



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216847596 U

(45) 授权公告日 2022. 06. 28

(21) 申请号 202220444099.4

(22) 申请日 2022.03.01

(73) 专利权人 四川大学

地址 610064 四川省成都市一环路南一段
24号

(72) 发明人 兰雅雯 伍剑波 张目超

(74) 专利代理机构 西安正华恒远知识产权代理
事务所(普通合伙) 61271

专利代理师 黄鑫

(51) Int. Cl.

G01N 27/82 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

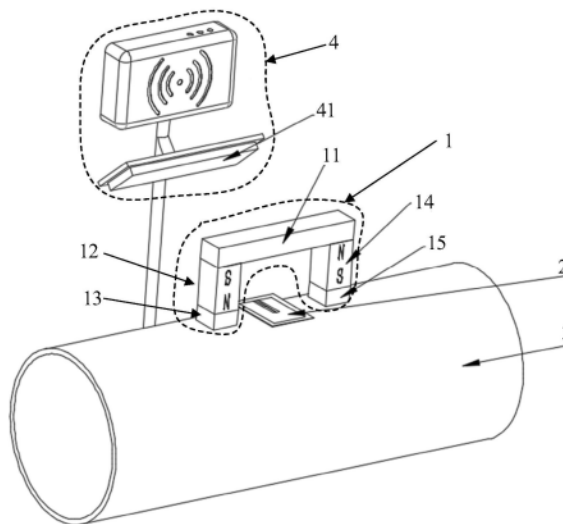
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,涉及管道监测技术领域,包括:磁化装置、RFID标签传感器和读写器;磁化装置安置于被测管道上,其包括:铁芯、第一永磁体、第一铁块、第二永磁体和第二铁块;RFID标签传感器安置于被测管道上,与磁化装置位于同一侧;读写器通过读写器天线与RFID标签传感器无线通信连接。本实用新型结构轻巧,成本低,监测精度高;易于安装和拆卸,便于检修;有助于管道内壁腐蚀监测技术的应用,具有较大的工程应用价值。



1. 一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,其特征在于,包括:磁化装置(1)、RFID标签传感器(2)和读写器(4);

所述磁化装置(1)安置于被测管道(3)上,其包括:铁芯(11)、第一永磁体(12)、第一铁块(13)、第二永磁体(14)和第二铁块(15);所述第一铁块(13)和第二铁块(15)均放置于被测管道(3)的外壁上;所述第一永磁体(12)位于第一铁块(13)上方,与第一铁块(13)固定连接;所述第二永磁体(14)位于第二铁块(15)上方,与第二铁块(15)固定连接;所述铁芯(11)位于第一永磁体(12)和第二永磁体(14)的上方,其一端与第一永磁体(12)固定连接,另一端与第二永磁体(14)固定连接;

所述RFID标签传感器(2)安置于被测管道(3)上,与磁化装置(1)位于同一侧;

所述读写器(4)通过读写器天线(41)与RFID标签传感器(2)无线通信连接。

2. 根据权利要求1所述的基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,其特征在于,所述RFID标签传感器(2)包括:超高频射频识别芯片(24)和磁敏贴片天线;

所述磁敏贴片天线包括:金属接地板(21)、介质基板(22)和金属辐射贴片(23);所述介质基板(22)的一表面与金属接地板(21)固定连接,其另一表面与金属辐射贴片(23)固定连接;所述金属辐射贴片(23)中部设有微带结构,所述微带结构的一端部与超高频射频识别芯片(24)固定连接。

3. 根据权利要求2所述的基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,其特征在于,所述RFID标签传感器(2)采用粘接的方式安置于被测管道(3)上,其磁敏贴片天线的长度方向垂直于磁化装置(1)的磁化方向。

4. 根据权利要求2所述的基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,其特征在于,所述介质基板(22)采用FR-4材料。

5. 根据权利要求2所述的基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,其特征在于,所述磁敏贴片天线的阻抗与超高频射频识别芯片(24)的阻抗共轭。

一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及管道监测技术领域,具体涉及一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统。

背景技术

[0002] 管道作为重要的基础承压构件,被广泛应用于长距离运输石油、天然气,是国民经济的命脉,其质量是保证安全运输的基础。但由于应力、电化学劣化、振动、外界冲击等原因,管道内壁容易出现腐蚀、损失、空化和裂纹等缺陷,若未及时发现会降低后期使用性能,甚至会造成严重的安全事故。为保证管道质量,通常利用各种自动化无损检测方法进行质量检测,如漏磁、超声导波、光纤传感器、涡流、红外热成像等,这些手段虽然能够有效地对管道腐蚀进行监测,但上述方法存在仪器昂贵、结构庞大的问题,不利于监测大多数处于恶劣、极端的自然环境下的管道;并且需要定期检测,需要复杂仪器、线缆,成本高,不适合大规模监测。

[0003] 射频识别技术作为一种非接触式识别技术,具有无源无线、免维护的优点。这种技术能够克服上述管道监测手段需要定期维护、结构庞大、成本高的问题。然而,由于趋肤效应,现有的射频识别用于管道腐蚀检测主要是应用于管道外表面腐蚀的监测,无法应用于管道的内部腐蚀。因此,亟需开发一种能够解决管道内壁腐蚀监测问题的技术手段。

实用新型内容

[0004] 针对现有技术中的上述不足,本实用新型提供的一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统解决了现有管道监测技术无法实现结构轻巧、成本低、精度高、易于安装与拆卸的问题。

[0005] 为了达到上述发明目的,本实用新型采用的技术方案为:

[0006] 一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,包括:磁化装置、RFID标签传感器和读写器;

[0007] 所述磁化装置安置于被测管道上,其包括:铁芯、第一永磁体、第一铁块、第二永磁体和第二铁块;所述第一铁块和第二铁块均放置于被测管道的外壁上;所述第一永磁体位于第一铁块上方,与第一铁块固定连接;所述第二永磁体位于第二铁块上方,与第二铁块固定连接;所述铁芯位于第一永磁体和第二永磁体的上方,其一端与第一永磁体固定连接,另一端与第二永磁体固定连接;

[0008] 所述RFID标签传感器安置于被测管道上,与磁化装置位于同一侧;

[0009] 所述读写器通过读写器天线与RFID标签传感器无线通信连接。

[0010] 进一步地,所述RFID标签传感器包括:超高频射频识别芯片和磁敏贴片天线;

[0011] 所述磁敏贴片天线包括:金属接地板、介质基板和金属辐射贴片;所述介质基板的一表面与金属接地板固定连接,其另一表面与金属辐射贴片固定连接;所述金属辐射贴片中部设有微带结构,所述微带结构的一端部与超高频射频识别芯片固定连接。

[0012] 进一步地,所述RFID标签传感器采用粘接的方式安置于被测管道上,其磁敏贴片天线的长度方向垂直于磁化装置的磁化方向。

[0013] 进一步地,所述介质基板采用FR-4材料。

[0014] 进一步地,所述磁敏贴片天线的阻抗与超高频射频识别芯片的阻抗共轭。

[0015] 本实用新型的有益效果为:

[0016] 1) 本实用新型提供的磁化装置安置于被测管道上,与被测管道构成完整磁路,对被测管道进行磁化。在此环境下,当被测管道内壁存在腐蚀时,内部腐蚀会引起磁场畸变,进而引起表面磁导率的扰动。贴装于被测管道上的RFID标签传感器通过探测被测管道表面磁导率的扰动,监测管道内壁腐蚀状态,并通过无线信号传输至读写器,进行数据交互。与现有技术相比,本实用新型结构轻巧,成本低,监测精度高;易于安装和拆卸,便于检修;有助于管道内壁腐蚀监测技术的应用,具有较大的工程应用价值。

[0017] 2) RFID标签传感器的磁敏贴片天线,在粘贴于被测管道上时,金属接地板充分与管道表面接触,以管道表面作为天线的接地面来监测管道内壁腐蚀引起的磁导率畸变,介质基板另一面的金属辐射贴片,通过微带结构,将磁导率的扰动转换为天线谐振频率的偏移量,谐振频率偏移量RFS随被测管道内壁腐蚀深度的增大而增大,实现管道内壁腐蚀监测。

[0018] 3) 磁敏贴片天线的阻抗与超高频射频识别芯片的阻抗共轭,以此实现磁敏贴片天线与超高频射频识别芯片的阻抗匹配,使信号传输质量佳。

附图说明

[0019] 图1为本实用新型实施例提供的一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统的结构图;

[0020] 图2为本实用新型实施例的RFID标签传感器的结构图;

[0021] 图3为本实用新型实施例的RFID标签传感器的尺度标注图;

[0022] 其中附图标记为:1、磁化装置;2、RFID标签传感器;3、被测管道;4、读写器;11、铁芯;12、第一永磁体;13、第一铁块;14、第二永磁体;15、第二铁块;21、金属接地板;22、介质基板;23、金属辐射贴片;24、超高频射频识别芯片;41、读写器天线。

具体实施方式

[0023] 下面对本实用新型的具体实施方式进行描述,以便于本技术领域的技术人员理解本实用新型,但应该清楚,本实用新型不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本实用新型的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本实用新型构思的发明创造均在保护之列。

[0024] 如图1所示,在本实用新型的一个实施例中,一种基于射频识别传感的管道内壁腐蚀监测系统,包括:磁化装置1、RFID标签传感器2和读写器4。

[0025] 磁化装置1安置于被测管道3上,其包括:铁芯11、第一永磁体12、第一铁块13、第二永磁体14和第二铁块15;所述第一铁块13和第二铁块15均放置于被测管道3的外壁上。第一永磁体12位于第一铁块13上方,与第一铁块13固定连接;第二永磁体14位于第二铁块15上方,与第二铁块15固定连接;铁芯11位于第一永磁体12和第二永磁体14的上方,其一端与第

一永磁体12固定连接,另一端与第二永磁体14固定连接。

[0026] RFID标签传感器2采用粘接的方式安置于被测管道3上,与磁化装置1位于同一侧,如图2所示,其包括:超高频射频识别芯片24和磁敏贴片天线。磁敏贴片天线包括:金属接地板21、介质基板22和金属辐射贴片23。介质基板22采用FR-4材料,其一表面与金属接地板21固定连接,其另一表面与金属辐射贴片23固定连接;金属辐射贴片23中部设有微带结构,微带结构的一端部与超高频射频识别芯片24固定连接。磁敏贴片天线的长度方向垂直于磁化装置1的磁化方向,其阻抗与超高频射频识别芯片24的阻抗共轭。

[0027] 读写器4通过读写器天线41与RFID标签传感器2无线通信连接。

[0028] 本实施例提供的磁化装置1安置于被测管道3上,与被测管道3构成完整磁路,对被测管道3进行磁化。在此环境下,当被测管道3内壁存在腐蚀时,内部腐蚀会引起磁场畸变,进而引起表面磁导率的扰动。贴装于被测管道3上的RFID标签传感器2通过探测被测管道3表面磁导率的扰动,监测管道内壁腐蚀状态,并通过无线信号传输至读写器4,进行数据交互。

[0029] 本实用新型基于的科学原理如下:

[0030] 由趋肤效应可得,被测管道3中电流损耗集中在趋肤深度:

$$[0031] \quad \delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$$

[0032] 其中 μ 为磁导率, σ 为电导率, f 为频率,由此可知,RFID标签传感器2的磁敏贴片天线的谐振频率偏移量可以反映出被测管道3表面裂纹和内部腐蚀所在区域的周围的材料性能的变化。

[0033] RFID标签传感器2的谐振频率 f_{res} 的表达式如下:

$$[0034] \quad f_{res} = \frac{c}{4\sqrt{\epsilon_{re}}} \cdot \frac{1}{L + \Delta L_{oc}}$$

$$[0035] \quad \epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2\sqrt{1 + 10h/W}}$$

$$[0036] \quad \Delta L_{oc} = 0.412h \frac{(\epsilon_{re} + 0.3)(\frac{W}{h} + 0.264)}{(\epsilon_{re} - 0.258)(\frac{W}{h} + 0.813)}$$

[0037] 其中, c 表示光速, ϵ_{re} 表示有效介电常数, L 表示金属辐射贴片23的长度, ΔL_{oc} 表示补偿长度, ϵ_r 表示介电常数, h 表示介质基板22厚度, W 表示金属辐射贴片23的宽度。

[0038] 当被测管道3材料内部存在腐蚀时,金属与空气由于材料属性差异会扰乱磁场分布。磁力线经过挤压后,一部分通过腐蚀上方的管道空间,另一部分漏入腐蚀另一侧的空气中。根据磁场分布规律,腐蚀上方的磁场强度 H 加强。磁场的变化对应于铁磁材料 μ - H 曲线的不同位置,故管道内壁腐蚀引起的磁场不均匀分布会导致管道表面磁导率的扰动,从而将内部腐蚀转化为能够被对磁导率敏感的RFID标签传感器2监测到的磁导率扰动。

[0039] 为了保证磁敏贴片天线的抗金属性能,采用微带结构,工作时将其放置于被测管道的外表面,并以管道表面作为磁敏贴片天线的接地面来监测管道内壁腐蚀引起的磁导率

畸变。

[0040] 被测管道3内部腐蚀在磁化状态下引起的磁场扰动会引起表面磁导率的扰动。在相同的磁化强度下,内部腐蚀对应的管道表面区域的磁导率随着腐蚀埋藏深度的增大而增大,磁导率的扰动可以由天线的谐振频率或谐振频率的偏移量RFS来表示,RFS随被测管件内壁腐蚀深度的增大而增大。由于缺陷造成的磁力线挤压作用,管道趋肤深度层内磁场强度出现变大现象,尤其是裂纹缺陷正对区域磁场强度最大。另外,埋藏深度越浅,造成的磁场变化越大。

[0041] 磁敏贴片天线为超高频频段设计,将管道内壁腐蚀转化为可被超高频射频识别芯片24检测到的磁导率扰动,其具体尺寸(尺寸示意图3)设计如表1所示:

[0042] 表1 (mm)

[0043]

L	W	L_i	W_i	L_c	W_h
69	47	41	9	21.3	2

[0044] 磁敏贴片天线的阻抗与超高频射频识别芯片的阻抗共轭,以此实现磁敏贴片天线与超高频射频识别芯片的阻抗匹配,使信号传输质量佳。

[0045] 综上,与现有技术相比,本实用新型结构轻巧,成本低,监测精度高;易于安装和拆卸,便于检修;RFID标签传感器也具有无源无线、免维护的优点,节约人力物力;本实用新型还有助于管道内壁腐蚀监测技术的应用,具有较大的工程应用价值。

[0046] 本实用新型中应用了具体实施例对本实用新型的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本实用新型的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本实用新型的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本实用新型的限制。

[0047] 本领域的普通技术人员将会意识到,这里所述的实施例是为了帮助读者理解本实用新型的原理,应被理解为本实用新型的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本实用新型公开的这些技术启示做出各种不脱离本实用新型实质的其它各种具体变形和组合,这些变形和组合仍然在本实用新型的保护范围内。

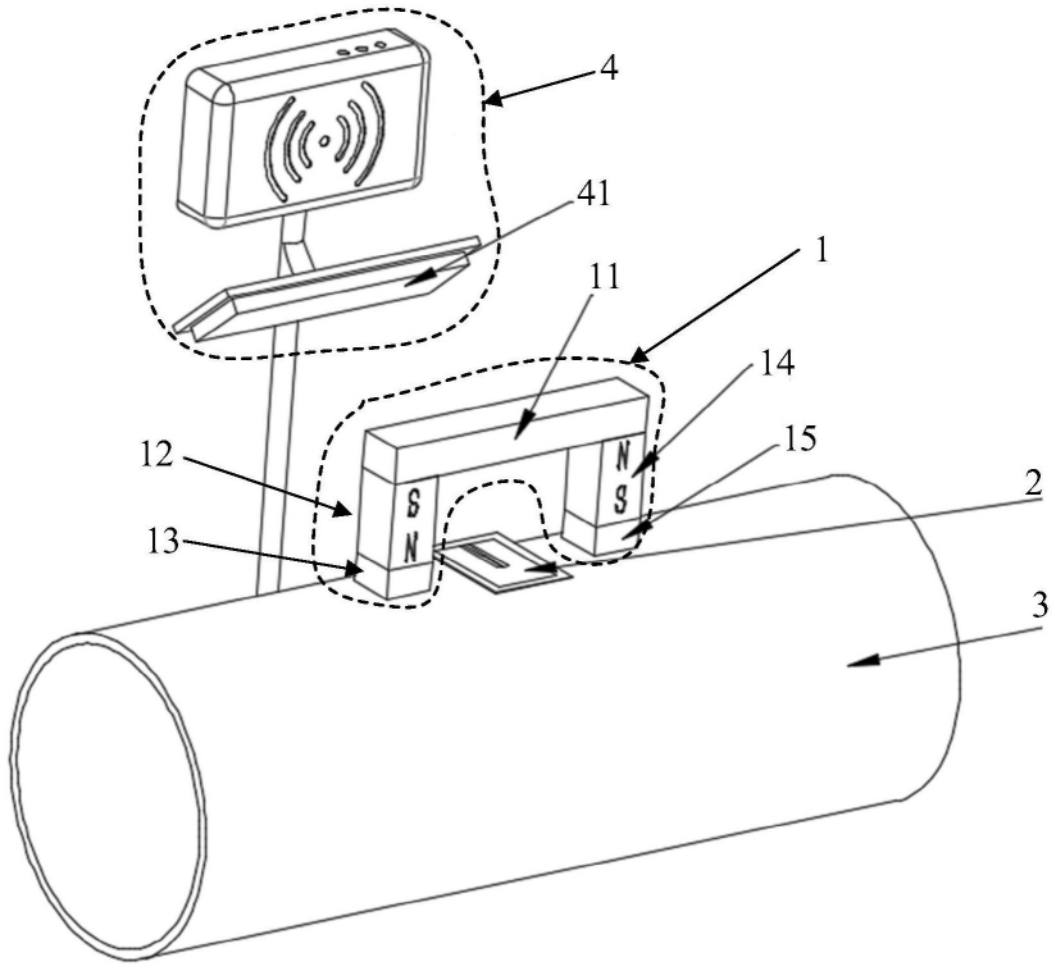


图1

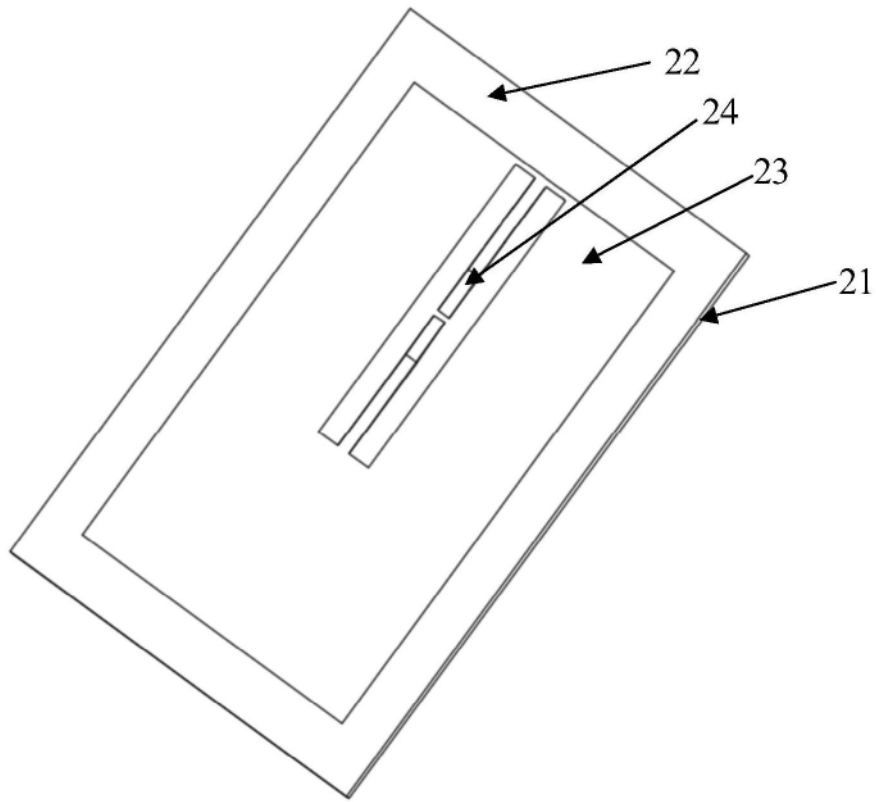


图2

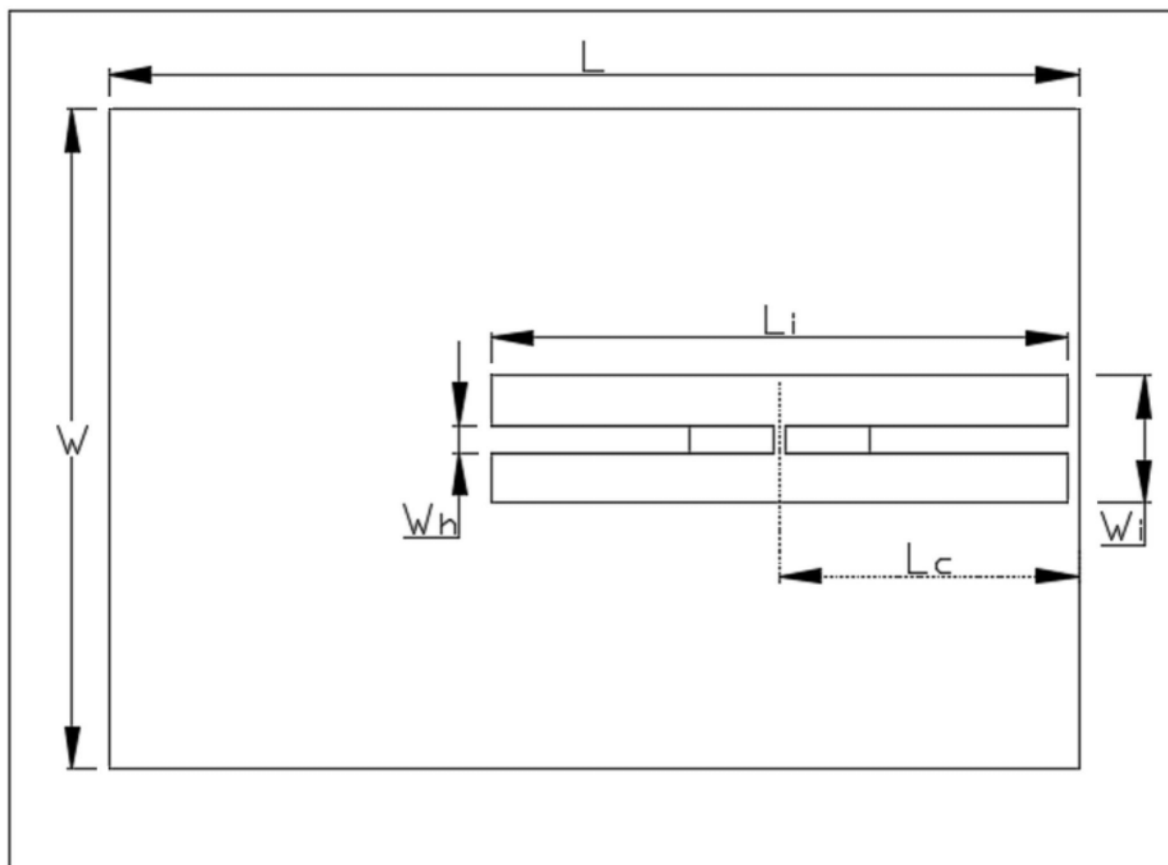


图3