱体是未磁化的,其可以被容易地加工成所希望的形状,而无需考虑它在机加工过程中会被消磁。

[0021] 优选地,前驱体在被连接到成像系统的支承物或轭后被磁化。同样优选地是,通过临时在未磁化前驱体周围提供磁化线圈,然后从线圈向前驱体施加脉冲磁场以将前驱体转换成永磁体,来将永磁前驱体磁化。在将前驱合金体安装到成像系统之后对该前驱合金体的磁化极大地简化了安装过程,并且还增加了处理过程的安全性,这是因为未磁化体不会被附近的铁质物体吸引。因此,不会存在未安装物体变成瞄准周围铁质物体的飞行导弹的危险。另外,因为尚未磁化,未连接、未磁化体不会贴到铁质轭的错误位置上。因此,可以

避免使用特殊的自动机械和 / 或曲柄,这就降低了成本并且加强了制造过程的简化。

[0022] 本发明人已经认识到,如果磁性线圈由不同于绕组线的扁平绕组铜片所制成,那么磁化线圈的制造方法可以被简化。优选地,所述片的宽度至少大于其厚度的 10 倍。通过使用铜片而不是线,线圈可以被制成具有极少接头甚至没有接头。另外,扁平绕组更为简单并且典型地导致更高的填充因子。此外,通过与铜片的共同缠绕绝缘,可以简化制造。

[0023] 将会对根据本发明优选实施例的制造磁化线圈单元的方法进行说明。在本实施例中,磁化线圈单元通过扁平包裹 (pancake wrapping) 诸如铜片的金属片以形成电磁线圈 (solenoid) 来形成。与每层包括多圈线的传统磁化线圈单元不同,优选地每层仅仅有单个铜片缠绕。即,铜片的宽度优选地等于电磁线圈的高度。裸露或薄膜绝缘的铜优选作为用于电磁线圈的金属。但是,也可以使用其它适合的金属。

[0024] 为了使电流在铜片层之间不出现短接,优选地在层之间提供绝缘。图 1 示出提供这种绝缘的一种方法。在本实施例中,绝缘片 5 从相应的绕线轴与铜片 3 共同缠绕以形成电磁线圈 1。在缠绕过程中,可选的滚柱 2 被用来引导铜片 3 到线轴上。优选地,绝缘片 5 是多孔的,从而允许冷却剂在铜片 5 层间的渗透。但是,该绝缘片可是实心的。优选地,该绝缘片 5 是多孔玻璃纤维片。

[0025] 在本发明的另一个优选实施例中,在缠绕之前,绝缘作为薄膜被应用在铜片 3 上。在本发明的另一个优选实施例中,该绝缘可以象是带子一样螺旋包覆在裸露或经薄膜绝缘的铜片上。

[0026] 优选地,该螺旋包覆覆盖铜片 3 表面的 20-50%。但是可以将覆盖率提升到 100%。

[0027] 图 2 示出根据本发明优选实施例的磁化线圈单元 100 的剖面。该磁化单元 100 包括电磁线圈 1 和壳体 11。该电磁线圈 1 具有位于铜片 3 的线圈内部的起始引线 7 以及位于铜片 3 的线圈 1 外部的结束引线 9。所述电磁线圈 1 位于壳体 11 中的腔体 13 中。壳体 11 包括间隙 15,通过该间隙冷却剂可以被加入到壳体 11 的冷却剂输入容器部分 17。优选地,该冷却剂是液体的。更优选地,该冷却剂是液态氮。

[0028] 在本实施例中,加入到壳体 11 的冷却剂输入容器部分 17 中的液态冷却剂流入位于壳体底部或邻近壳体壁 23 的冷却剂输入端口 19。冷却剂输入端口 19 可以是包括多个微型通道 21 的管道。因此,进入输入端口 19 的冷却剂流过微型通道 21 进入腔体 13。优选地,微型通道 21 的数量对应于电磁线圈 1 中铜片 3 的层或绝缘 5 的层的数目,并且微型通道 21 与多孔绝缘层 5 对准或垂直,从而允许冷却剂通过多孔绝缘片 5 在每个铜片 3 的层间向上流动。优选地,基本上平行于线圈轴线的轴向冷却通道形成在多孔绝缘 5 中和 / 或如果没有绝缘 5 的话,形成在铜片绕组 3 之间。

[0029] 在电磁线圈 1 的脉冲操作过程中,脉冲热产生在电磁线圈 1 内。在本发明的优选实施例中,紧邻卷绕铜片 3 的液氮吸收热量。典型地,部分液氮吸收足够的热量而蒸发,由液池沸腾冷却来冷却电磁线圈 1。气态氮被允许通过位于壳体 11 顶部的输出端口 26 排出壳体 11。为了替代蒸发的氮气,额外的氮气随后从容器 (未示出) 被加入到壳体 11 中。在这种模式中,有可能给磁化线圈单元 100 施加几次脉冲,而无需将其从被磁化的材料周围移开。

[0030] 优选地,壳体 11 的内壁 25 和底部凸缘 24 是由诸如 304L 的不锈钢所制成。但是,也可以使用其它适合的材料。覆盖内壁 25 内表面的是一层薄的绝缘层 (未示出)。该薄的绝缘层是由诺梅克斯 (Nomex) 纸或其它适合的绝缘材料所制成。壳体 11 的底壁 23 和顶壁

27 以及端口 19、26 优选地由 G-10 或层压胶布板 (Texolite) 所制成,在其中易于形成微型通道。但是,也可以使用任何其它适合的材料。外壁 29,底部凸缘 24,以及内壁 25 优选地是由 304L 不锈钢所制成。优选地,绝缘材料 30,诸如玻璃纤维包装被设置在结束引线 9 和冷却剂输入容器部分 17 之间。电磁线圈 1 和相对应铜片的宽度可以具有任何适合的尺寸。诸如,该电磁线圈的高度可以近似于将要被磁化的前驱体的高度。典型地,电磁线圈的高度和铜片宽度可以介于 10 和 25cm 之间,优选地介于 18 到 22cm 之间。该铜片 3 可以具有任何适合的厚度,诸如 0.1mm 到 2mm,优选地介于 0.7mm 到 1mm 之间。该绝缘层 5 可以具有任何适合的厚度,诸如 0.05mm 到 0.5mm,优选地介于 0.1mm 到 0.3mm 之间。该电磁线圈 1 可以具有任何适合的匝数,诸如 50 到 500 匝,优选地介于 100 到 250 匝。

[0031] 图 3 示出本发明的另一个实施例。本实施例是磁化组件 200,其包括多个磁化线圈单元 100。该图示具有四个磁化线圈单元 100 的磁化组件 200。但是,任何数量的单元 100 可以被堆叠起来。在本发明的实施例中,磁化线圈单元 100 被简单地在它们的顶部彼此堆叠起来。在本发明的优选实施例中,该磁化线圈单元 100 设置有锁定机构,其帮助将磁化线圈单元 100 保持在一起。

[0032] 一个优选的锁定机构被示出在图 2 中。该机构包括在底壁 23 中的突起 31 和位于壳体 11 顶壁 27 中的开口 33。该开口 33 可以是围绕顶壁 27 周边的连续凹槽,而突起 31 可以是围绕底壁 23 周边的连续舌状物。可选地,凹槽 35 可以被包括在用于 O 型环的开口 33 中。

[0033] 在本发明的另一个实施例中,开口 33 可以是一个孔或多个孔,突起 31 可以是一个柱或多个柱。此外,开口 33 和突起 31 的位置可以对调。即,开口 33 可以位于底壁 23 上,而突起可以位于顶壁 27 上。

[0034] 在本发明的一个优选方面,该磁化组件 200 被用来磁化用于成像系统中的永磁体,所述成像系统诸如 MRI, MRT 或 NMR 系统。本实施例示出在图 3 和图 4 中。未被磁化或部分磁化的前驱体 37 被组装并被紧固连接到轭 39 上。然后各个磁化线圈单元 100 被安装在该未磁化或部分磁化前驱体 37 的周围,从而形成磁化组件 200。该冷却容器(未示出)连接到位于组件 200 中的每个单独的磁化线圈单元 100,并且该磁化线圈单元冷却至大约 77K。当该线圈已经充分冷却从而降低了铜片 3 的电阻率时,电流的脉动提供一个脉冲磁场,从而对未磁化或部分磁化的前驱体 37 进行磁化。

[0035] 如果在诸如 MRI 系统的成像系统中包括多于一个永磁体,则这些磁体可以被同时或连续地磁化。诸如图 3 和图 4 中所示,四个磁化线圈单元 100 可以被用来同时磁化两个前驱体 37,所述前驱体连接到相对的轭 39 部分。另外,一个磁化线圈 100 可以被顺序地放置在成像系统的每个前驱体 37 的周围从而顺序地磁化每个前驱体。所述前驱体 37 可以在将可选的极片放入到 MRI 系统之前或之后被磁化。

[0036] 图 5 示出根据本发明另一个方面的磁化组件 200 的电路图。但是,如果希望的话,任何其它适合的电路也可以被用于磁化组件 200。在这个电路中,电源 49 向一组可充电电池或电容 45 供应能量。该电池或电容 45 可以被安排成串联或并联的方式或串并联相结合的方式。

[0037] 磁化组件通过开关机构 51 操作。开关机构可以包括半导体开关元件或磁化操作开关。可选地是,当电源在脉冲的结束处从电路断开时,二极管 47 可以用并联方式被包括

进来从而从脉冲线圈释放电流。当开关被关闭时,电流流过磁化线圈 100,诸如示出的阻抗 42 和电阻 41。可选地,电表 43 被设置用于监视通过电路的电流。在脉冲的结束处,开关被打开以断开电源并且通过二极管释放线圈电流。

[0038] 图 6 示出根据本发明优选方面的磁化脉冲。该脉冲在大约 20 秒达到大约为 5kA 的最大电流。该最大电流大约被保持 5 秒大体恒定,然后在大约 35 秒的过程中衰变为零。一个或多个脉冲可以被用来磁化前驱体 37。

[0039] 在本发明的一个优选方面,前驱体 37 和永磁材料可包括诸如 CoSm, NdFe 或 RMB 的任何永磁体材料或合金,其中 R 包括至少一种稀土元素,而 M 至少包括一种过渡金属,诸如铁、钴、或铁和钴。最优选地,永磁体包括诸如公开在美国专利 6,120,620 中的富含镨 (Pr) 的 RMB 合金,该专利的全部内容通过参考结合在此。富含镨 (Pr) 的 RMB 合金包括:大约 13 至大约 19 原子百分比的稀土元素(优选地是大约 15%至大约 17%),其中稀土成分主要包括大于 50%的镨、从来自于铈、镧、钕及其混合物所构成的族中所选择的有效数量的轻质稀土元素、以及平衡钕;大约 4 至大约 20 原子百分比的硼;以及具有或没有杂质的平衡铁。正如这里所使用的,“富含镨”一词意味着铁硼稀土合金的稀土成分包括大于 50%的镨。在本发明的另一个方面,稀土成分的镨的百分比至少是 70%,并且根据轻质稀土元素在总稀土成分的有效数量,其比例可以上升到 100%。轻质稀土元素的有效数量是在磁化铁硼稀土合金的总稀土成分中的数量,其允许所体现的磁化特性等于或大于 $29\text{MG0e (BH)}_{\max}$ 和 6kOe 的本征矫顽磁性 (H_{ci})。除了铁以外, M 可以包括其它元素,诸如但不限于,钛,镍,铋,钴,钒,铌,钽,铬,钼,钨,锰,铝,锆,锡,锆,铪及其混合物。因此,永磁体材料最优选地包括 13-19 原子百分比的 R, 4-20 原子百分比的 B 以及平衡 M,其中 R 包括 50 原子百分比或更多的镨, 0.1-10 原子百分比的铈、钕和镧中至少其中一个,以及平衡钕。优选地,前驱体 37 和永磁体包括形成阶梯成像表面的多个块,如在美国专利 No. 6,525,634 中所公开的,其内容在此引入作为参考。

[0040] 在本发明的优选方面,本发明人已经发现成像系统中的永磁铁的磁化可以通过在其被磁化后施加反冲脉冲 (recoil pulse) 而被稳定。也就是,具有较小强度和相反方向的第二脉冲在初始脉冲之后被施加到前驱体上。

[0041] 在本发明的优选方面,发明人已经发现磁化所需的能量可以通过在室温以上磁化前驱体而被减少。优选地,前驱体 37 被加热到室温以上且在永磁材料的居里温度以下,诸如 40-200°C。

[0042] 出于示范目的,在这里已经对优选实施例进行了说明。但是,本说明并不是对发明的限制。因此,本领域技术人员可在不背离本发明权利要求所述原理范围的前提下进行各种修改、改变和替换。

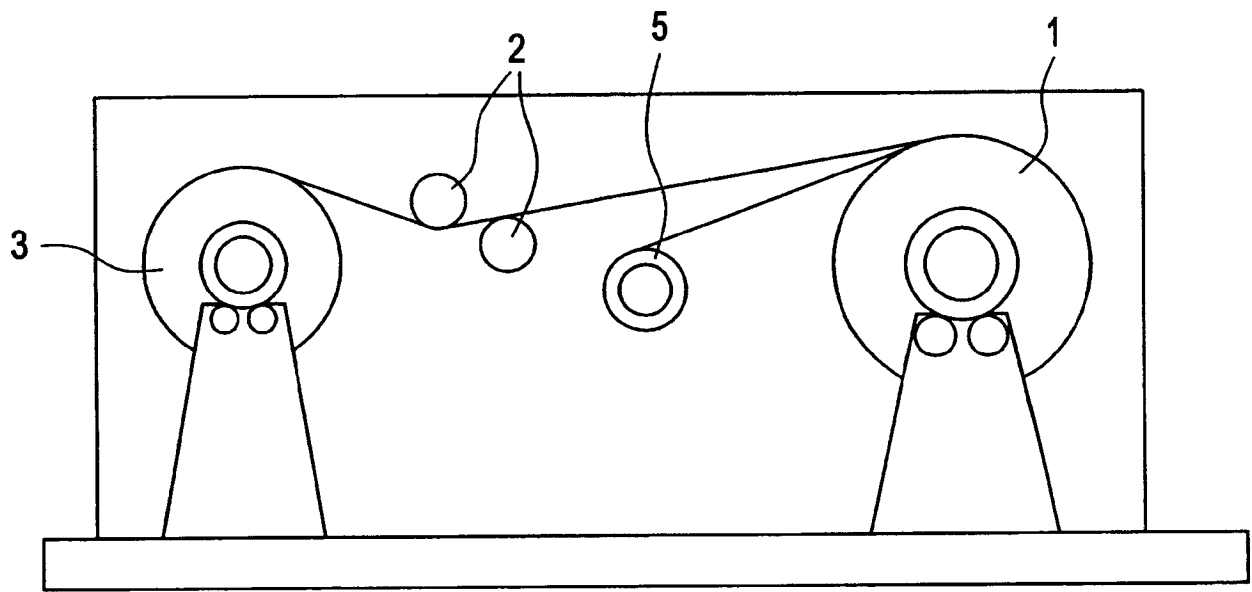


图 1

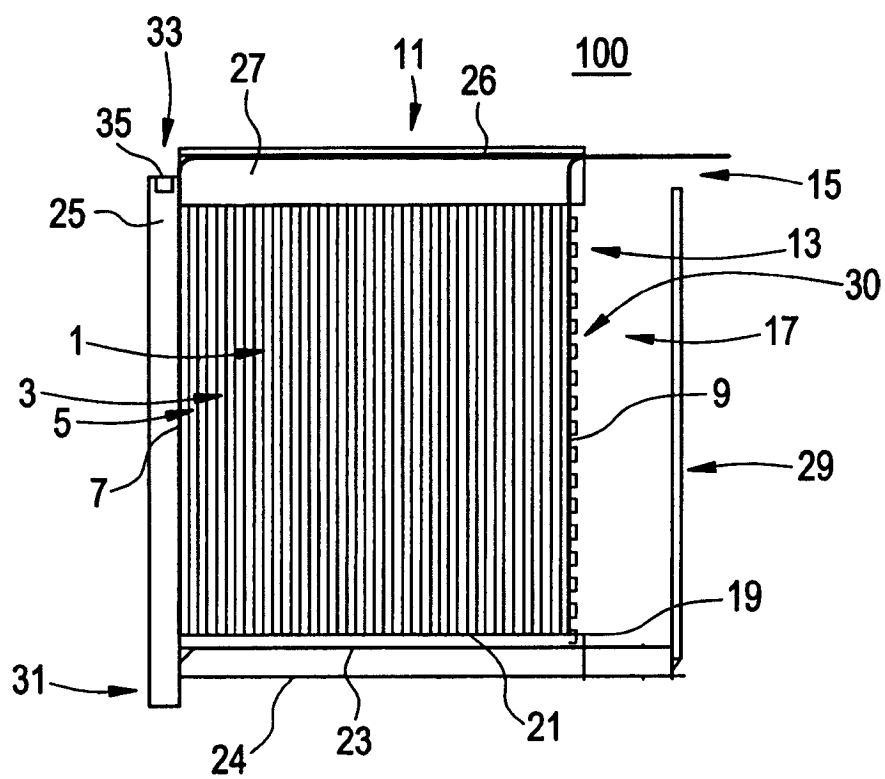


图 2

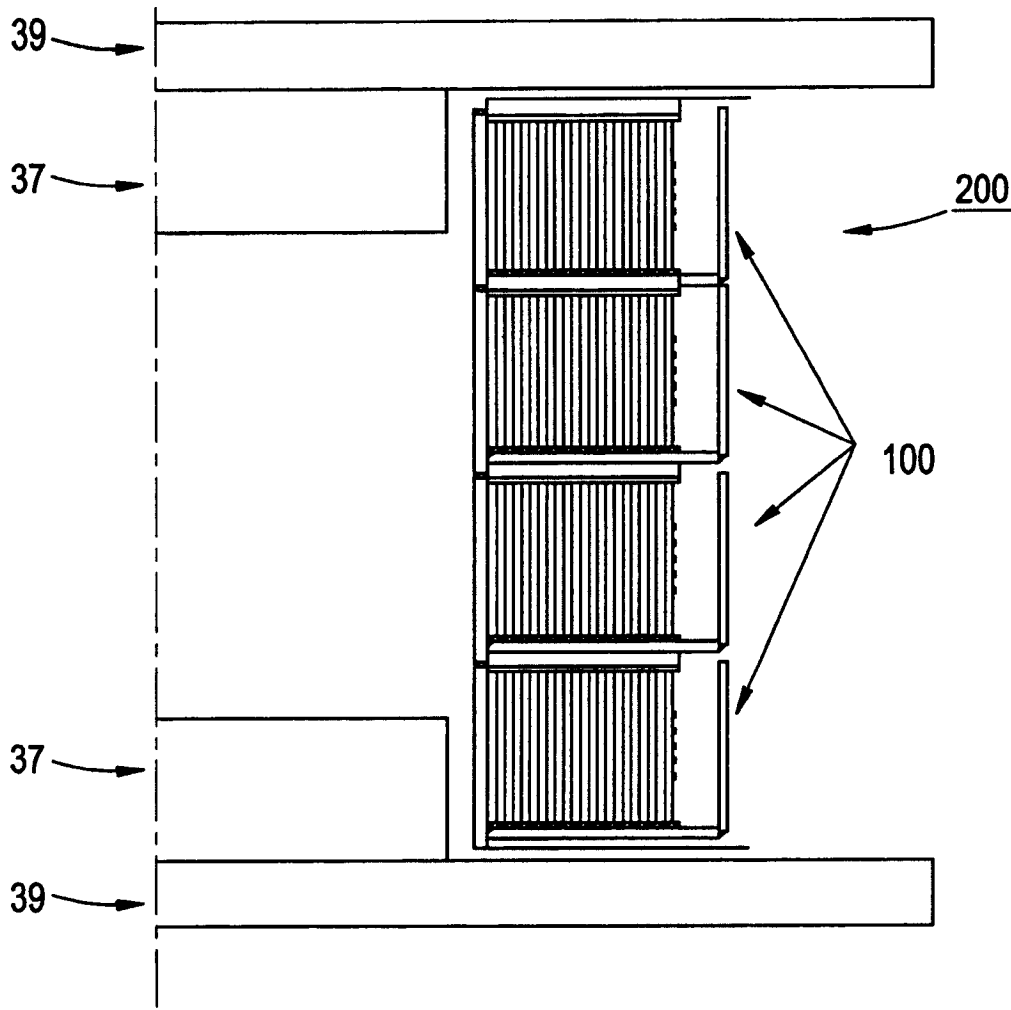


图 3

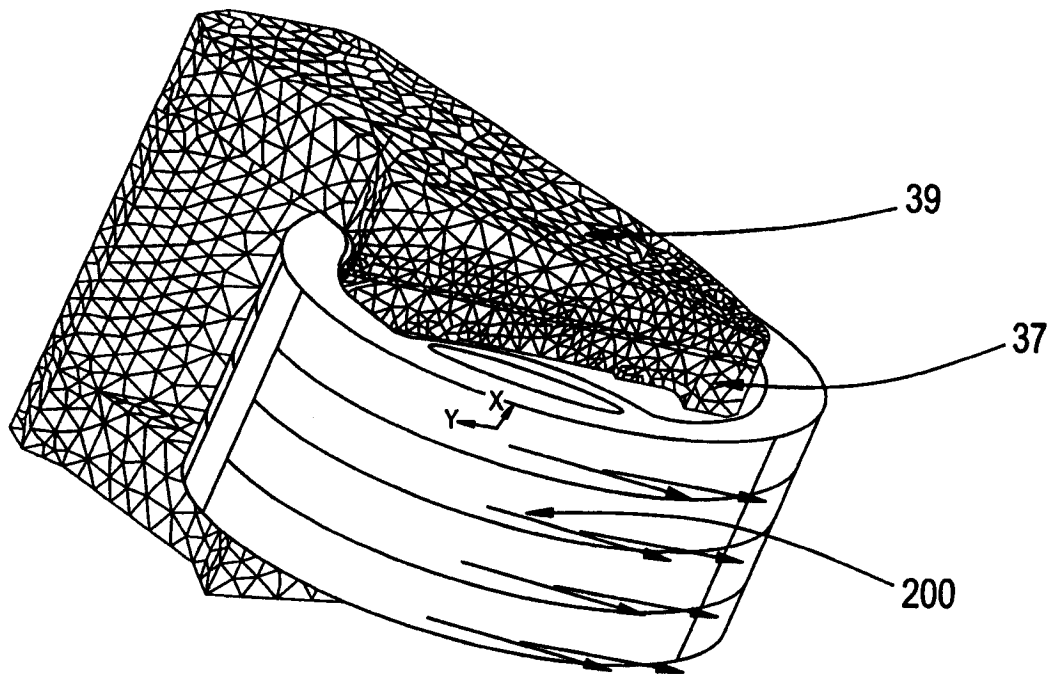


图 4

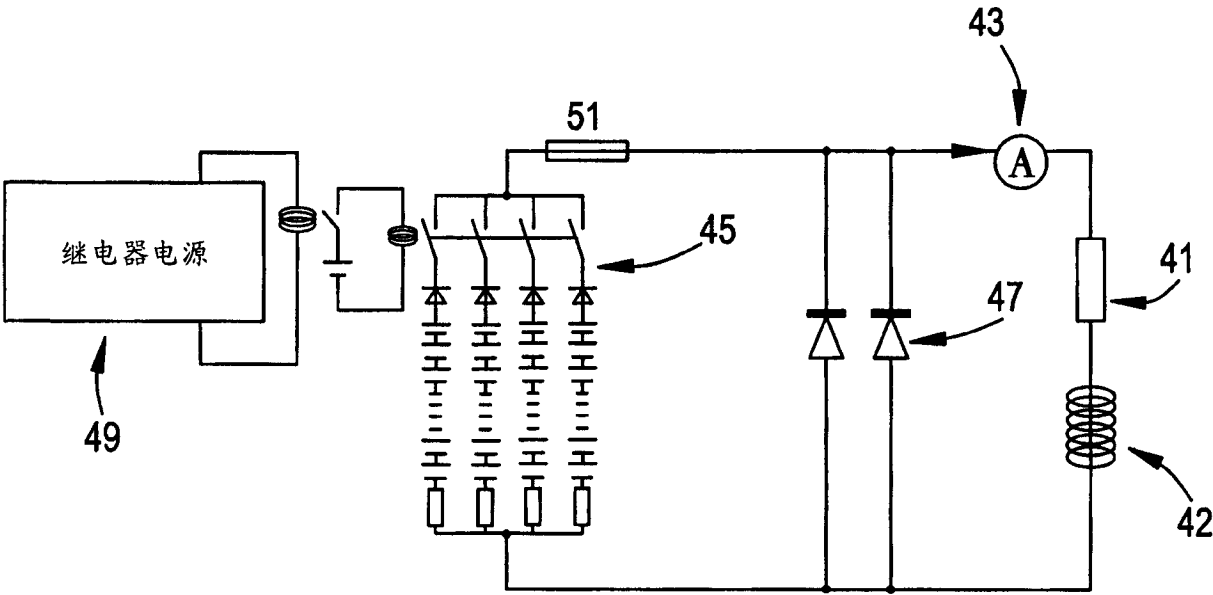


图 5

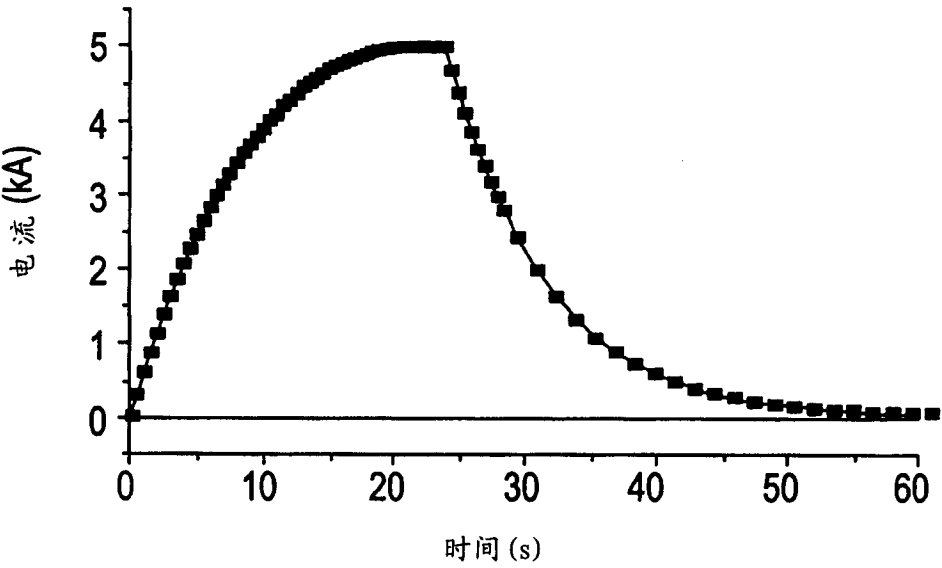


图 6