



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102141601 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 03

(21) 申请号 201010613033. 5

(22) 申请日 2010. 12. 29

(71) 申请人 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大道 519 号

(72) 发明人 邢增平

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 刘诚午

(51) Int. Cl.

G01R 33/02 (2006. 01)

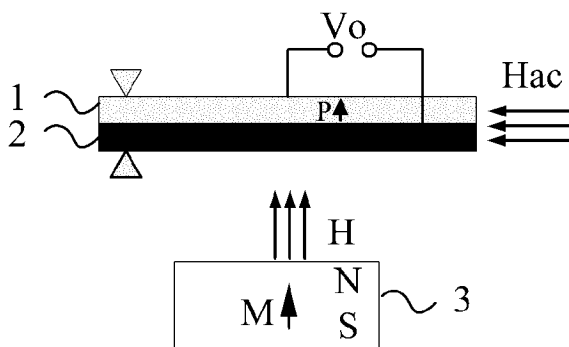
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种交流磁传感器

(57) 摘要

本发明公开了一种交流磁传感器,包括传感器本体和施加在传感器本体上的直流磁场;所述的传感器本体包括铁磁性材料片以及通过界面的连接与铁磁性材料片复合的压电片;所述的压电片设有电压输出端。该交流磁传感器可用于探测交流磁信号,具有探测频率范围广、精度高、成本低、制作工艺简单、应用广泛的优点。



1. 一种交流磁传感器,其特征在于,所述的交流磁传感器包括传感器本体和施加在传感器本体上的直流磁场;

所述的传感器本体包括铁磁性材料片以及通过界面的连接与铁磁性材料片复合的压电片;所述的压电片设有电压输出端。

2. 根据权利要求1所述的交流磁传感器,其特征在于,所述的铁磁性材料片为相对磁导率高于10的铁磁性材料的片状体。

3. 根据权利要求1所述的交流磁传感器,其特征在于,所述的压电片的压电系数 d_{33} 或者 d_{31} 在10pC/N以上。

4. 根据权利要求1所述的交流磁传感器,其特征在于,所述的界面的连接的方式为胶粘、共烧、物理沉积或者化学沉积中的一种。

5. 根据权利要求1所述的交流磁传感器,其特征在于,所述的直流磁场由一个磁铁、两个磁铁、一个电磁铁线圈、两个电磁铁线圈或者由一个磁铁和一个电磁铁线圈组成的磁场发生装置提供。

6. 根据权利要求5所述的交流磁传感器,其特征在于,所述的两个磁铁、两个电磁铁线圈或者一个磁铁和一个电磁铁线圈的设置方式为:异极相对设置。

7. 根据权利要求1所述的交流磁传感器,其特征在于,所述的铁磁性材料片为多层;所述的压电片为多层。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的交流磁传感器在探测交流磁场的磁信号中的应用。

9. 根据权利要求8所述的应用,其特征在于,所述的交流磁场与直流磁场的的夹角大于 0° 小于 180° 。

一种交流磁传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及电子器件领域,具体涉及一种可探测交流磁信号的廉价的交流磁传感器。

背景技术

[0002] 传感器技术已经成为制约现代化进步的一项重要技术,而传感器的发展经历了从普通到高精度的,昂贵到大众化的一个发展过程,发展高精度、廉价、低功耗的传感器已经成为目前传感器发展的一个大趋势。

[0003] 磁传感器作为传感器大类中的一种,在现代科学技术的发展中扮演着越来越重要的作用,其可靠性和灵活性也使其应用变得越来越广泛。从类型上分,磁传感器可以分为:感应线圈型(Search coil)、霍尔效应型(Hall effect)、磁电阻型(AMR 或 GMR)、磁隧道型(MTJ 或 SDJ)、磁光型(Magneto-optical)、光泵型(Optically pumped)、磁二极管型(Magneto-diode)、磁三极管型(Magneto-transistor)、原子磁力型(Nuclear precession)、磁通门型(Fluxgate)、磁电型(magnetolectric)、超导量子干涉型(SQUID)等。这些传感器都有其自身的优缺点,针对低频探测而言,最高精度的传感器目前是 SQUID,然而 SQUID 需要在低温下工作,且价格昂贵,很难得到普遍应用;其他探测精度比较高的磁传感器有原子磁力型、磁通门型、磁电阻型、光泵型、磁电型磁传感器等,然而,这些类型的磁传感器要么价格昂贵、要么制作复杂,制约了普遍应用。因而,有必要开发新的廉价高精度的磁传感器技术。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种成本低且精度高的交流磁传感器。

[0005] 一种交流磁传感器,包括传感器本体和施加在传感器本体上的直流磁场;

[0006] 所述的传感器本体包括铁磁性材料片以及通过界面的连接与铁磁性材料片复合的压电片;所述的压电片设有电压输出端。

[0007] 所述的传感器本体优选将传感器本体的一端固定,最好选择传感器本体的长度方向的两端中的一端固定,以获得较大的磁扭矩,可以在任意空间朝向摆放;可通过夹持等作用固定。

[0008] 所述的铁磁性材料片采用本领域通用的铁磁性材料片,优选相对磁导率高于 10 的铁磁性材料的片状体,如可选用硅钢片、非晶片、坡莫合金片、铁片、镍片、钴片、铁钴合金片、铁镍合金片、铁镓合金片等中的一种。

[0009] 所述的压电片采用本领域通用的压电材料片,优选压电系数 d_{33} 或者 d_{31} 在 10pC/N 以上的压电片,如可选用压电陶瓷片、压电单晶片或者压电聚合物等。

[0010] 所述的界面的连接的方式为胶粘、共烧、物理沉积或者化学沉积中的一种。所述的铁磁性材料片与压电片可按任意顺序连接在一起,可选用常见的如单叠片(Unimorph)、双叠片(Bimorph)、纵-横(L-T)结构、纵-纵(L-L)结构、横-横(T-T)结构、横-纵(T-L)

结构、推-拉 (Push-pull) 结构、多层 (Multi-layer)、钹 (Cymbal) 结构、彩虹 (rainbow) 结构、Moonie 结构等中的一种。

[0011] 所述的直流磁场由一个磁铁、两个磁铁、一个电磁铁线圈、两个电磁铁线圈或者由一个磁铁和一个电磁铁线圈组成的磁场发生装置提供。

[0012] 所述的两个磁铁、两个电磁铁线圈或者一个磁铁和一个电磁铁线圈的设置方式为：异极相对设置。

[0013] 所述的磁铁和 / 或电磁铁线圈可以粘接到传感器本体上，或者与传感器本体之间存在空隙，优选与传感器本体之间存在空隙。

[0014] 所述的铁磁性材料片可为多层；所述的压电片也可为多层。

[0015] 所述的交流磁传感器在探测交流磁场的磁信号中的应用。

[0016] 所述的交流磁场与直流磁场可以为任意不平行的角度，即所述的交流磁场与直流磁场的夹角大于 0° 小于 180° ；优选为交流磁场与直流磁场互相垂直，即交流磁场与直流磁场的夹角为 90° ，以获得最大的磁扭矩，从而获得最大的传感器输出电压。

[0017] 本发明交流磁传感器工作原理如下：

[0018] 1、施加在传感器本体上的直流磁场会在传感器本体的铁磁性材料片中产生一种较大的直流磁矩 M_{dc} ，这种直流磁矩 M_{dc} 与所探测的交流磁信号 H_{ac} 作用时，根据经典电动力学的原理将在铁磁性材料片中产生一种交流磁扭矩 τ_{ac} 。

[0019] 2、交流磁扭矩 τ_{ac} 通过铁磁性材料片与压电片的界面作用把力传递给压电片，从而使得压电片产生一种包含有与交流磁信号 H_{ac} 相同频率和与交流磁信号 H_{ac} 大小相关的电压输出，从而通过输出电压信号来读出所探测的交流磁信号 H_{ac} 的大小和频率。

[0020] 与现有技术相比，本发明具有如下优点：

[0021] 本发明交流磁传感器结构简单，只需要一个外加的直流磁场和包括铁磁性材料片以及通过界面的连接与铁磁性材料片复合的压电片的传感器本体即可构成磁传感器。

[0022] 本发明交流磁传感器所需的材料：磁铁和 / 或电磁铁线圈、铁磁性材料片和压电片总成本不超过 5 元人民币，成本低廉。

[0023] 本发明交流磁传感器精度高，一般可获得 1nT 以下的交流磁场探测精度，特别是在谐振区附近，探测精度轻易达到 pT 的量级，应用范围广泛。

[0024] 本发明交流磁传感器原理不同于现有的磁传感器，为磁传感器的发展提供了一个全新的理念，将对我国磁传感器的发展起到积极的推动作用。另外，由于本发明磁传感器的制作工艺简单，也比较容易实现工业化生产。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；

[0026] 图 2 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；

[0027] 图 3 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；

[0028] 图 4 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；

[0029] 图 5 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；

[0030] 图 6 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；

[0031] 图 7 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；

- [0032] 图 8 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；
[0033] 图 9 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图；
[0034] 图 10 为本发明交流磁传感器的一种结构示意图。

具体实施方式

[0035] 以下叙述中的所指的厚度面指与厚度方向垂直的平面。

[0036] 实施例 1

[0037] 如图 1 所示,本发明交流磁传感器包括一端通过夹持作用固定的传感器本体以及一个与传感器本体之间存在空隙的用于产生直流磁场的磁铁 3;传感器本体包括铁磁性材料片 2 以及通过 502 胶水与铁磁性材料片 2 胶粘的压电片 1,磁性材料片 2 和压电片 1 以单叠片结构连接在一起;压电片 1 的极化方向 P 为其厚度方向,且厚度面上有输出电极,作为压电片 1 的电压输出端 V_o ;磁铁 3 的 N 极靠近铁磁性材料片 2 且磁铁 3 的磁化方向 M 垂直于铁磁性材料片 2 所在的厚度面。

[0038] 铁磁性材料片 2 为一片普通的硅钢片,尺寸为 $(28 \times 4 \times 0.3) \text{mm}^3$ (长 \times 宽 \times 高);压电片 1 为一片普通的型号为 PZT5 的压电陶瓷片,尺寸为 $(30 \times 4 \times 0.3) \text{mm}^3$ (长 \times 宽 \times 高);磁铁 3 为钕铁硼 (NdFeB) 磁体,型号为 N42。

[0039] 本发明交流磁传感器具体工作时:

[0040] 将所需要检测的交流磁场磁信号 H_{ac} 施加到传感器本体的长度方向上,使交流磁场磁信号 H_{ac} 与磁铁 3 施加的直流磁场 H 互相垂直,即交流磁场磁信号 H_{ac} 与直流磁场 H 的夹角为 90° ,以获得最大的磁扭矩,从而获得最大的传感器输出电压。

[0041] 磁铁 3 的直流磁场在铁磁性材料片 2 中产生较大的直流磁矩 M_{dc} ,这种直流磁矩 M_{dc} 与所探测的交流磁场磁信号 H_{ac} 作用时,根据经典电动力学的原理将在铁磁性材料片 2 中产生一种交流磁扭矩 τ_{ac} ,使铁磁性材料片 2 发生弯曲,交流磁扭矩 τ_{ac} 通过铁磁性材料片 2 与压电片 1 的界面作用把力传递给压电片 1 带动压电片 1 弯曲,从而使得压电片 1 产生一种包含有与交流磁场磁信号 H_{ac} 相同频率和与交流磁场磁信号 H_{ac} 大小相关的电压,该电压通过压电片 1 的电压输出端 V_o 输出。

[0042] 在所需要检测的交流磁场磁信号 H_{ac} 为 300Hz、0.10e 输入情况下,获得 80mV 的电压输出,等同于 27V/cm. 0e 的磁电电压系数。

[0043] 实施例 2

[0044] 如图 2 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 1 中交流磁传感器的改进,使得磁电的转换效果更好。与实施例 1 所不同的是铁磁性材料片 2 粘在压电片 1 的一端,而压电片 1 的另外一端通过夹持固定住;压电片 1 沿厚度方向极化,且厚度面上有输出电极,作为压电片 1 的电压输出端 V_o ;还设有与传感器本体之间存在空隙的用于产生直流磁场的磁铁 4,磁铁 4 为钕铁硼 (NdFeB) 磁体,型号为 N42,磁铁 3 和磁铁 4 异极相对,并且磁化方向 M 垂直于铁磁性材料片 2 所在的厚度面。

[0045] 实施例 3

[0046] 如图 3 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 1 中交流磁传感器的改进,与实施例 1 所不同的是压电片 1 的极化方向 P 为长度方向,且输出电极也在长度方向上,作为压电片 1 的输出 V_o ,压电片 1 的另一端接地。

[0047] 实施例 4

[0048] 如图 4 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 1 中交流磁传感器的改进,与实施例 1 所不同的是磁铁 3 的磁化方向 M 与铁磁性材料片 2 的厚度面平行,而所要测量的交流磁场 H_{ac} 方向则垂直于铁磁性材料片 2 的厚度面。

[0049] 实施例 5

[0050] 如图 5 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 1 中交流磁传感器的改进,与实施例 1 所不同的是用两片极化方向 P 相对的压电双晶片 1 代替实施例 1 中的一片压电片 1,且为串联模式输出。

[0051] 实施例 6

[0052] 如图 6 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 2 中交流磁传感器的改进,与实施例 2 所不同的是用两片极化方向 P 相对的压电双晶片 1 代替实施例 2 中的一片压电片 1,且为串联模式输出。

[0053] 实施例 7

[0054] 如图 7 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 1 中交流磁传感器的改进,与实施例 1 所不同的是在原先实施例 1 的压电片 1 上面再粘接了一片铁磁性材料片 2,形成铁磁性材料片 / 压电片 / 铁磁性材料片的三明治结构,且增加了一块与传感器本体之间存在空隙的用于产生直流磁场的磁铁 4,磁铁 4 为钕铁硼 (NdFeB) 磁体,型号为 N42,磁铁 4 在三明治结构的另外一端,与原先的磁铁 3 异极相对。

[0055] 实施例 8

[0056] 如图 8 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 7 中交流磁传感器的改进,与实施例 7 所不同的是用两片极化方向 P 相对的压电双晶片 1 代替实施例 7 中的一片压电片 1,且为串联模式输出。

[0057] 实施例 9

[0058] 如图 9 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 7 中交流磁传感器的改进,与实施例 7 所不同的是用两片极化方向 P 相同的压电双晶片 1 代替实施例 7 中的一片压电片 1,且为并联模式输出,压电片 1 的另一端接地。

[0059] 实施例 10

[0060] 如图 10 所示,本发明交流磁传感器是对实施例 1 中交流磁传感器的改进,与实施例 1 所不同的是设有与传感器本体之间存在空隙的用于产生直流磁场的磁铁 4,磁铁 4 为钕铁硼 (NdFeB) 磁体,型号为 N42,磁铁 3 和磁铁 4 异极相对,并且磁化方向 M 垂直于铁磁性材料片 2 所在的厚度面。

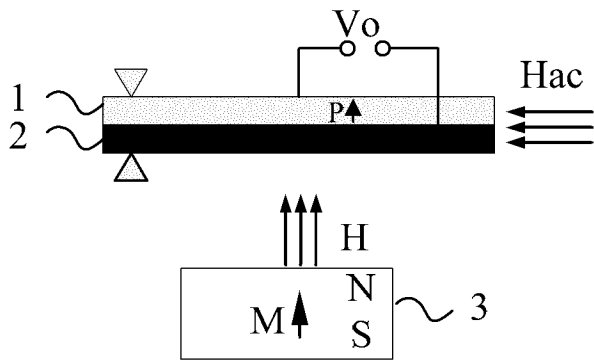


图 1

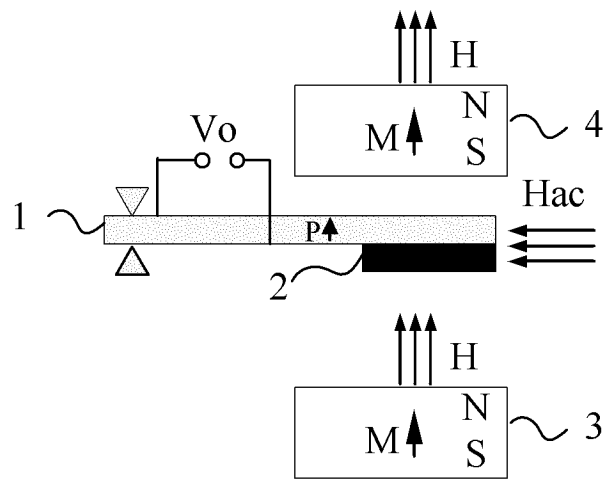


图 2

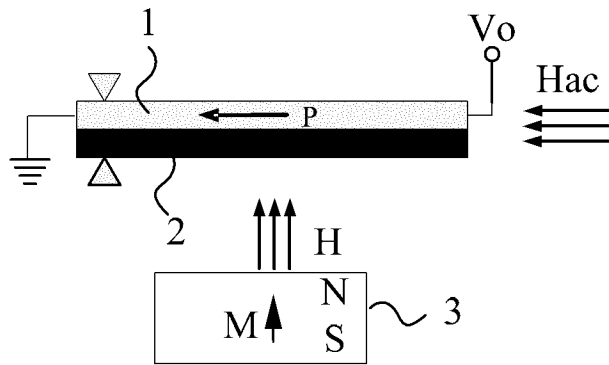


图 3

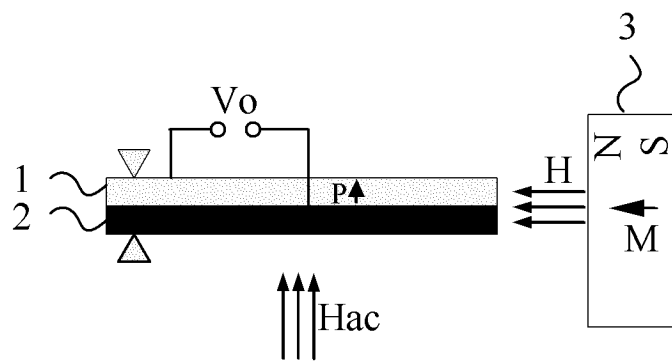


图 4

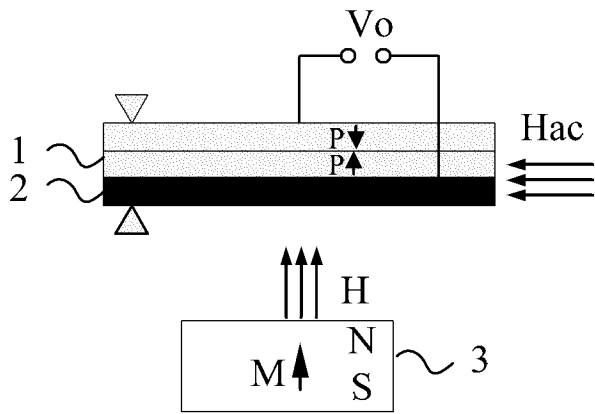


图 5

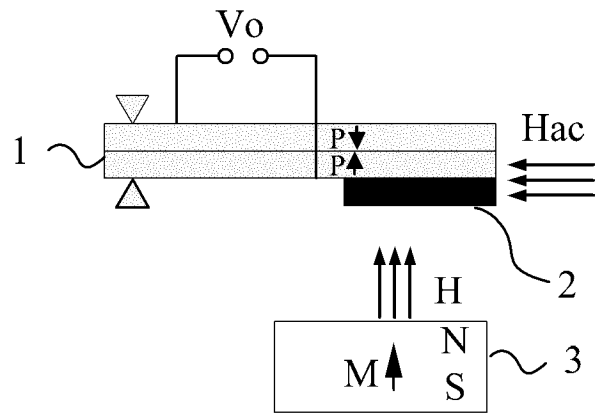


图 6

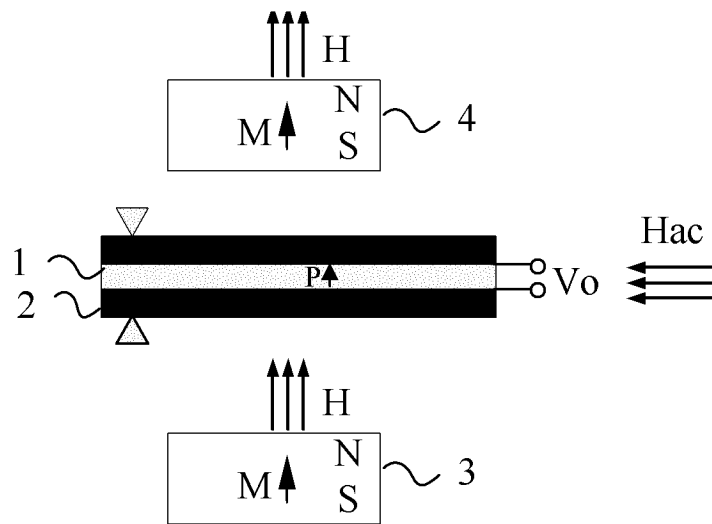


图 7

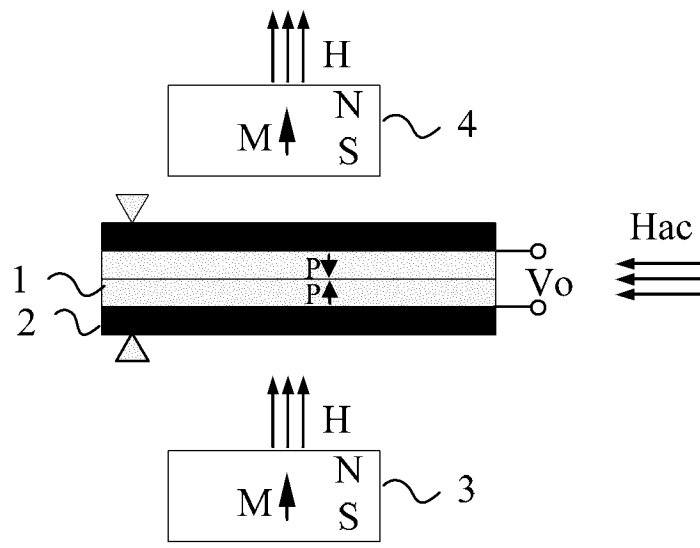


图 8

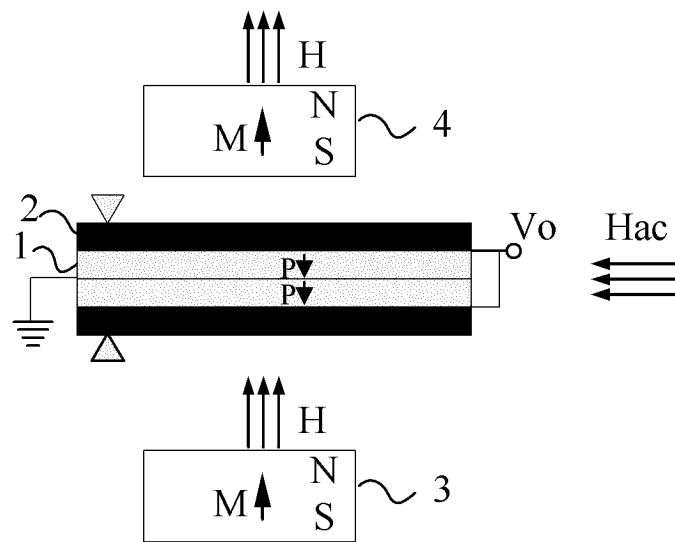


图 9

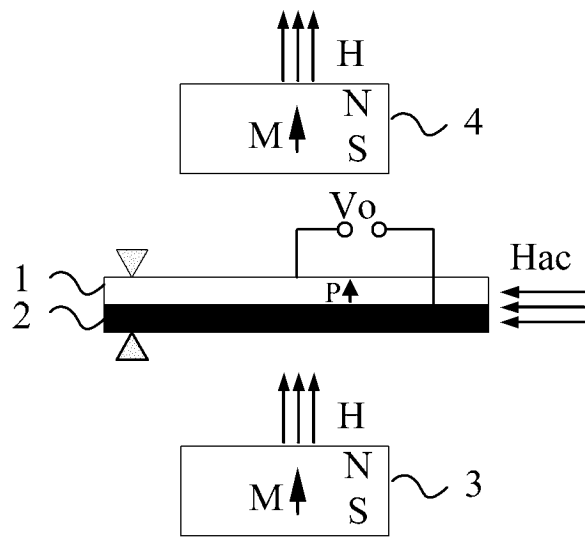


图 10