



(21) 申请号 202411324901.6

(22) 申请日 2024.09.23

(71) 申请人 北京中科三环高技术股份有限公司
地址 100190 北京市海淀区中关村东路66
号甲1号楼A座27层

(72) 发明人 王进东 付国安 钮萼 王湛
刘风乔 饶晓雷

(74) 专利代理机构 北京律和信知识产权代理事
务所(普通合伙) 11446
专利代理师 刘国伟 刘兴

(51) Int. Cl.

H01F 13/00 (2006.01)

H01F 7/02 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

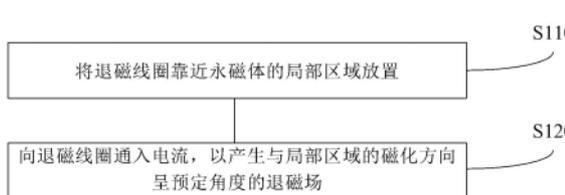
(54) 发明名称

永磁体的局部区域的退磁方法、装置及磁体

(57) 摘要

本申请提供了一种永磁体的局部区域的退磁方法、装置及磁体。该退磁方法,包括:将退磁线圈靠近所述永磁体的局部区域放置,其中所述退磁线圈包括上线圈和下线圈,所述上线圈靠近所述局部区域的上方,所述下线圈靠近所述局部区域的下方;以及向所述退磁线圈通入电流,以产生与所述局部区域的磁化方向呈预定角度的退磁场,其中所述上线圈和所述下线圈所产生的磁场方向相同。

100



1. 一种永磁体的局部区域的退磁方法,包括:

将退磁线圈靠近所述永磁体的局部区域放置,其中所述退磁线圈包括上线圈和下线圈,所述上线圈靠近所述局部区域的上方,所述下线圈靠近所述局部区域的下方;以及

向所述退磁线圈通入电流,以产生与所述局部区域的磁化方向呈预定角度的退磁场,其中所述上线圈和所述下线圈所产生的磁场方向相同,

其中所述退磁线圈产生的退磁场的方向与所述局部区域的所述磁化方向的夹角在 $90^{\circ} \pm 8^{\circ}$ 的范围内。

2. 如权利要求1所述的方法,其中所述退磁线圈产生的退磁场共同作用在所述局部区域的最大磁场强度满足下式:

$$2.1 \times H_c J / \mu_r \leq H \leq 3.5 \times H_c J / \mu_r$$

其中H为所述退磁场的磁场强度, $H_c J$ 为所述局部区域的内禀矫顽力大小, μ_r 为所述局部区域的相对磁导率。

3. 如权利要求1所述的方法,其中所述上线圈和下线圈之间的间隙满足下式:

$$D \leq 10 / \mu_r$$

其中D为所述上线圈和下线圈之间的间隙,以单位为mm的数值, μ_r 为所述局部区域的相对磁导率。

4. 如权利要求1所述的方法,其中所述退磁线圈产生的退磁场的磁场强度在所述退磁线圈的边缘区域的最大衰减斜率大于或等于 0.5T/mm 。

5. 如权利要求1所述的方法,还包括:

在所述上线圈和所述下线圈中设置芯棒,其中所述芯棒远离所述局部区域的部分由导磁材料制成,以加强所述退磁线圈所产生的磁场,所述芯棒邻近所述局部区域的部分由非导磁材料制成,以避免所述局部区域吸附在所述退磁线圈上。

6. 如权利要求1所述的方法,还包括:

在退磁前,对所述永磁体整体进行充磁。

7. 如权利要求1所述的方法,其中所述退磁线圈产生的退磁场为直流脉冲磁场或交流衰减磁场。

8. 一种用于对永磁体的局部区域进行退磁的装置,包括:

上线圈,用于靠近所述局部区域的上方设置;以及

下线圈,用于靠近所述局部区域的下方设置,并与所述上线圈相对,其中所述上线圈和所述下线圈所产生的磁场方向相同且与所述局部区域的磁化方向呈预定角度,

其中所述上线圈和下线圈所产生的磁场的方向与所述局部区域的所述磁化方向的夹角在 $90^{\circ} \pm 8^{\circ}$ 的范围内。

9. 如权利要求8所述的装置,其中所述上线圈和下线圈所产生的磁场共同作用在所述局部区域的最大磁场强度满足下式:

$$2.1 \times H_c J / \mu_r \leq H \leq 3.5 \times H_c J / \mu_r$$

其中H为所述磁场强度, $H_c J$ 为所述局部区域的内禀矫顽力大小, μ_r 为所述局部区域的相对磁导率。

10. 如权利要求8所述的装置,其中所述上线圈和下线圈之间的间隙满足下式:

$$D \leq 10 / \mu_r$$

其中D为所述上线圈和下线圈之间的间隙,以单位为mm的数值, μ_r 为所述局部区域的相对磁导率。

11.如权利要求8所述的装置,其中所述上线圈和下线圈所产生的磁场的磁场强度在所述上线圈和下线圈的边缘区域的最大衰减斜率大于或等于0.5T/mm。

12.如权利要求8所述的装置,还包括:

芯棒,分别设置在所述上线圈和所述下线圈中,所述芯棒远离所述局部区域的部分由导磁材料制成,以加强所述上线圈和下线圈所产生的磁场,所述芯棒邻近所述局部区域的部分由非导磁材料制成,以避免所述局部区域吸附在所述上线圈和/或下线圈上。

13.如权利要求8所述的装置,其中所述上线圈和下线圈产生的磁场为直流脉冲磁场或交流衰减磁场。

14.一种通过如权利要求1-7中任一项所述的方法或如权利要求8-13中任一项所述的装置处理后得到的磁体,其中,所述磁体的局部区域的剩余磁矩的大小 $\leq 40\%M_{\max}$,所述磁体除了所述局部区域以外的区域的磁矩大小 $\geq 90\%M_{\max}$,其中 M_{\max} 为所述局部区域的饱和磁矩。

15.如权利要求14所述的磁体,其中,所述磁体的局部区域的剩余磁矩的大小 $\leq 30\%M_{\max}$,所述磁体除了所述局部区域以外的区域的磁矩大小 $\geq 98\%M_{\max}$ 。

永磁体的局部区域的退磁方法、装置及磁体

技术领域

[0001] 本申请涉及磁性材料技术领域,具体涉及一种永磁体的局部区域的退磁方法、装置及磁体。

背景技术

[0002] 永磁体由于其独特的性质,已广泛地应用于人们生产、生活的方方面面。尤其是,例如钕铁硼永磁体,因其优异的磁性能而被广泛应用于汽车、电子、机械、能源、医疗器械等众多领域。

[0003] 例如电机、手机无线充电等永磁组件为了批量化生产,通常采用先无磁装配成组件或者部件,而后对整个组件或者部件进行充磁的先装配后充磁生产方式。

[0004] 在一些特殊应用领域,为了达到在整个磁路中的磁场要求,根据需要使得磁体组件在某个局部区域磁场强度大大低于其他区域,在该局部区域以外的各个磁体或磁体的各部分的磁场强度均匀。为了实现上述效果,在现有技术中,通常将各个磁体组装成一个整体后或者在单个磁体一体成型后进行间隔充磁,即局部区域磁体不充磁,其他区域充磁。

[0005] 然而,由于诸如烧结钕铁硼的永磁体具有易磁化特性,因此在上述操作过程中,不希望充磁的局部区域磁体往往会受到周围充磁磁场的影响,导致该区域磁体表面带弱磁,其表面磁场强度可能超过设计磁场强度,不符合设计要求。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术中出现的上述问题,本申请提供了一种永磁体的局部区域的退磁方法、装置及磁体。

[0007] 根据本申请的一个方面,提供了一种永磁体的局部区域的退磁方法,包括:
将退磁线圈靠近所述永磁体的局部区域放置,其中所述退磁线圈包括上线圈和下线圈,所述上线圈靠近所述局部区域的上方,所述下线圈靠近所述局部区域的下方;以及
向所述退磁线圈通入电流,以产生与所述局部区域的磁化方向呈预定角度的退磁场,其中所述上线圈和所述下线圈所产生的磁场方向相同。

[0008] 根据本申请的另一方面,还提供了一种用于对永磁体的局部区域进行退磁的装置,包括:上线圈,用于靠近所述局部区域的上方设置;以及下线圈,用于靠近所述局部区域的下方设置,并与所述上线圈相对,其中所述上线圈和所述下线圈所产生的磁场方向相同且与所述局部区域的磁化方向呈预定角度。

[0009] 根据本申请的另一方面,还提供了一种通过如上所述的方法或装置处理后得到的磁体,其中,所述磁体的局部区域的剩余磁矩的大小 $\leq 40\%M_{\max}$,所述磁体除了所述局部区域以外的区域的磁矩大小 $\geq 90\%M_{\max}$,其中 M_{\max} 为所述局部区域的饱和磁矩。

[0010] 由此,为了得到在某个特定局部区域的磁化强度大大低于其他区域的磁体或磁体组件,可以先将整个磁体或磁体组件进行完全充磁(即,该特定局部区域也充磁),然后再针对该特定局部区域进行退磁。而且,进行退磁的磁场方向与待退磁的局部区域的磁化方向

呈基本垂直的关系,一方面,这样既能够实现对于局部区域的退磁效果,又能够避免影响周边区域的磁化强度;另一方面,本申请的退磁方法还能够避免现有技术中利用与磁体的磁化强度完全反向的磁场进行退磁时对反向磁场的强度要求较高且较难精确控制的问题。

附图说明

[0011] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0012] 图1示出了根据本申请一个实施方式永磁体的局部区域的退磁方法的流程图。

[0013] 图2示出了根据该实施方式的退磁操作示意图。

[0014] 图3示出了根据本申请一个实施例上线圈与下线圈之间的间隙设置的示意图。

[0015] 图4示出了根据本申请另一实施方式永磁体的局部区域的退磁方法的流程图。

[0016] 图5示出了根据该实施方式的退磁线圈的示意图。

[0017] 图6A示出了根据本申请一个实施例退磁线圈在磁体组件的局部区域A及相邻区域的退磁磁场模拟曲线图。

[0018] 图6B示出了根据本申请一个实施例不同横向位置的退磁磁场衰减斜率($\Delta H / \Delta L$)的模拟曲线图。

[0019] 图7示出了根据本申请一个实施例对圆环形的钕铁硼永磁体样品的局部区域进行退磁的示意图。

[0020] 图8A示出了根据本申请一个实施例退磁线圈在圆形磁环的局部区域及相邻区域的退磁磁场模拟曲线图。

[0021] 图8B示出了根据本申请一个实施例不同圆周位置的退磁磁场衰减斜率($\Delta H / \Delta L$)的模拟曲线图。

具体实施方式

[0022] 为了更好地理解本申请的技术方案及优点,下面结合附图和具体实施例对本申请的内容做进一步详细说明。但此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。此外,以下所描述的本申请的各实施方式中所涉及到的技术特征除彼此构成冲突的情况外均可以组合使用,从而构成本申请范围内的其他实施方式。

[0023] 下文中描述的内容提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本申请的不同结构。为了简化本申请的公开内容,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅为示例,并且目的不在于限制本申请。此外,本申请可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母,这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。

[0024] 附图中的流程图示出根据本申请的一个或多个实施例的方法的可能实现的操作。应注意,在一些可替代性实施中,框中标注的各步骤可以不按照附图中标注的顺序发生。例如,根据所涉及的功能性,连续示出的两个或更多个框实际上可大致同时地执行,或者这些框有时以相反的顺序执行。而这些实施例均属于本申请的保护范围内。

[0025] 在本申请中描述的上、下、左、右、前、后等表示方位的词语,均表示的是附图中的方位,而并不代表实际应用场景中的方位。

[0026] 图1示出了根据本申请一个实施方式永磁体的局部区域的退磁方法的流程图;图2示出了根据该实施方式的退磁操作示意图。如图1和2所示,该永磁体的局部区域的退磁方法100可包括步骤S110和S120。

[0027] 在步骤S110的操作之前,永磁体200(如,但不限于,钕铁硼磁体)整体已进行了完全充磁,其整体已具备设计所需的磁化强度及方向。永磁体200可以是磁体组件,其由多个小块磁体拼接而成(图2中所示可视为磁体A、B、C,各磁体磁性能基本相同);或者永磁体200也可以是单个磁体,其是一体成型的(图2中所示可视为单个磁体包括区域A、B、C,各区域的磁性能基本相同)。在永磁体200中,局部区域A需要进行退磁,在本申请的以下描述中,该局部区域A即为根据设计需要退磁的区域。局部区域A可以是一体成型的永磁体100中的一部分区域,也可以是拼接成型的磁体组件中的一块或多块磁体。

[0028] 在步骤S110中,将退磁线圈靠近永磁体200的局部区域A放置。如图2所示,退磁线圈可包括上线圈310和下线圈320,上线圈310靠近局部区域A的上方,下线圈320靠近局部区域A的下方。在本申请中,永磁体200可以是长条形的,也可以是环形的,或者设计所需的其他任何形状。

[0029] 在步骤S120中,向退磁线圈通入电流,以产生与局部区域A的磁化方向呈预定角度的退磁场。如图2所示,上线圈310和下线圈320所产生的磁场方向相同。根据本申请一个实施例,上述预定角度可以在 $90^\circ \pm 8^\circ$ 的范围内,优选在 $90^\circ \pm 3^\circ$ 的范围内。也就是说,参照图2,在利用方法100进行退磁前,永磁体200的局部区域A的磁化方向为基本垂直于纸面的方向。根据一个本申请实施例,退磁线圈产生的退磁场可以是直流脉冲磁场,也可以是交流衰减磁场,优选为交流衰减磁场。

[0030] 由此,为了得到在某个特定局部区域的磁化强度大大低于其他区域的磁体或磁体组件,可以先将整个磁体或磁体组件进行完全充磁(即,该特定局部区域也充磁),然后再针对该特定局部区域进行退磁。而且,进行退磁的磁场方向与待退磁的局部区域的磁化方向呈基本垂直的关系,一方面,这样既能够实现对于局部区域的退磁效果,又能够避免影响周边区域的磁化强度;另一方面,本申请的退磁方法还能够避免现有技术中利用与磁体的磁化强度完全反向的磁场进行退磁时对反向磁场的强度要求较高且较难精确控制的问题。

[0031] 根据本申请的一个实施例,退磁线圈产生的退磁场共同作用在局部区域A的最大磁场强度满足下式:

$$2.1 \times H_{cJ} / \mu_r \leq H \leq 3.5 \times H_{cJ} / \mu_r$$

其中H为退磁场的磁场强度, H_{cJ} 为永磁体200的局部区域A的内禀矫顽力大小, μ_r 为局部区域A的相对磁导率。

[0032] 由此,本申请在设置退磁线圈产生的退磁场的大小时,既能够确保所产生的场强足够大($\geq 2.1 \times H_{cJ} / \mu_r$),足以使局部区域A能够达到较好的退磁效果,另一方面如果退磁场强度过大,则退磁区域会增大,退磁区域和不退磁区域之间的过渡区会增大,从而减弱退磁区域的精确控制,因此本申请中 $H \leq 3.5 \times H_{cJ} / \mu_r$ 则可以有效地避免这种情况的发生。

[0033] 图3示出了根据本申请一个实施例上线圈与下线圈之间的间隙设置的示意图。如图3所示,上线圈310和下线圈320之间具有间隙D,该间隙D用于容纳待退磁的局部区域A,间

隙D(以单位为mm的数值)满足下式:

$$D \leq 10/\mu_r$$

其中 μ_r 为永磁体200的局部区域A的相对磁导率。

[0034] 由此,上线圈和下线圈之间的间隙尽可能设置得较小,从而防止磁体在退磁场施加过程中发生振动和/或在退磁场中发生偏转。而且,如果上线圈和下线圈之间的间隙过大,位于线圈边缘的退磁场也容易对待退磁的局部区域A以外的非退磁区域的磁化强度产生影响,例如有可能使其部分退磁。

[0035] 根据本申请的一个实施例,退磁线圈产生的退磁场的磁场强度在退磁线圈的边缘区域的最大衰减斜率大于或等于0.5T/mm,优选地,大于或等于0.7T/mm。退磁线圈在其位置在磁体或磁体组件表面的投影区域以外的区域产生的退磁场较小,为了尽可能降低退磁场对待退磁的局部区域A以外的区域的影响,则随着与投影区域边缘距离的增加,退磁场的衰减斜率需要较大。也就是说,退磁线圈在其边缘所产生的磁场强度,将随着远离该待退磁局部区域而急剧下降。

[0036] 例如,以烧结钕铁硼磁体作为永磁体的一例,发明人发现,烧结钕铁硼磁体被饱和充磁后在垂直于磁化方向施加退磁场H,H磁场场强值在 $\geq 2.1 \times H_c J$ 时将实现较好的退磁效果,即,将磁体的局部区域A退磁后达到 $M/M_{\max} < 30\%$ 的效果(M为局部区域A退磁后磁矩, M_{\max} 为局部区域A的饱和磁矩)。但是由于磁路是开放性的,退磁磁场也会作用到待退磁的局部区域A周围的非退磁区域B。当作用到非退磁区域B表面的退磁场场强值达到 $1.5 \times H_c J$ 时,则将影响使得磁化后的非退磁区域B的表面磁化强度降低,这是不希望发生的情况,即退磁场需要集中到局部区域A,而使非退磁区域B受退磁场影响尽量小。因此,需要控制退磁场随退磁线圈边缘距离(亦即局部区域边缘距离)的衰减斜率,从而保证退磁磁场影响的区域被限定在待退磁的局部区域A中。

[0037] 图4示出了根据本申请另一实施方式永磁体的局部区域的退磁方法的流程图;图5示出了根据该实施方式的退磁线圈的示意图。如图4所示,除了步骤S110和S120之外,该永磁体的局部区域的退磁方法100'还可包括步骤S130。在图4所示的方法100'中,步骤S110和S120的操作与图1类似,为了简要起见,在此不再赘述。

[0038] 在步骤S130中,在上线圈310和下线圈320中设置芯棒330。芯棒330远离局部区域A(图4中未示出)的部分I由导磁材料制成,芯棒330邻近局部区域A的部分II由非导磁材料制成。由此,导磁材料部分I能够加强退磁线圈所产生的磁场,非导磁材料部分II能够避免在退磁操作过程中或之后,局部区域A吸附在退磁线圈上,不方便移除。

[0039] 根据本申请的另一实施方式,还提供了一种用于对永磁体的局部区域进行退磁的装置。参见图2和图3,该装置300可包括上线圈310和下线圈320。上线圈310用于靠近永磁体的待退磁局部区域A的上方设置,下线圈320用于靠近待退磁局部区域A的下方设置,并与上线圈310相对。根据对待退磁局部区域的退磁需要,上线圈310和下线圈320所产生的磁场方向相同且与局部区域A的磁化方向呈预定角度。

[0040] 再参见图5,该装置300还可包括芯棒330。芯棒330包括上芯棒和下芯棒,分别设置在上线圈310和下线圈320中。芯棒330远离待退磁局部区域A的部分由导磁材料制成,以加强上线圈310和下线圈320所产生的磁场。芯棒330邻近待退磁局部区域A的部分由非导磁材料制成,以避免在退磁操作过程中或之后,局部区域A吸附在上线圈310和/或下线圈320上,

不方便移除。

[0041] 实施例1:

选取长条形的钕铁硼永磁体样品(如图2所示),其由多个磁体拼接组装为磁体组件,单个磁体尺寸均为:厚度2.0mm,宽度4.5mm(磁化方向),长度8.3mm,每个单个磁体的 $\mu_r=1.226$, $H_cJ=12kOe$,磁体组件的磁化方向垂直于纸面。采用以下方式对该样品进行充磁,并随后对样品的局部区域A进行退磁、测试:

步骤1:首先采用2.5T充磁磁场对磁体组件进行整体充磁,其中每个单个磁体在2.5T充磁磁场的饱和磁矩值为 M_{max} 。

[0042] 步骤2:将退磁线圈靠近永磁体的局部区域A放置,退磁线圈包括上线圈和下线圈,上线圈靠近局部区域A的上方,下线圈靠近局部区域A的下方,上线圈和下线圈分别能够产生磁场方向相同的交流衰减磁场,其中上线圈和下线圈之间的间隙 $D=3.0mm$,磁场方向与单个磁体的磁化方向为 90° ,设计退磁区域退磁场最大磁场强度 H 为2.7T。

[0043] 步骤3:向退磁线圈通入电流,以产生与充磁后的磁体组件的局部区域A的磁化方向呈 90° 的退磁场。图6A示出了退磁线圈在磁体组件的局部区域A及相邻区域的退磁磁场模拟曲线图,横坐标为磁体组件的横向位置 L ,单位为mm,纵坐标为退磁线圈产生的退磁场强度,单位为T,其中TR表示退磁线圈的边缘区域;图6B示出了不同横向位置的退磁磁场衰减斜率($\Delta H/\Delta L$)的模拟曲线图,其 $|\Delta H/\Delta L|_{max}=0.8T/mm$ 。

[0044] 步骤4:完成局部退磁后,取下磁体组件中的单个磁体A、B、C(参见图2)分别测量磁矩 M 。下表1为测量结果 M/M_{max} 比值。

[0045] 表1

位置	M/M_{max} 磁矩百分比/%
A	13
B	98
C	100

[0046] 实施例2:

选取圆环形的钕铁硼永磁体样品(如图7所示),其由多个磁体拼接组装为磁体组件,圆形磁环组件外径 $D1=54mm$,内径 $D2=46mm$,每个单个磁体对应的圆心角度为 18° ,厚度=1.0mm,每个单个磁体的 $\mu_r=1.022$, $H_cJ=25kOe$,磁体组件的磁化方向朝向圆环的径向。采用以下方式对该样品进行充磁,并随后对样品的局部区域A进行退磁、测试:

步骤1:首先采用2.5T充磁磁场对圆形磁环组件进行整体充磁,其中每个单个磁体在2.5T充磁磁场的饱和磁矩值为 M_{max} 。

[0047] 步骤2:将退磁线圈靠近圆形磁环的局部区域A放置,退磁线圈包括上线圈和下线圈,上线圈靠近局部区域A的上方,下线圈靠近局部区域A的下方,上线圈和下线圈分别能够产生磁场方向相同的直流脉冲磁场,其中上线圈和下线圈之间的间隙 $D=2.0mm$,磁场方向与单个磁体的磁化方向为 90° ,设计退磁区域退磁场最大磁场强度 H 为5.8T。

[0048] 步骤3:向退磁线圈通入电流,以产生与充磁后的圆形磁环的局部区域A的磁化方向呈 90° 的退磁场。图8A示出了退磁线圈在圆形磁环的局部区域A及相邻区域的退磁磁场模拟曲线图,横坐标为圆形磁环沿圆周的圆周角Angle,单位为度,纵坐标为退磁线圈产生的

退磁场强度,单位为T,其中TR表示退磁线圈的边缘区域;图8B示出了不同圆周位置的退磁场衰减斜率($\Delta H/\Delta L$)的模拟曲线图,其 $|\Delta H/\Delta L|_{\max}=0.7\text{T/度}$,换算为长度单位为 $|\Delta H/\Delta L|_{\max}=1.5\text{T/mm}$ 。

[0049] 步骤4:完成局部退磁后,取下磁体组件中的单个磁体A、B、C分别测量磁矩M,其中磁体A为待退磁单个磁体,磁体B为紧邻磁体A的磁体,磁体C为紧邻磁体B的磁体。下表2为测量结果 M/M_{\max} 比值。

[0050] 表2

位置	M/M_{\max} 磁矩百分比/%
A	18
B	95
C	100

[0051] 综合上述实验结果可以看到,利用本申请各实施方式进行退磁后的磁体,其目标退磁局部区域的退磁效果较好,而目标退磁局部区域之外的区域的磁化强度收到退磁操作的影响较小。通常磁体的局部区域的剩余磁矩的大小 $\leq 40\%M_{\max}$,优选地 $\leq 30\%M_{\max}$;磁体除了目标退磁局部区域以外的区域的磁矩大小 $\geq 90\%M_{\max}$,优选地 $\geq 98\%M_{\max}$ 。

[0052] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。上述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0053] 以上对本申请实施例进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明仅用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。同时,本领域技术人员依据本申请的思想,基于本申请的具体实施方式及应用范围上做出的改变或变形之处,都属于本申请保护的范围。综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

100

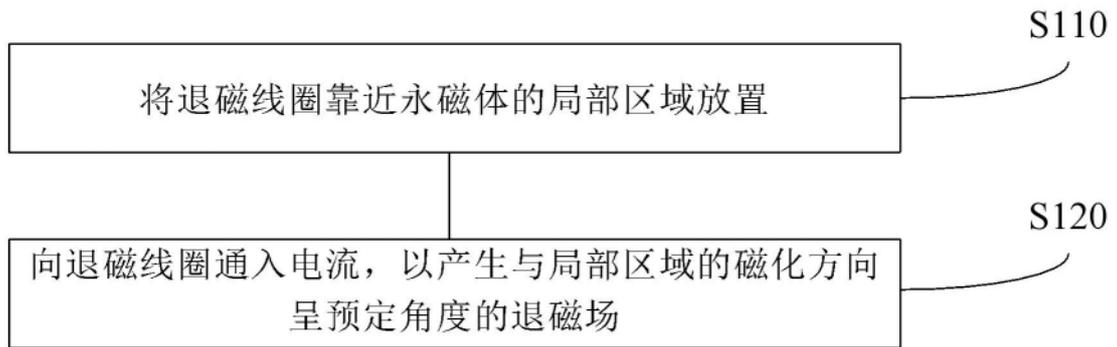


图1

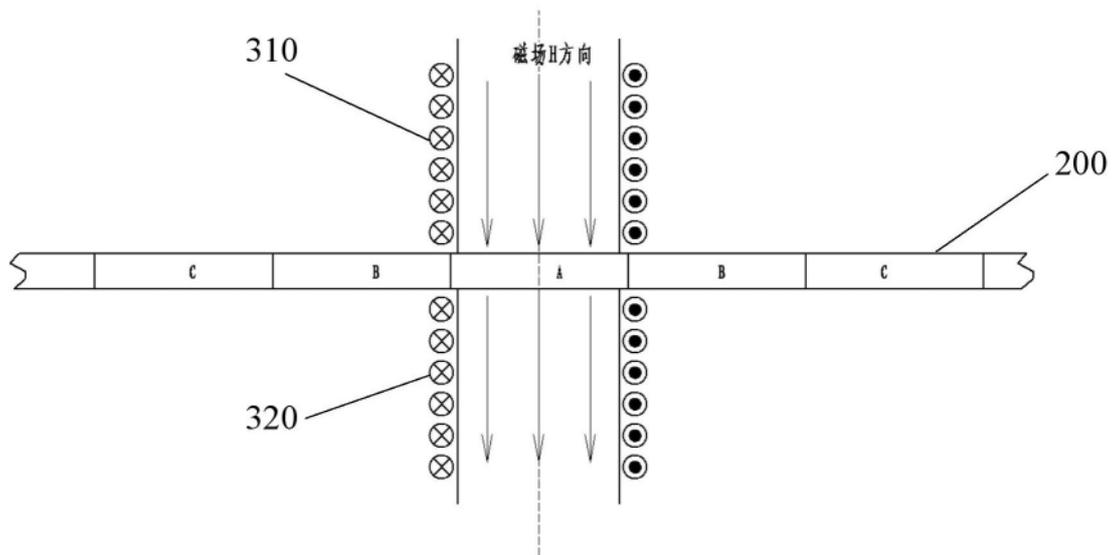


图2

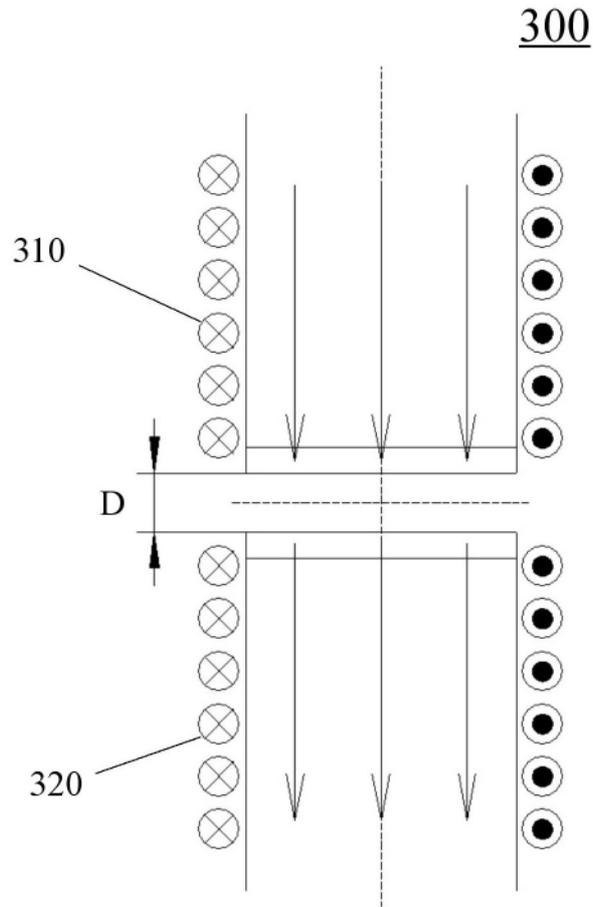


图3

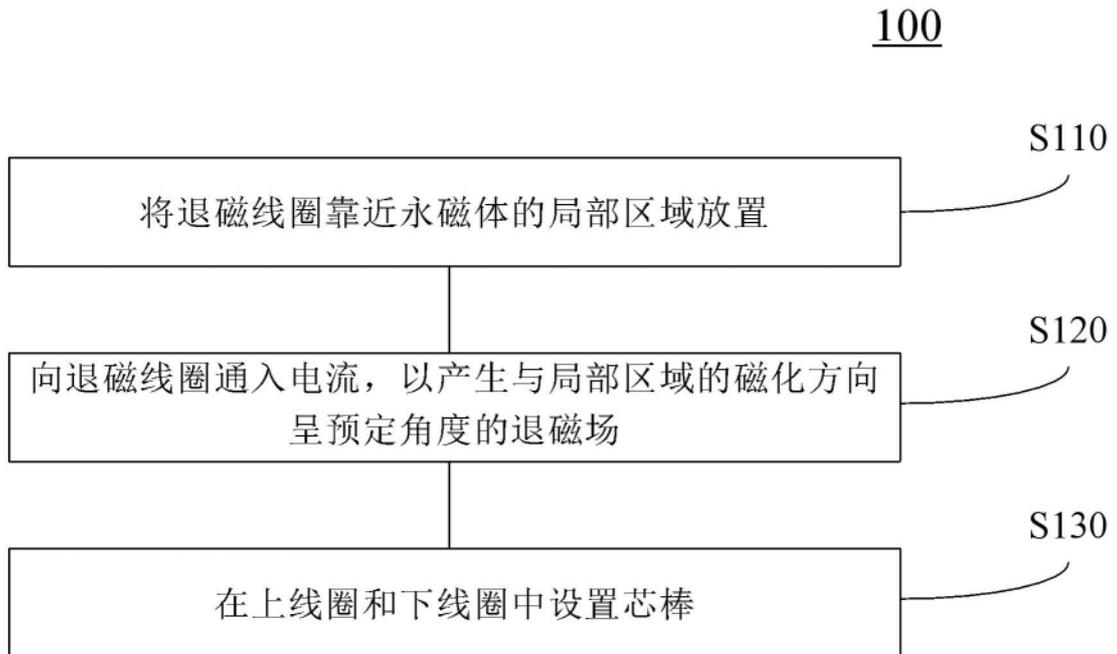


图4

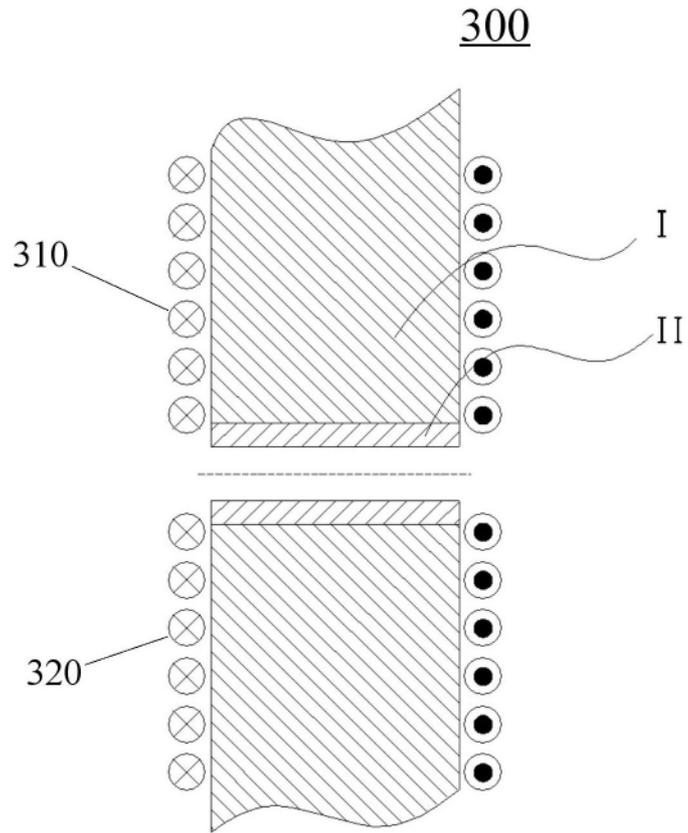


图5

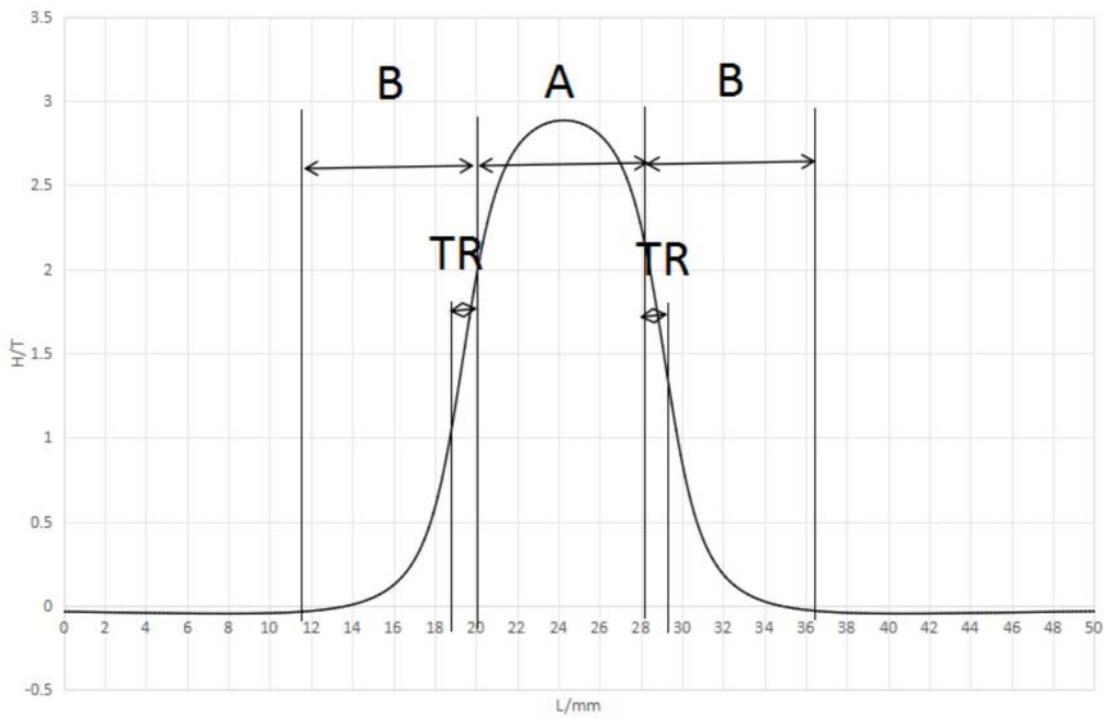


图6A

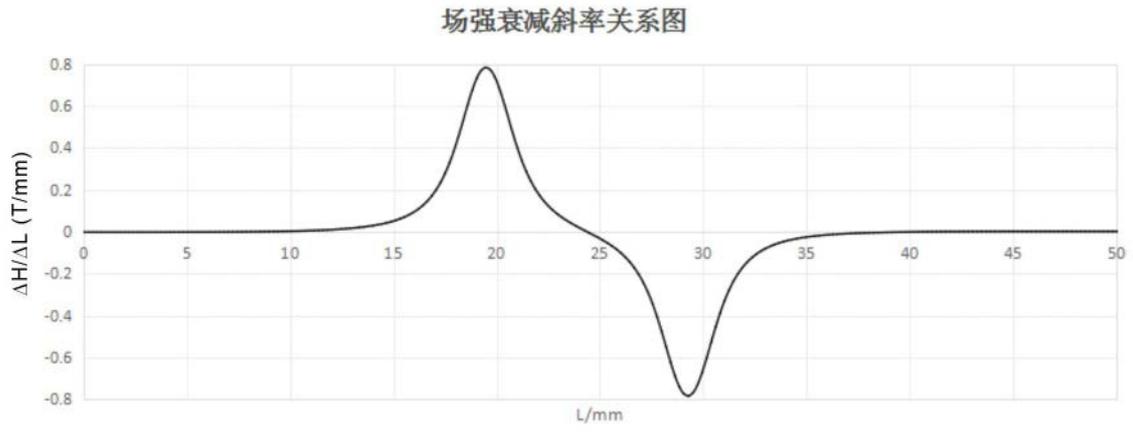


图6B

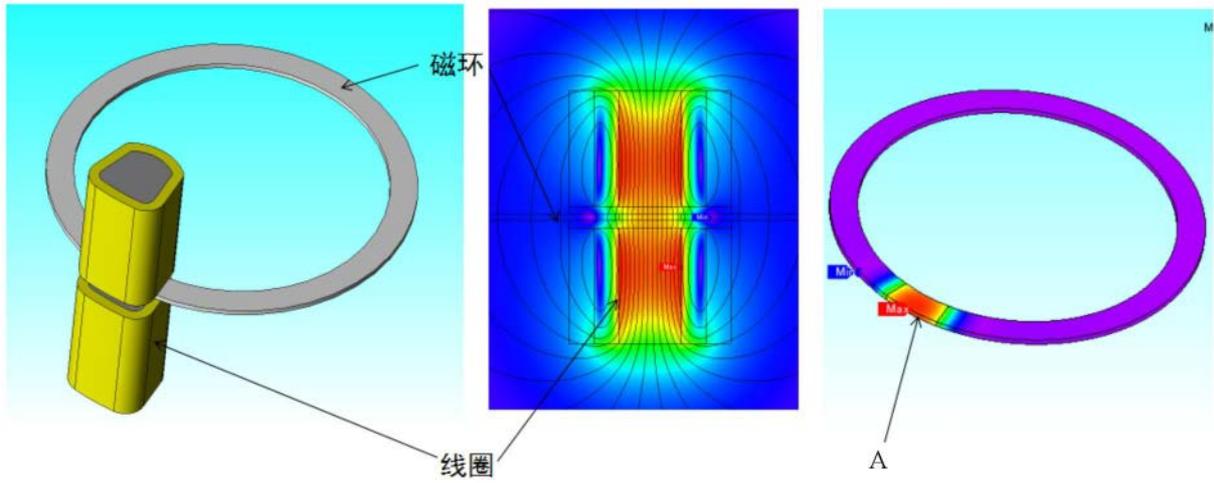


图7

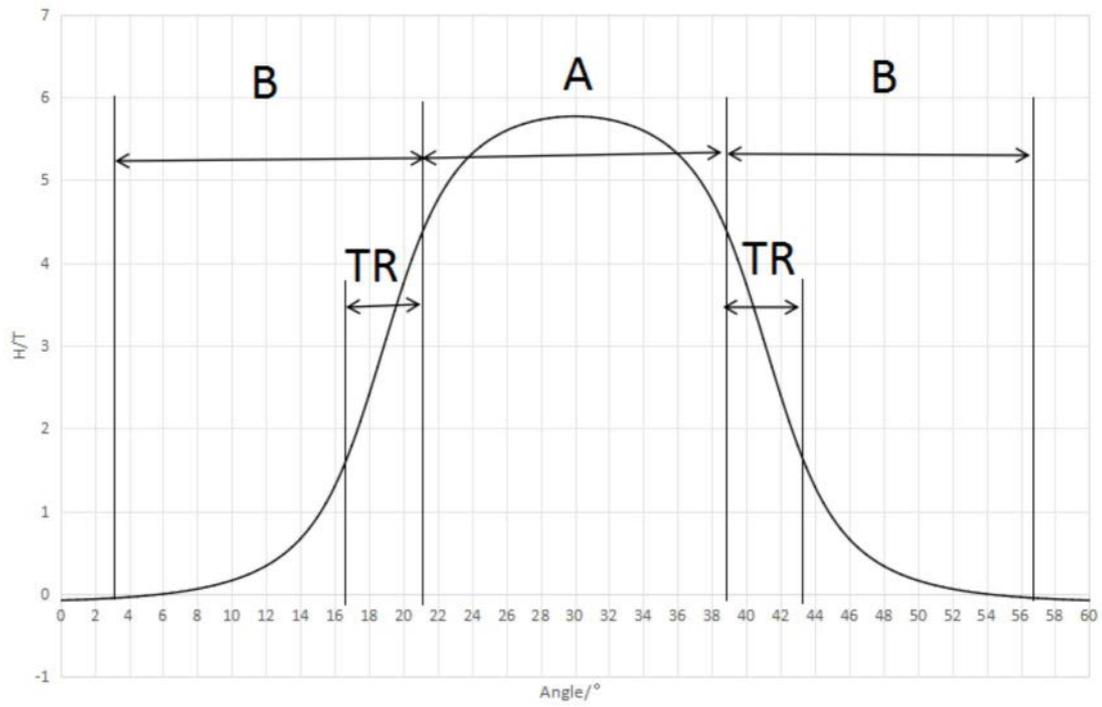


图8A

场强衰减斜率关系图

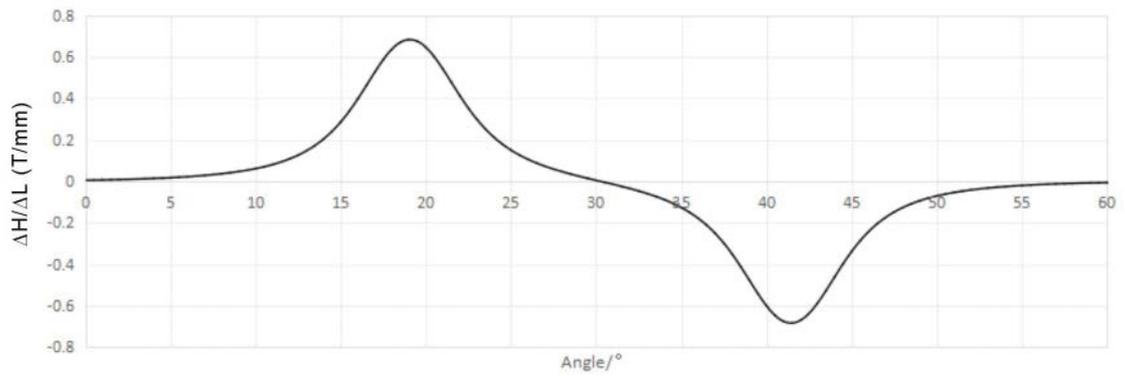


图8B