



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114034739 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 11

(21) 申请号 202111307165.X

(22) 申请日 2021.11.05

(71) 申请人 大连海事大学

地址 116026 辽宁省大连市高新园区凌海路1号

(72) 发明人 张洪朋 史皓天 谢雨财 李国宾
李伟 魏一 曾霖 刘雨

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任
公司 21212

代理人 姜玉蓉 李洪福

(51) Int. Cl.

G01N 27/02 (2006.01)

G01N 15/02 (2006.01)

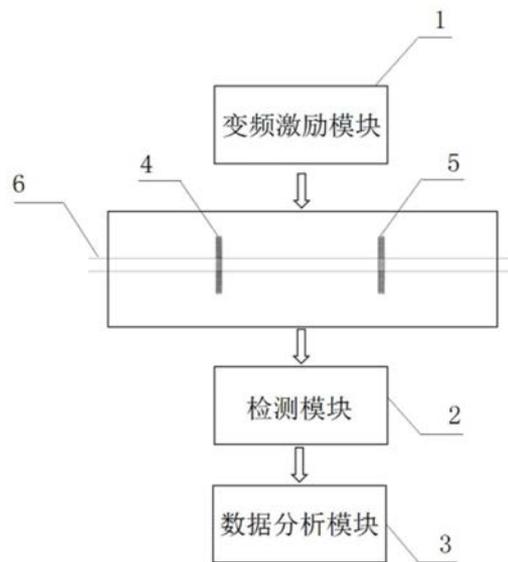
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种变频式磨粒材质识别装置及方法

(57) 摘要

本发明提供一种变频式磨粒材质识别装置及方法。本发明装置,包括:变频激励模块,检测模块,数据分析模块,多个传感单元以及流道;流道成直线型,流道依次从多个所述传感单元的中心穿过;变频激励模块连接多个传感单元,用于向多个传感单元施加交流激励;检测模块连接多个传感单元,用于实时获取多个传感单元输出的电信号;数据分析模块连接检测模块,用于分析对比检测模块检测的电感信号,实现金属磨粒的材质和尺寸的检测。本发明方法通过已测取的多种材质金属磨粒在不同频率下的电信号与粒径关系曲线图作为参照,结合各检测单元获取的电信号,分析获得所测金属磨粒的材质和粒径,同时,获得的信息可用于定位机械设备的磨损位置。



1. 一种变频式磨粒材质识别装置,其特征在于,包括:变频激励模块(1),检测模块(2),数据分析模块(3),多个传感单元以及流道(6);

所述流道(6)成直线型,流道(6)依次从多个所述传感单元的中心穿过;

所述变频激励模块(1),连接多个所述传感单元,用于向多个所述传感单元施加交流激励;

所述检测模块(2),连接多个所述传感单元,用于实时获取多个所述传感单元输出的电信号;

所述数据分析模块(3),连接所述检测模块(2),用于分析对比所述检测模块(2)检测的电感信号,实现金属磨粒的材质和尺寸的检测。

2. 根据权利要求1所述的变频式磨粒材质识别装置,其特征在于,多个所述传感单元均为具有相同结构参数的线圈,线圈包括但不限于螺线管式线圈、平面式线圈,多线圈组合式以及含磁芯式线圈。

3. 根据权利要求2所述的变频式磨粒材质识别装置,其特征在于,多个所述传感单元之间具有一定的间距,使得各个线圈互不干扰。

4. 根据权利要求1所述的变频式磨粒材质识别装置,其特征在于,所述变频激励模块(1)分别向多个所述传感单元施加不同频率的交流激励,线圈受交流电激励后,产生时谐磁场。

5. 根据权利要求1所述的变频式磨粒材质识别装置,其特征在于,所述检测模块(2)用于实时检测多个所述传感单元的阻抗变化,其中,检测的多个所述传感单元输出的电信号包括但不限于电感信号、电压信号、电阻信号、阻抗信号以及感抗信号。

6. 根据权利要求1所述的变频式磨粒材质识别装置,其特征在于,所述数据分析模块(3)用于分析特征曲线,即不同材质金属磨粒在多种频率下线圈输出的电信号与粒径关系的特征曲线。

7. 一种基于权利要求1-6任意权利要求所述的变频式磨粒材质识别方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1、待测油样经流道(6)通过多个传感单元;

S2、变频激励模块(1)分别向多个传感单元施加不同频率的交流激励;

S3、传感单元受交流电激励后,产生时谐磁场;

S4、在时谐磁场中,利用不同材质金属颗粒通过不同频率下线圈输出的电信号结合电信号与粒径关系特征曲线,实现金属磨粒材质的区分。

一种变频式磨粒材质识别装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油液检测技术领域,具体而言,尤其涉及一种变频式磨粒材质识别装置及方法。

背景技术

[0002] 汽车工业、船舶制造、建筑工程机械、矿山机械、农业机械、塑料机械、冶金机械、航空等行业中机械设备磨损会产生金属磨粒污染物进入润滑系统或者液压系统。对系统中的油液污染物进行分析,能有效检测油液污染程度以及机械磨损情况。理论上,根据磨粒的数量和大小能推测出机械的磨损程度,从磨粒的形貌能推测磨损的类型,根据磨粒的材质能推断出机械的磨损部位。

[0003] 当前可对磨粒材质进行识别的方法主要有光谱分析和显微镜成像法。光谱分析法通过利用原子的吸收或者放射光谱来获取磨粒材质。显微镜成像法通过人工或者图像处理软件来识别磨粒的材质。上述两种方法虽然检测精度高,但是面临着成本高、使用环境要求高、易受油液透光度的影响,一般只用于实验室中。因此开发一种可实时监测的用于磨粒材质识别的高稳定性检测装置及其方法极其重要。

发明内容

[0004] 根据上述提出的技术问题,提供一种变频式磨粒材质识别装置及方法。本发明通过变频式电感法实现了多种金属磨粒的材质和粒径检测,具有结构简单,成本低廉,检测精度高,稳定性强,不受油液透光性影响,易于实现在线的优势。

[0005] 本发明采用的技术手段如下:

[0006] 一种变频式磨粒材质识别装置,包括:变频激励模块,检测模块,数据分析模块,多个传感单元以及流道;

[0007] 所述流道成直线型,流道依次从多个所述传感单元的中心穿过;

[0008] 所述变频激励模块,连接多个所述传感单元,用于向多个所述传感单元施加交流激励;

[0009] 所述检测模块,连接多个所述传感单元,用于实时获取多个所述传感单元输出的电信号;

[0010] 所述数据分析模块,连接所述检测模块,用于分析对比所述检测模块检测的电感信号,实现金属磨粒的材质和尺寸的检测。

[0011] 进一步地,多个所述传感单元均为具有相同结构参数的线圈,线圈包括但不限于螺线管式线圈、平面式线圈,多线圈组合式以及含磁芯式线圈。

[0012] 进一步地,多个所述传感单元之间具有一定的间距,使得各个线圈互不干扰。

[0013] 进一步地,所述变频激励模块分别向多个所述传感单元施加不同频率的交流激励,线圈受交流电激励后,产生时谐磁场。

[0014] 进一步地,所述检测模块用于实时检测多个所述传感单元的阻抗变化,其中,检测

的多个所述传感单元输出的电信号包括但不限于电感信号、电压信号、电阻信号、阻抗信号以及感抗信号。

[0015] 进一步地,所述数据分析模块用于分析特征曲线,即不同材质金属磨粒在多种频率下线圈输出的电信号与粒径关系的特征曲线。

[0016] 本发明还提供了一种基于上述变频式磨粒材质识别装置的变频式磨粒材质识别方法,包括如下步骤:

[0017] S1、待测油样经流道通过多个传感单元;

[0018] S2、变频激励模块分别向多个传感单元施加不同频率的交流激励;

[0019] S3、传感单元受交流电激励后,产生时谐磁场;

[0020] S4、在时谐磁场中,利用不同材质金属颗粒通过不同频率下线圈输出的电信号结合电信号与粒径关系特征曲线,实现金属磨粒材质的区分。

[0021] 较现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0022] 1、本发明提供的变频式磨粒材质识别装置及方法,通过变频式电感法实现了多种金属磨粒的材质和粒径检测,具有结构简单,成本低廉,检测精度高,稳定性强,不受油液透光性影响,易于实现在线的优势。

[0023] 2、本发明通过变频式磨粒材质识别方法及装置实现了金属磨粒材质的区分,从而获取了更为详细的机械设备的状态信息,其可用于机械设备磨损部位及磨损程度的诊断。

[0024] 3、本发明利用不同材质金属颗粒在不同频率下的信号特征(电压信号、电感信号、电阻信号等),实现了金属材质(不锈钢,碳钢,铜,铝,黄铜,铝合金等)的区分。由于机械设备部件之间所用材质不同,因摩擦而产生不同的磨粒材质。根据油液中的金属材质的分析,从而推断出机械设备的磨损部位。

[0025] 基于上述理由本发明可在油液检测等领域广泛推广。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做以简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本发明装置结构示意图。

[0028] 图2为本发明实施例提供的铁磁性磨粒和非铁磁性磨粒产生不同方向的电感脉冲示意图。

[0029] 图3为本发明实施例提供的不同材质的铁磁性颗粒(铁,不锈钢)分别在1MHz和2MHz频率交流电激励下的电感-粒径信号特征曲线图。

[0030] 图4为本发明实施例提供的不同材质的非铁磁性颗粒(铜,铝,黄铜)分别在1MHz和2MHz频率交流电激励下的电感信号特征曲线图。

[0031] 图中:1、变频激励模块;2、检测模块;3、数据分析模块;4、第一传感单元;5、第二传感单元;6、流道。

具体实施方式

[0032] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0033] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0035] 除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。同时,应当清楚,为了便于描述,附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的所有示例中,任向具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。应注意:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0036] 在本发明的描述中,需要理解的是,方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,在未作相反说明的情况下,这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明保护范围的限制:方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

[0037] 为了便于描述,在这里可以使用空间相对术语,如“在……之上”、“在……上方”、“在……上表面”、“上面的”等,用来描述如在图中所示的一个器件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是,空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如,如果附图中的器件被倒置,则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其位器件或构造之下”。因而,示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位(旋转90度或处于其他方位),并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

[0038] 此外,需要说明的是,使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件,仅仅是为了便于对相应零部件进行区别,如没有另行声明,上述词语并没有特殊含义,因此不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0039] 如图1所示,本发明提供了一种变频式磨粒材质识别装置,包括:变频激励模块1,检测模块2,数据分析模块3,第一传感单元4、第二传感单元5以及流道6;

[0040] 所述流道6成直线型,流道6依次从第一传感单元4和第二传感单元5的中心穿过;

[0041] 所述变频激励模块1,连接第一传感单元4和第二传感单元5,用于向第一传感单元4和第二传感单元5施加交流激励;

[0042] 所述检测模块2,连接第一传感单元4和第二传感单元5,用于实时获取第一传感单元4和第二传感单元5输出的电信号;

[0043] 所述数据分析模块3,连接所述检测模块2,用于分析对比所述检测模块2检测的电感信号,实现金属磨粒的材质和尺寸的检测。

[0044] 具体实施时,作为本发明优选的实施方式,第一传感单元4和第二传感单元5均为具有相同结构参数的线圈,线圈包括但不限于螺线管式线圈、平面式线圈,多线圈组合式以及含磁芯式线圈。

[0045] 具体实施时,作为本发明优选的实施方式,第一传感单元4和第二传感单元5之间具有一定的间距,使得各个线圈互不干扰。

[0046] 具体实施时,作为本发明优选的实施方式,所述变频激励模块1分别向第一传感单元4和第二传感单元5施加不同频率的交流激励,线圈受交流电激励后,产生时谐磁场。在本实施例中,变频激励模块1向第一传感单元4施加2V、1MHz的交流电激励;变频激励模块1向第二传感单元5施加2V、2MHz的交流电激励。

[0047] 具体实施时,作为本发明优选的实施方式,所述检测模块2用于实时检测第一传感单元4和第二传感单元5的阻抗变化,其中,检测的第一传感单元4和第二传感单元5输出的电信号包括但不限于电感信号、电压信号、电阻信号、阻抗信号以及感抗信号。本实施例中,检测的第一传感单元4和第二传感单元5输出的型号为电感信号。如图2所示,铁磁性磨粒和非铁磁性磨粒会产生不同方向的内感脉冲,且通过不同传感单元所产生的信号幅值不同。铁磁性磨粒通过采用1MHz频率激励的第一传感单元4时产生幅值较大的内感脉冲,通过采用2MHz频率激励的第二传感单元5时产生幅值较小的内感脉冲。非铁磁性磨粒通过采用1MHz频率激励的第一传感单元4时产生幅值较小的内感脉冲,通过采用2MHz频率激励的第二传感单元5时产生幅值较大的内感脉冲。

[0048] 具体实施时,作为本发明优选的实施方式,所述数据分析模块3用于分析特征曲线,即不同材质金属磨粒在多种频率下线圈输出的电信号与粒径关系的特征曲线。如图3所示,为不同材质的铁磁性颗粒(铁,不锈钢)分别在1MHz和2MHz频率交流电激励下的内感-粒径信号特征曲线图。金属磨粒经过第一传感单元4时产生45nH的内感信号,则可判断其为直径545 μ m的铁磨粒或直径635 μ m的不锈钢磨粒。该磨粒通过第二传感单元5时产生35nH的内感信号,则可判断其为直径545 μ m的铁磨粒或直径610 μ m的不锈钢磨粒。对比分析可得,该磨粒为直径545 μ m的铁磨粒。如图4所示,为不同材质的非铁磁性颗粒(铜,铝,黄铜)分别在1MHz和2MHz频率交流电激励下的内感信号特征曲线图。金属磨粒经过第一传感单元4时产生-10nH的内感信号,则可判断其为直径455 μ m的铜磨粒、直径545 μ m的铝磨粒或直径600 μ m的黄铜磨粒。该磨粒通过第二传感单元5时产生-12.5nH的内感信号,则可判断其为直径455 μ m的铜磨粒、直径525 μ m的铝磨粒或直径580 μ m的黄铜磨粒。对比分析可得,该磨粒为直径455 μ m的铜磨粒。

[0049] 本发明还提供了一种基于上述变频式磨粒材质识别装置的变频式磨粒材质识别方法,包括如下步骤:

[0050] S1、待测油样经流道6通过多个传感单元；

[0051] S2、变频激励模块1分别向多个传感单元施加不同频率的交流激励；

[0052] S3、传感单元受交流电激励后，产生时谐磁场；

[0053] S4、在时谐磁场中，金属磨粒内产生的磁化效应和涡流效应强弱会引起线圈的阻抗变化，不同材质金属具有独特的磁导率及电导率，使得多个传感单元的电感、电阻参数的影响不同，磁化效应受磁导率影响，涡流效应受电导率影响，而涡流效应会随磁场频率而显著提升，使得同一金属磨粒在不同频率下产生的电感信号及电阻信号幅值不同；根据该原理，本发明利用不同材质金属颗粒通过不同频率下线圈输出的电信号（电压信号、电感信号、电阻信号等）结合电信号与粒径关系特征曲线，实现金属磨粒材质（不锈钢，碳钢，铜，铝，黄铜，铝合金等）的区分。

[0054] 具体的工作原理如下：

[0055] 铁磁性磨粒会产生正向的电感脉冲，脉冲幅值随颗粒体积呈非线性增加趋势，而脉冲幅值会随激励频率减小；非铁磁性磨粒会产生负向的电感脉冲，脉冲幅值随颗粒体积呈非线性增加趋势，而脉冲幅值会随激励频率增加；不同材质金属磨粒在不同频率交流电激励下电感脉冲幅值--粒径信号特征曲线斜率不同。通过比较多个检测单元所测的颗粒的信号幅值，则可实现磨粒尺寸和材质的识别。

[0056] 综上所述，本发明方法首先根据所检测的电感信号的方向区分其大致属性。若电感脉冲为正，则为铁磁性磨粒。若电感脉冲为负，则为非铁磁性磨粒。基于多个单元的检测信号，与磨粒在不同频率下的电感-粒径信号特征曲线进行对比，存在唯一材质磨粒在不同频率下的粒径相等，则可确定其材质和粒径为待测颗粒的材质和粒径。

[0057] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

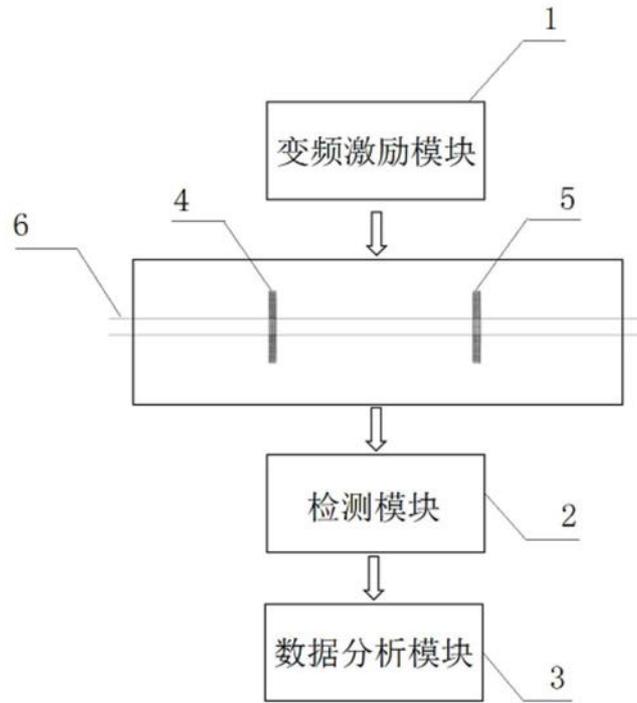


图1

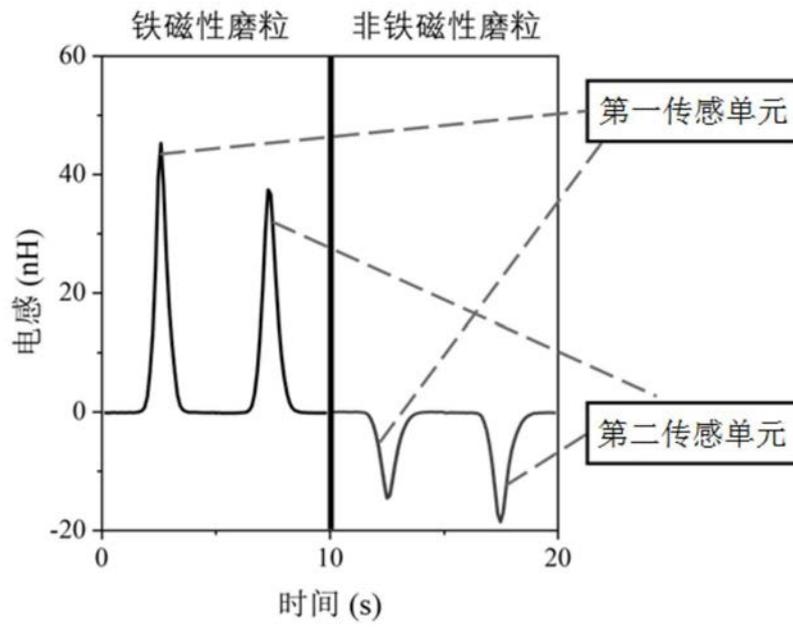


图2

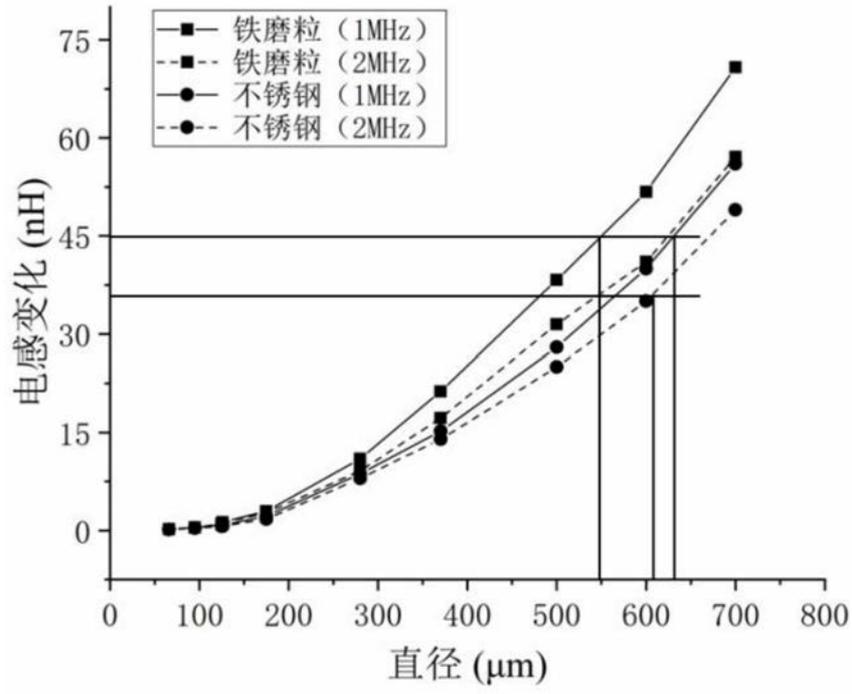


图3

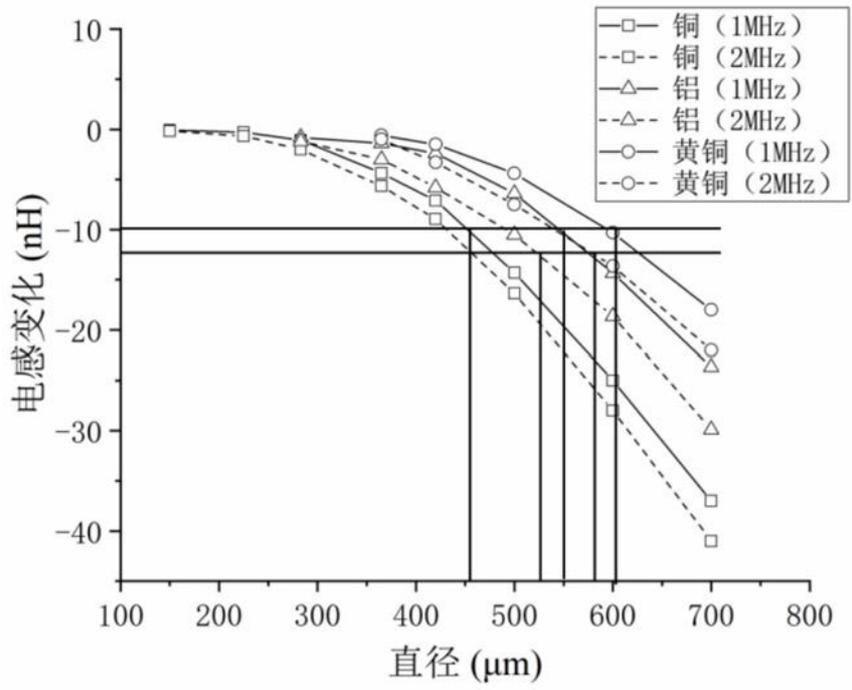


图4