



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105322739 B

(45)授权公告日 2019.08.27

(21)申请号 201510432791.X

(22)申请日 2015.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105322739 A

(43)申请公布日 2016.02.10

(30)优先权数据
14/337469 2014.07.22 US

(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 T.拉米诺索亚 J.P.亚历山大
A.M.F.埃尔-雷菲

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001
代理人 严志军 谭祐祥

(51)Int.Cl.

H02K 15/12(2006.01)

(56)对比文件

US 2008185932 A1,2008.08.07,
US 2003201681 A1,2003.10.30,
JP 2003244903 A,2003.08.29,
CN 103038986 A,2013.04.10,
CN 101465568 A,2009.06.24,
US 6175177 B1,2001.01.16,
US 2014021819 A1,2014.01.23,
US 7898135 B2,2011.03.01,

审查员 肖林元

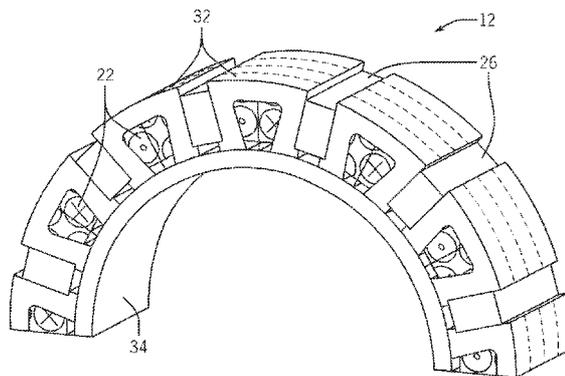
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

在真空压力浸渍期间防止定子永磁体退磁的系统及方法

(57)摘要

一种永磁体电机包括定子,其具有卷绕在其上的传导绕组和嵌入定子中的一个或多个永磁体。磁性保持元件定位在定子上,以便以永磁体形成磁通量路径,其中磁性保持元件通过向由永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合永磁体的磁通量路径。在定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程,以提高绕组的导热性,其中VPI过程包括在选择的温度下执行的固化步骤。磁性保持元件将永磁体的操作点设置至高于与执行固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。



1. 一种用于制造永磁体电机的方法,所述方法包括:
提供定子,其包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入所述定子中的一个或多个永磁体;
将磁性保持元件定位在所述定子上,以便以所述一个或多个永磁体形成磁通量路径,其中所述磁性保持元件通过向由所述一个或多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合所述一个或多个永磁体的磁通量路径;以及
在所述定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程,以提高所述传导绕组的导热性,所述真空压力浸渍过程包括在选择温度下执行的固化步骤;
其中所述磁性保持元件将所述一个或多个永磁体的操作点设置至高于与执行所述固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,定位所述磁性保持元件包括沿所述定子的内圆周定位所述磁性保持元件。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述磁性保持元件包括沿所述定子的内圆周定位的磁性环。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述磁性保持元件由软磁性材料形成。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述软磁性材料具有100到1,000的相对磁导率。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,BH曲线的退磁拐点取决于形成所述一个或多个永磁体的材料和所述选择的固化温度。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述一个或多个永磁体包括无镝或少镝的永磁体。
8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括在完成所述真空压力浸渍过程时除去所述磁性保持元件。
9. 一种永磁体电机,包括:
定子,所述定子具有带围绕其卷绕的传导绕组的多个齿和嵌入所述定子中的一个或多个永磁体;
磁性保持元件,其定位在所述定子上,以便以所述一个或多个永磁体形成磁通量路径,其中所述磁性保持元件通过向由所述一个或多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合所述一个或多个永磁体的磁通量路径;
其中所述磁性保持元件包括可除去的元件,其能够选择性地附接于所述定子和与其分离,使得所述磁性保持元件可在于所述定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程之前添加,并且可在于所述定子上完成所述真空压力浸渍过程时除去。
10. 根据权利要求9所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件沿所述定子的内圆周定位。
11. 根据权利要求10所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件包括沿所述定子的内圆周定位的磁性环。
12. 根据权利要求9所述的永磁体电机,其特征在于,所述一个或多个永磁体包括无镝或少镝的永磁体。
13. 根据权利要求9所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件将所述一个或多个永磁体的操作点设置至高于与在所述真空压力浸渍过程期间执行的固化步骤相关

联的退磁阈值的内部通量密度水平。

14. 根据权利要求9所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件由具有100到1,000的相对磁导率的软磁性材料形成。

15. 一种用于永磁体电机的定子组件,所述定子组件由以下步骤形成:

提供定子,其包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入所述定子中的一个或多个永磁体;

将磁性保持元件定位在所述定子上来以所述一个或多个永磁体形成闭合磁通量路径;以及

在所述定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程,以提高所述传导绕组的导热性,所述真空压力浸渍过程包括在选择温度下执行的固化步骤;

其中所述磁性保持元件将所述一个或多个永磁体的操作点设置至高于与执行所述固化步骤所处的选择温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

16. 根据权利要求15所述的定子组件,其特征在于,所述磁性保持元件由具有100到1,000的相对磁导率的软磁性材料形成。

17. 根据权利要求15所述的定子组件,其特征在于,所述退磁阈值包括与所述一个或多个永磁体的真空压力浸渍过程相关联的BH曲线的退磁拐点。

18. 根据权利要求17所述的定子组件,其特征在于,所述BH曲线的退磁拐点取决于形成所述一个或多个永磁体的材料和所述选择的固化温度。

19. 根据权利要求18所述的定子组件,其特征在于,所述一个或多个永磁体包括无镨或少镨的永磁体。

20. 根据权利要求15所述的定子组件,其特征在于,所述磁性保持元件在所述真空压力浸渍过程完成时除去。

在真空压力浸渍期间防止定子永磁体退磁的系统及方法

[0001] 政府许可权利

[0002] 本发明利用美国能源部授予的合同号DE - EE0005573下的政府资助完成。政府对本发明具有一定权利。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及定子永磁体电机,并且更具体地涉及用于设置定子永磁体机器的永磁体的操作点以便避免磁体在高温真空压力浸渍(VPI)过程期间的退磁的系统及方法。

背景技术

[0004] 各种行业中的电机的使用随着时间的过去已经继续变得在许多工业、商业和运输行业中更普遍。在制造此类电机中,称为真空压力浸渍(VPI)的过程是用于电机的绕组的基本过程,因为VPI过程改进绕组上的绝缘体的介电强度以及绕组的导热性。VPI过程以高导热性漆填充绕组中的任何空隙或多孔。以该方式,VPI防止气穴的出现,并且提供铜线、槽口内衬和叠层之间的导热接触。因此,VPI过程显著地改进了电机的热性能,并且因此是提高其寿命和可靠性的关键。

[0005] 已知的是,在执行VPI过程中,典型地使用150°C(或更高)的高温固化。在许多类型的常规电机中,在VPI过程期间不需要采取特别预防措施,因为不存在高温固化的特别不利效果。然而,对于一些类型的电机,特别是对于设计成具有定位在定子上的永磁体的电机(即,“定子永磁体机器”,例如,包括永磁体通量切换机器、永磁体通量反转机器和双凸永磁体机器),如果不采取特别预防措施来确保永磁体的负载线高于用于固化温度的退磁拐点,则由VPI过程使用的高温固化可使定子上的永磁体暴露于退磁风险。该退磁风险在机器中的永磁体呈低成本、低热稳定性磁体等级(如,无镨或少镨永磁体)形式时进一步提高。即,对于相同温度,相比于它们的常规钕配对物,退磁拐点发生在无镨或少镨钕磁体中的较高内部通量密度水平处,这使得在这些低成本但低热稳定性的少稀土磁体中退磁风险更严重。

[0006] 因此,将合乎需要的是提供用于设置定子永磁体机器的永磁体的操作点以便避免磁体在高温VPI过程期间退磁的系统及方法。

发明内容

[0007] 根据本发明的一个方面,一种用于制造永磁体电机的方法包括提供包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入定子中的一个或多个永磁体的定子,以及将磁性保持元件定位在定子上以便以一个或多个永磁体形成磁通量路径,其中磁性保持元件通过向由一个或多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合一个或多个永磁体的磁通量路径。该方法还包括在定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程,以提高传导绕组的导热性,其中VPI过程包括在选择温度下执行的固化步骤。磁性保持元件将一个或多个永磁体的操作点设

置至高于与执行固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

[0008] 根据本发明的另一个方面,一种永磁体电机包括定子,该定子具有带围绕其卷绕的传导绕组的多个齿,以及嵌入定子中的一个或更多个永磁体。永磁体电机还包括定位在定子上的磁性保持元件,以便以一个或更多个永磁体形成磁通量路径,其中磁性保持元件通过向由一个或更多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合一个或更多个永磁体的磁通量路径。磁性保持元件包括可除去的元件,其能够选择性地附接于定子和与其分离,使得磁性保持元件可在于定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程之前添加,并且可在于定子上完成VPI过程时除去。

[0009] 根据本发明的又一个方面,一种用于永磁体电机的定子组件通过以下步骤形成:提供包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入定子中的一个或更多个永磁体的定子、将磁性保持元件定位在定子上来以一个或更多个永磁体形成闭合磁通量路径,以及在定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程来提高传导绕组的导热性,VPI过程包括在选择的温度下执行的固化步骤。磁性保持元件将一个或更多个永磁体的操作点设置至高于与执行固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

[0010] 技术方案1. 一种用于制造永磁体电机的方法,所述方法包括:

[0011] 提供定子,其包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入所述定子中的一个或更多个永磁体;

[0012] 将磁性保持元件定位在所述定子上,以便以所述一个或更多个永磁体形成磁通量路径,其中所述磁性保持元件通过向由所述一个或更多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合所述一个或更多个永磁体的磁通量路径;以及

[0013] 在所述定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程,以提高所述传导绕组的导热性,所述VPI过程包括在选择的温度下执行的固化步骤;

[0014] 其中所述磁性保持元件将所述一个或更多个永磁体的操作点设置至高于与执行所述固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

[0015] 技术方案2. 根据技术方案1所述的方法,其特征在于,定位所述磁性保持元件包括沿所述定子的内圆周定位所述磁性保持元件。

[0016] 技术方案3. 根据技术方案2所述的方法,其特征在于,所述磁性保持元件包括沿所述定子的内圆周定位的磁性环。

[0017] 技术方案4. 根据技术方案1所述的方法,其特征在于,所述磁性保持元件由软磁性材料形成。

[0018] 技术方案5. 根据技术方案4所述的方法,其特征在于,所述软磁性材料具有100到1,000的相对磁导率。

[0019] 技术方案6. 根据技术方案1所述的方法,其特征在于,BH曲线的退磁拐点取决于形成所述一个或更多个永磁体的材料和所述选择的固化温度。

[0020] 技术方案7. 根据技术方案1所述的方法,其特征在于,所述一个或更多个永磁体包括无镝或少镝的永磁体。

[0021] 技术方案8. 根据技术方案1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括在完成所述VPI过程时除去所述磁性保持元件。

[0022] 技术方案9. 一种永磁体电机,包括:

[0023] 定子,所述定子具有带围绕其卷绕的传导绕组的多个齿和嵌入所述定子中的一个或多个永磁体;

[0024] 磁性保持元件,其定位在所述定子上,以便以所述一个或多个永磁体形成磁通量路径,其中所述磁性保持元件通过向由所述一个或多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合所述一个或多个永磁体的磁通量路径;

[0025] 其中所述磁性保持元件包括可除去的元件,其能够选择性地附接于所述定子和与其分离,使得所述磁性保持元件可在于所述定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程之前添加,并且可在于所述定子上完成所述VPI过程时除去。

[0026] 技术方案10. 根据技术方案9所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件沿所述定子的内圆周定位。

[0027] 技术方案11. 根据技术方案10所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件包括沿所述定子的内圆周定位的磁性环。

[0028] 技术方案12. 根据技术方案9所述的永磁体电机,其特征在于,所述一个或多个永磁体包括无镝或少镝的永磁体。

[0029] 技术方案13. 根据技术方案9所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件将所述一个或多个永磁体的操作点设置至高于与在所述VPI过程期间执行的固化步骤相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

[0030] 技术方案14. 根据技术方案9所述的永磁体电机,其特征在于,所述磁性保持元件由具有100到1,000的相对磁导率的软磁性材料形成。

[0031] 技术方案15. 一种用于永磁体电机的定子组件,所述定子组件由以下步骤形成:

[0032] 提供定子,其包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入所述定子中的一个或多个永磁体;

[0033] 将磁性保持元件定位在所述定子上来以所述一个或多个永磁体形成闭合磁通量路径;以及

[0034] 在所述定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程,以提高所述传导绕组的导热性,所述VPI包括在选择的温度下执行的固化步骤;

[0035] 其中所述磁性保持元件将所述一个或多个永磁体的操作点设置至高于与执行所述固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

[0036] 技术方案16. 根据技术方案15所述的定子组件,其特征在于,所述磁性保持元件由具有100到1,000的相对磁导率的软磁性材料形成。

[0037] 技术方案17. 根据技术方案15所述的定子组件,其特征在于,所述退磁阈值包括与所述一个或多个永磁体的VPI过程相关联的BH曲线的退磁拐点。

[0038] 技术方案18. 根据技术方案17所述的定子组件,其特征在于,所述BH曲线的退磁拐点取决于形成所述一个或多个永磁体的材料和所述选择的固化温度。

[0039] 技术方案19. 根据技术方案18所述的定子组件,其特征在于,所述一个或多个永磁体包括无镝或少镝的永磁体。

[0040] 技术方案20. 根据技术方案15所述的定子组件,其特征在于,所述磁性保持元件在所述VPI过程完成时除去。

[0041] 各种其它特征和优点将从以下详细描述和附图变得显而易见。

附图说明

- [0042] 附图示出了当前构想用于执行本发明的优选实施例。
- [0043] 在附图中：
- [0044] 图1为根据本发明的实施例的总体永磁体电机的示意性透视图。
- [0045] 图2为图1的电机的定子的示意性透视图。
- [0046] 图3为根据本发明的实施例的图1的电机的定子的示意性透视图，其中定子包括定位在其上的磁性保持元件，用于执行VPI过程。
- [0047] 图4为示出各种温度下的无镝永磁体的一组BH曲线的图表，包括各个曲线上的退磁拐点。
- [0048] 图5为示出以150°C的固化温度经历VPI过程的永磁体的沿磁化方向的通量密度分量的图表，而并未使用磁性保持元件。
- [0049] 图6为图5的永磁体的退磁图。
- [0050] 图7为示出以150°C的固化温度经历VPI过程的永磁体的沿磁化方向的通量密度分量的图表，使用了磁性保持元件。
- [0051] 图8为图7的永磁体的退磁图。
- [0052] 图9为示出以180°C的固化温度经历VPI过程的永磁体的沿磁化方向的通量密度分量的图表，使用了磁性保持元件。
- [0053] 图10为图9的永磁体的退磁图。

具体实施方式

- [0054] 本发明的实施例针对用于设置定子永磁体机器的永磁体的操作点以便避免磁体在高温VPI过程期间退磁的系统及方法。磁性保持元件在VPI过程期间定位在定子上，其中磁性保持元件用于通过低磁阻路径闭合永磁体的磁通量，以便允许永磁体的操作点设置至高于退磁阈值的内部通量密度水平。
- [0055] 本发明的实施例能够与一定数量的定子永磁体机器拓扑一起使用，其中永磁体和绕组位于定子中，代替常规转子永磁体拓扑，包括永磁体通量切换机器、通量反转机器和双凸永磁体机器。因此，尽管仅单个机器拓扑可在下文所述的图中示出，但将理解的是，本发明的实施例不限于这一个机器拓扑，并且其它定子永磁体机器拓扑被认作是在本发明的范围内。
- [0056] 参照图1和2，其中示出了定子永磁体机器10(如，电动机或发电机)的一部分的视图，本发明的实施例可与其一起使用并且在其中使用。定子永磁体机器10可包括大致同心地配置的定子12和转子14。例如，定子12可限定定子开孔16，转子14可配置在定子开孔16内。定子开孔16和转子14可为大致圆柱形的，并且可为长形的，以便限定轴线a。转子14可联接于轴28，轴28构造成围绕轴线a旋转。
- [0057] 定子区段可包括外轭18(有时称为“背铁”)，以及均(假定)从外轭沿径向向内延伸的一个或更多个齿20。传导绕组22可绕着相应的齿20卷绕。绝缘体24可被包括，以便提供外壳18/齿20与传导绕组22之间的电隔离。定子12还包括嵌入在定子中(即，在齿20中或在轭18中)的一个或更多个永磁体26，其中磁体磁化，使得磁体的磁极围绕定子12沿周向交替。根据一个实施例，永磁体26形成为无镝或少镝永磁体，如，无镝钕永磁体。此类无镝或少镝

永磁体为“低成本”磁体,其极大地降低了定子永磁体机器10的材料成本,但存在具有低热稳定性的永磁体26的权衡(相比于其中具有较高水平的镝的磁体),如将在下文进一步详细论述的。

[0058] 在定子永磁体机器10的操作期间,轴28和转子14围绕轴线a旋转。取决于定子永磁体机器10是否为发电机或马达,与和磁体26相关联的磁场相互作用的传导绕组22中的电流将由转子14的旋转引起,或导致转子14旋转。在上一情况中,在轴28上完成的工作可引起轴和转子14旋转,以及绕组22中的电流,而在后者中,注入绕组中的电流可导致转子和轴的旋转,因为转子试图将定位在其上的转子齿30带至相对于转子齿20的最低磁阻的位置。

[0059] 关于图1和2中所示的定子12,定子12并未形成单个固体加工件,而是改为由沿轴向堆叠并且压制来形成转子的多个定子叠层32构成。叠层32中的各个由可冲压或切割的材料形成,例如,以形成金属叠层。

[0060] 在制造定子永磁体机器10中,执行真空压力浸渍(VPI)过程来改进绕组22的导热性,并且提高绝缘体24的介电强度。在执行VPI过程中,绕组22中的任何空隙或多孔填充有高导热性漆,其随后经受高温固化(即,150°C或更高如180°C的固化),以便防止气穴的出现,从而提供绕组22的铜线、槽口内衬绝缘体24与叠层32之间的导热接触。VPI过程显著地改进了电机10的热性能,并且因此是提高其寿命和可靠性的关键。

[0061] 关于由VPI过程使用的高温固化,本文中认识到的是,固化可使定子12上的永磁体26暴露于退磁风险,尤其是在其中永磁体26提供为无镝或少镝永磁体的实施例中,就此而言此类磁体具有降低热稳定性。即,如果没有采用特别预防措施来确保永磁体26的负载线高于固化温度的退磁拐点,则永磁体26可经受退磁风险。

[0062] 为了解决VPI过程期间发生的永磁体26的退磁的风险,本发明的实施例提供了设置永磁体26的操作点以便在高温VPI过程期间避免退磁的设备和方法。现在参照图3,定子永磁体机器10的定子12示为其在VPI过程之前和期间制成。如可在图3中看到的,在VPI过程之前和期间,磁性保持元件34定位在定子12上,起作用成设置永磁体26的操作点,以便在VPI过程期间避免永磁体26的退磁。根据示例性实施例,磁性保持元件34形成为环形元件(即,磁性保持环),其沿定子12的内圆周定位。然而,认识到的是,磁性保持元件34可形成为具有除环形元件之外的形状/构造,包括磁性保持元件34由多件形成,该多件可在定位在定子12上时连结在一起。

[0063] 磁性保持元件34提供为可除去元件,其能够选择性地附接于定子12和与其分离。更具体而言,磁性保持元件34将在于定子12上执行真空压力浸渍(VPI)过程之前添加,并且将在完成定子12上的VPI过程时除去。在除去磁性保持元件34时,定子永磁体机器10的制造可继续关于定子12定位转子14。

[0064] 磁性保持元件34由软磁性材料形成,该软磁性材料具有显著高于空气的磁导率的磁导率(即,对于磁性保持件是100到1,000的相对磁导率)。由软磁性材料形成的磁性保持元件34用于通过向由永磁体26生成的通量提供低磁阻通量路径来闭合永磁体26的磁通量路径,大体上由36指示。即,在没有磁性保持件34的情况下,磁体通量将通过机器10周围的空气来闭合,并且永磁体26将看到使它们的内部通量密度降低的高磁阻通量路径。通过将低磁阻通量路径36提供至由永磁体26生成的通量,磁性保持元件34允许永磁体26的操作点在VPI过程的固化温度下设置至高于退磁阈值(即,“退磁拐点”)的内部通量密度水平,如果

磁通量将通过机器周围的空气闭合则这将不是该情况。

[0065] 经由磁性保持元件34设置/保持永磁体26的内部通量密度水平高于退磁阈值(即,“退磁拐点”) 在图4中示出,其示出了各种温度下的无镉永磁体的典型的一组BH曲线40。各个曲线40的以42指示的“退磁拐点”是反冲线开始弯曲的点,并且永磁体26的操作点必须在任何时间都保持高于退磁拐点42,以便防止磁化的永久减少。如可在图4中看到的,退磁拐点42随温度升高,其中150°C的固化温度的退磁拐点在0.53特斯拉处,而180°C的固化温度的退磁拐点例如在0.65特斯拉处。

[0066] 现在参照图5-10,并且继续返回参照图1-3,提供了使用和不使用磁性保持元件34的在VPI固化过程期间由永磁体26(例如,无镉钕永磁体)经历的退磁的比较,其中示出了沿磁化方向的通量密度分量的图和退磁图。首先参照图5和6,在VPI固化过程期间由永磁体26经历的退磁示出用于在不使用磁性保持元件34的情况下执行固化。在图5中,示出了在150°C的温度下执行的VPI固化期间的沿永磁体的磁化方向(即,x轴线)的通量密度分量的图。如上文先前指示的,150°C的固化温度的退磁拐点在0.53特斯拉处,并且图5中示出了永磁体26的区域(即,永磁体区域的大部分)呈现出低于0.53特斯拉的退磁拐点的内部通量密度,示出了如果未采取预防措施则在VPI过程期间的退磁的显著风险。这由图6的退磁图确认,图6示出了在不使用磁性保持元件34的150°C的VPI固化期间,永磁体26的大部分处于退磁状况或状态,以44指示(即,通量的强度低于0.53特斯拉),其中仅小区域保持在磁化状况/状态,以46指示。

[0067] 现在参照图7和8,在VPI固化过程期间由永磁体26经历的退磁示出用于使用磁性保持元件34执行固化。在图7中,示出了在150°C的温度下执行的VPI固化期间的沿永磁体26的磁化方向(即,x轴线)的通量密度分量的图。如可在图7中看到的,磁通量主要通过由其下方的磁性保持件34形成的最低磁阻路径闭合。如上文先前指示的,150°C的固化温度的退磁拐点在0.53特斯拉处,并且可在图7中进一步看到的是,不存在呈现出低于0.53特斯拉的退磁拐点的通量密度的永磁体26上的区域,其中内部通量密度实际上在整个永磁体区域上显著高于0.53T的阈值。图8的退磁图示出了没有永磁体26的区域进入退磁状况或状态(即,通量强度低于0.53特斯拉),使得可确认的是,退磁风险通过引入磁性保持元件34来有效地除去。

[0068] 现在参照图9和10,在VPI固化过程期间由永磁体26经历的退磁示出用于使用磁性保持元件34执行固化,其中固化过程此时在180°C的温度下执行。如上文先前指示的,180°C的固化温度的退磁拐点在0.65特斯拉处,并且在沿图9的磁化方向(即,x轴线)的通量密度分量的图中示出,不存在呈现出低于0.65特斯拉的退磁拐点的通量密度的永磁体26上的区域。因此,图10的退磁图示出了永磁体26没有区域进入退磁状况或状态(即,通量的强度低于0.65特斯拉)。

[0069] 有利的是,本发明的实施例因此提供了用于设置定子永磁体机器的永磁体的操作点以便避免磁体在高温VPI过程期间退磁的系统及方法。磁性保持元件定位在定子上用于执行VPI过程,其中磁性保持元件用于通过低磁阻路径闭合永磁体的磁通量路径,以使永磁体的操作点在VPI操作温度下设置至高于退磁阈值的内部通量密度水平。使用磁性保持元件因此通过允许高温VPI而有助于具有它们的定子中的永磁体的电机的制造能力,而没有退磁风险。磁性保持元件还使得可能通过在VPI过程期间除去退磁的风险来使用定子永磁

体机器中的无镨或少镨的永磁体,而不管它们的低热稳定性,其中使用此类低成本的无镨或少镨永磁体因此极大地降低了材料成本,并且改进了具有它们的定子中的永磁体的一些出现的永磁体电机的适销性。

[0070] 因此,根据本发明的一个实施例,一种用于制造永磁体电机的方法包括提供包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入定子中的一个或多个永磁体的定子,以及将磁性保持元件定位在定子上以便以一个或多个永磁体形成磁通量路径,其中磁性保持元件通过向由一个或多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合一个或多个永磁体的磁通量路径。该方法还包括在定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程,以提高传导绕组的导热性,其中VPI过程包括在选择的温度下执行的固化步骤。磁性保持元件将一个或多个永磁体的操作点设置至高于与执行固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

[0071] 根据本发明的另一个实施例,一种永磁体电机包括定子,该定子具有带围绕其卷绕的传导绕组的多个齿,以及嵌入定子中的一个或多个永磁体。永磁体电机还包括定位在定子上的磁性保持元件,以便以一个或多个永磁体形成磁通量路径,其中磁性保持元件通过向由一个或多个永磁体生成的磁通量提供低磁阻通量路径来闭合一个或多个永磁体的磁通量路径。磁性保持元件包括可除去的元件,其能够选择性地附接于定子和与其分离,使得磁性保持元件可在于定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程之前添加,并且可在于定子上完成VPI过程时除去。

[0072] 根据本发明的又一个实施例,一种用于永磁体电机的定子组件通过以下步骤形成:提供包括卷绕在其上的传导绕组和嵌入定子中的一个或多个永磁体的定子、将磁性保持元件定位在定子上来以一个或多个永磁体形成闭合磁通量路径,以及在定子上执行真空压力浸渍(VPI)过程来提高传导绕组的导热性,VPI过程包括在选择的温度下执行的固化步骤。磁性保持元件将一个或多个永磁体的操作点设置至高于与执行固化步骤所处的选择的温度相关联的退磁阈值的内部通量密度水平。

[0073] 该书面的描述使用实例以公开本发明(包括最佳模式),并且还使本领域技术人员能够实践本发明(包括制造和使用任何装置或系统并且执行任何并入的方法)。本发明的可专利范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这些其它实例具有不与权利要求的字面语言不同的结构元件,或者如果这些其它实例包括与权利要求的字面语言无显著差别的等同结构元件,则这些其它实例意图在权利要求的范围内。

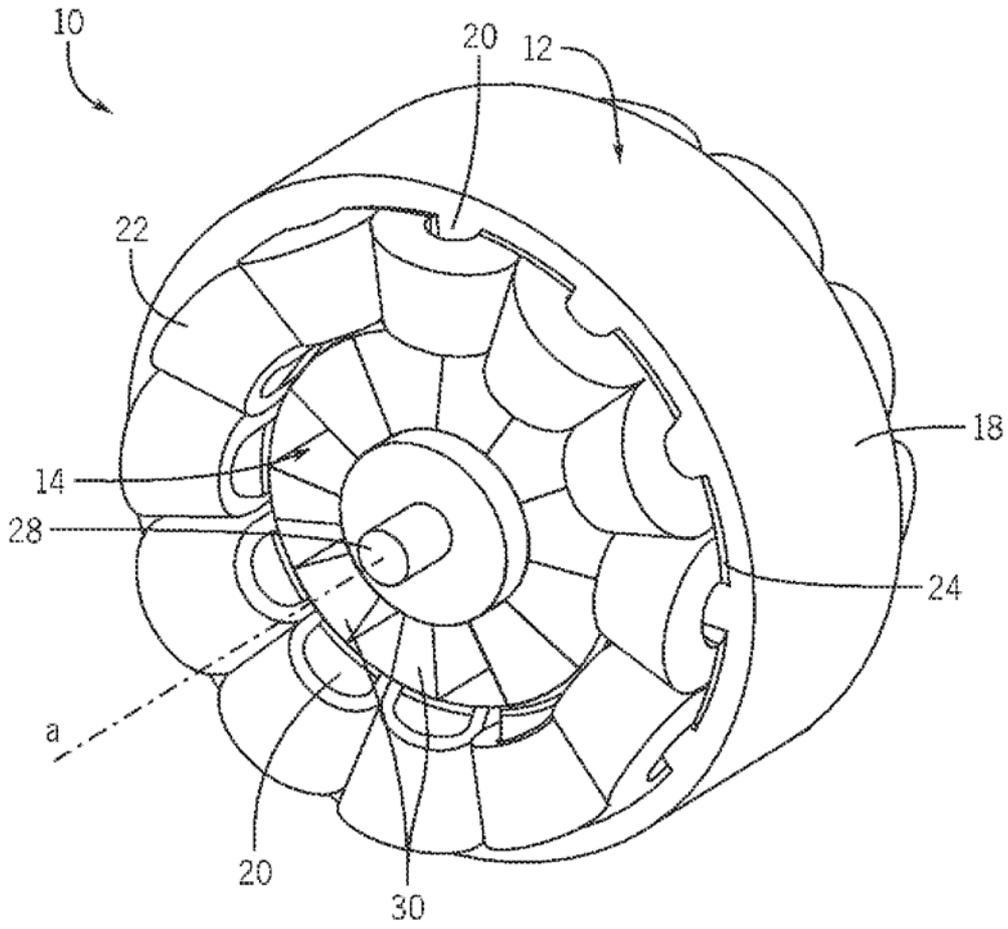


图 1

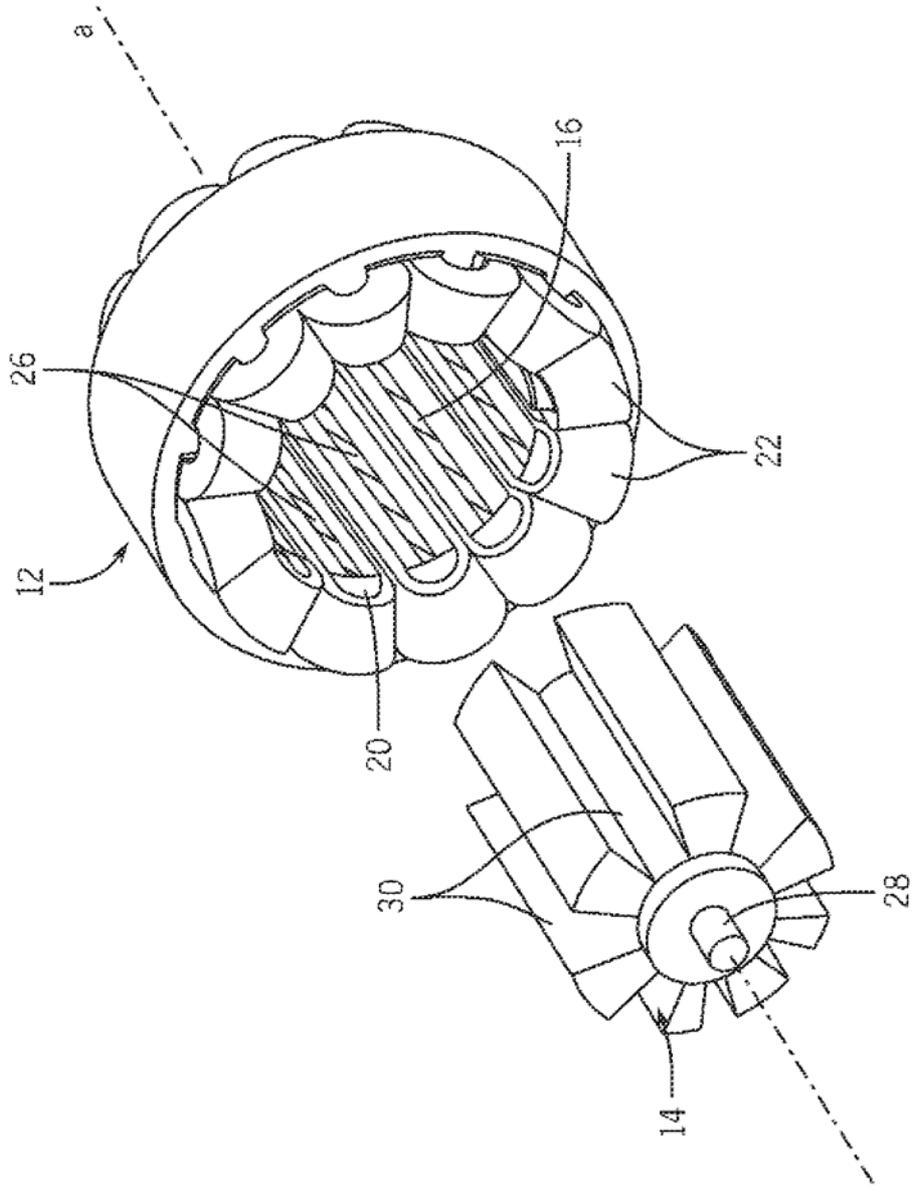


图 2

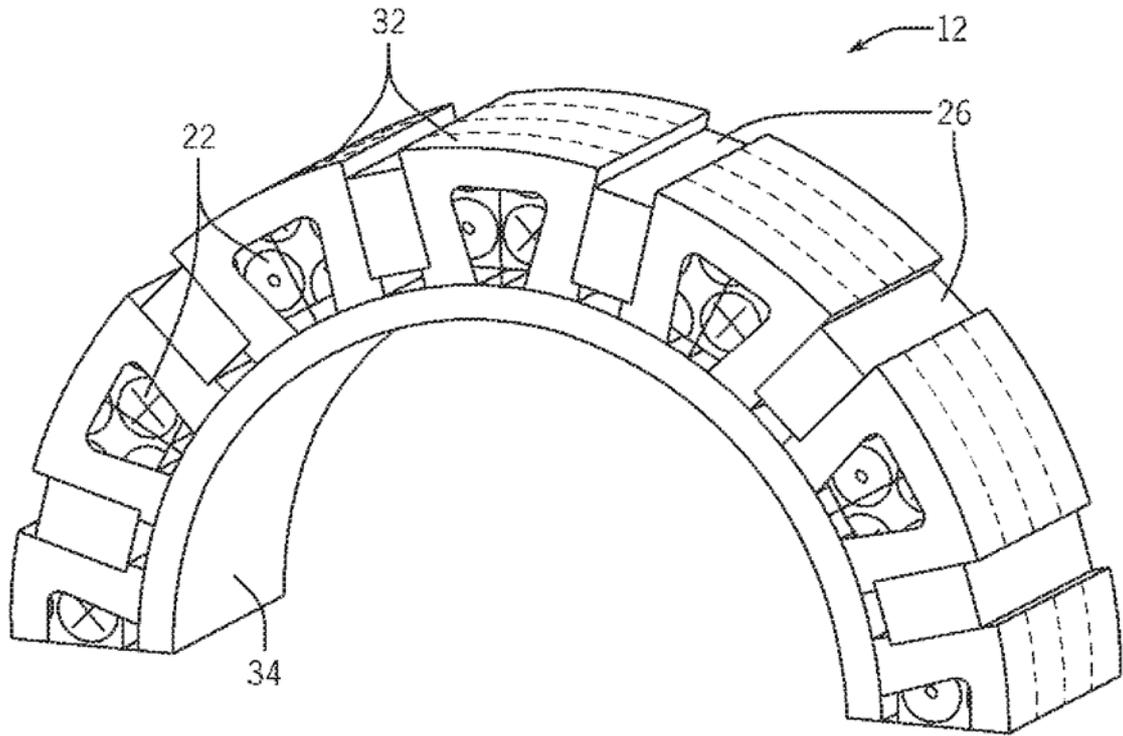


图 3

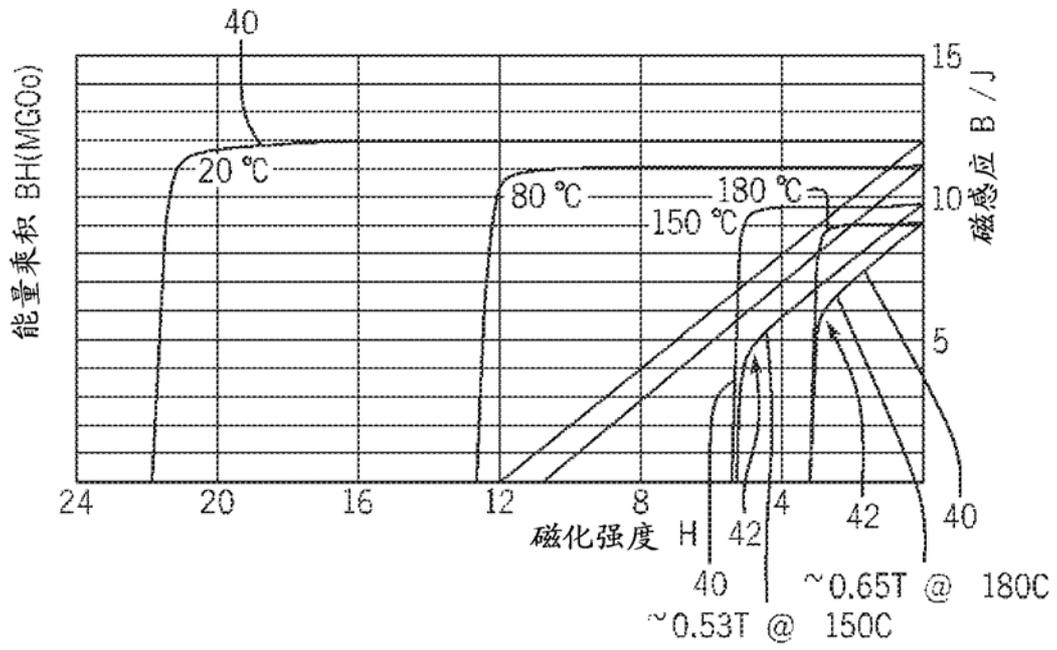


图 4

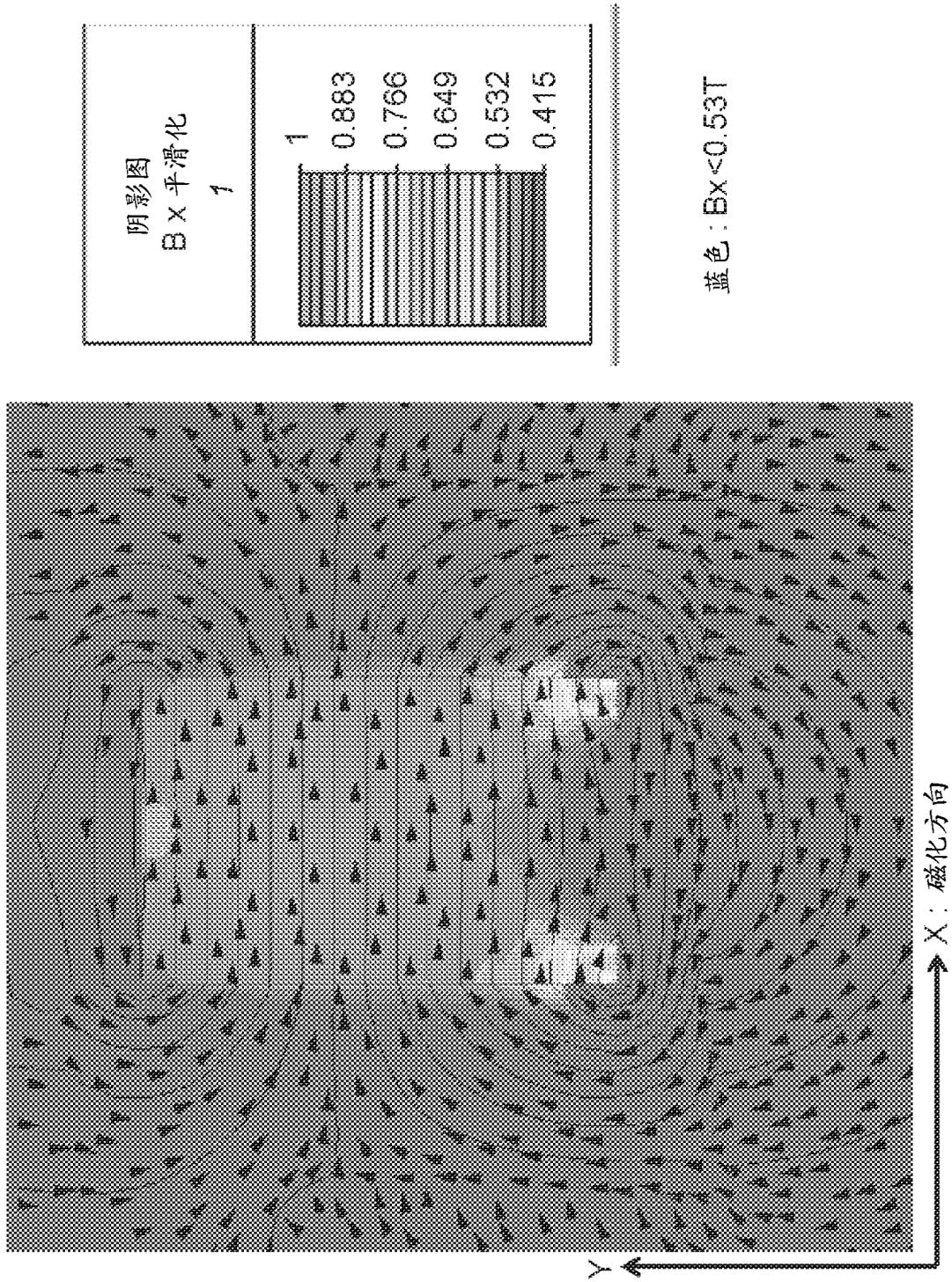


图 5

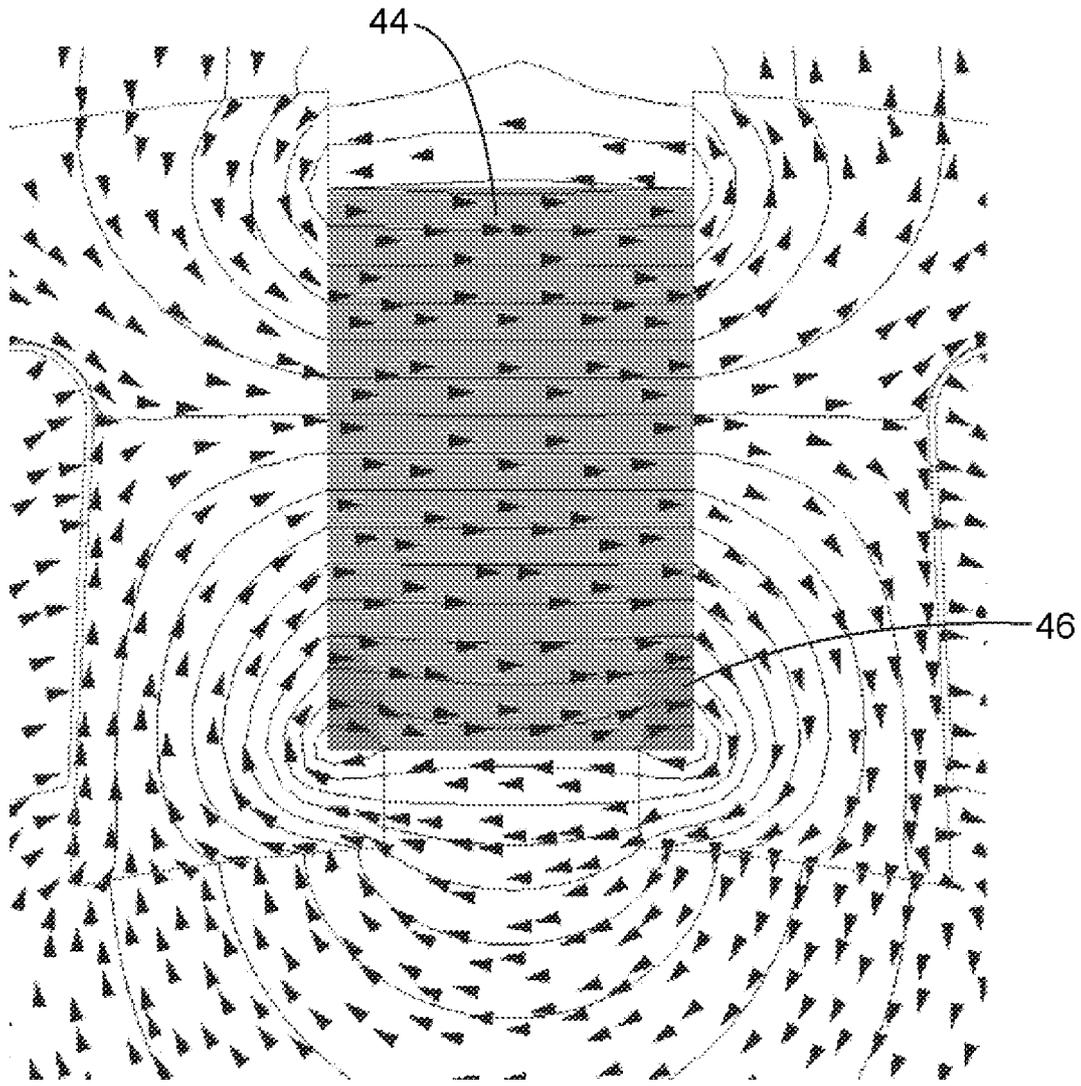


图 6

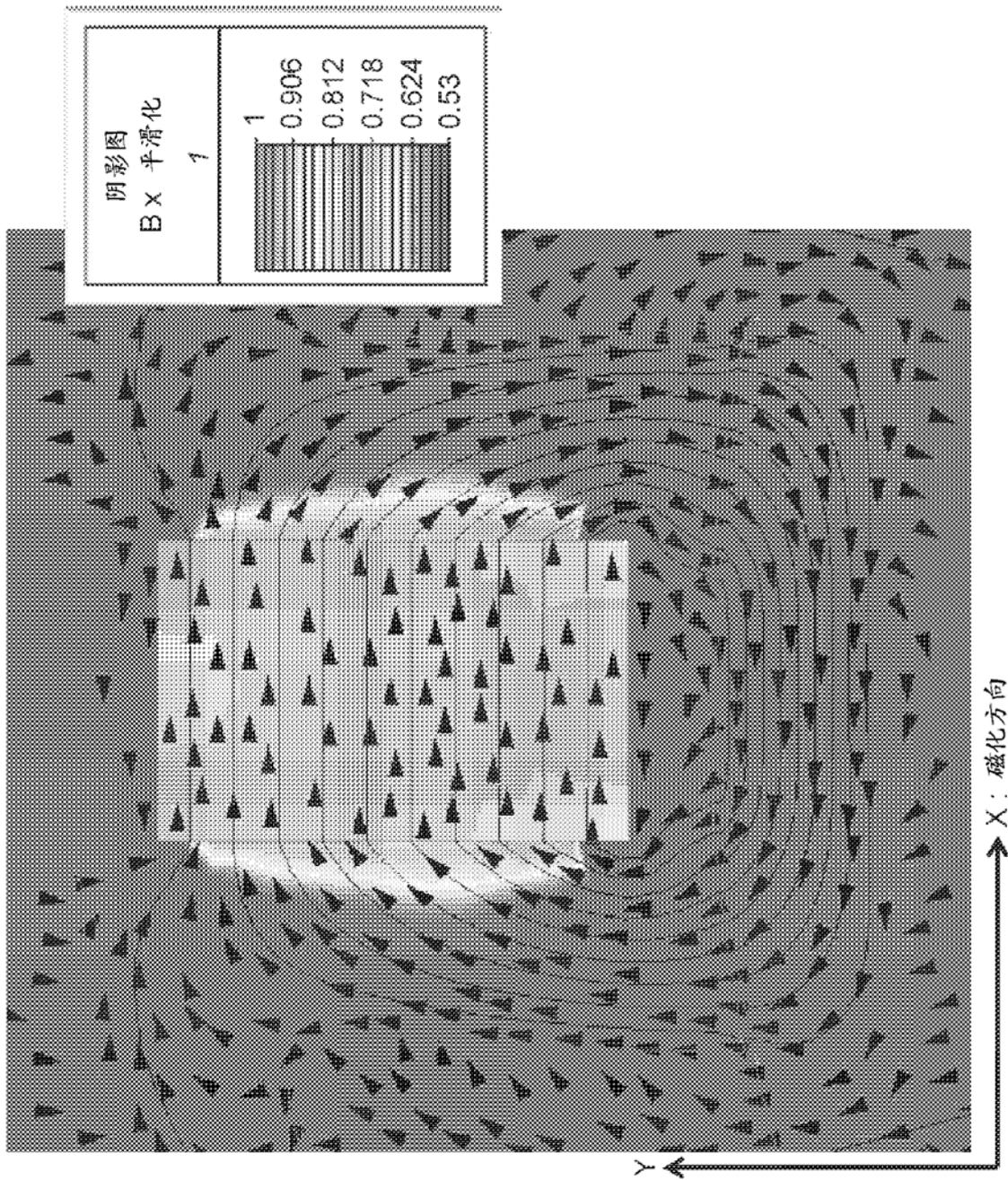


图 7

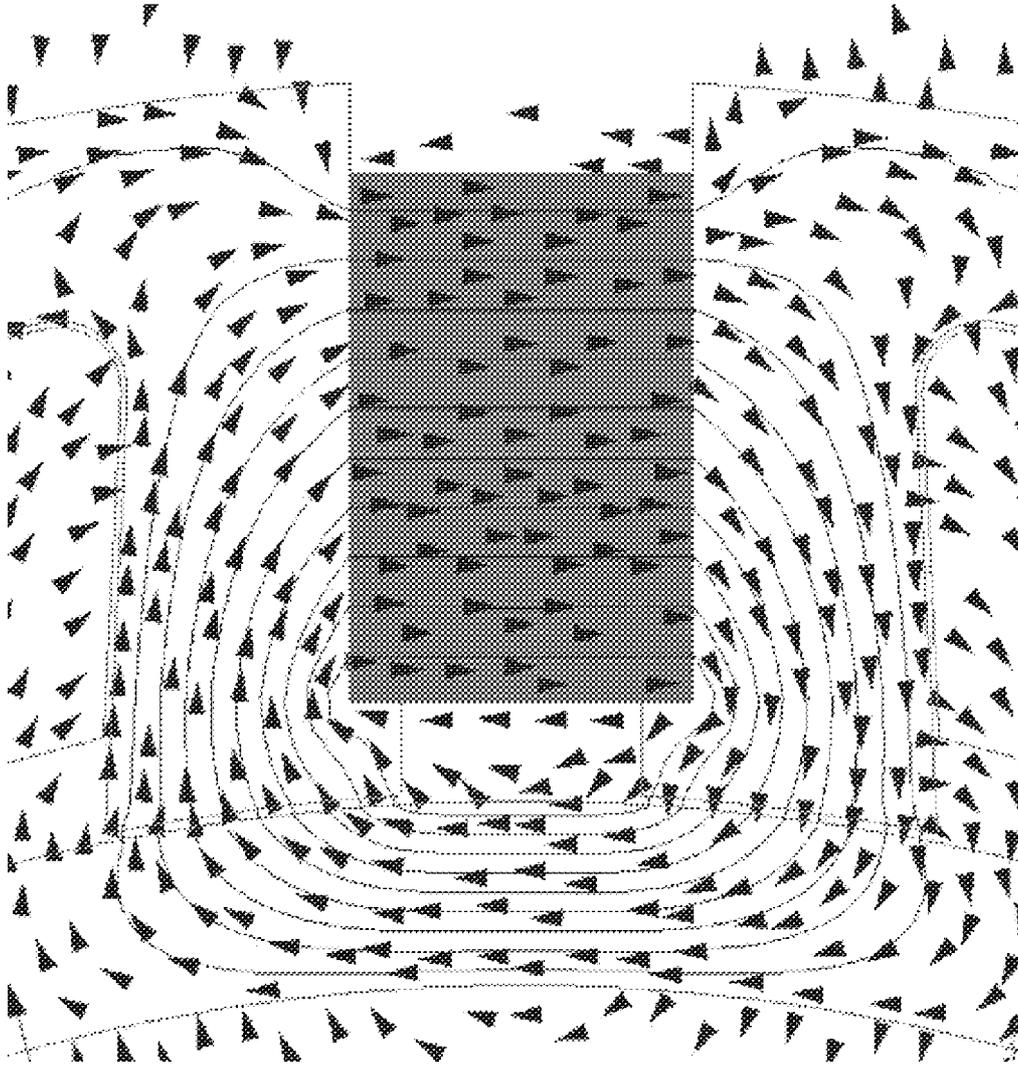


图 8

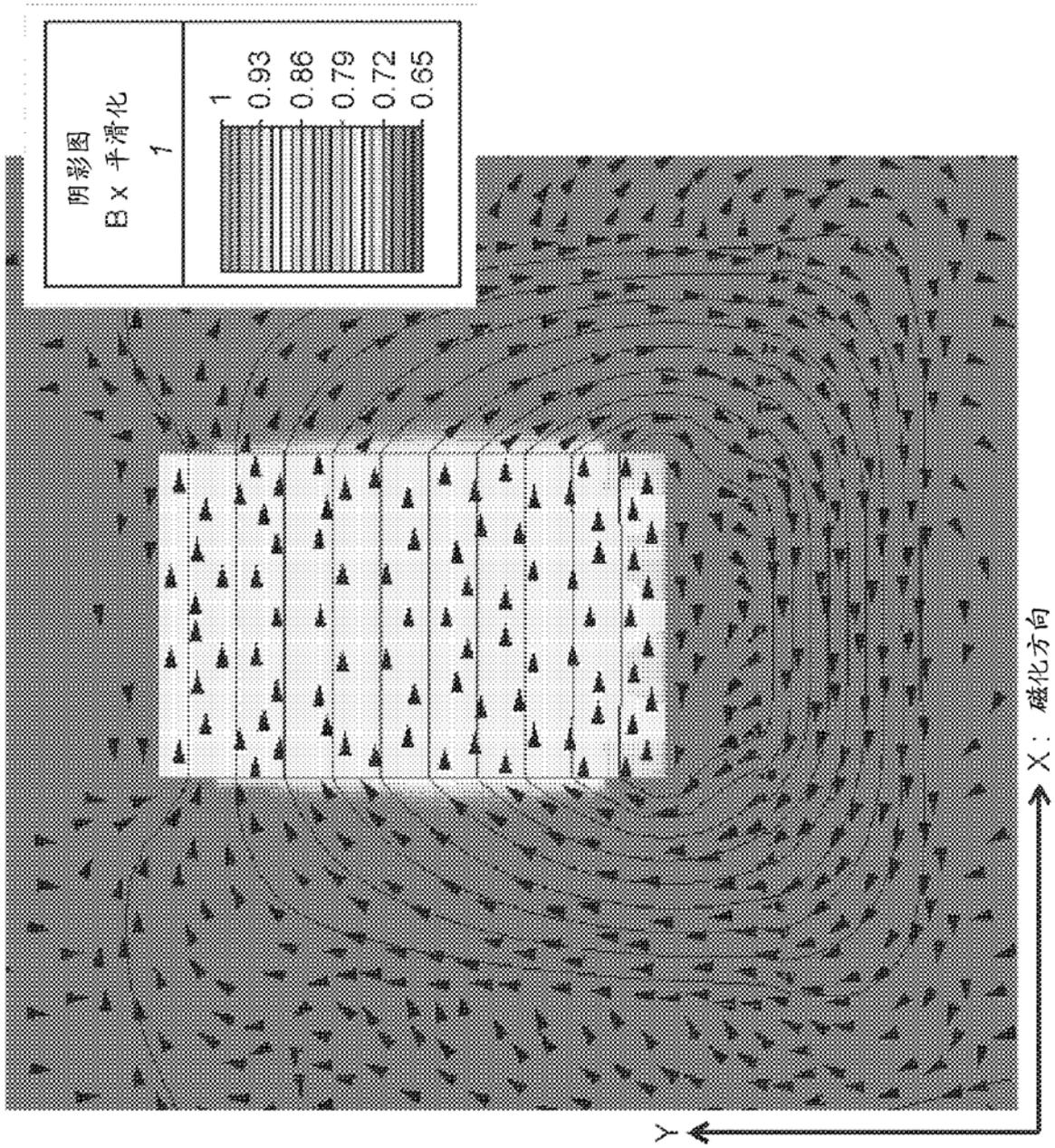


图 9

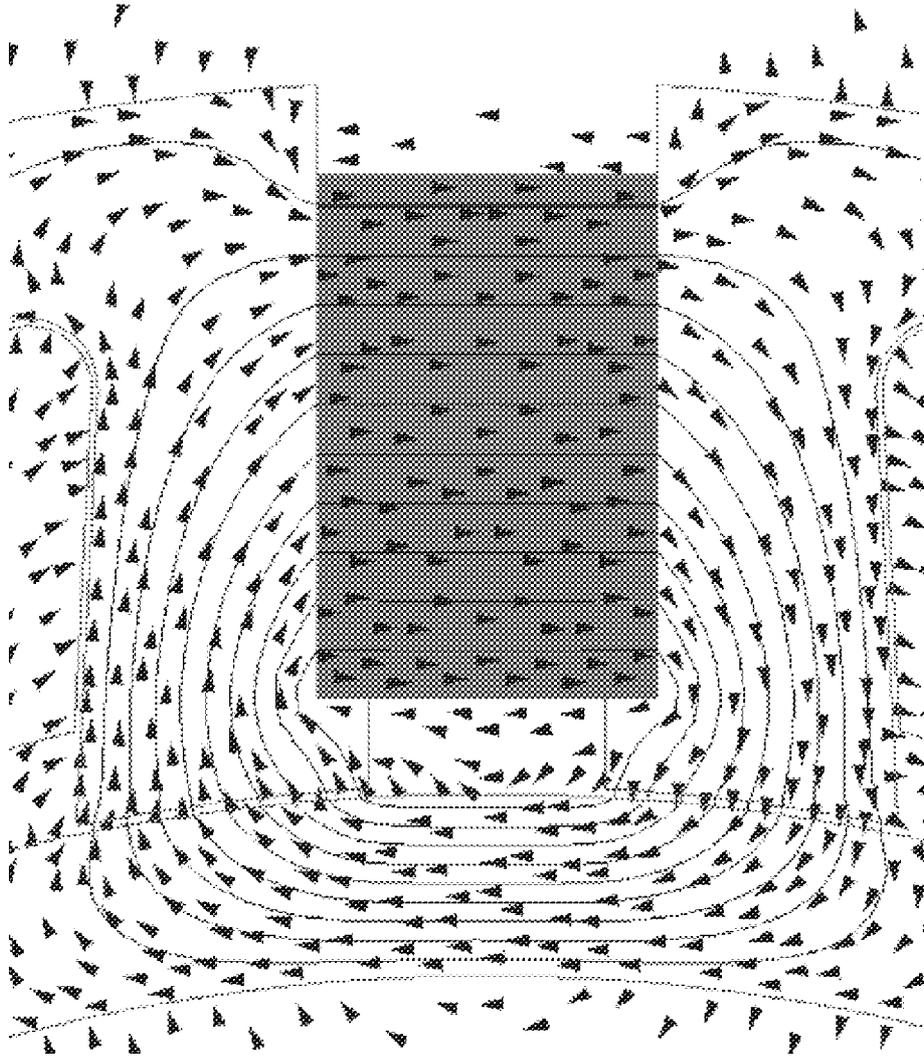


图 10