



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109358110 A

(43)申请公布日 2019.02.19

(21)申请号 201811429735.0

(22)申请日 2018.11.28

(71)申请人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园  
学源街258号

(72)发明人 沈常宇 刘泽旭 朱周洪

(51)Int.Cl.

G01N 27/83(2006.01)

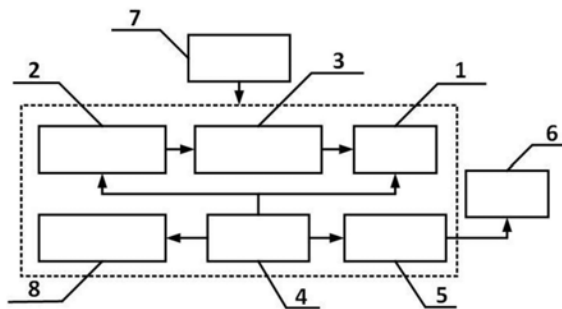
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁  
多维度检测系统

(57)摘要

本发明公开了一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统,其特征在于:由传感头(1)、信号发生模块(2)、功率放大模块(3)、中控模块(4)、通信模块(5)、电脑(6)、供电模块(7)和马达驱动模块(8)组成;中控模块(4)控制信号发生模块(2)产生正弦信号,经由功率放大模块(3)放大后传输给传感头(1)中的激励线圈,在磁芯的配合下对钢板进行磁化,缺陷的漏磁信息由传感头(1)中的磁信号采集阵列采集,并通过IIC协议传输给中控模块(4),由中控模块(4)控制通讯模块(5)无线传输给电脑(6),通过反演算法在电脑(6)上显示出缺陷的三维重构图。本发明检测速度快、分辨率高、准确性强。



1. 一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统,其特征在于:由传感头(1)、信号发生模块(2)、功率放大模块(3)、中控模块(4)、通信模块(5)、电脑(6)、供电模块(7)和马达驱动模块(8)组成;中控模块(4)与信号发生模块(2)相连接,控制信号发生模块(2)产生低频交流激励信号,信号发生模块(2)与功率放大模块(3)相连接,功率放大模块(3)能够放大低频交流激励信号的功率,功率放大模块(3)与传感头(1)相连接,传感头(1)与中控模块(4)相连接,中控模块(4)分别与通信模块(5)和马达驱动模块(8)相连接,中控模块(4)控制通信模块(5)与电脑(6)进行通信,通过控制马达驱动模块(8)实现检测装置的自动化,供电模块(7)分别与传感头(1)、信号发生模块(2)、功率放大模块(3)、中控模块(4)、通信模块(5)和马达驱动模块(8)相连接;所述的传感头(1)由磁芯(9)、激励线圈(10)、磁信号采集阵列(11)和套筒(12)组成;激励线圈(10)缠绕于套筒(12)之上,套筒(12)套于磁芯(9)两极上,共同组成磁化装置;功率放大模块(3)传输的低频交流励磁信号在磁芯(9)和激励线圈(10)的共同作用下产生强磁场,从而将被检试件进行饱和磁化;磁信号采集阵列(11)由16个磁敏元件(13)按照并排排列方式一字排开,放置在磁芯(9)两个磁极的正中央,与被检试件平行,放置磁敏元件(13)的一面朝下,与被检试件之间的相对距离为1毫米,每两个磁敏元件(13)间的距离范围为0.5-1毫米,磁敏元件(13)选用基于霍尔效应制作的三维磁性传感器,型号为TLV493D-A1B6,磁信号采集阵列(11)能够拾取被检试件的多维漏磁信号,通过IIC通讯协议传输给中控模块(4),中控模块(4)控制通讯模块(5)将信号无线传输给电脑(6),被检试件的多维漏磁信号通过反演算法在电脑(6)上显示出缺陷的三维重构图。

2. 根据权利要求1所述的一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统,其特征在于:所述的信号发生模块(1)采用DDS技术产生低频交流激励信号,信号类型为正弦信号,信号频率范围为5Hz-1000Hz,信号幅值范围为1V-3V;所述的通讯模块(5)选用基于NB-IOT/GPRS通讯技术的SIM7000C模块。

## 一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明提供了一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统,属于电磁检测技术领域。

### 背景技术

[0002] 钢铁是工业和国民经济多个行业中常用的材料,广泛应用于武器装备、桥梁、铁路和管道多个方面。钢铁材料在生产使用中常会产生裂纹等缺陷,检测这些缺陷,对于保障设备可靠运行及人生安全有重要意义。电磁无损检测技术是近几年发展较快的一种无损检测方法,以材料电磁性能变化为判断依据来对材料及构件实施缺陷探测和性能测试,其基本原理是以电磁学的理论为基础的,包括漏磁、涡流和磁记忆检测等方法。钢铁材料由于自身的磁导率的均匀性特性不适合涡流大面积检测。针对这种现状,需要设计出一种能够针对钢铁材料大面积检测的阵列式检测系统。

[0003] 基于上述背景,研发一种能快速检测钢板内部缺陷且能够通过拾取多维度的漏磁信号,从而更有效地进行缺陷成像的检测系统,有利于提高钢板缺陷检测的速度以及缺陷成像的准确度。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统。本发明具有阵列扫描,检测速度快,以及多维度拾取漏磁信号,缺陷信息包含全面,能够缺陷成像的优点,可以应用对钢板等铁磁性材料内部缺陷的检测。

[0005] 本发明通过以下技术方案实现:所述的一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统,其特征在于:由传感头(1)、信号发生模块(2)、功率放大模块(3)、中控模块(4)、通信模块(5)、电脑(6)、供电模块(7)和马达驱动模块(8)组成;中控模块(4)与信号发生模块(2)相连接,控制信号发生模块(2)产生低频交流激励信号,信号发生模块(2)与功率放大模块(3)相连接,功率放大模块(3)能够放大低频交流激励信号的功率,功率放大模块(3)与传感头(1)相连接,传感头(1)与中控模块(4)相连接,中控模块(4)分别与通信模块(5)和马达驱动模块(8)相连接,中控模块(4)控制通信模块(5)与电脑(6)进行通信,通过控制马达驱动模块(8)实现检测装置的自动化,供电模块(7)分别与传感头(1)、信号发生模块(2)、功率放大模块(3)、中控模块(4)、通信模块(5)和马达驱动模块(8)相连接;所述的传感头(1)由磁芯(9)、激励线圈(10)、磁信号采集阵列(11)和套筒(12)组成;激励线圈(10)缠绕于套筒(12)之上,套筒(12)套于磁芯(9)两极上,共同组成磁化装置;功率放大模块(3)传输的低频交流励磁信号在磁芯(9)和激励线圈(10)的共同作用下产生强磁场,从而将被检试件进行饱和磁化;磁信号采集阵列(11)由16个磁敏元件(13)按照并排排列方式一字排开,放置在磁芯(9)两个磁极的正中央,与被检试件平行,放置磁敏元件(13)的一面朝下,与被检试件之间的相对距离为1毫米,每两个磁敏元件(13)间的距离范围为0.5-1毫米,磁敏元件(13)选用基于霍尔效应制作的三维磁性传感器,型号为TLV493D-A1B6,磁信号采集阵列

(11)能够拾取被检试件的多维漏磁信号,通过IIC通讯协议传输给中控模块(4),中控模块(4)控制通讯模块(5)将信号无线传输给电脑(6),被检试件的多维漏磁信号通过反演算法在电脑(6)上显示出缺陷的三维重构图。

[0006] 所述的信号发生模块(1)采用DDS技术产生低频交流激励信号,信号类型为正弦信号,信号频率范围为5Hz-1000Hz,信号幅值范围为1V-3V;所述的通讯模块(5)选用基于NB-IOT/GPRS通讯技术的SIM7000C模块。

[0007] 本发明的工作原理是:中控模块控制信号发生模块产生一个正弦交流信号,信号经由功率放大模块进行功率放大。被放大后的信号施加在激励线圈上,交变的电场在线圈和磁芯的共同作用下产生磁场,并与空气和被检试件形成磁回路。若被检试件是连续、均匀的,则材料中的磁力线将被约束在材料内部,几乎没有磁力线从材料的表面穿出。但当材料的表层或内部存在缺陷时,由于缺陷位置的磁导率小,磁阻很大,磁力线将优先从磁阻较小的材料内通过,当缺陷附近的材料难以接受更大的磁通时,部分磁力线会从缺陷的部位溢出试件,穿越缺陷上方的空气后再进入试件,在试件外形成漏磁场。通过基于霍尔效应的多维磁场检测传感器能够拾取不同维度漏磁场的信息,再将漏磁场的信息传输给电脑,通过电脑上的反演算法,得到缺陷的三维成像图。

[0008] 本发明的有益效果是:信号发生模块和功率放大模块都能够通过集成芯片来实现,增加了系统的集成度。传感头采用经由参数化设计的阵列结构,能够明显地增加检测速度,提高分辨率,增加准确度。拾取漏磁场信号采用三维磁性传感器,能够更全面地收集漏磁场的信息,为缺陷三维成像提供更准确的信号来源。系统的检测频率非常低,在5Hz-1000Hz之间,有效地避免了由于趋肤效应带来的探伤深度不足的问题。检测装置和电脑之间采用NB-IOT/GPRS无线通讯方式,通过电脑向中控模块发送控制信号,由中控模块控制马达驱动模块,实现钢板的自动化检测,节省了人力。

## 附图说明

[0009] 图1是一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统的模块框图;

[0010] 图2是一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统的传感头示意图;

[0011] 图3是一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统的磁信号采集阵列示意图。

## 具体实施方式

[0012] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述。

[0013] 参见附图1,一种用于钢板内部缺陷成像的阵列式电磁多维度检测系统,其特征在于:由传感头(1)、信号发生模块(2)、功率放大模块(3)、中控模块(4)、通信模块(5)、电脑(6)、供电模块(7)和马达驱动模块(8)组成。中控模块(4)与信号发生模块(2)相连接,控制信号发生模块(2)产生低频交流激励信号,信号发生模块(2)与功率放大模块(3)相连接,功率放大模块(3)能够放大低频交流激励信号的功率,功率放大模块(3)与传感头(1)相连接,传感头(1)与中控模块(4)相连接,中控模块(4)分别与通信模块(5)和马达驱动模块(8)相连接,中控模块(4)控制通信模块(5)与电脑(6)进行通信,通过控制马达驱动模块(8)实现

检测装置的自动化,供电模块(7)分别与传感头(1)、信号发生模块(2)、功率放大模块(3)、中控模块(4)、通信模块(5)和马达驱动模块(8)相连接。信号发生模块(1)采用DDS技术产生低频交流激励信号,以AD9833作为主要芯片,产生的信号类型为正弦信号,信号频率范围为5Hz-1000Hz,信号幅值范围为1V-3V。信号放大模块以LM317作为主要芯片来进行信号的功率放大。通讯模块(5)选用基于NB-IOT/GPRS通讯技术的SIM7000C模块。

[0014] 参见附图2、附图3,所述的传感头(1)由磁芯(9)、激励线圈(10)、磁信号采集阵列(11)和套筒(12)组成。激励线圈(10)缠绕于套筒(12)之上,套筒(12)套于磁芯(9)两极上,共同组成磁化装置。磁芯(9)的形状为C形,其内圈弧度为270度,内径为47.5毫米,叠装厚度为10毫米,磁芯(9)整体厚度为60毫米。制作磁芯(9)的材料铁基纳米晶,套筒(12)和磁芯(9)紧密贴合,其贴合距离小于1毫米。套筒(12)放置的位置在磁芯(9)两极,距离磁轭底部3厘米。激励线圈(10)选用铜质漆包线,漆包线线径为0.49毫米,每边缠绕300匝。套筒(12)采用3D打印方式制成,其材料为光敏树脂,套筒(12)的内圈弧度为45度,壁厚为1毫米。磁信号采集阵列(11)由16个磁敏元件(13)按照并排排列方式一字排开,放置在磁芯(9)两个磁极的正中央,与被检试件平行,放置磁敏元件(13)的一面朝下,与被检试件之间的相对距离为1毫米,每两个磁敏元件(13)间的距离范围为0.7毫米,磁敏元件(13)选用基于霍尔效应制作的三维磁性传感器,型号为TLV493D-A1B6,磁信号采集阵列(11)能够拾取被检试件的多维漏磁信号,通过由SDA数据线和SCL时钟线组成的IIC通讯协议传输给中控模块(4),中控模块(4)控制通讯模块(5)将信号无线传输给电脑(6),被检试件的多维漏磁信号通过反演算法在电脑(6)上显示出缺陷的三维重构图。

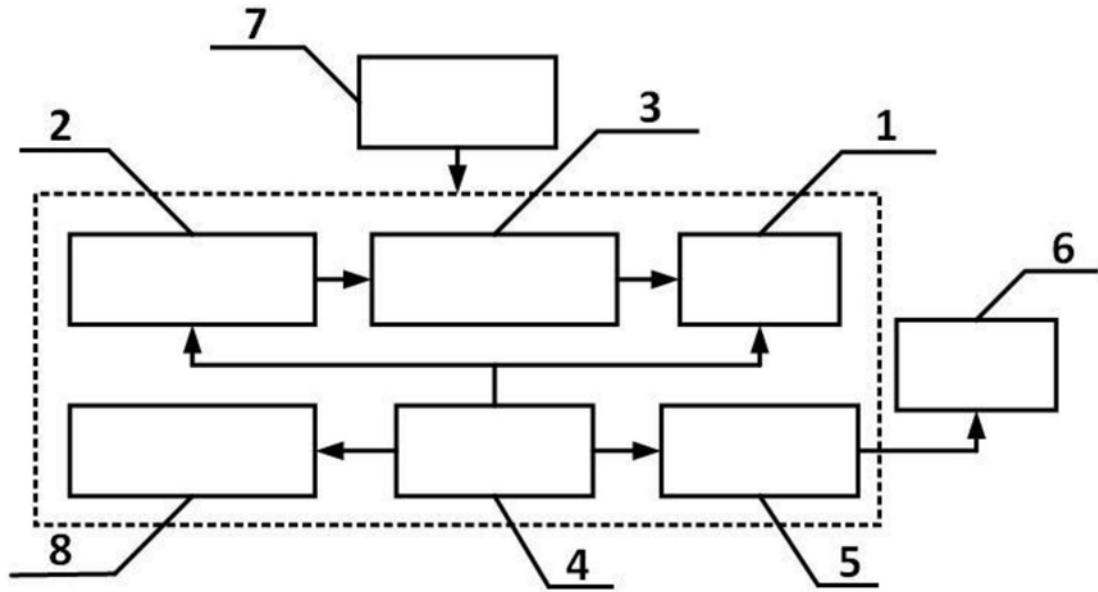


图1

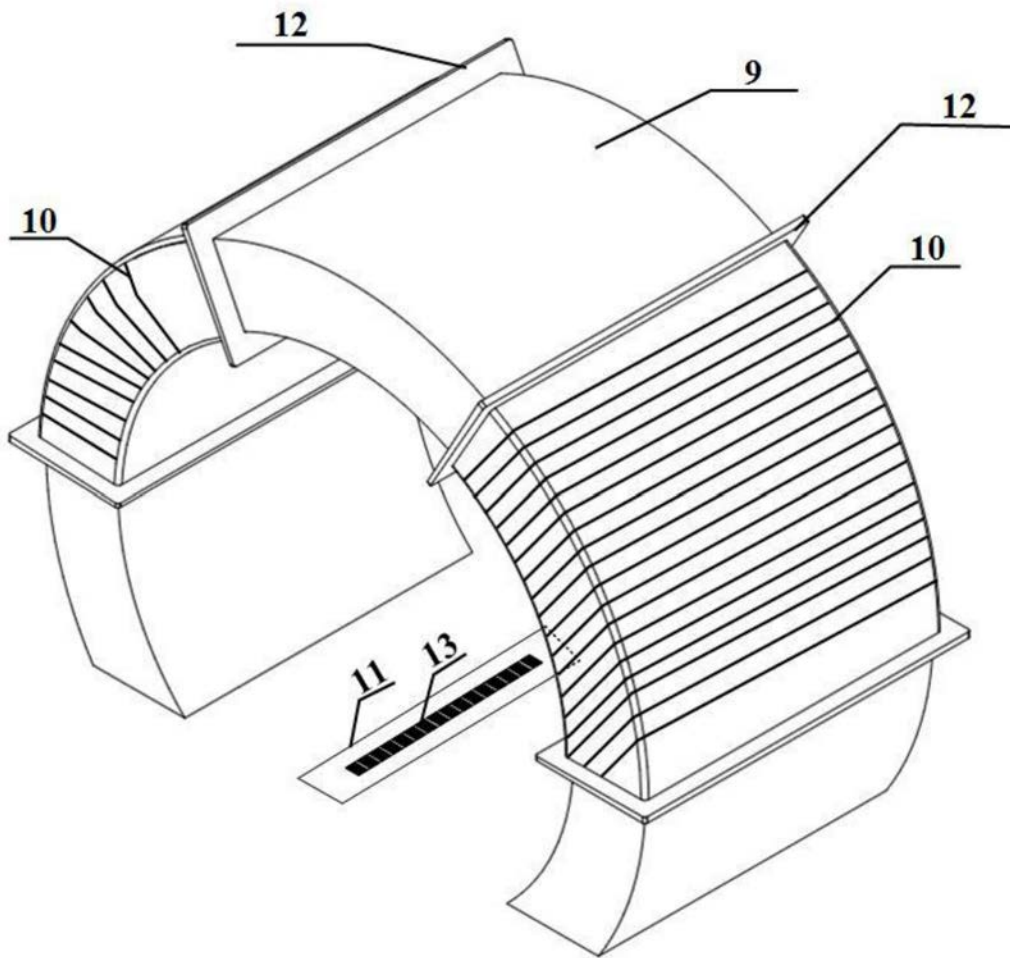


图2

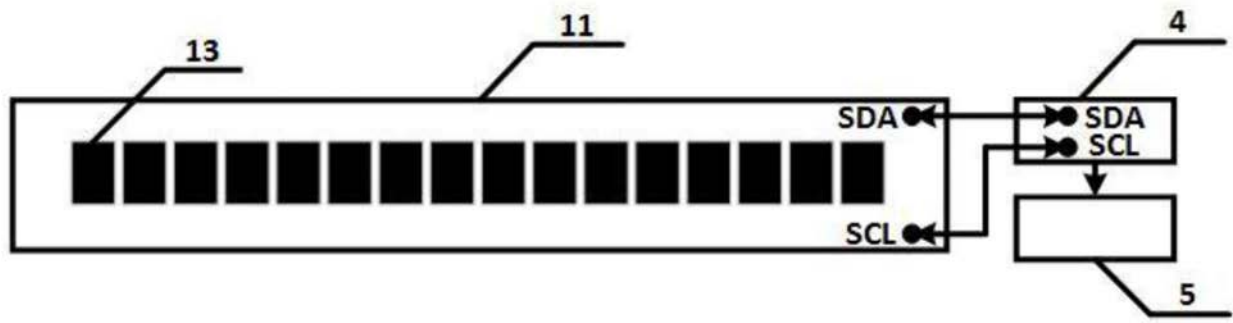


图3