



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117066085 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 17

(21) 申请号 202311029177.X

(22) 申请日 2023.08.16

(71) 申请人 南京尔顺科技发展有限公司
地址 210000 江苏省南京市江北新区大厂
街道新华路148号

申请人 水尚智慧科技(南京)有限公司

(72) 发明人 马付胜 郑文林

(74) 专利代理机构 南京华恒专利代理事务所
(普通合伙) 32335

专利代理师 高春涛

(51) Int. Cl.

B06B 1/08 (2006.01)

B06B 3/02 (2006.01)

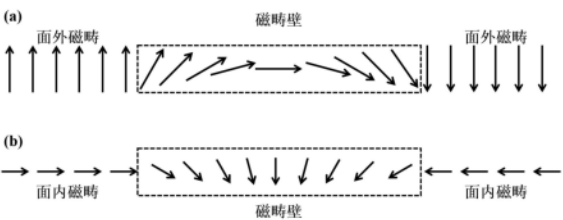
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法及其应用

(57) 摘要

本发明的利用磁畴边带效应产生多频共振的方法,利用泵浦频率为 f_0 的交变磁场,激发磁性材料的磁畴本征振动频率 f_0 并达到共振,使磁性材料产生基于边带效应的多频共振效应,边带共振频率 $f_n = nf_0$, n 为产生的边带频率的数目。其利用单一频率泵浦实现多个边带共振频率的出现,利用含有磁畴状态的磁性材料作为振动源,在单一频率激发下能够同时提供多种振动频率的振动源,解决目前振动源只工作于单一频率的问题。利用该方法产生的多频振动源可以作为供水系统的靶向清洗技术,在特定磁畴振动频率及边带频率下对供水系统起到防止和去除垢锈的作用。本发明的方法,步骤简单,操作易实现,应用成本低,绿色节能,具有很强的实用性和广泛地适用性。



1. 一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法,其特征在于,利用泵浦频率为 f_0 的交变磁场,激发磁性材料的磁畴本征振动频率 f_0 并达到共振,使磁性材料产生基于边带效应的多频共振效应,边带共振频率 $f_n = nf_0$, n 为产生的边带频率的数目。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述交变磁场由信号发生器产生。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述磁畴本征振动频率 f_0 通过矢量网络分析仪测试获得。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过调整磁畴的尺寸可调节所述磁畴本征振动频率 f_0 。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,通过设计磁性材料的磁化历史可调节所述磁畴的尺寸。
6. 根据权利要求1-5任一项所述的方法,其特征在于,所述共振应用于供水系统的靶向清洗。

一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种,具体涉及一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法及其应用,属于技术领域。

背景技术

[0002] 磁性材料是金属功能材料的重要分支,具有转换、传递、处理、存储信息和能量等功能,是重要的基础功能材料,应用范围广泛,如电声、选矿、能源、家用电器、医疗卫生、汽车、自动控制、信息技术等领域对磁性材料有着不可替代的需求。同时磁性材料作为一种清洁能源,在节能环保、新能源、电动汽车、智慧城市、智慧地球等新兴领域中得到越来越广泛的应用,并逐渐应用于机器人、无人机、航空航天、卫星遥感等领域。

[0003] 磁畴(Magnetic Domain)理论是用量子理论从微观上说明铁磁质的磁化机理。所谓磁畴,是指磁性材料内部的一个个小区域,每个区域内部包含大量原子,这些原子的磁矩都象一个个小磁铁那样整齐排列,但相邻的不同区域之间原子磁矩排列的方向不同。各个磁畴之间的交界面称为磁畴壁。宏观物体一般总是具有很多磁畴,这样,磁畴的磁矩方向各不相同,结果相互抵消,矢量和为零,整个物体的磁矩为零,它也就不能吸引其它磁性材料。也就是说磁性材料在正常情况下并不对外显示磁性。只有当磁性材料被磁化以后,它才能对外显示出磁性。

[0004] 磁性材料中会出现不同磁化状态的磁畴结构,相邻磁畴之间会有磁畴壁出现。根据磁性材料的性质不同,在无外加磁场下时,磁畴的形状很丰富,最具代表性是圆形和条形。根据磁性材料的组份和几何尺寸,磁畴的尺寸可以从几纳米到几百微米;磁畴壁的尺寸可以从几纳米到几百纳米。对于厚度小于长、宽磁性薄膜材料,其磁化方向通常分为面外和面内两种情况。相应的磁畴磁化方向也分为面外和面内两种情况。图1所示为面外磁化和面内磁化的磁性薄膜中的一维磁畴及磁畴壁示意图。

[0005] 目前,对磁畴的利用方式有:1、磁性存储器:磁畴是制造硬盘和磁带等磁性存储器的基础。通过在材料表面上创建微小的磁畴来存储数据,并使用读写头对这些磁畴进行读取和操作。2、传感器:磁畴变化也可以用于制作各种类型的传感器。例如,压电传感器可以测量材料表面上的磁场变化,从而实现非常灵敏的位移测量。

[0006] 而,对于如何利用磁畴边带效应产生多频共振及其应用,则缺乏相应的研究。

发明内容

[0007] 为解决现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法及其应用。

[0008] 为了实现上述目标,本发明采用如下的技术方案:

一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法,利用泵浦频率为 f_0 的交变磁场,激发磁性材料的磁畴本征振动频率 f_0 并达到共振,使磁性材料产生基于边带效应的多频共振效应,边带共振频率 $f_n = nf_0$, n 为产生的边带频率的数目。

- [0009] 上述交变磁场由信号发生器产生。
- [0010] 上述磁畴本征振动频率 f_0 通过矢量网络分析仪测试获得。
- [0011] 通过调整磁畴的尺寸可调节上述磁畴本征振动频率 f_0 。
- [0012] 进一步的,通过设计磁性材料的磁化历史可调节上述磁畴的尺寸。
- [0013] 进一步的,上述共振应用于供水系统的靶向清洗。
- [0014] 本发明的有益之处在于:

本发明的一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法,可以利用单一频率泵浦实现多个边带共振频率的出现。基于该方法,再利用含有磁畴状态的磁性材料作为振动源,在单一频率激发下能够同时提供多种振动频率的振动源,解决目前振动源只工作于单一频率的问题。利用该方法产生的多频振动源可以作为供水系统的靶向清洗技术,在特定磁畴振动频率及边带频率下对供水管道、蓄水箱、蓄水池起到防止垢锈产生和去除垢锈的作用。

- [0015] 本发明的一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法,步骤简单,操作易实现,应用成本低,绿色节能,具有很强的实用性和广泛地适用性。

附图说明

- [0016] 图1所示为面外磁化和面内磁化的磁性薄膜中的一维磁畴及磁畴壁示意图。
- [0017] 图2为铁基非晶条带1K101的磁光克尔成像。
- [0018] 图3为铁基非晶条带1K101的磁共振和磁畴的本征振动频率图。
- [0019] 图4为靶向清洗水管的示意图。
- [0020] 附图中标记的含义如下:
a、信号发生器,b、管道,c、线圈,d、铁基非晶条带。

具体实施方式

- [0021] 以下结合附图和具体实施例对本发明作具体的介绍。

[0022] 一种利用磁畴边带效应产生多频共振的方法,利用信号发生器产生泵浦频率为 f_p 的交变磁场,并使 $f_p=f_0$;在频率为 f_0 的交变磁场泵浦下,磁畴将以频率 f_0 进行振动。当外界泵浦频率 f_p 与磁畴本征振动频率 f_0 达到共振时,不仅可以激发磁畴以本征频率 f_0 进行振动,而且会产生基于边带效应的多频共振效应,边带共振频率 $f_n=nf_0$,其中 n 为产生的边带频率的数目。

[0023] 即,实现通过单个频率 f_0 激发出多个频率的振动。例如,当 $f_p=f_0=100\text{ kHz}$ 时,可以产生的边带频率 f_n 为:100,200,300, $\cdots n100\text{ kHz}$ 。

[0024] 磁共振及磁畴结构的本征振动频率 f_0 可以利用矢量网络分析仪测试透射参数 S_{21} (增益/损耗)来确定。矢量网络分析仪型号及合适的工作频率范围,根据待测磁性材料的种类选择。

[0025] 磁性材料会具有磁共振,即磁矩的集体行为。

[0026] 磁共振在不同磁性材料中的频率不同:铁磁材料中表现为铁磁共振,频率可以达到几吉赫兹;

亚铁磁材料中表现为亚铁磁共振,频率可以达到几十吉赫兹;

反铁磁材料中表现为反铁磁共振,频率可以达到太赫兹。

[0027] 当磁性材料中有磁畴存在时,除了上述三种磁共振外,还会有磁畴的本征振动频率以及磁畴壁的本征振动频率。

[0028] 通常磁畴的本征振动频率以及磁畴壁的本征振动频率会比材料的磁共振频率低。依赖于磁性材料的种类,磁畴的本征振动频率以及磁畴壁的本征振动频率也可以覆盖从赫兹(Hz)到吉赫兹(GHz)的范围。

[0029] 磁畴本征振动频率值与磁畴的尺寸相关,对于同一种磁性材料,可以通过控制磁畴尺寸来对其本征振动频率进行调控。磁畴的尺寸和形状可以通过设计特定的磁化历史进行控制。

实施例

[0030] 以铁基非晶条带为例:

铁基非晶条带的磁畴尺寸在1-500微米,对应的磁畴本征振动频率为500-1千赫兹(kHz)。通过设计特定的磁化历史,进一步控制磁畴的尺寸。这里以牌号为1K101的铁基非晶条带为例。需要说明的是,也同样适用于其他的磁性材料。

[0031] 铁基非晶条带1K101的厚度为28微米,宽度为4厘米。

[0032] 因磁畴的本征振动频率跟其尺寸及均匀度密切相关,所以非晶条带中的磁畴应尽量保持均匀。为了验证非晶条带中的磁畴是否均匀,利用磁光克尔成像系统对其中的磁畴进行了成像测量。在零磁场下的剩磁状态,条带的磁畴分布情况测量结果如图2所示。

[0033] 从图2可以看出,磁畴表现为面内磁化,磁畴尺寸比较均匀,图中标度尺为20微米,条形磁畴的平均宽度约为2微米,相应的磁畴本征振动频率约为5-15kHz。

[0034] 本实施例采用Rohde&Schwarz公司的R&S® ZNL3型矢量网络分析仪,频率测试范围为5kHz-3GHz。需要说明的是,在满足频率测试范围的前提下,其它品牌的矢量网络分析仪同样适用。

[0035] 在无外磁场下,利用矢量网络分析仪,选择频率范围5-140kHz,测试非晶条带1K101的磁共振和磁畴的本征振动频率,如图3所示。

[0036] 从图3可以看出,在零磁场下,非晶条带1K101的磁共振频率 f_{FMR} 约为86 kHz;磁畴的本征振动频率 f_0 约为10kHz。在图3中,除了磁共振频率 f_{FMR} 和磁畴的本征振动频率 f_0 外,还伴随有边带共振频率的出现,即: $3f_0=30\text{kHz}$ 和 $5f_0=50\text{kHz}$ 。

[0037] 通过获取的磁畴的本征振动频率 f_0 ,即可利用信号发生器产生泵浦频率 $f_p=f_0=10\text{kHz}$ 的交变磁场,利用交变磁场激发磁性材料的磁畴本征振动频率 f_0 并达到共振,使磁性材料产生基于边带效应的多频共振效应。

[0038] 利用该方法产生的多频振动源可以作为供水系统的靶向清洗技术,在特定磁畴振动频率及边带共振频率下对供水管道、蓄水箱、蓄水池等供水系统起到防止垢锈产生和去除垢锈的作用。

[0039] 如图4所示,为靶向清洗水管的示意图。

[0040] 通过于管道段布置接信号发生器线圈。信号发生器通过线圈于管道段提供泵浦周期磁场。

[0041] 将铁基非晶条带放置于该管道段的磁场内,共振。利用共振清除附着于管道壁的污垢。

[0042] 本发明方法不限于供水系统,亦适用于其他存在垢锈问题的场景。

[0043] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,上述实施例不以任何形式限制本发明,凡采用等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本发明的保护范围内。

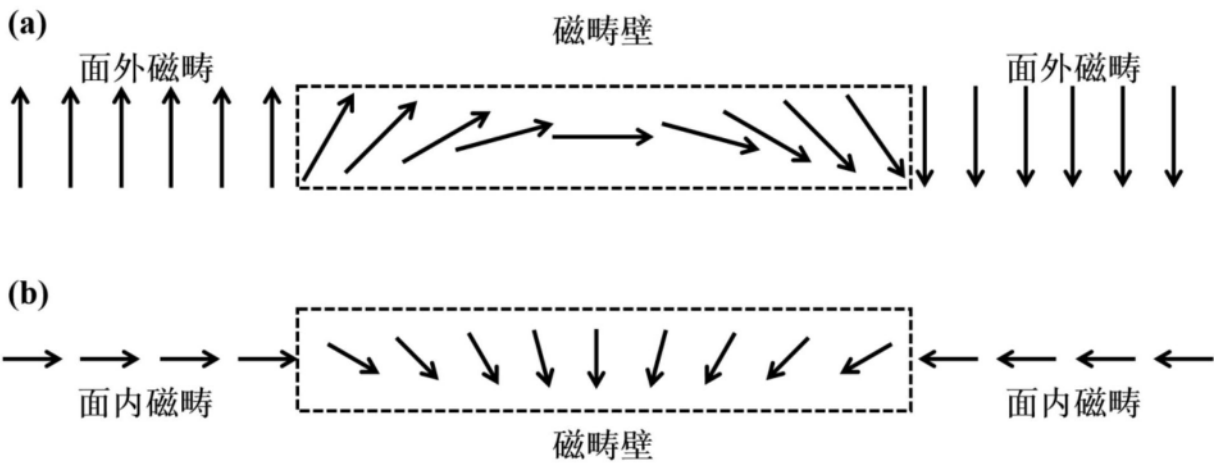


图1

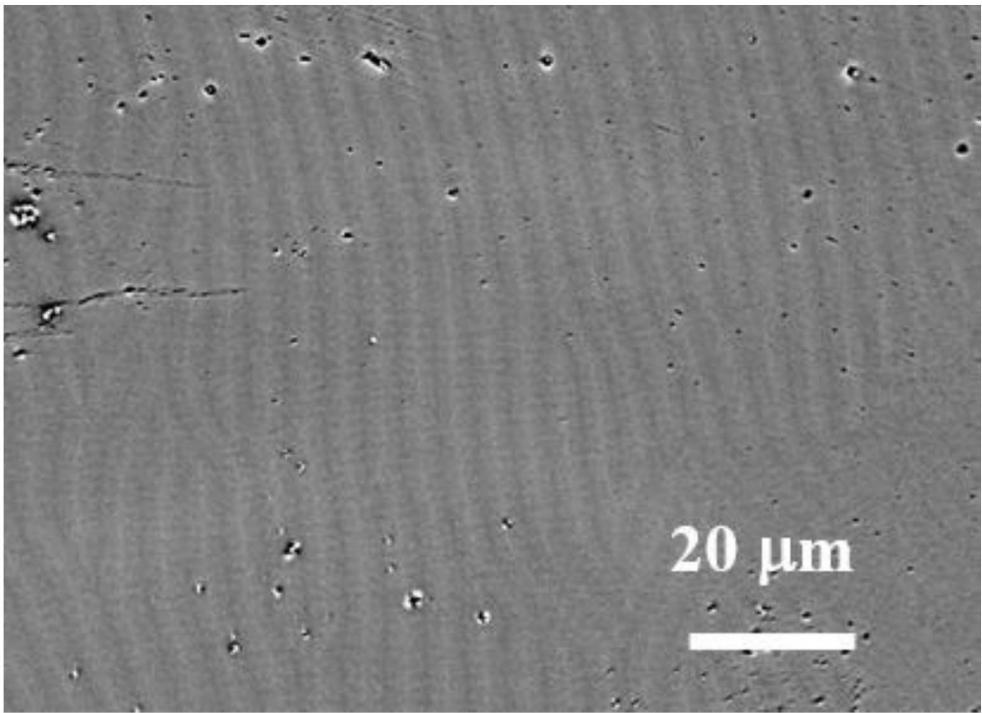


图2

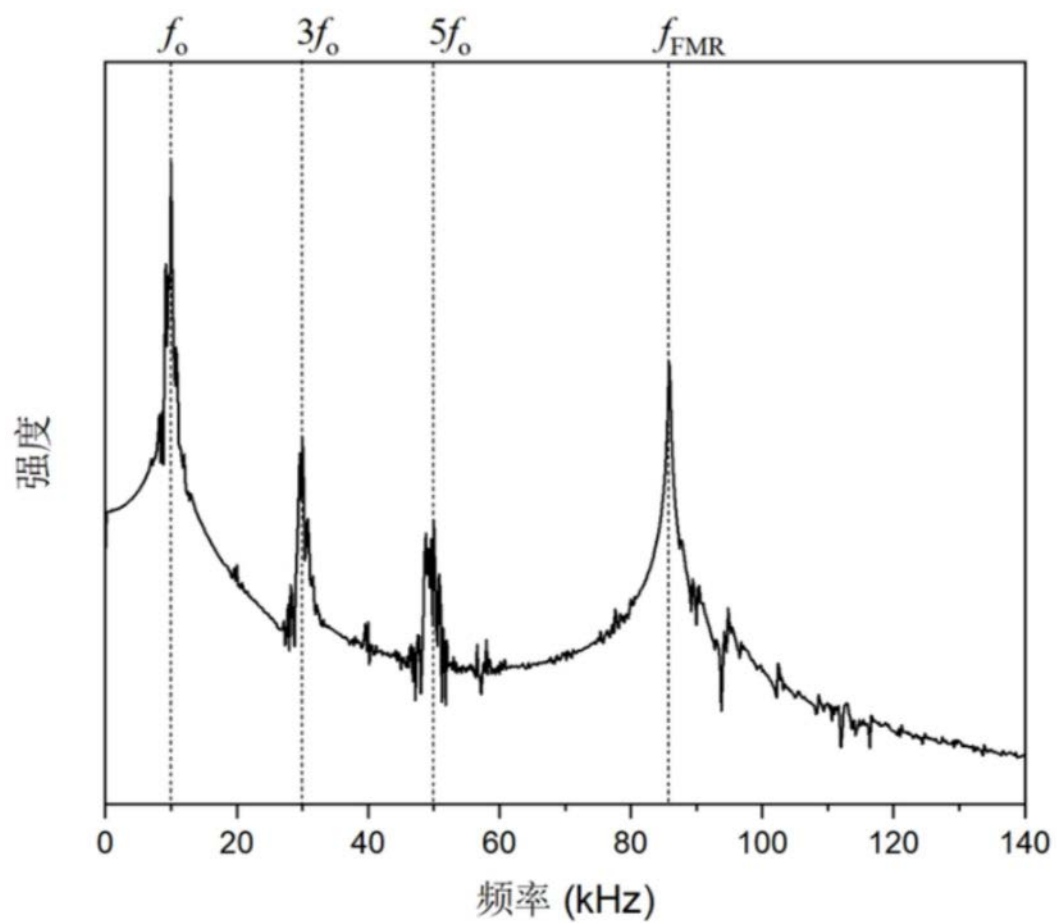


图3

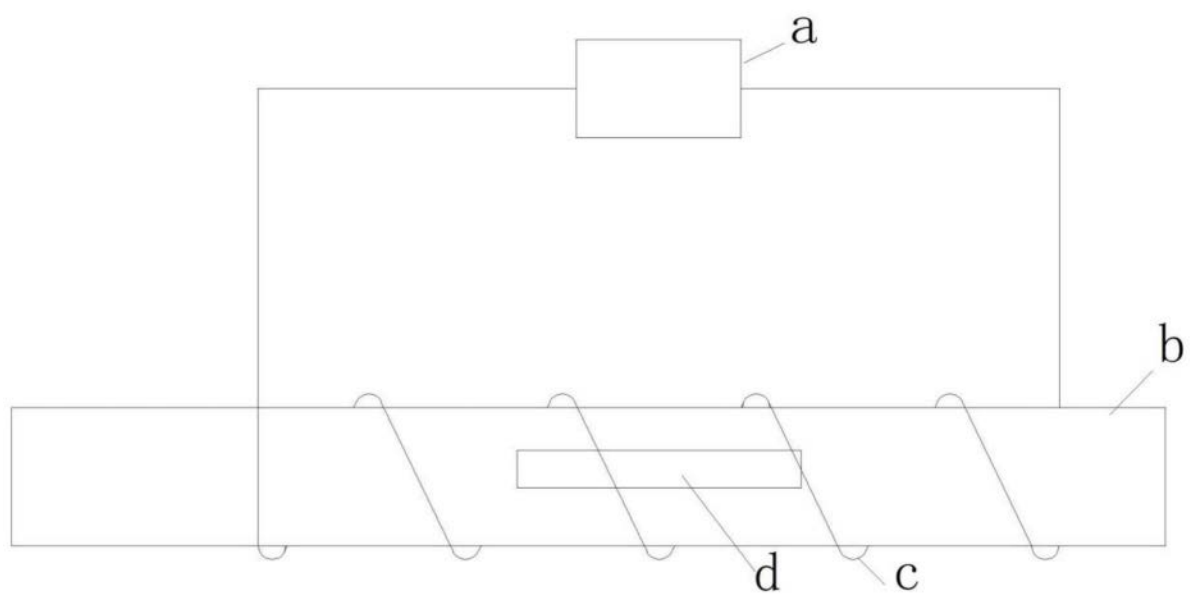


图4