



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104977352 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201510243804. 9

(22) 申请日 2015. 05. 13

(71) 申请人 江南大学

地址 214122 江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道
1800 号

(72) 发明人 周德强 王俊 肖俊峰 蔡酉勇
付晓佳 陈曦 顾婉怡

(51) Int. Cl.

G01N 27/90(2006. 01)

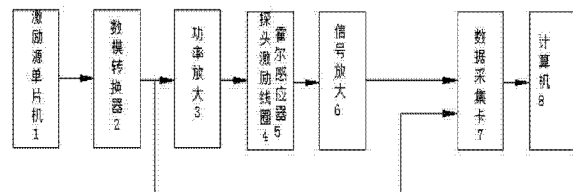
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法,属于无损检测领域。系统包括激励信号发生器、数模转换器、功率放大器、激励线圈、霍尔传感器、信号放大电路、数据采集卡以及计算机。本发明在涡流检测的基础上,针对铁磁性材料,采用矩形波与三角波的混合波作为激励信号,混合信号中前半段的矩形波段产生脉冲涡流现象,后半段的三角波段产生巴克豪森效应,运用信号时域平均法对信号分段处理,实现涡流信号与巴克豪森噪声信号分离,对信号分别特征提取与数据处理,从而实现铁磁性材料表面缺陷以及应力、微观结构状态的同时在线检测,并实现铁磁性材料隐性缺陷判别和尚未形成的缺陷以及寿命的预估。本发明可长期可靠工作、灵敏度高、方法简单,显示直观,高效可行等。



1. 一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法,其特征在于包括如下步骤:

信号激励源发生器单片机(1)、数模转换(2)、功率放大器(3)、探头激励线圈(4)、霍尔传感器(5)、信号放大电路(6)、数据采集卡(7)、计算机(8);其中信号发生器单片机(1)通过程序控制产生数字激励信号,数字激励信号为矩形波与三角形波的低频混合信号,激励信号的频率可以通过改变单片机程序的参数而改变,因此通过程序的变动得到激励信号所需要的频率,单片机产生数字激励信号通过数模转换器(2),将数字信号转换为模拟电压激励信号,数模转换器的输出端分为两路,其中一路输出连接功率放大器(3)的输入端,功率放大器(3)的输出连接绕制在铁氧体上的激励线圈(4),霍尔传感器(5)置于激励线圈(4)中间,霍尔传感器(5)与激励线圈(4)和铁氧体组成探头置于被测试件上,霍尔传感器(5)的输出经信号经过放大电路(6)连接数据采集卡(7),数模转换(2)输出端的另一路输出直接连接数据采集卡(7),数据采集卡(7)的输出端连接计算机(8)。

2. 根据权利要求1所述一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法,其特征在于:

(a) 信号发生器(1)由单片机电路组成,单片机通过程序控制产生激励信号,激励信号为矩形波与三角形波的低频混合信号,激励信号的频率可以通过改变单片机程序的参数而改变,通过程序的变动得到激励信号所需要的频率,单片机产生数字激励信号,数字信号经过数模转换(2)处理后由数字信号转变为模拟电压信号,然后经过功率放大器(3)进行功率放大处理后对激励线圈(4)进行激励;

(b) 所述激励信号为矩形波与三角形波的低频混合信号,激励信号的频率可以通过改变单片机程序的参数而改变。

(c) 在信号前半段的矩形波段,激励线圈(4)中产生交变的磁场,被检测区域产生感应涡流,所述涡流随着深度的增加衰减;所述涡流产生一个反作用的磁场,当检测区域存在缺陷时,通过霍尔传感器(5)检测被测试件中缺陷处发生畸变的磁场,得到缺陷信息;该信号经过信号放大电路(6)调理,调理后的信号通过数据采集卡(7)进入计算机(8);

(d) 在信号后半段的三角形波段,激励线圈(4)中产生交变磁场,被检测区域产生巴克豪森效应,通过霍尔传感器(5)检测区域的磁场变化,得到被测试件所受应力的变化信息;该信号经过信号放大电路(6)调理,调理后的信号通过数据采集卡(7)进入计算机(8);

(e) 数模转换器(2)输出端另有一路激励信号直接经过数据采集卡(7)进入计算机(8),该路激励信号为从霍尔传感器(5)进入计算机(8)的信号提供信号分段标准,即得到涡流信号与巴克豪森信号;

(f) 计算机(8)处理分段信号,对涡流信号与巴克豪森信号分别进行信号特征提取;

(g) 计算机(8)根据信号特征提取结果,对试件所处的缺陷与应力状态进行评估。

3. 根据权利要求1所述一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法,其特征在于:所述传感器探头的安装位置要求:当铁磁性型材处于检测区域时,所述探头位于铁磁性材料的上方,其中心轴线与铁磁性材料的上表面垂直,距离为2-4mm。

4. 根据权利要求1所述一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法,其特征在于:该所用探头由线圈骨架、磁环、漆包线和霍尔传感器构成。漆包

线绕骨架上,骨架内有磁环,两者紧配合,磁环内放有霍尔传感器,用绝缘胶固定。

基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法

技术领域

[0001] 本发明为基于脉冲涡流的无损检测和巴克豪森效应的应力检测,因此涉及了无损检测和力学领域。以及根据激励信号实现涡流与巴克豪森信号分离,实现铁磁性材料缺陷与应力的检测。

背景技术

[0002] 板状铁磁性型材的需求量很大,生产过程繁琐,对型材的质量要求高,一旦型材存在缺陷或残余应力,将会对产品造成不良的影响。而对于型材表面缺陷及其应力的检测现在往往是通过线下检测,这影响了生产效率同时增加了工作量。为了获得完整的材料结构健康检测和寿命估计的所需信息,除了需要对结构中具有的缺陷进行检测和评估,另一个需要获得的重要参数是结构所受的应力状态以及微观组织状态可行的方法是用在线检测方法,在线检测是一种在符合生产节拍的条件下对所生产的产品进行实时检测的技术。因此采用脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法能够有效检测铁磁性材料的缺陷与应力。根据脉冲信号的矩形波段与三角形波段,采用信号分离技术,将涡流信号与巴克豪森信号分离,实现铁磁性材料的隐性缺陷和寿命评估。从而提高检测的效率,而然线下人工检,效率低,容易误检、漏检;用其他的传感器分别检测繁琐,有必要设计一套复合检测装置。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法,可以同时检测铁磁性板状型材的缺陷与应力情况,为实现金属型材的在线检测提供基础。达到对材料缺陷进行定量和寿命评估。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及无损检测方法包含信号发生器单片机、数模转换、功率放大器、探头激励线圈、霍尔传感器、信号放大电路、数据采集卡以及计算机;其中信号发生器单片机通过程序控制产生数字激励信号,数字激励信号为矩形波与三角形波的低频混合信号,信号前半段为矩形波而后半段为三角波,激励信号的频率可以通过改变单片机程序的参数而改变,因此通过程序的变动得到激励信号所需要的频率,单片机产生数字激励信号通过数模转换器将数字激励信号转换为模拟电压激励信号,数模转换器的输出端分为两路,其中一路输出连接功率放大器的输入端,功率放大器的输出连接绕制在铁氧体上的激励线圈,霍尔传感器置于激励线圈中间,霍尔传感器与激励线圈和铁氧体组成探头置于被测试件上,霍尔传感器的输出经信号经过放大电路连接数据采集卡,数模转换输出端的另一路输出直接连接数据采集卡,数据采集卡的输出端连接计算机。

[0006] 本发明同时提供了一种基于脉冲涡流与巴克豪森的缺陷与应力无损检测系统及

无损检测方法,其特征在于包括如下步骤:

[0007] (a) 信号发生器(1)由单片机电路组成,单片机通过程序控制产生数字激励信号,数字激励信号为矩形波与三角形波的低频混合信号,激励信号的频率可以通过改变单片机程序的参数而改变,因此通过程序的变动得到激励信号所需要的频率,单片机产生数字激励信号经过数模转换(2)处理后由数字信号转变为模拟电压信号,然后经过功率放大器(3)进行功率放大处理后对激励线圈(4)进行激励;

[0008] (b) 所述激励信号为矩形波与三角形波的低频混合信号,激励信号的频率可以通过改变单片机程序的参数而改变。

[0009] (c) 在矩形波段,激励线圈(4)中产生交变的磁场,被检测区域产生感应涡流,所述涡流随着深度的增加衰减;所述涡流产生一个反作用的磁场,当检测区域存在缺陷时,通过霍尔传感器(5)检测被测试件中缺陷处漏出的磁场,得到缺陷信息;该信号经过信号放大电路(6)调理,调理后的信号通过数据采集卡(7)进入计算机(8);

[0010] (d) 在三角形波段,激励线圈(4)中产生交变磁场,被检测区域产生巴克豪森效应,通过霍尔传感器(5)检测区域的磁场变化,得到被测试件所受应力的变化信息;该信号经过信号放大电路(6)调理,调理后的信号通过数据采集卡(7)进入计算机(8);

[0011] (e) 数模转换器(2)输出端另有一路激励信号直接经过数据采集卡(7)进入计算机(8),该路激励信号为从霍尔传感器(5)进入计算机(8)的信号提供信号分段标准,即得到涡流信号与巴克豪森信号;

[0012] (f) 计算机(8)处理分段信号,对涡流信号与巴克豪森信号分别进行信号特征提取;

[0013] (g) 计算机(8)根据信号特征提取结果,对试件所处的缺陷与应力状态进行评估。

[0014] 本发明的技术特点是:

[0015] 一、本发明有比较完整的电路,包括激励信号发生和对检测信号的处理分析部分,激励信号为矩形波与三角波的混合信号,单片机产生混合信号比较简单有效,电路简单、检测方法可靠。

[0016] 二、本发明将传感器探头垂直安装于铁磁性板状型材上方,实现无接触检测,通过对检测信号的处理分析,实现缺陷与应力的复合检测。

[0017] 三、本发明采用的探头安装方式简单,同时不受型材表面缺陷以致的形状影响。

[0018] 四、本发明提出了对铁磁性板状型材缺陷与应力检测系统与无损检测方法,有助于实现型材的在线检测和自动化生产。

[0019] 本发明的有益技术效果是:

[0020] 本发明针对铁磁性材料,利用激励信号的特点,即矩形波段与三角波段的混合信号,融合了脉冲涡流检测技术与巴克豪森效应的优势,将涡流效应与巴克豪森效应相结合,通过激励信号的两个不同阶段,将涡流信号与巴克豪森信号分离,因而应用本发明不仅可以检测到铁磁性材料缺陷的情况,还可以检测材料的应力状态。因此该系统可以定量检测出材料结构不同缺陷,同时可以检测出材料的应力及残余应力,对材料的寿命评估。

附图说明

[0021] 图1是信合处理分析示意图。

- [0022] 图 2 是激励信号发生器示意图。
[0023] 图 3 是功率放大电路示意图。
[0024] 图 4 是传感器探头示意图。
[0025] 图 5 是信号放大电路示意图

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做进一步说明。

[0027] 如图 1 所示,本发明的无损检测系统包括包含信号发生器单片机、数模转换、功率放大器、探头激励线圈、霍尔传感器、信号放大电路、数据采集卡以及计算机;其中信号发生器单片机通过程序控制产生数字激励信号,数字激励信号为矩形波与三角形波的低频混合信号,激励信号的频率可以通过改变单片机程序的参数而改变,因此通过程序的变动得到激励信号所需要的频率,单片机产生数字激励信号通过数模转换器,将数字信号转换为模拟电压激励信号,数模转换器的输出端分为两路,其中一路输出连接功率放大器的输入端,功率放大器的输出连接绕制在铁氧体上的激励线圈,霍尔传感器置于激励线圈中间,霍尔传感器与激励线圈和铁氧体组成探头置于被测试件上,霍尔传感器的输出信号经过放大电路连接数据采集卡,数模转换输出端的另一路输出直接连接数据采集卡,数据采集卡的输出端连接计算机。利用计算机强大的数据处理能力实现缺陷信号与应力信号的分离,达到对铁磁性材料的隐性缺陷和寿命评估的目的。

[0028] 本系统的具体工作过程为:

[0029] 首先,搭建如图 2 所示激励信号发生器与信号功率放大模块,对输入信号的功率放大。本系统激励信号发生模块采用矩形波和三角波的混合波信号作为激励源,由单片机、DAC0832 与 LM324 组成频率可调的信号发生电路,由 LM1875 组成功率放大模块,对激励信号的功率放大。

[0030] 当系统工作,激励信号发生器产生激励信号,通过功率放大模块输入到探头,功率放大电路如图 3 当探头的正下方板状金属型材经过时,霍尔传感器接收变化的电压信号,该信号经过信号放大电路输出,信号放大电路如图 5 所示。数据采集卡采集此信号,最后进入计算机。计算机记录数据并以文件的形式存入,然后对数据进行处理,运用时域平均法对混合信号分进行段,混合信号被分为缺陷检测信号和应力检测信号,最后以图形的形式显示缺陷的形状和大小、被测试件的应力及残余应力的大小。

[0031] 图 4 是探头示意图,霍尔传感器 1 置于线圈骨架 2 内,线圈骨架 2 上绕有漆包线 4,骨架 2 放置于探头外壳 3 内,两者紧配合,导线从外壳 3 尾部引出,5 为导线引出线。导线引出线输出为混合信号,混合信号需经后面信号处理分析,时域平均法分段混合信号为分段信号,对分段信号分析。

[0032] 电路工作原理如下:当通电之后,由于单片机内事先编写入程序,故通电后单片机开始工作,系统开始工作。单片机产生一定频率的矩形波与三角形波混合波的数字信号,经过数模转换电路,将数字信号转换为模拟电压激励信号后经过功率放大电路,驱动激励线圈,由于产生的激励信号为矩形与三角形两段混合电压信号。在矩形波段,激励线圈(4)中产生交变的磁场,被检测区域产生感应涡流,所述涡流随着深度的增加衰减;所述涡流产生一个反作用的磁场,当检测区域存在缺陷时,通过霍尔传感器(5)检测被测试件中缺陷

处漏出的磁场,得到缺陷信息;该信号经过信号放大电路(6)调理,调理后的信号通过数据采集卡(7)进入计算机(8);在三角形波段,激励线圈(4)中产生交变磁场,被检测区域产生巴克豪森效应,通过霍尔传感器(5)检测区域的磁场变化,得到被测试件所受应力的变化信息;该信号经过信号放大电路(6)调理,调理后的信号通过数据采集卡(7)进入计算机(8);计算机(8)记录数据并以文件的形式存入,然后对数据进行处理,运用时域平均法对混合信号分进行段,混合信号被分为缺陷检测信号和应力检测信号最后以图形的形式显示缺陷的形状和大小、被测铁磁性试件的应力及残余应力大小。

[0033] 以上所述的仅是本发明的优选实施方式,本发明不限于以上实施例。可以理解,本领域技术人员在不脱离本发明的精神和构思的前提下直接导出或联想到的其他改进和变化,均应认为包含在本发明的保护范围之内。

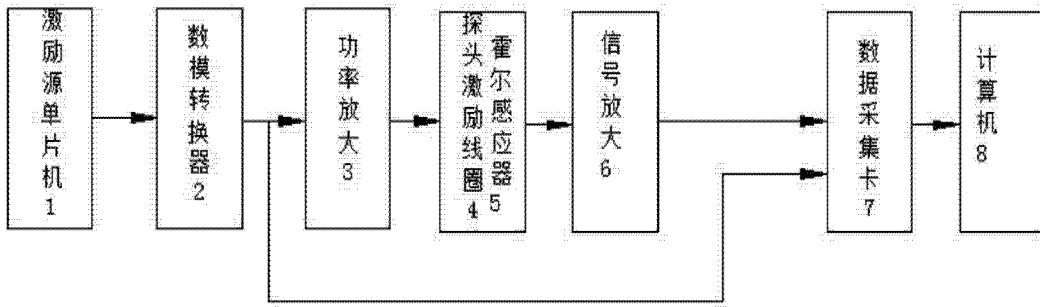


图 1

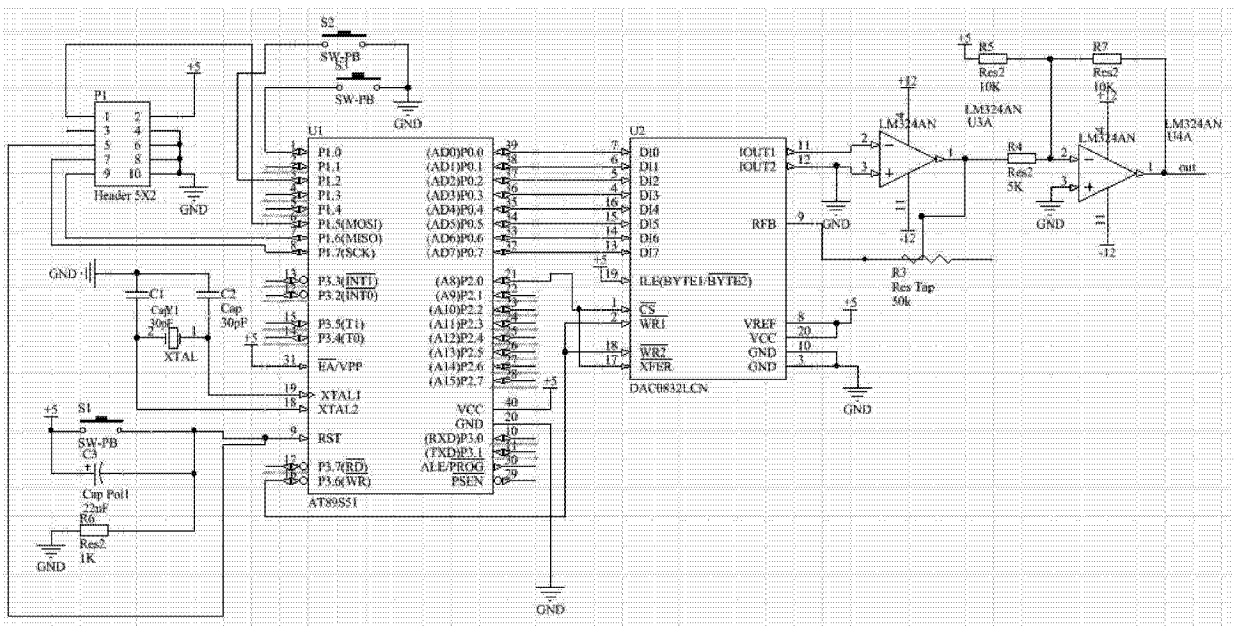


图 2

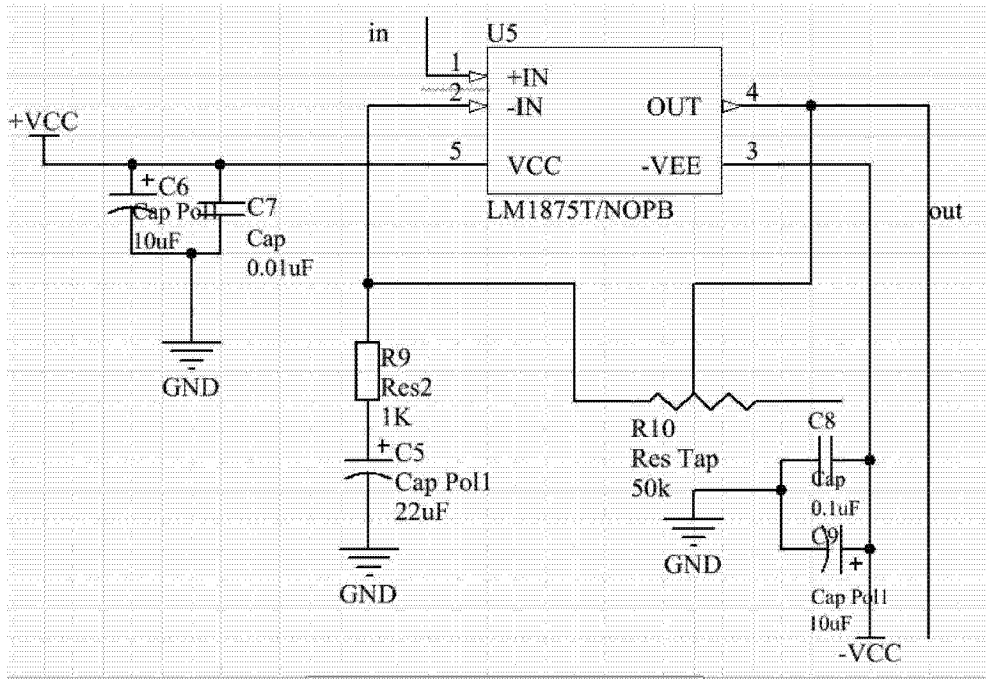


图 3

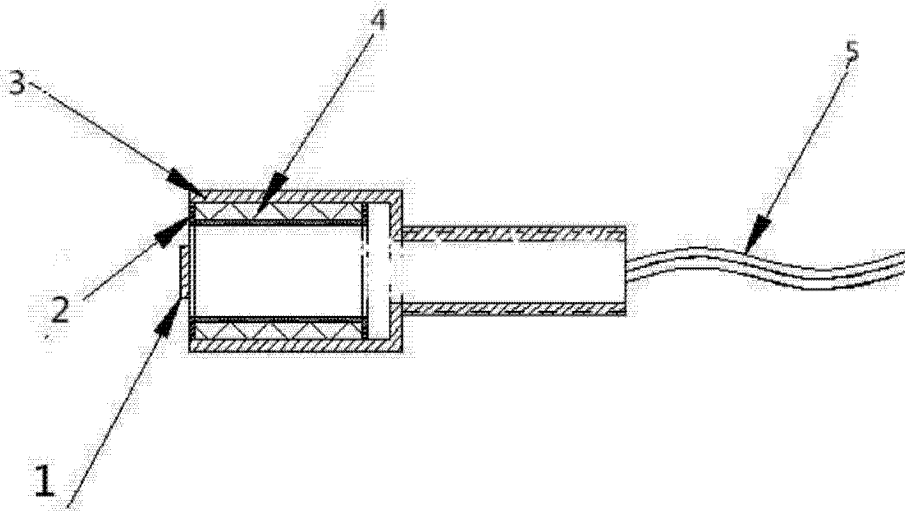


图 4

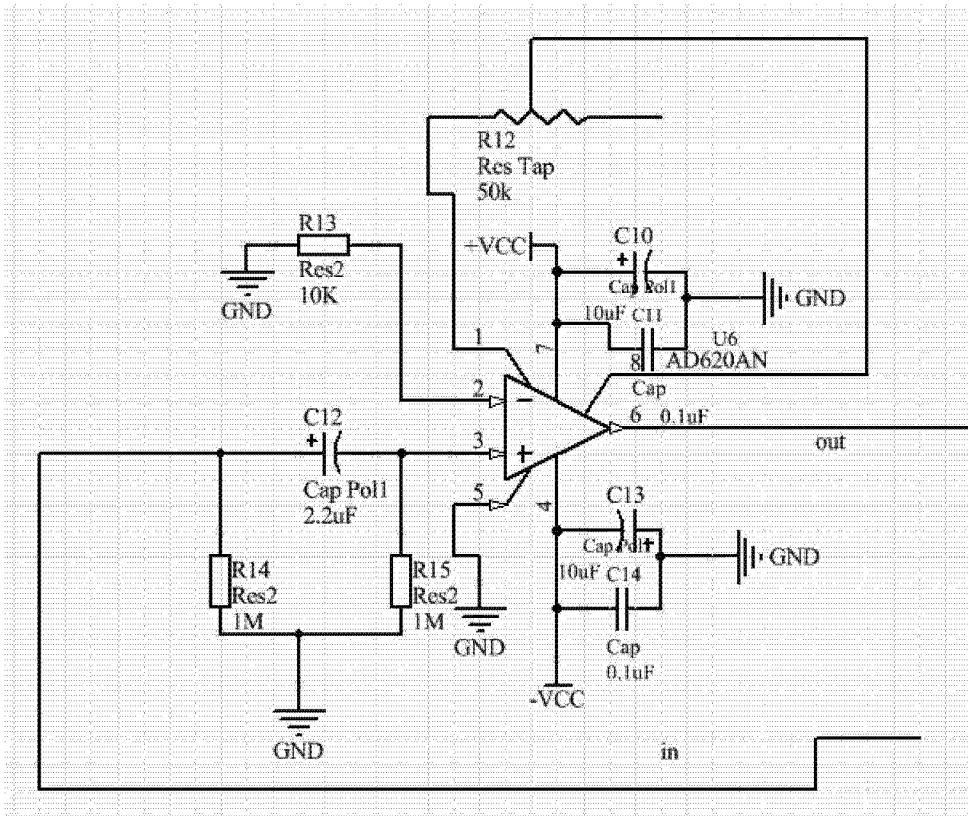


图 5