



(21) 申请号 202411418273.8

(22) 申请日 2024.10.11

(71) 申请人 四川德源管道科技股份有限公司
地址 610041 四川省成都市中国(四川)自由贸易试验区成都高新区益州大道北段777号1栋1单元18楼1801号

(72) 发明人 高斌 罗飞 姜世强 汝改革
张勇 薛淞文 马秋萍 成海军
莫梟雄 张志林 唐超

(74) 专利代理机构 北京富天文博兴知识产权代理有限公司(普通合伙) 11272
专利代理师 王晓莲

(51) Int. Cl.
G01N 27/83 (2006.01)
H01F 13/00 (2006.01)

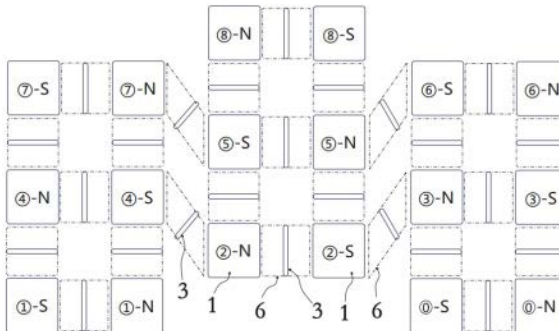
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种马赛克分布式组合区间磁化方法以及检测方法

(57) 摘要

本发明涉及铁磁性材料表面缺陷以及埋藏缺陷的检测技术,具体公开了一种马赛克分布式组合区间磁化方法以及检测方法,所述磁化方法包括:由位于轭铁两端布置且磁性相反的磁源组成的磁化模组;位于两个所述磁源之间布置的磁传感器,所述磁传感器用于检测被检测试件的磁场方向变化;将轭铁和磁源包裹以形成检测部件的非金属包裹结构,所述磁化模组分为第一磁化模块以及关于所述第一磁化模块中心对称布置的第二磁化模块。该发明解决缺陷多样化造成检测信号不准确的问题,从而保证了后续数据分析时不会发生缺陷分类以及缺陷量化,导致缺陷分类不清楚,缺陷量化不准确的问题。



1. 一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,包括:
由位于轭铁(2)两端布置且磁性相反的磁源(1)组成的磁化模组;
位于两个所述磁源(1)之间布置的磁传感器(3),所述磁传感器(3)用于检测被检测试件(5)的磁场方向变化;
将轭铁(2)和磁源(1)包裹以形成检测部件的非金属包裹结构(4);
所述磁化模组分为第一磁化模块以及关于所述第一磁化模块中心对称布置的第二磁化模块,其中:
两侧的所述第二磁化模块低于所述第一磁化模块水平面以形成凹槽型构造。
2. 根据权利要求1所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,所述磁源(1)为多边形结构、圆形结构以及弧形结构任意一种。
3. 根据权利要求1所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,所述轭铁(2)为任一弧度的板状结构。
4. 根据权利要求1所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,所述磁传感器(3)距所述检测部件的水平面保持检测间距为 L_4 。
5. 根据权利要求4所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,所述 L_4 的值与所述磁传感器(3)检测的灵敏度成反比。
6. 根据权利要求1所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,两个所述磁源(1)之间形成磁化区域(6),而所述磁传感器(3)垂直位于磁化区域(6)内,其中:
两个所述磁源(1)之间的直线距离为 L_2 ,而高度为 L_3 ,所述磁化区域(6)的面积 $S=L_2 \times L_3$ 。
7. 根据权利要求6所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,垂直于所述磁源(1)之间的所述磁传感器(3)的数量为若干个,其中:
多个所述磁传感器(3)可沿单轴线性阵列布置/沿两轴线性阵列布置,且交错布置。
8. 根据权利要求1所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,所述磁化模组至少包括三组沿所述凹槽型构造轴向线性阵列布置的磁源(1),其中:
单边轴向的三个所述磁源(1)磁性相反,以形成两个水平的磁化区域(6)和两个垂直的磁化区域(6)。
9. 根据权利要求1所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于所述第一磁化模块与所述第二磁化模块之间磁性相反的两个所述磁源(1)的磁传感器(3)也居中并垂直于磁场以形成倾斜的磁化区域(6)。
10. 根据权利要求1所述的一种马赛克分布式组合区间磁化方法,其特征在于,轴向线性阵列布置的两个相邻两排的两个磁源(1)中的四个所述磁传感器(3)型号不同。
11. 一种马赛克分布式组合区间磁化检测方法,其特征在于,基于权利要求1-10任一项所述的马赛克分布式组合区间磁化方法,所述检测方法包括以下步骤:
S01、所述被检测试件(5)通过所述磁化模组;
S02、所述磁化模组与被检测试件(5)形成一个闭合的磁回路,以形成一个稳定的磁化区域(6);
S03、所述磁传感器(3)检测位于所述被检测试件(5)上由埋藏缺陷部(51)上使其中一个磁化区域(6)内形成漏磁场;

S04、通过采集的数据创建所述被检测试件(5)的三维模型,并将所述埋藏缺陷部(51)位于所述三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) 进行显示。

12.根据权利要求11所述的一种马赛克分布式组合区间磁化检测方法,其特征在于,所述步骤S01中的所述磁化模组由多个倾斜的所述磁化区域(6)、两个水平的磁化区域(6)和两个垂直的磁化区域(6)组成区间磁化场域;

而在所述被检测试件(5)通过区间磁化场域下至少具备对所述埋藏缺陷部(51)的水平、垂直以及倾斜的检测。

13.根据权利要求11所述的一种马赛克分布式组合区间磁化检测方法,其特征在于,所述步骤S04获取的埋藏缺陷部(51)位于所述三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) 中:

所述 X_L 为埋藏缺陷部(51)的长度为 $v*t$,其中, v 为恒定移动速度, t 为消耗时间;

所述 Y_L 为埋藏缺陷部(51)的宽度;

所述 Z_L 为埋藏缺陷部(51)的高度。

14.根据权利要求13所述的一种马赛克分布式组合区间磁化检测方法,其特征在于,获取 Y_L 由多个数据组成数据集合,且数据集合中的每一个磁传感器(3)为 N ,而每一个 N 检测的埋藏缺陷部(51)宽度为 A ,连续 N 个磁传感器(3)均在埋藏缺陷部(51)检测到缺陷信号,则 $Y_L = A*N$ 。

15.根据权利要求11所述的一种马赛克分布式组合区间磁化检测方法,其特征在于,所述步骤S04获取的埋藏缺陷部(51)位于所述三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) ,包括:

S41、采用按预定窗口周期 n 连续采集埋藏缺陷部(51)宽度的连续点位坐标: $n_1(X_{L1})$ 、 $n_2(X_{L2})$ 、...、 $n_n(X_{Ln})$;

S42、对应窗口周期 n 下的连续采集点 $n_1(Y_{L1})$ 、 $n_2(Y_{L2})$ 、...、 $n_n(Y_{Ln})$;

S43、对应窗口周期 n 下 $L5$ 下的连续采集点 $n_1(Z_{L1})$ 、 $n_2(Z_{L2})$ 、...、 $n_n(Z_{Ln})$;

S44、将采集的相同周期下的 $n_n(X_{Ln})$ 、 $n_n(Y_{Ln})$ 以及 $n_n(Z_{Ln})$ 创建所述埋藏缺陷部(51)的三维形态。

16.根据权利要求15所述的一种马赛克分布式组合区间磁化检测方法,其特征在于,位于所述第一磁化模块与两个所述第二磁化模块分别形成组一和组二,所述倾斜的磁化区域(6)形成的位于组一和组二之间的组三,则对应所述埋藏缺陷部(51)的三维形态包括:

组一: $(n_n(X_{Ln}), n_n(Y_{Ln}), n_n(Z_{Ln}))^1$;

组二: $(n_n(X_{Ln}), n_n(Y_{Ln}), n_n(Z_{Ln}))^2$;

组三: $(n_n(X_{Ln}), n_n(Y_{Ln}), n_n(Z_{Ln}))^3$ 。

一种马赛克分布式组合区间磁化方法以及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铁磁性材料表面缺陷以及埋藏缺陷的检测技术,具体涉及一种马赛克分布式组合区间磁化方法以及检测方法。

背景技术

[0002] 关于管道的内、外部质量检测,常用的检测技术有漏磁(MFL)、EMAT、压电超声、电磁涡流等,应用最广泛的是漏磁检测技术,而漏磁检测技术可检测磁性材料内外缺陷,具体分为钢刷结构和磁靴结构的整体式磁化方法。该两类结构布局的弊端主要为:

1、磁化布局不同:常规漏磁技术励磁结构,常规磁化方式为整体磁化方式,具体为通过借用中心筒体、前后组钢刷与被检测试件组成较长的磁回路,将前后组钢刷之间的全管段整体磁化,磁传感器瞬时检测的有效区间为钢刷间全管段,检测整个磁化管段的缺陷。

[0003] 2、磁化回路较长:因为布局结构的不同,轴向空间需要预留安装磁传感器组件的空间,径向空间需要预留安装钢刷部件的空间,因此导致常规漏磁技术的磁化回路较长,若需将被检测试件磁化至一定磁饱和状态时,所需要的磁源的磁性强度较大。

[0004] 3、该励磁结构的磁回路单一:表现为磁感线轴向分布在材料中,能检测与磁感线方向存在较大夹角分布的周向缺陷,而针对平行于磁感线方向布置的轴向缺陷,检测灵敏度较低,甚至检测不出。

[0005] 4、设备构造布局差异较大:常规漏磁检测设备,借用中心筒体作为磁回路中的轭铁导磁部分,导致中心筒体整体带很强的磁性,中心筒体内不能放置供能单元(电池)与电子硬件等易受强磁干扰的部件。集成度偏低,多由数节产品串联组成,设备尺寸长、重量大。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种马赛克分布式组合区间磁化方法以及检测方法,用于解决上述问题。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

一种马赛克分布式组合区间磁化方法,包括:

由位于轭铁两端布置且磁性相反的磁源组成的磁化模组;

位于两个所述磁源之间布置的磁传感器,所述磁传感器用于检测被检测试件的磁场方向变化;

将轭铁和磁源包裹以形成检测部件的非金属包裹结构;

所述磁化模组分为第一磁化模块以及关于所述第一磁化模块中心对称布置的第二磁化模块,其中:

两侧的所述第二磁化模块低于所述第一磁化模块水平面以形成凹槽型构造。

[0008] 作为优选的,所述磁源为多边形结构、圆形结构以及弧形结构任意一种。

[0009] 作为优选的,所述轭铁为任一弧度的板状结构。

[0010] 作为优选的,所述磁传感器距所述检测部件的检测面保持预定间距为L4。

[0011] 作为优选的,所述 L_4 的值与所述磁传感器检测的灵敏度成反比。

[0012] 作为优选的,两个所述磁源之间形成磁化区域,而所述磁传感器垂直位于磁化区域内,其中:

两个所述磁源之间的直线距离为 L_2 ,而高度为 L_3 ,所述磁化区域的面积 $S=L_2*L_3$ 。

[0013] 作为优选的,垂直于所述磁源之间的所述磁传感器的数量为若干个,其中:

多个所述磁传感器可沿单轴线性阵列布置/沿两轴线性阵列布置,且交错布置。

[0014] 作为优选的,所述磁化模组至少包括三组沿所述凹槽型构造轴向线性阵列布置的磁源,其中:

单边轴向的三个所述磁源磁性相反,以形成两个水平的磁化区域和两个垂直的磁化区域。

[0015] 作为优选的,所述第一磁化模块与所述第二磁化模块之间磁性相反的两个所述磁源的磁传感器也居中并垂直于磁场以形成倾斜的磁化区域。

[0016] 作为优选的,轴向线性阵列布置的两个相邻两排的两个磁源中的四个所述磁传感器型号不同。

[0017] 一种马赛克分布式组合区间磁化检测方法,基于上述方案中所述的马赛克分布式组合区间磁化方法,所述检测方法包括以下步骤:

S01、所述被检测试件通过所述磁化模组;

S02、所述磁化模组与被检测试件形成一个闭合的磁回路,以形成一个稳定的磁化区域;

S03、所述磁传感器检测位于所述被检测试件上由埋藏缺陷部上使其中一个磁化区域内形成漏磁场;

S04、通过采集的数据创建所述被检测试件的三维模型,并将所述埋藏缺陷部位于所述三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) 进行显示。

[0018] 作为优选的,所述步骤S01中的所述磁化模组由多个倾斜的所述磁化区域、两个水平的磁化区域和两个垂直的磁化区域组成区间磁化场域;

而在所述被检测试件通过区间磁化场域下至少具备对所述埋藏缺陷部的水平、垂直以及倾斜的检测。

[0019] 作为优选的,所述步骤S04获取的埋藏缺陷部位于所述三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) 中:

X_L 为埋藏缺陷部的长度为 $v*t$,其中, v 为恒定移动速度, t 为消耗时间;

Y_L 为埋藏缺陷部的宽度;

Z_L 为埋藏缺陷部的高度。

[0020] 作为优选的,获取 Y_L 由多个数据组成数据集合,且数据集合中的每一个磁传感器为 N ,而每一个 N 检测的埋藏缺陷部宽度为 A ,连续 N 个磁传感器均在埋藏缺陷部检测到缺陷信号,则 $Y_L=A*N$ 。

[0021] 作为优选的,所述步骤S04获取的埋藏缺陷部位于所述三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) ,包括:

S41、采用按预定窗口周期 n 连续采集埋藏缺陷部宽度的连续点位坐标: $n_1(X_{L1})$ 、 $n_2(X_{L2})$ 、...、 $n_n(X_{Ln})$;

S42、对应窗口周期 n 下的连续采集点 $n_1(Y_{L1})$ 、 $n_2(Y_{L2})$ 、...、 $n_n(Y_{LN})$ ；

S43、对应窗口周期 n 下 $L5$ 下的连续采集点 $n_1(Z_{L1})$ 、 $n_2(Z_{L2})$ 、...、 $n_n(Z_{LN})$ ；

S44、将采集的相同周期下的 $n_n(X_{LN})$ 、 $n_n(Y_{LN})$ 以及 $n_n(Z_{LN})$ 创建所述埋藏缺陷部的三维形态。

[0022] 作为优选的,位于所述第一磁化模块与两个所述第二磁化模块分别形成组一和组二,所述倾斜的磁化区域形成的位于组一和组二之间的组三,则对应所述埋藏缺陷部(51)的三维形态包括:

组一: $(n_n(X_{LN}), n_n(Y_{LN}), n_n(Z_{LN}))^1$;

组二: $(n_n(X_{LN}), n_n(Y_{LN}), n_n(Z_{LN}))^2$;

组三: $(n_n(X_{LN}), n_n(Y_{LN}), n_n(Z_{LN}))^3$ 。

[0023] 在上述技术方案中,本发明提供的一种马赛克分布式组合区间磁化方法以及检测方法,具备以下有益效果:

1、单个励磁结构所形成的稳定磁化区域较小, $L2$ 与 $L3$ 的尺寸均较小,该稳定磁化区域的面积不到常规漏磁检测装置磁化面积的10%。单个灌封后的磁传感器瞬时检测的区域为稳定磁化区域,避免大范围磁化区域内缺陷多样化(多种缺陷以及多个缺陷)因素带来的叠加影响,进而影响后续数据分析时的缺陷分类以及缺陷量化,导致缺陷分类不清楚,缺陷量化不准确。

[0024] 2、因为单个检测部件的非金属包裹结构贴合在被检测试件上时,非金属包裹结构内灌封的励磁结构距离被检测试件较近,空气磁阻较小,因此本申请专利形成的磁化回路中的 $L1$ 较小。而磁化回路中的尺寸参数 $L2$ 也远小于常规漏磁检测装置中两钢刷之间的距离,所以本申请专利形成的稳定闭合磁回路长度远小于常规漏磁检测装置所形成的磁回路长度,本申请专利的磁回路长度小于常规漏磁检测装置磁回路长度的10%。

[0025] 3、在磁源强度相同的前提下,本申请专利的结构会在被检测试件材料内形成更强的磁化强度,磁化强度的提高不但满足小壁厚被检测试件磁化程度的要求,也能满足大壁厚被检测试件的磁化需求。

[0026] 4、在被检测铁磁性材料内相同磁化强度条件下,本申请专利结构所需的磁源所具有的磁性较低,使得单个检测部件的非金属包裹结构与被检测试件之间的吸附力降低。检测时,单个检测部件的非金属包裹结构与被检测试件之间发生相对运动,非金属包裹结构与被检测试件之间的摩擦力降低,进而降低非金属包裹结构灌封材料的耐磨需求。

[0027] 5、因为常规漏磁检测装置,借用中心筒体作为磁回路中的轭铁导磁部分,导致中心筒体整体带很强的磁性,中心筒体内不能放置供能单元(电池)与电子硬件等易受强磁干扰的部件。而本申请专利的磁回路较短,被检测试件相同磁化强度要求下,单个非金属包裹结构内的磁源所具有的磁性较低;再者建立磁回路时,未借用中心筒体作为磁回路的一部分,且单个检测部件的非金属包裹结构与中心筒体距离较远,使得中心筒体完全不带磁性,进而基于本申请专利马赛克分布式组合区间磁化方法设计的检测装置中心筒体内部完全可以正常放置供能单元(电池)与电子硬件等易受强磁干扰的部件。

[0028] 6、在有限空间下,可以阵列更多的检测单元。同种规格型号的检测,检测单元数量提高约70%左右,提高检测分辨率,有利于缺陷成像,直观反映出检测缺陷的形貌特征。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1为本发明实施例提供的单个检测部件磁回路示意图;

图2为本发明实施例提供的图1的仰视图;

图3为本发明实施例提供的马赛克组合区间磁化布局示意图;

图4为本发明实施例提供的图1中缺陷部位局部放大示意图;

图5为本发明实施例提供的图2基础上稳定磁化区域示意图;

图6为本发明实施例提供的不同L4值检测数据的信号图;

图7为本发明实施例提供的磁传感器布置A和B示意图;

图8为本发明实施例提供的两组合区间磁化布局示意图。

[0031] 附图标记说明:

1-磁源、2-轭铁、3-磁传感器、4-非金属包裹结构、5-被检测试件、51-埋藏缺陷部、511-水平方向缺陷、512-倾斜缺陷、513-竖直方向缺陷、6-磁化区域。

具体实施方式

[0032] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面将结合附图对本发明作进一步的详细介绍。

实施例一

[0033] 如图1所示,一种马赛克分布式组合区间磁化方法,包括:由位于轭铁2两端布置且磁性相反的磁源1组成的磁化模组,磁化模组用于检测被检测试件5的端面;

位于两个磁源1之间布置的磁传感器3,磁传感器3用于检测被检测试件5的磁场方向变化;

将轭铁2和磁源1包裹以形成检测部件的非金属包裹结构4。

[0034] 具体的,实施例中的非金属包裹结构4为具有高弹性、高耐磨性的高分子材料(聚氨酯)在模具中灌封形成,如大平板形式、圆弧形式等。

[0035] 磁源1:为永磁体或者磁化线圈以及其他能产生磁的器件。且磁源1为多边形结构、圆形结构以及弧形结构任意一种。

[0036] 需要说的是,轭铁2为任一弧度的板状结构,且外侧弧顶相对磁源1一侧布置。实施例中的两个磁源1的磁性强度相同,磁性相反,几何尺寸大小相同,则两个磁源1之间形成如图2所示的区间稳定磁化的结构,即磁化区域6(图5所示)。

[0037] 常规漏磁检测装置,借用中心筒体作为磁回路中的轭铁2部分,导致中心筒体整体带很强的磁性,中心筒体内不能放置供能单元(电池)与电子硬件等易受强磁干扰的部件。而本实例的磁回路较短,被检测试件5相同磁化强度要求下,单个非金属包裹结构4内的磁源1所具有的磁性较低;再者建立磁回路时,未借用中心筒体作为磁回路的一部分,且单个检测部件的非金属包裹结构4与中心筒体距离较远。

[0038] 并且在有限空间下,可以阵列更多的检测单元。同种规格型号的检测,检测单元数量提高约70%左右,提高检测分辨率,有利于缺陷成像,直观反映出检测缺陷的形貌特征。

实施例二

[0039] 图1所示单个检测部件全部由具有高弹性、高耐磨性的高分子材料在模具中灌封形成。将小尺寸励磁结构灌封进非金属包裹结构4内,高分子灌封材料完全包裹该部分的励磁结构。磁源1分别布局在轭铁2的两端,两个磁源1形成的磁场南北极分别相反,磁传感器3布置在两磁源1的中间位置,且磁传感器3完全包裹于高分子灌封材料内,磁传感器3与非金属包裹结构4的外表面之间存在一定的距离 L_4 ,该距离 L_4 的大小根据磁传感器3的检测性能以及磁化强度等参数而定。即:结合图1所示,磁传感器3距检测部件的检测面保持预定间距为 L_4 。且 L_4 的值与磁传感器3检测的灵敏度呈反比。

[0040] 如图3示,在相同励磁结构形成相同磁回路的前提下,可以按照不同的磁传感器3,不同类型的磁传感器3其有效检测提离范围(即距离 L_4)不同,该距离 L_4 的大小根据不同类型的磁传感器3的有效检测提离范围值而定。故当磁传感器3的有效检测提离 L_4 越小(图6中的A),磁传感器3越靠近被检测试件5,该位置的漏磁场强度越大,检测信号越强。当磁传感器3的有效检测提离 L_4 越大(图6中的B),磁传感器3越远离被检测试件5,该位置的漏磁场强度越小,检测信号越弱。

[0041] 需要注意的是,当被检测试件5的材质不同时,会造成被检测试件5内形成的磁化强度也不同,此时可以选择不同类型的磁传感器3或者改变磁传感器3的检测提离 L_4 也就可以保证调整磁传感器3所测信号的强度,以达到最优检测效果。如当被检测试件5内形成的磁化强度弱时,采用灵敏度更高的磁传感器3或者降低距离 L_4 的尺寸,可以使得磁传感器3采集到更优的检测数据,有利于后续的数据分析。

[0042] 当被检测试件5中存在埋藏缺陷部51时(如图4示),此时会在被检测试件5的表面形成漏磁场,见图中虚线所示。当被检测试件5的材质确定、励磁结构确定、缺陷尺寸确定后,缺陷处形成的漏磁场强度确定,越靠近被检测试件5的表面,漏磁场强度越大,越容易被磁传感器3检测出该处的漏磁场信息。材质确定,励磁结构确定,当缺陷尺寸越大时,漏磁场强度越大,越容易被磁传感器3检测出该处的漏磁场信息,即:

1)、当磁传感器3与被检测试件5之间的距离 L_4 确定时,通过小尺寸缺陷时,漏磁场较小,若此时的磁传感器3的检测灵敏度较小时,漏磁场强度低于磁传感器3的检测阈值,此时磁传感器3便检测不出该处的小尺寸缺陷。若更换为检测灵敏度高的磁传感器3,漏磁场强度达到磁传感器3的检测阈值,即可检测出小尺寸缺陷。

[0043] 2)、当磁传感器3检测灵敏度确定时,减小 L_4 尺寸:当小尺寸缺陷时,因为 L_4 的减小,便不会漏检该处小尺寸缺陷;大尺寸缺陷时,因为 L_4 减小,磁传感器3放置在漏磁场强度更大的区域,漏磁场强度范围处于磁传感器3的最优检测量程范围内。此时磁传感器3检测到的信号更大,采集到更优的检测数据,有利于后续的数据分析。

[0044] 3)、当采用8mm厚的45钢板材,励磁结构一样,磁传感器3灵敏度一样,调整 L_4 的距离数值,检测同一缺陷,测得两组数据,数据信号见下图6示:图中A的 L_4 值比B的 L_4 值小1mm,缺陷信号幅值很明显提升。

实施例三

[0045] 两个磁源1之间形成磁化区域6,而磁传感器3垂直位于磁化区域6内,其中:

两个磁源1之间的直线距离为 L_2 ,而高度为 L_3 ,则形成的稳定的磁化区域6的面积 $S=L_2*L_3$ 。

[0046] 进一步地,垂直于磁源1之间的磁传感器3的数量为若干个,其中:

多个磁传感器3可沿一轴线线性阵列布置(图7中的A)/沿两轴线线性阵列布置,且交错布置(图7中的B)。

[0047] 磁化模组分为第一磁化模块以及关于第一磁化模块中心对称布置的第二磁化模块,其中:

两侧的第二磁化模块低于第一磁化模块水平面以形成凹槽型构造。

[0048] 更为进一步的,磁化模组至少包括三组沿凹槽型构造轴向线性阵列布置的磁源1,其中:

参考图3以及图8所示,单边轴向的三个磁源1磁性相反,以形成两个水平的磁化区域6和两个垂直的磁化区域6。其次,第一磁化模块与第二磁化模块之间磁性相反的两个磁源1的磁传感器3也居中并垂直于磁场以形成倾斜的磁化区域6。

[0049] 实际中,当缺陷方向同磁感线方向平行时,形成的漏磁场最小,微乎其微,缺陷方向同磁感线方向垂直时,形成的漏磁场强度最大。针对同一缺陷,缺陷方向与磁感线方向会形成夹角,需要说明的是,上述的夹角值为 $0^{\circ} \rightarrow 90^{\circ}$,形成的漏磁场强度逐渐增大, 0° 最小, 90° 最大(图4所示中埋藏缺陷部51的漏磁场方向,即虚线的V型凸起)。

[0050] 所以只存在单一方向的磁化区域6,肯定会对同磁场方向平行的缺陷形成漏检结果,当布局两个相互垂直的磁化区域6,任意角度的缺陷与磁感线的夹角在 45° 至 90° 之间,即倾斜缺陷512(图8),至少会在其中一个磁化区域6内形成漏磁场,不至于漏检该缺陷。

[0051] 再者,轴向线性阵列布置的两个相邻两排的两个磁源1中的四个磁传感器3型号不同。通过不同的磁传感器3从而配合由两个相邻两排的两个磁源1组成的磁化区域6形成不同的检测,即位于同一水面的多个磁传感器3通过对位于同一水面的多个磁化区域6内的漏磁场检测,取平均值,从而保证检测的漏磁场得出的倾斜缺陷512轮廓数据更加真实。

[0052] 如图2示,该图表示单个检测部件的示意图,当将单个检测部件做多组交错布展开布置,单个检测部件分别布局一个N极,一个S极,可N极在前,S极在后,亦可S极在前,N极在后;相邻单个检测部件的磁源1极性布置可以相同,亦可相反,也可根据需求做整体式组合布置。即形成如图3所示的马赛克分布式组合区间磁化布局,参考图3所示:

1、①-S、①-N、②-N、②-S、③-N、③-S等均为阵列布置的各个磁源1,各磁源1之间均形成各自的磁化区域6,在各自形成的磁化区域6中间布置磁传感器3,磁传感器3垂直于各磁化区域6内形成的磁感线,磁传感器3可单排紧密布置,双排交错布置,也可根据实际检测需求做弧形布置。

[0053] 2、②-N、②-S、⑤-S、⑤-N,分别在N-S之间形成四个磁化区域6,具体详情包括:

②-N与②-S,⑤-S与⑤-N分别形成两个水平布置的磁化区域6,该水平布置的磁化区域6对竖直分布缺陷检测灵敏度较高,而对水平分布的缺陷检测灵敏度低。

[0054] ②-N与⑤-S,②-S与⑤-N分别形成两个竖直布置的磁化区域6,该竖直布置的磁化区域6对水平分布缺陷检测灵敏度较高,而对竖直分布的缺陷检测灵敏度低。

[0055] 上述两个水平布置的磁化区域6与两个竖直布置的磁化区域6分布式组合到一起,对任意角度分布的缺陷均有较高的检测灵敏度。

[0056] 3、②-N、②-S、③-N、④-S、⑤-S、⑤-N、⑥-S、⑦-N,分别在N-S之间形成四个倾斜分布的磁化区域6,具体详情包括:

②-N与④-S,⑤-S与⑦-N分别形成两个左上(倾斜)分布的磁化区域6,该左上分布的磁化区域6对右上分布缺陷检测灵敏度较高,而对左上分布的缺陷检测灵敏度低;

②-S与③-N,⑤-N与⑥-S分别形成两个右上(倾斜)分布的磁化区域6,该右上分布的磁化区域6对左上分布缺陷检测灵敏度较高,而对右上分布的缺陷检测灵敏度低;

上述两个左上(倾斜)分布的磁化区域6与两个右上(倾斜)分布的磁化区域6分布式组合到一起,对任意角度分布的缺陷均有较高的检测灵敏度。

[0057] 综上所述,该实施例利用组合分析是来实现对被检测试件5缺陷实现量化精度的。当布局四个方向的磁化区域6时,使得任意方向的缺陷与磁感线夹角在 67.5° 至 90° 之间,四个方向磁化区域6中至少有一个形成更强的漏磁场,检测到更强的缺陷信号,提高缺陷的量化精度。同一缺陷在四个方向磁化区域6均会形成不同强度的漏磁场,检测到四个种不同强度的缺陷型号,配合着四个方向磁化区域6的平面布局,综合分析,可以得到缺陷与四个方向磁化区域6方向之间的夹角,能准确知道缺陷的平面走向。

[0058] 也可根据实际需求,在水平、垂直的两个方向磁化区域6应当布置灵敏度高的磁传感器3,主要用于检测量化缺陷的尺寸,另两个方向斜向布局的磁化区域6应当布置对方向性更敏感的磁敏传感器,用于测量缺陷的方向参数。这样两类数据组合分析,既可以得到更准确的量化精度,也可以得到更准确的缺陷走向。

实施例四

[0059] 基于实施例一和实施例二,对低压低流速管道、含内涂层管道实现内检测的组合区间磁化检测方法,检测方法包括以下步骤:

S01、被检测试件5通过磁化模组;

S02、磁化模组与被检测试件5形成一个闭合的磁回路,以形成一个稳定的磁化区域6;

S03、磁传感器3检测位于被检测试件5上由埋藏缺陷部51上使其中一个磁化区域6内形成漏磁场;

S04、通过采集的数据创建被检测试件5的三维模型,并将埋藏缺陷部51位于三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) 进行显示。

[0060] 进一步的,步骤S01中的磁化模组由多个倾斜的磁化区域6、两个水平的磁化区域6和两个垂直的磁化区域6组成区间磁化场域;

而在被检测试件5通过区间磁化场域下至少具备对埋藏缺陷部51的水平、垂直以及倾斜的检测。

[0061] 更为进一步的,步骤S04获取的埋藏缺陷部51位于三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) 中:

X_L 为埋藏缺陷部51的长度为 $v*t$,其中, v 为恒定移动速度, t 为消耗时间;

Y_L 为埋藏缺陷部51的宽度;

Z_L 为埋藏缺陷部51的高度。

[0062] 具体来说, X_L 为移动状态下被检测试件5中埋藏缺陷部51被磁传感器3检测的起始数值和终止数值。起始数值即埋藏缺陷部51位于被检测试件5总长被检测的第一个点的数据值,以便于定位到埋藏缺陷部51位于被检测试件5的哪一段;

结合图8可知,这里的多个倾斜的磁化区域6、两个水平的磁化区域6和两个垂直的

磁化区域6组成区间磁化场域对 Y_L 和 Z_L ,以获取检测埋藏缺陷部51深度和埋藏缺陷部51宽度。从而实现对任意方向缺陷均有较好的检出率,不会存在漏检。

[0063] 需要说明的是,获取 Y_L 由多个数据组成数据集合,且数据集合中的每一个磁传感器3为N,而每一个N检测的埋藏缺陷部51宽度为A,连续N个磁传感器3均在埋藏缺陷部51检测到缺陷信号,则 $Y_L=A*N$ 。即因为本实施例中的四类磁化区域6分别放置不同的磁传感器3,从而实现可以着重检测不同的缺陷特征,且实施例中的两个磁源1之间的磁传感器3布局数量可以是图7所示的A或图7所示的B,所以检测过程中的实际 Y_L 应当是 $A*N$ 的值。

[0064] 而步骤S04获取的埋藏缺陷部51位于三维模型中的坐标 (X_L, Y_L, Z_L) ,包括:

S41、采用按预定窗口周期n连续采集埋藏缺陷部51宽度的连续点位坐标: $n_1(X_{L1})$ 、 $n_2(X_{L2})$ 、...、 $n_n(X_{LN})$;

S42、对应窗口周期n下的连续采集点 $n_1(Y_{L1})$ 、 $n_2(Y_{L2})$ 、...、 $n_n(Y_{LN})$;

S43、对应窗口周期n下L5下的连续采集点 $n_1(Z_{L1})$ 、 $n_2(Z_{L2})$ 、...、 $n_n(Z_{LN})$;

S44、将采集的相同周期下的 $n_n(X_{LN})$ 、 $n_n(Y_{LN})$ 以及 $n_n(Z_{LN})$ 创建埋藏缺陷部51的三维形态。

[0065] 需要注意的是,位于第一磁化模块与两个第二磁化模块分别形成组一和组二,倾斜的磁化区域6形成的位于组一和组二之间的组三,则对应埋藏缺陷部51的三维形态包括:

组一: $(n_n(X_{LN}), n_n(Y_{LN}), n_n(Z_{LN}))^1$;

组二: $(n_n(X_{LN}), n_n(Y_{LN}), n_n(Z_{LN}))^2$;

组三: $(n_n(X_{LN}), n_n(Y_{LN}), n_n(Z_{LN}))^3$ 。

[0066] 具体的,通过连续窗口期的点位采集,将组一、组二和组三为第一个点位的平面数据,将连续个点位数据的平面数据进行连线,从而形成三维形态,通过组合磁化检测从而同时获取管道内的水平方向缺陷511、倾斜缺陷512和竖直方向缺陷513。

[0067] 以上只通过说明的方式描述了本发明的某些示范性实施例,毋庸置疑,对于本领域的普通技术人员,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以用各种不同的方式对所描述的实施例进行修正。因此,上述附图和描述在本质上是说明性的,不应理解为对本发明权利要求保护范围的限制。

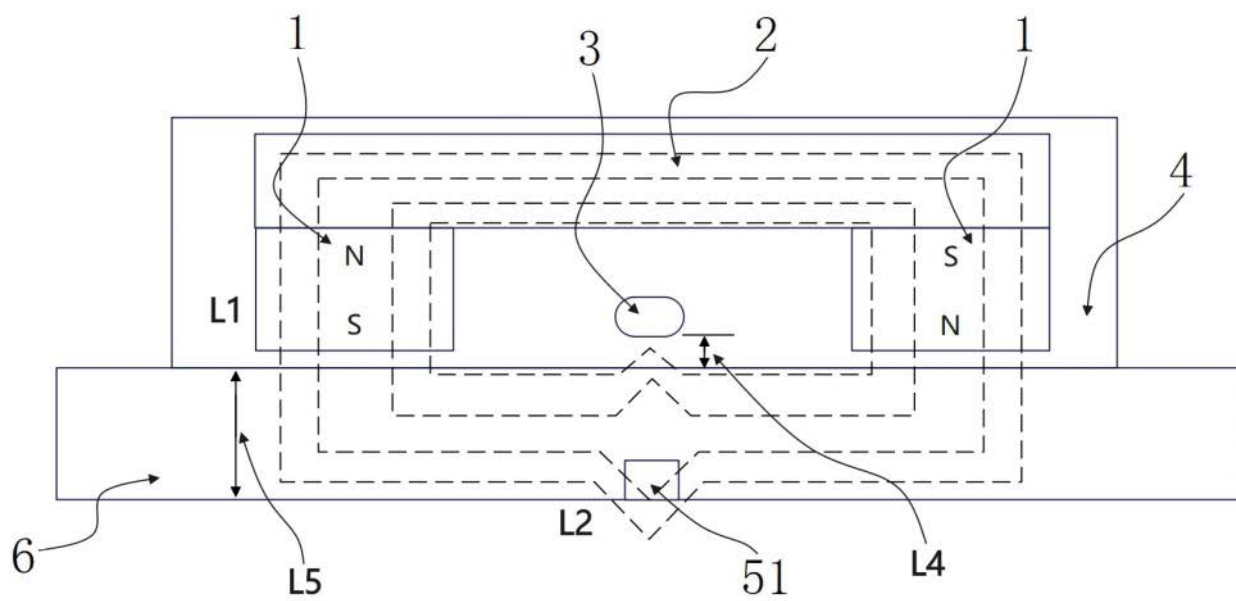


图 1

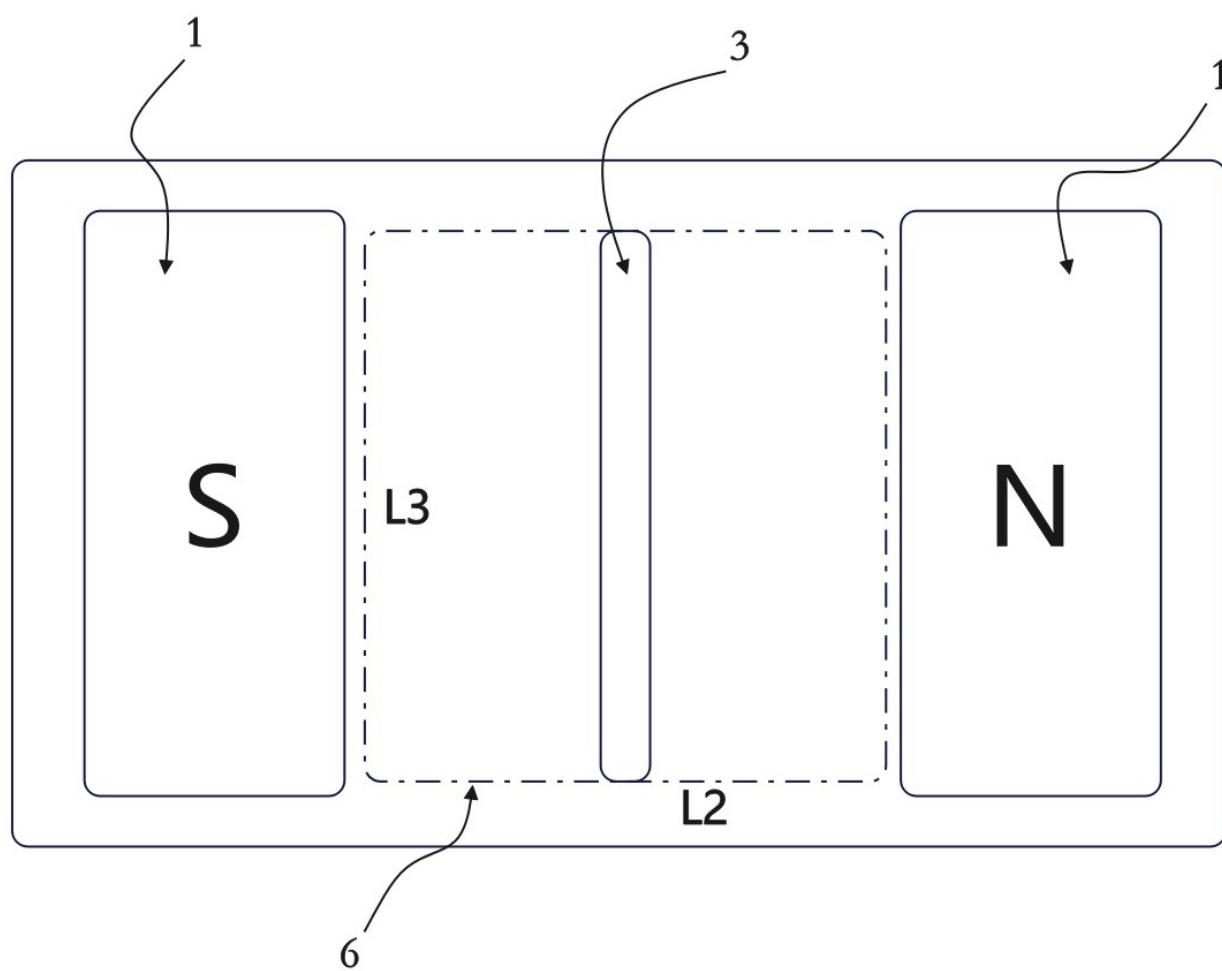


图 2

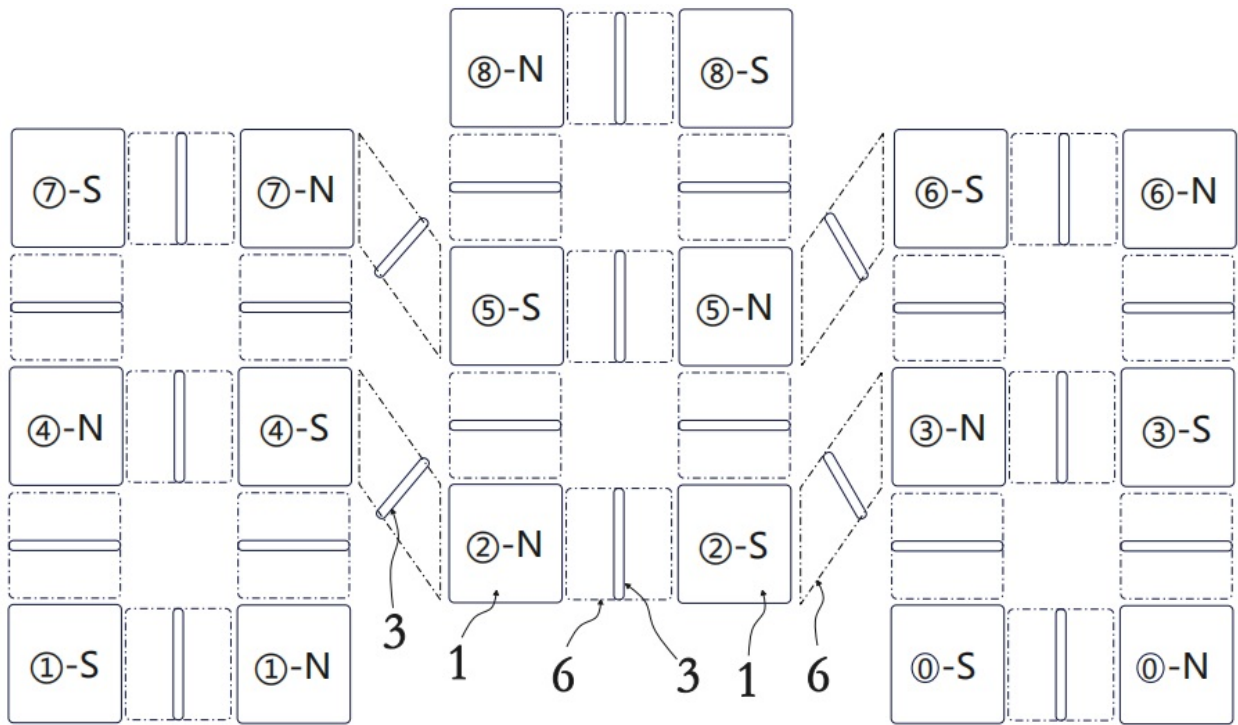


图 3

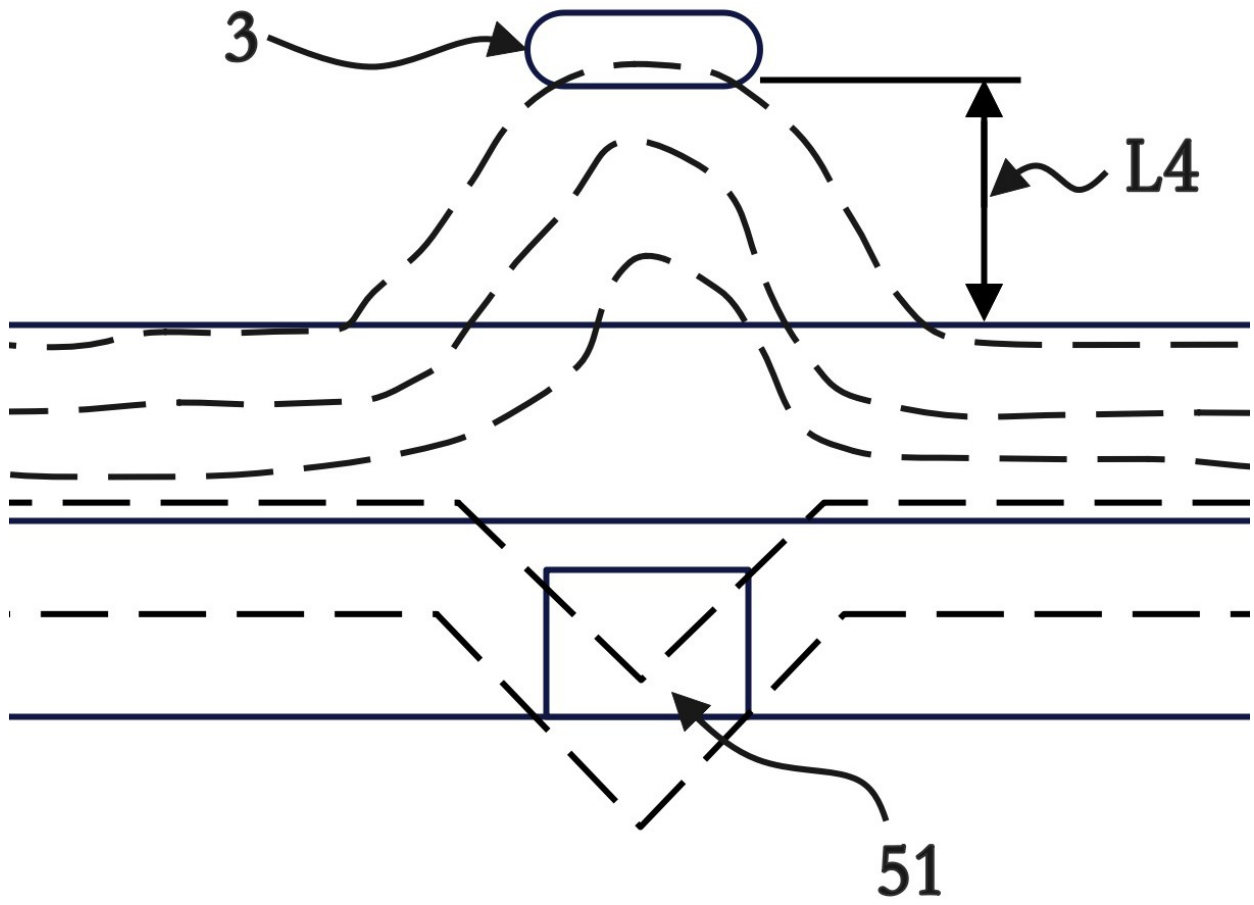


图 4

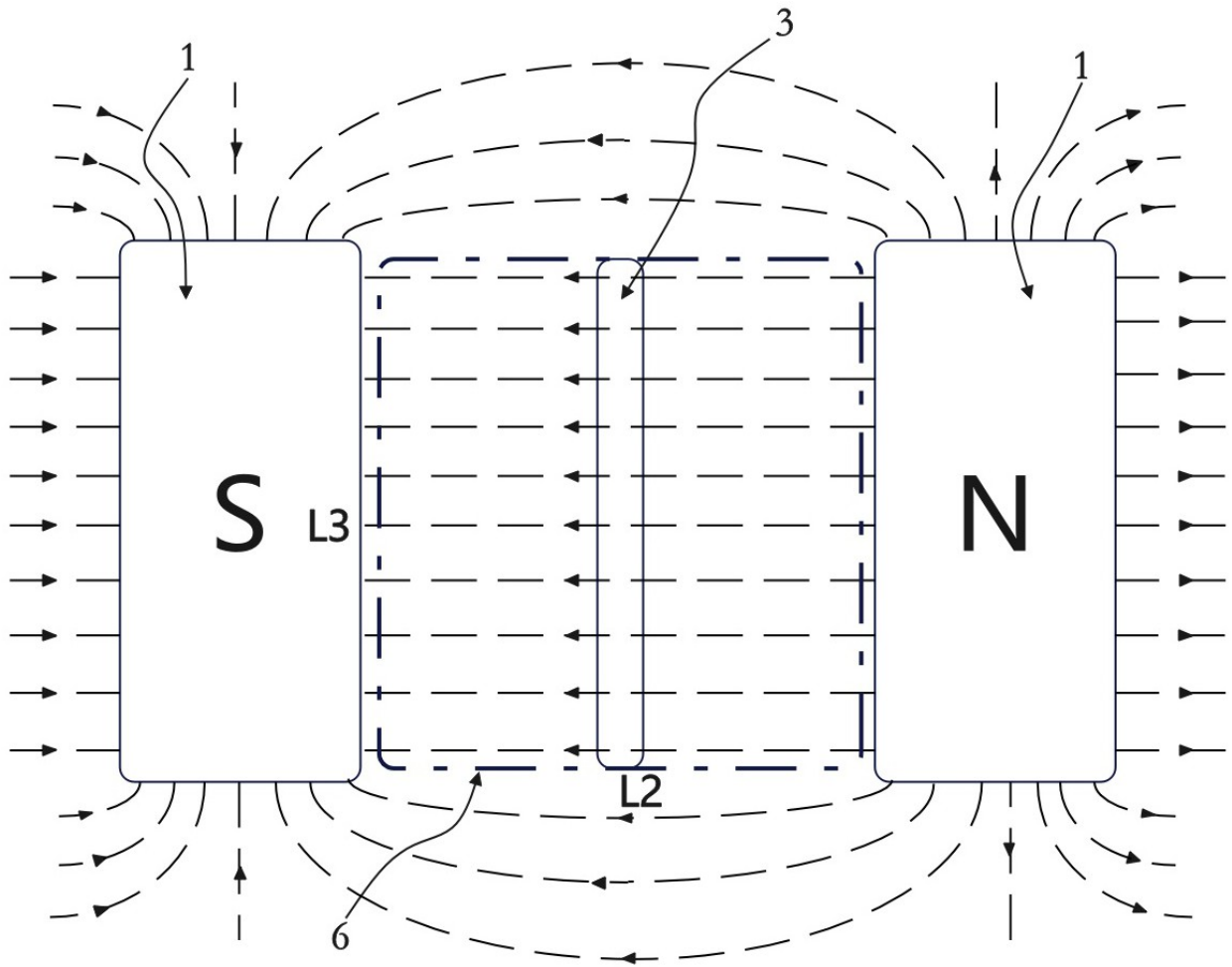


图 5

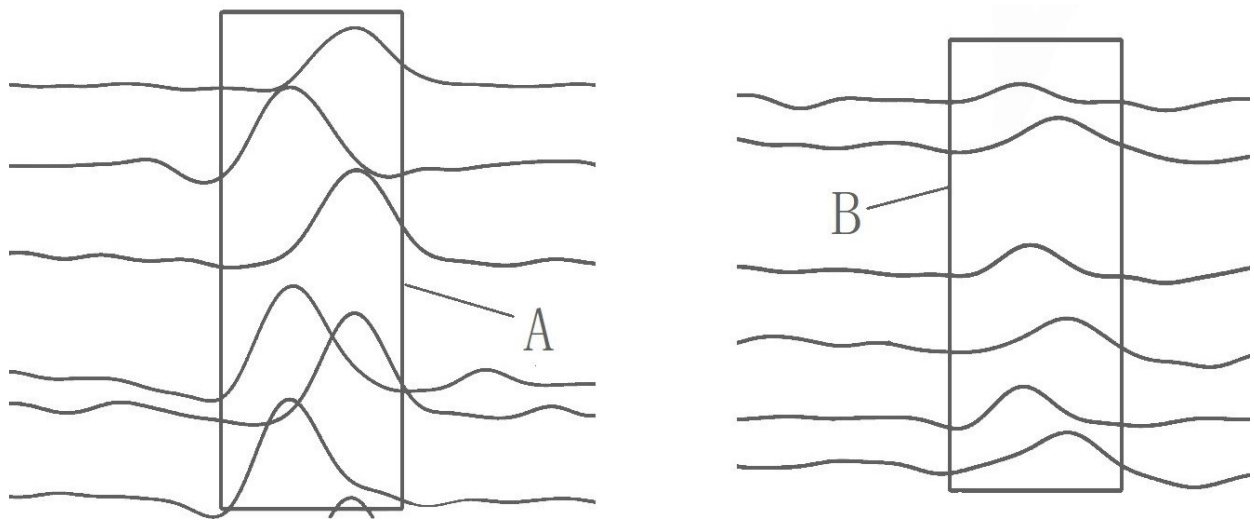


图 6

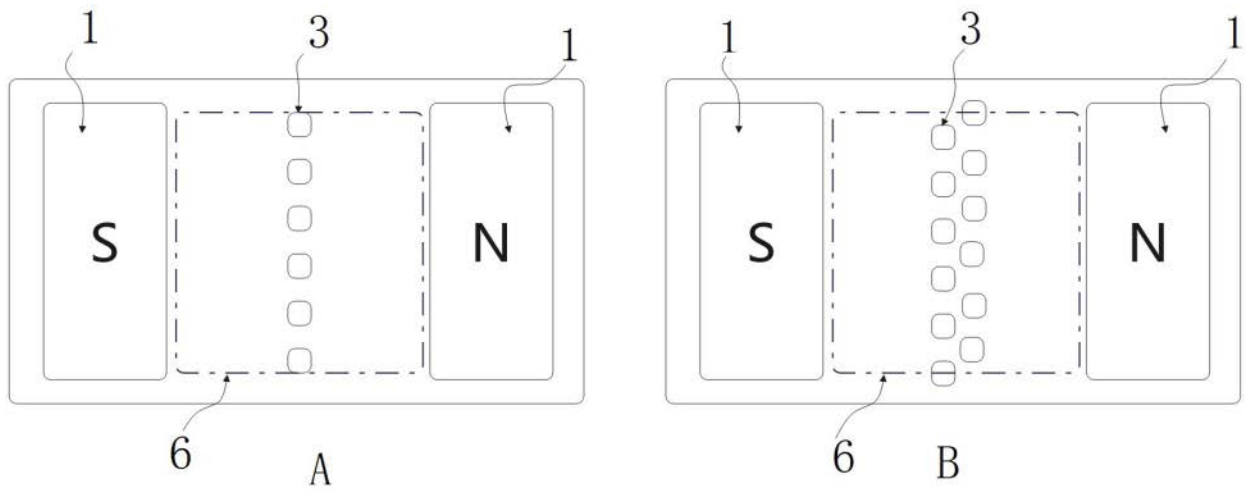


图 7

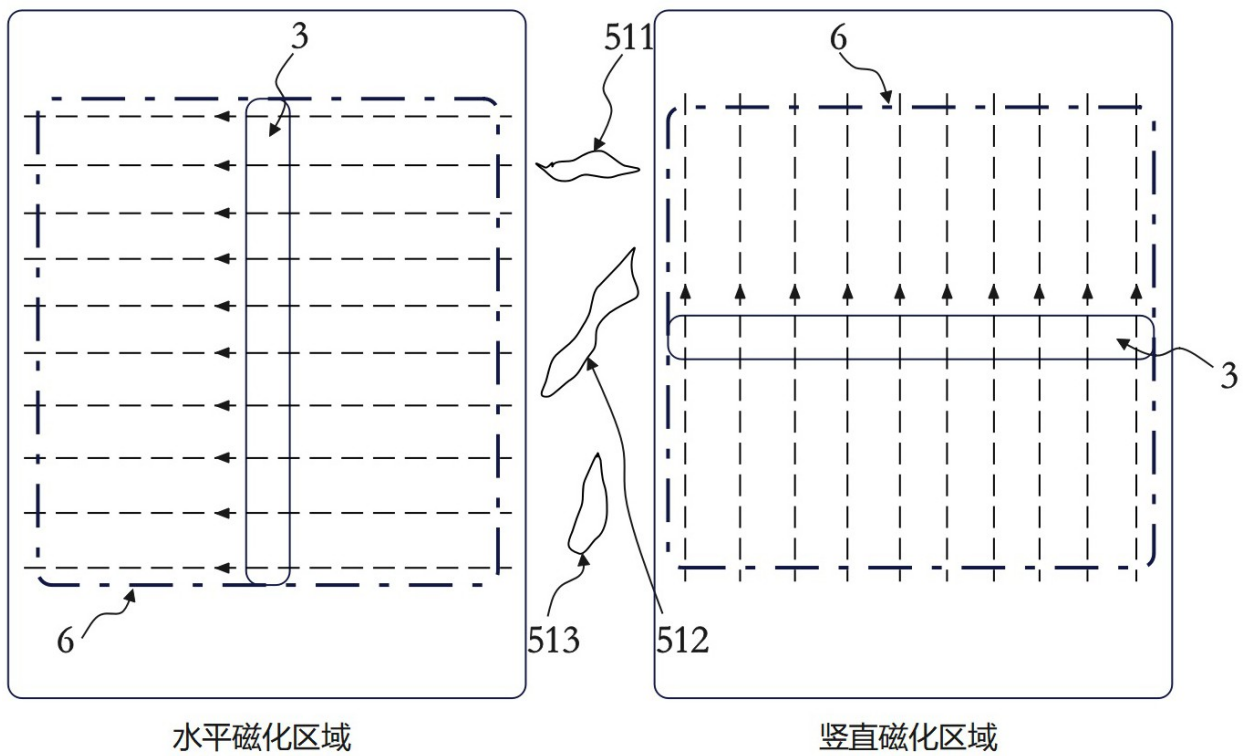


图 8