



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111879850 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 03

(21) 申请号 202010715888.2

(22) 申请日 2020.07.23

(71) 申请人 南昌航空大学

地址 330063 江西省南昌市丰和南大道696号

(72) 发明人 宋凯 欧阳永杰 崔西明 张丽攀

(74) 专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事务所 36122

代理人 张文杰

(51) Int. Cl.

G01N 27/90 (2006.01)

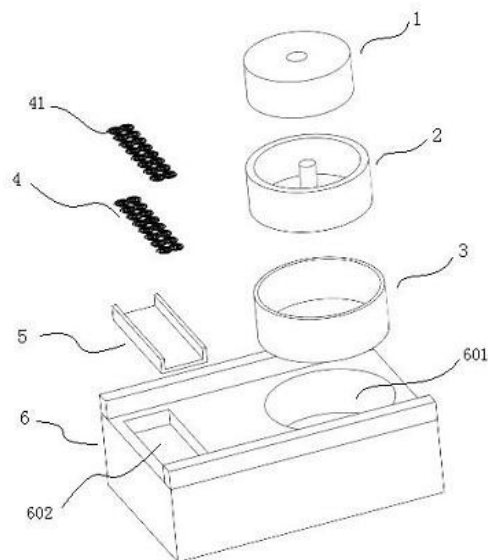
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种焊缝阵列远场涡流检测探头及其检测方法

(57) 摘要

本发明提供了一种焊缝阵列远场涡流检测探头,至少包括用于产生激励磁场的激励单元、用于远场拾取蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号的检测单元以及用于阻断激励单元感生的直接耦合电磁场的屏蔽单元,所述激励单元包括激励导磁体和卷绕在激励导磁体上的激励线圈,所述检测单元包括垂直所述焊缝走向的检测线圈组,所述屏蔽单元包括可容置所述激励单元和检测单元的第一屏蔽件。本发明还提供了一种焊缝阵列远场涡流检测。本发明可使激励线圈产生的低频电磁场渗透至焊缝内部并在焊缝内部形成间接耦合电磁场,从而可使在远场区的检测线圈组拾取到蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号,实现检测到焊缝内部隐藏缺陷的目的。



1. 一种焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:至少包括用于产生激励磁场的激励单元、用于远场拾取蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号的检测单元以及用于阻断激励单元感生的直接耦合电磁场的屏蔽单元,所述激励单元包括激励导磁体和卷绕在激励导磁体上的激励线圈,所述检测单元包括垂直所述焊缝走向的检测线圈组,所述屏蔽单元包括可容置所述激励单元和检测单元的第一屏蔽件。

2. 根据权利要求1所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述检测线圈组包括偶数个阵列的检测线圈,偶数个所述检测线圈绕向均相同且两两差分连接。

3. 根据权利要求2所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述检测线圈组包括若干层线圈组,各层所述线圈组中对应的所述检测线圈相互串联。

4. 根据权利要求1所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述检测线圈组的宽度大于所述焊缝宽度的140 %。

5. 根据权利要求2或3或4所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述检测线圈设置为柔性检测线圈。

6. 根据权利要求1所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述屏蔽单元还包括围设在所述激励单元外的第二屏蔽件,所述第二屏蔽件及激励单元均固设于所述第一屏蔽件上。

7. 根据权利要求1或2或3或4或6所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述屏蔽单元还包括围设在所述检测单元外的第三屏蔽件,所述第三屏蔽件及检测单元均固设于所述第一屏蔽件上。

8. 根据权利要求1所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述激励导磁体的纵截面设置为“山”字形,所述激励线圈卷绕在所述激励导磁体内。

9. 根据权利要求1所述的焊缝阵列远场涡流检测探头,其特征在于:所述第一屏蔽件上靠近所述激励单元和检测单元的一侧可与所述焊缝相适配。

10. 一种根据权利要求1-9中任一项所述的焊缝阵列远场涡流检测探头的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:置于被检焊缝上且固设于第一屏蔽件上的激励线圈可接收信号激励模块激发的低频正弦激励信号,并在被检焊缝表面及内部产生低频电磁场;

置于被检焊缝上且固设于第一屏蔽件上的检测线圈组可在远场区拾取蕴含被检焊缝内部缺陷信息的涡流场信号,并将所述涡流场信号发送给信号处理模块及显示模块。

一种焊缝阵列远场涡流检测探头及其检测方法

[0001]

技术领域

[0002] 本发明涉及焊缝检测技术领域,特别是涉及一种焊缝阵列远场涡流检测探头及其检测方法。

背景技术

[0003] 轨道车辆车体主要由铝合金焊接部件组成,由于焊接部件服役环境恶劣且焊缝易出现危害性缺陷,故而对焊接部件焊缝的检测十分重要。现有一种涡流检测技术,因其具有无需耦合剂、检测速度快、灵敏度高、在役检测等优点,所以涡流检测技术在铝合金焊接部件焊缝检测中得到了广泛应用。

[0004] 现有技术当中一般采用检测线圈与激励线圈正交的焊缝涡流检测探头来检测铝合金焊接部件焊缝,这种涡流检测探头可以有效地发现焊缝表面裂纹缺陷,但是无法检测到焊缝内部的隐藏缺陷,致使铝合金焊接部件仍存在很大的安全隐患。

发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的目的在于提供一种可检测到焊缝内部隐藏缺陷的焊缝阵列远场涡流检测探头及其检测方法。

[0006] 为达到上述目的,本发明提出了一种焊缝阵列远场涡流检测探头,至少包括用于产生激励磁场的激励单元、用于远场拾取蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号的检测单元以及用于阻断激励单元感生的直接耦合电磁场的屏蔽单元,所述激励单元包括激励导磁体和卷绕在激励导磁体上的激励线圈,所述检测单元包括垂直所述焊缝走向的检测线圈组,所述屏蔽单元包括可容置所述激励单元和检测单元的第一屏蔽件。

[0007] 更进一步,所述检测线圈组包括偶数个阵列的检测线圈,偶数个所述检测线圈绕向均相同且两两差分连接。

[0008] 更进一步,所述检测线圈组包括若干层线圈组,各层所述线圈组中对应的所述检测线圈相互串联。

[0009] 更进一步,所述检测线圈组的宽度大于所述焊缝宽度的140%。

[0010] 更进一步,所述检测线圈设置为柔性检测线圈。

[0011] 更进一步,所述屏蔽单元还包括围设在所述激励单元外的第二屏蔽件,所述第二屏蔽件及激励单元均固设于所述第一屏蔽件上。

[0012] 更进一步,所述屏蔽单元还包括围设在所述检测单元外的第三屏蔽件,所述第三屏蔽件及检测单元均固设于所述第一屏蔽件上。

[0013] 更进一步,所述激励导磁体的纵截面设置为“山”字形,所述激励线圈卷绕在所述激励导磁体内。

[0014] 更进一步,所述第一屏蔽件上靠近所述激励单元和检测单元的一侧可与所述焊缝

相适配。

[0015] 本发明还提供了一种焊缝阵列远场涡流检测方法,包括以下步骤:置于被检焊缝上且固设于第一屏蔽件上的激励线圈可接收信号激励模块激发的低频正弦激励信号,并在被检焊缝表面及内部产生低频电磁场;置于被检焊缝上且固设于第一屏蔽件上的检测线圈组可在远场区拾取蕴含被检焊缝内部缺陷信息的涡流场信号,并将所述涡流场信号发送给信号处理模块及显示模块。

[0016] 相比于现有技术,本发明的有益效果是:

1、通过设置可用于产生激励磁场的激励单元、用于远场拾取蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号的检测单元以及用于阻断激励单元感生的直接耦合电磁场的屏蔽单元,这样可使激励线圈产生的低频电磁场渗透至焊缝内部并在焊缝内部形成间接耦合电磁场,从而可使在远场区的检测线圈组拾取到蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号,实现检测到焊缝内部隐藏缺陷的目的。

[0017] 2、通过设置包含偶数个阵列检测线圈的检测线圈组且使检测线圈两两差分连接,这样可提高涡流检测探头的灵敏度;同时通过采用柔性检测线圈,这样可有效仿形焊缝形貌进行扫查,从而可以不受焊缝形貌的干扰以进一步提高涡流检测探头的灵敏度。

附图说明

[0018] 图1为本发明第一实施例中一种焊缝阵列远场涡流检测探头的爆炸图;

图2为本发明第一实施例中一种焊缝阵列远场涡流检测方法的示意图。

[0019] 主要元件符号说明:

激励线圈	1	激励导磁体	2
第二屏蔽件	3	检测线圈组	4
检测线圈	41	第三屏蔽件	5
第一屏蔽件	6	激励单元安装槽	601
检测单元安装槽	602	信号激励模块	7
信号处理模块	8	显示模块	9
被检焊缝工件	10		

如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

具体实施方式

[0020] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的若干实施例。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容更加透彻全面。

[0021] 需要说明的是,当元件被称为“固设于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的。

[0022] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具

体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0023] 请参阅图1,所示为本发明第一实施例中一种焊缝阵列远场涡流检测探头的爆炸图。本实施例提供的一种焊缝阵列远场涡流检测探头包括激励单元、检测单元和屏蔽单元。其中,激励单元可用于产生激励磁场,检测单元可用于在远场区拾取蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号,屏蔽单元可用于阻断激励单元感生的直接耦合电磁场。

[0024] 具体来说,上述激励单元包括激励线圈1和激励导磁体2,其中激励线圈1卷绕在激励导磁体1上。在本实施例中,激励导磁体2的外形设置为上端开口的圆柱形,在圆柱形的中心设置有竖直的骨架,即激励导磁体2的纵截面设置为“山”字形,而激励线圈1卷绕在激励导磁体2的中心骨架上,这样可使激励线圈1在接收到低频正弦激励信号之后产生低频电磁场;同时,激励导磁体2采用铁氧体或硅钢制成,这样可增大低频电磁场的强度。

[0025] 进一步,上述检测单元包括检测线圈组4,该检测线圈组4可垂直被检焊缝工件10上的焊缝走向,这样可提高焊缝涡流检测探头的灵敏度。具体的,检测线圈组4包括偶数个阵列的检测线圈41,该偶数个检测线圈41绕向均相同且两两差分连接。在本实施例中,检测线圈组4包括 2×8 对检测线圈41,该 2×8 对检测线圈41两两差分连接,实际应用过程中可以采用相邻检测线圈41之间的差分连接,也可以采用间隔检测线圈41之间的差分连接,或者可以采用焊缝对称区域内检测线圈41之间的差分连接,只要能输出差分信号即可,这样就可无损且精确地检测被检焊缝工件10上的焊缝缺陷。

[0026] 作为本实施例的进一步改进,上述检测线圈组4的宽度大于被检焊缝工件10上的焊缝宽度的140%,同时两列检测线圈41的重叠区域大于检测线圈41直径的20%,这样可完全覆盖焊缝以进一步提高涡流检测探头的灵敏度。

[0027] 作为本实施例的进一步改进,上述检测线圈41设置为柔性检测线圈,如采用柔性PCB板制备,这样就可可在焊缝检测时有效仿形焊缝形貌进行扫查,从而可以不受焊缝形貌的干扰以进一步提高涡流检测探头的灵敏度。

[0028] 作为本实施例的进一步改进,上述检测线圈组4可使用具有耐磨特性的软性非金属防护层进行防护,这样在焊缝检测时可进一步随焊缝形貌变化实现仿形检测。

[0029] 更进一步,上述屏蔽单元包括多个屏蔽件,具体来说是包括第一屏蔽件6、第二屏蔽件3和第三屏蔽件5。其中,第一屏蔽件6采用铜制成,第二屏蔽件3和第三屏蔽件5采用铝合金制成,这样可增大屏蔽单元的屏蔽效果。

[0030] 更具体的,第一屏蔽件6的一侧设置有激励单元安装槽601和检测单元安装槽602,其中激励单元安装槽601和检测单元安装槽602内分别安装有上述激励单元和检测单元,这样不仅可以固定激励单元和检测单元,而且可以屏蔽激励线圈1的直接耦合电磁场,以使检测线圈组4可以在远场区拾取蕴含被检焊缝缺陷信息的涡流场信号。在本实施例中,第一屏蔽件6上靠近激励单元和检测单元的一侧可与被检焊缝工件10上的焊缝相适配,即第一屏蔽件6上靠近激励单元和检测单元的一侧设置为凹面,该凹面依据焊缝形貌设置且凹面的曲率半径大于焊缝的曲率半径,这样可进一步提高涡流检测探头的灵敏度。

[0031] 作为本实施例的进一步改进,上述屏蔽单元还包括第二屏蔽件3,该第二屏蔽件3围设在激励单元中激励导磁体2的外侧,而第二屏蔽件3固定安装在第一屏蔽件6的激励单元安装槽601内,这样可进一步屏蔽激励线圈1的直接耦合电磁场。在本实施例中,第二屏蔽

件3设置为两端开口的圆柱形,该第二屏蔽件3的内径大于或等于激励导磁体2的外径,而第二屏蔽件3的外径小于或等于激励单元安装槽601的内径,这样就可将激励导磁体2安装在第二屏蔽件3,而将激励单元及第二屏蔽件3一起安装在激励单元安装槽601内,从而可对激励线圈1产生的直接耦合电磁场形成两层屏蔽,进而提高焊缝涡流检测探头的灵敏度。

[0032] 作为本实施例的进一步改进,上述屏蔽单元还包括第三屏蔽件5,该第三屏蔽件5围设在检测单元中检测线圈组4的外侧,而第三屏蔽件5固定安装在第一屏蔽件6的检测单元安装槽602内,这样同样可进一步屏蔽激励线圈1的直接耦合电磁场。在本实施例中,第三屏蔽件5设置为与上述检测线圈组4相适配的长条形,该第三屏蔽件5的内侧宽度和长度分别大于或等于检测线圈组4的宽度和长度,而第三屏蔽件5的外侧宽度和长度分别小于或等于检测单元安装槽602的宽度和长度,这样就可将检测线圈组4安装在第三屏蔽件5,而将检测单元及第三屏蔽件5安装在检测单元安装槽602内,从而可对激励线圈1产生的直接耦合电磁场形成三层屏蔽,进而进一步提高焊缝涡流检测探头的灵敏度。

[0033] 请参阅图2,所示为本发明第一实施例中一种焊缝阵列远场涡流检测方法的示意图。在此需要说明的是,激励线圈1可与信号激励模块7连接,这样可通过信号激励模块7对激励线圈1施加低频正弦激励信号,且低频正弦激励信号的幅值可在一定范围内可调;同时,检测线圈组4可与信号处理模块8和显示模块9依次相连,这样可通过信号处理模块8对检测线圈组4拾取的涡流场信号进行分析处理并通过显示模块9显示出来。上述信号激励模块7、信号处理模块8和显示模块9均采用本领域中的现有技术,故在此不再赘述。

[0034] 具体的,本实施例提供的一种焊缝阵列远场涡流检测方法具体包括以下步骤:

S1、将第一屏蔽件6上靠近激励单元和检测单元的一侧置于被检焊缝工件10上的焊缝上,固定在第一屏蔽件6上的激励线圈1可接收信号激励模块7激发的低频正弦激励信号,并可在被检焊缝表面及内部产生低频电磁场。

[0035] S2、由于第一屏蔽件6、第二屏蔽件3及第三屏蔽件5的屏蔽作用,即屏蔽单元可阻断激励线圈1产生的直接耦合电磁场,使得固定在第一屏蔽件6上的检测线圈组4在远场区只能拾取被检焊缝上蕴含被检焊缝内部缺陷信息的涡流场信号。

[0036] S3、检测线圈组4可将拾取到的涡流场信号发送给信号处理模块8进行分析处理并由显示模块9显示焊缝内部缺陷检测结果。

[0037] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

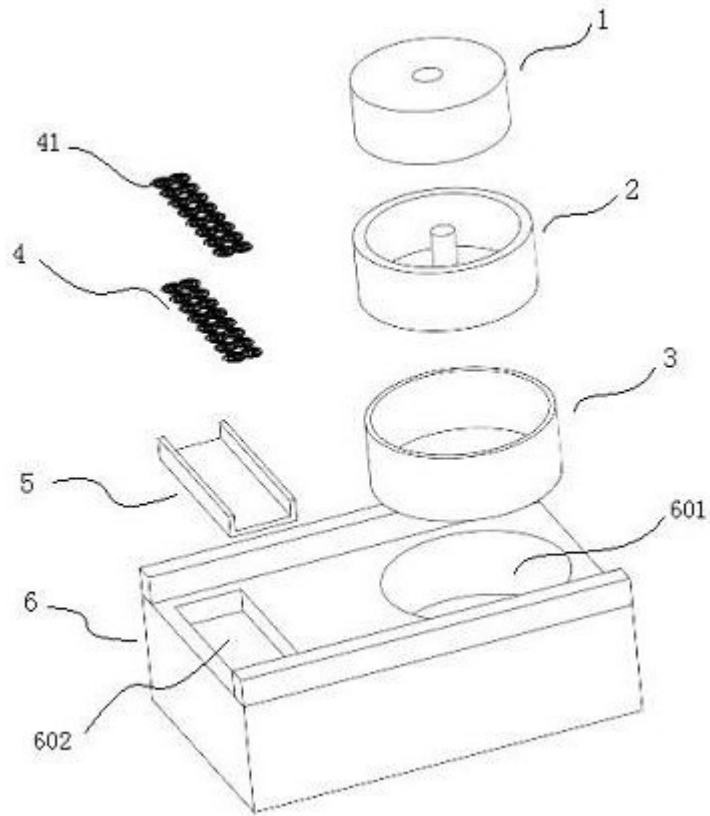


图1

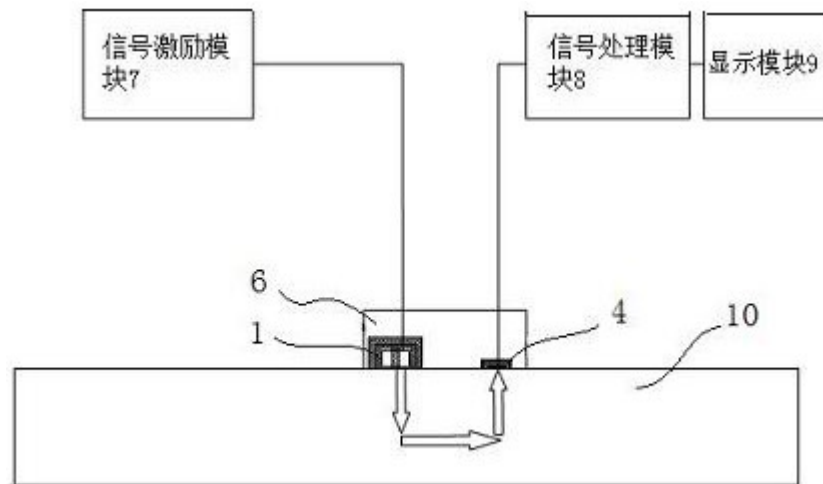


图2