(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102687214 B
(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201080050372.5

(22)申请日 2010.11.09

(30)优先权数据
2009-256451 2009.11.09 JP
2010-215871 2010.09.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.05.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2010/069945 2010.11.09

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/055845 JA 2011.05.12

(73)专利权人 磁性流体技术株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 广田泰丈 羯磨贤一 广岡正刚
八田贵幸

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限责任公司 11204
代理人 余朦 杨莘

(51)Int.Cl.
H01F 1/37(2006.01)
B22F 1/00(2006.01)
B22F 1/02(2006.01)
H01F 27/255(2006.01)
H01F 41/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 1608206 A,2005.04.20,说明书第8页第16行至第19页第21行.
JP 特开2006-310369 A,2006.11.09,全文.
CN 101160633 A,2008.04.09,全文.
JP 特开平3-163805 A,1991.07.15,全文.
JP 特开平4-25102 A,1992.01.28,全文.
JP 特开平4-188705 A,1992.07.07,全文.
JP 特开2006-303298 A,2006.11.02,全文.

审查员 黄丽娜

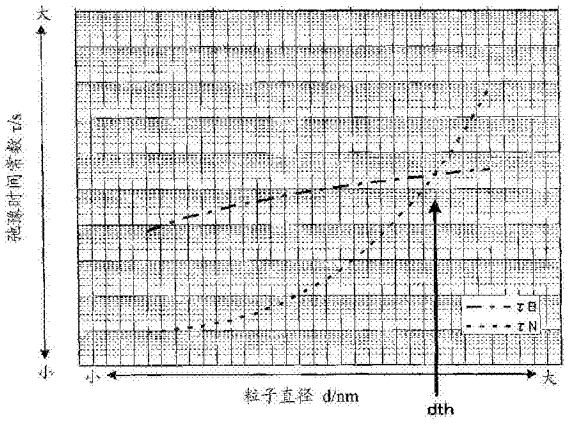
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

磁性部件和电子元件

(57)摘要

提供了一种磁性部件，其包括由磁性部件保持的多个超顺磁性粒子，多个超顺磁性粒子中的每一个被形成为具有粒子直径，所述粒子直径被设定成当磁性部件被用作电子元件时，至少使超顺磁性粒子中的每一个的Neel弛豫时间τn短于施加至磁性部件的交流磁场的周期P(τn<P)。



CN 102687214 B

1.磁性部件，包括：

多个超顺磁性粒子，由所述磁性部件保持；

其中，所述多个超顺磁性粒子中的每一个被形成为具有粒子尺寸，所述粒子尺寸被设定成当所述磁性部件被用作电子元件时，至少使所述超顺磁性粒子中的每一个的Neel弛豫时间τn短于施加至所述磁性部件的交流磁场的周期P(τn<P)，

其特征在于，所述超顺磁性粒子中的每一个分散在能够抑制由布朗机制引起的移位的基材中，从而使所述超顺磁性粒子中的每一个被保持在由布朗机制引起的移位受到限制的状态中，以及所述超顺磁性粒子中的每一个具有形成于所述超顺磁性粒子中的每一个的表面上的、提高所述超顺磁性粒子与所述基材之间的亲和性并实现稳固保持的非磁性涂层。

2.根据权利要求1所述的磁性部件，其中，所述基材为非磁性部件；在所述非磁性部件被液化的状态下，使所述超顺磁性粒子中的每一个分散在所述非磁性部件中，然后所述非磁性部件被固化，以保持所述超顺磁性粒子中的每一个。

3.电子元件，包括磁芯，其中，根据权利要求1或2所述的磁性部件被用作所述磁芯。

4.根据权利要求3所述的电子元件，其中，所述电子元件被用作磁性传感器、芯片天线、变压器和感应器中的任何一种。

磁性部件和电子元件

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本国际申请要求于2009年11月9日向日本专利局提交的第2009-256451号日本专利申请以及于2010年9月27日向日本专利局提交的第2010-215871号日本专利申请的优先权，其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及磁性部件。

背景技术

[0004] 近来，如下面的专利文献1中所示，例如提出了由磁性部件构成的电子元件(磁性传感器)，其中在磁性部件中多个超顺磁性粒子分散在固体中。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：第2009-511868号专利申请的PCT国际公开文本的已公开的日语译文。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题

[0009] 由于在上述磁性部件中以固体形式保持超顺磁性粒子中的每一个的位置，因此即使在使用时，当从外部将交流磁场施加至磁性部件时，不会发生超顺磁性粒子本身的移位即由布朗机制引起的磁化和退磁。在这种情况下，超顺磁性粒子的磁响应依赖于存在于粒子内部的磁矩的移位，即依赖于Neel机制引起的磁化和退磁。

[0010] 然而，在上述磁性部件中，当使用时从外部施加至磁性部件的交流磁场的周期P短于由Neel机制引起的磁化和退磁所需的时间τ(弛豫时间)时，超顺磁性粒子的磁响应无法随周期P变化。因此，上述磁性部件失去了超顺磁性特性，从而在某些情况下产生磁滞现象。

[0011] 因此，本发明的目的是提供一种磁性部件，其防止失去超顺磁性特性以在使用时产生磁滞现象

[0012] 解决该技术问题的技术方案

[0013] 为了解决上述问题，本发明的第一方面提供了磁性部件，其包括由磁性部件保持的多个超顺磁性粒子。多个超顺磁性粒子中的每一个具有粒子尺寸，粒子尺寸被设定成当磁性部件被用作电子元件时，至少使在超顺磁性粒子中的每一个的Neel弛豫时间τn短于施加至磁性部件的交流磁场的周期P(τn<P)，其中超顺磁性粒子中的每一个分散在能够抑制由布朗机制引起的移位的基材中，从而使超顺磁性粒子中的每一个被保持在由布朗机制引起的移位受到限制的状态中，超顺磁性粒子中的每一个具有形成于超顺磁性粒子中的每一个的表面上的、提高超顺磁性粒子与基材之间的亲和性并实现稳固保持的非磁性涂层。

[0014] 在如上配置的磁性部件中，多个超顺磁性粒子中的每一个被保持。因此，当使用时信号从外部施加至磁性部件时，超顺磁性粒子本身的移位即由布朗机制引起的磁化和退磁

受到限制。由此，超顺磁性粒子的磁响应依赖于存在于粒子内部的磁矩的移位，即依赖于由Neel机制引起的磁化和退磁。

[0015] 此时，由Neel机制引起的磁化和退磁所需的时间τ(弛豫时间)根据超顺磁性粒子的粒子尺寸延迟。在根据第一方面的结构中，超顺磁性粒子中的每一个的粒子尺寸被设定成至少使超顺磁性粒子中的每一个的Neel弛豫时间τn短于使用时应用于磁性部件的信号的周期P(τn<P)。因此，使用时从外部施加至磁性部件的交流磁场的周期P不会短于上述弛豫时间τ，磁响应能够随周期P变化。因此，不会发生磁滞现象。

[0016] 在根据第一方面的磁性部件中，为了保持超顺磁性粒子中的每一个，例如超顺磁性粒子中的每一个直接或间接粘附至彼此从而抑制移位，或可使用某种基材从而抑制移位。

[0017] 根据如上所配置的磁性部件，通过将超顺磁性粒子中的每一个分散在基材中，超顺磁性粒子中的每一个可被保持在由布朗机制引起的移位受到限制的状态。

[0018] 根据如上所配置的磁性部件，由于非磁性涂层形成于超顺磁性粒子中的每一个上，当超顺磁性粒子中的每一个分散在液化基材中时，可提高超顺磁性粒子与基材之间的亲和性。因此，超顺磁性粒子中的每一个可被牢固地保持在固化的基材中。

[0019] 在根据第一方面的磁性部件中，为了将超顺磁性粒子中的每一个分散在固态基材中，根据第一方面的磁性部件可被配置成例如根据第二方面的磁性部件。

[0020] 在根据第二方面的磁性部件中，基材为非磁性部件。超顺磁性粒子中的每一个分散在液化的基材中。然后，基材被固化以保持超顺磁性粒子中的每一个。

[0021] 根据如上所配置的磁性部件，超顺磁性粒子中的每一个分散在液化部件中，然后所产生的部件被固化，从而使超顺磁性粒子中的每一个可分散在固态基材中。

[0022] 同样地，本发明的第三方面为包括磁芯的电子元件。根据第一方面至第二方面中的任一方面的磁性部件被用于磁芯中。根据该电子元件，可获得与第一方面至第二方面中的任一方面的作用和效果相类似的作用和效果。

[0023] 该电子元件可用作磁性传感器、芯片天线、变压器和感应器中的任何一种。

附图说明

[0024] 图1是示出超顺磁性粒子的粒子尺寸与弛豫时间之间的关系的图表；

[0025] 图2A是示出弛豫时间相对于多个温度中的每一个，随粒子尺寸变化的图表；以及图2B是示出弛豫时间相对于多个各向异性常数中的每一个，随粒子尺寸变化的图表；

[0026] 图3A和图3B是示出根据本发明的磁性部件适用的用于检测电流的磁性传感器的第一实施例的示意图，图3A是该传感器的立体图，图3B是沿图3A中的线A-A截取的截面图；

[0027] 图4是示出根据本发明的磁性部件适用的用于检测电流的磁性传感器的第二实施例的示意图；

[0028] 图5是示出根据本发明的磁性部件适用的用于检测电流的磁性传感器的第三实施例的示意图；

[0029] 图6是示出根据本发明的磁性部件适用的用于检测电流的磁性传感器的第四实施例的示意图；

[0030] 图7是示出根据本发明的磁性部件适用的EMI滤波器的示意图；

[0031] 图8是示出根据本发明的磁性部件适用的芯片天线的示意图;以及

[0032] 图9A是示出根据本发明的磁性部件适用的变压器的实施例的示意图,图9B是示出根据本发明的磁性部件使用的感应器的实施例的示意图。

[0033] 参考标记说明

[0034] 1・・・磁性部件,12・・・励磁线圈,14・・・检测线圈,18・・・导线,2・・・磁性部件,22・・・间隙,24・・・霍尔元件,28・・・导线,3・・・磁性部件,32・・・平衡线圈,34・・・间隙,36・・・霍尔元件,38・・・导线,4・・・磁性部件,42・・・联接磁路,44・・・励磁线圈,46・・・检测线圈,48・・・导线,5・・・磁性部件,52・・・导线,7・・・磁性部件,72・・・接地导体,74・・・天线导体,100・・・变压器,110・・・磁性部件,200・・・感应器,210・・・磁性部件,L1、L2、L3・・・绕组线

具体实施方式

[0035] 下面将参照附图对本发明的实施方式进行描述。

[0036] (1)磁性部件的特性

[0037] 磁性部件为这样一种部件:其保持多个超顺磁性粒子中的每一个粒子并构成电子元件的一部分。超顺磁性粒子中的每一个的粒子尺寸根据磁响应速度来设定。

[0038] 磁响应是由布朗机制(Brownian mechanism)和Neel机制引起的,在布朗机制中粒子自身发生翻转,在Neel机制中粒子中的磁自旋发生翻转。如图1所示,磁响应速度依赖于在布朗机制和Neel机制的每一个中分别发生翻转所花费的时间τ(弛豫时间)。

[0039] 弛豫时间τ随着超顺磁性粒子的粒子尺寸d变大而变大。然而,Neel机制引起的弛豫时间τn根据粒子尺寸的波动幅度大于布朗机制引起的弛豫时间τb根据粒子尺寸的波动幅度。因此,弛豫时间τn小于弛豫时间τb,直到粒子尺寸超过特定的粒子尺寸dth,而在粒子尺寸超过粒子尺寸dth之后,弛豫时间τn大于弛豫时间τb。换言之,只要粒子尺寸不超过粒子尺寸dth,则Neel机制中的磁响应就快于布朗机制中的磁响应,从而使Neel机制引起的磁响应占支配地位。另一方面,当粒子尺寸超过粒子尺寸dth时,Neel机制中的磁响应慢于布朗机制中的磁响应,从而使布朗机制引起的磁响应占支配地位。

[0040] Neel机制引起的弛豫时间τn可通过下面示出的数学公式1得到,并且依赖于除了常数(包括被视为常数的量)之外的温度T、各向异性常数κ以及粒子尺寸R。

[0041] [数学公式1]

[0042] $$\tau n = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \tau 0 \cdot \exp\left(\frac{\Gamma}{\Gamma^{1/2}}\right) \cdots (式1)$$

[0043] $$\Gamma = \frac{\kappa \cdot VM}{k \cdot T}$$

[0044] κ:各向异性常数[J/m^3]

[0045] VM:磁性粒子中的磁性体积[m^3](通常为$4\pi R^3/3$)

[0046] k:波尔兹曼常数(Boltzmann constant)(1.38×10^{-23}J/K)

[0047] T:绝对温度[K]

[0048] τ0:基准弛豫时间(=m/(β・γ・k・T);依赖于材料的常数)

[0049] m:粒子的磁矩

[0050] β:无量纲的阻尼参数(约0.01)

[0051] γ:电子的回磁比

[0052] 图2A是示出基于数学公式1,弛豫时间τn关于多个温度T(在本实施方式中为-40℃(约233K)、25℃(约298K)、130℃(约403K))的每一个,随粒子尺寸R变化的图表。图2B是示出弛豫时间τn关于多个各向异性常数κ(在本实施方式中为30、41、50、60和70)中的每一个,随粒子尺寸R变化的图表。在这些示例中,在基于氧化铁的材料被用作超顺磁性粒子的情况下,将10^{-9}秒用作基准弛豫时间τ0。

[0053] 如这些图表中所示,当温度T增加时,或当各向异性常数κ减小时,相同粒子尺寸R的磁响应(频率响应)性能下降。此外,在粒子尺寸R小到某一程度的区域中,温度T和各向异性常数κ的差异影响减弱。因此,通过使用该区域中的粒子尺寸R,可以抑制诸如温度T(外部环境)和各向异性常数κ的因素对磁响应的性能的影响。

[0054] 鉴于上述特性,在本实施方式中,超顺磁性粒子的粒子尺寸被设定成当磁性部件被用作电子元件时,至少使超顺磁性粒子中的Neel弛豫时间τn变得短于施加至磁性部件的交流磁场的周期P(τn<P)。

[0055] 而且,在根据本实施方式的磁性部件中,超顺磁性粒子中的每一个都被保持为使得布朗机制引起的移位受到限制(在本实施方式中被抑制)。更具体地,根据本实施方式的磁性部件可被配置成使超顺磁性粒子中的每一个都通过直接或间接粘附至彼此来被保持。如本文中所使用的术语"间接粘附"意味着与超顺磁性粒子的表面上形成的涂膜粘接或与某种存在于它们之间的介质粘接。

[0056] 而且,根据本实施方式的磁性部件可被配置成使超顺磁性粒子中的每一个分散在能够抑制布朗机制引起的移位的基材中,从而使超顺磁性粒子中的每一个都以限制由布朗机制引起的移位这样的方式来被保持。在这种情况下,磁性部件可使用非磁性部件(例如树脂材料、陶瓷等)作为基材。超顺磁性粒子中的每一个可分散在液化的非磁性部件中,以获取特定的位置关系。然后,因此产生的部件可被固化以保持超顺磁性粒子。如果布朗机制引起的移位可被抑制,则胶状或高粘度液体可被用作基材。

[0057] 只要相邻的超顺磁性粒子的每一个之间的超顺磁性特性不降低至预定的阈值或以上,超顺磁性粒子中的每一个之间的位置关系就可以是任何关系。因此,超顺磁性粒子中的每一个分散在基材中,从而不会超过位置关系得以维持的浓度。

[0058] 因此,当超顺磁性粒子分散在基材中时,非磁性涂层期望地形成于超顺磁性粒子中的每一个的表面上,从而提高了超顺磁性粒子与基材之间的亲和性并实现了稳固的保持。可以想到,使用表面活性剂、氧化膜、有机材料、非磁性无机材料或类似材料作为涂层。

[0059] (2)具体的适用结构

[0060] 可以想到例如下面示出的电子元件作为上述磁性部件适用的电子元件。

[0061] 首先,如图3A和图3B所示,可以想到,用于检测电流的磁性传感器包括多个磁性部件1、多个励磁线圈12以及检测线圈14。多个磁性部件1彼此平行布置并被形成为环形。多个励磁线圈12中的每一个缠绕每个磁性部件1的整个圆周。检测线圈14缠绕多个磁性部件1以跨越每个磁性部件1。该磁性传感器检测流过导线18的电流,导线18通过多个磁性部件1中的环状部分。

[0062] 同样地，如图4所示，可以想到，用于检测电流的磁性传感器包括磁性部件2和霍尔元件24。磁性部件2被形成为环形，并具有形成于磁性部件2的一部分中的间隙22。霍尔元件24布置在间隙22中。该磁性传感器检测流过导线28的电流，导线28通过磁性部件2中的环状部分。

[0063] 同样地，如图5所示，可以想到，用于检测电流的磁性传感器包括磁性部件3、平衡线圈32以及霍尔元件36。磁性部件3被形成为环形并具有形成于磁性部件3的一部分中的间隙34。平衡线圈32缠绕磁性部件3的整个圆周。霍尔元件36布置在磁性部件3中的间隙34中。该磁性传感器检测流过导线38的电流，导线38通过磁性部件3中的环状部分。

[0064] 同样地，如图6所示，可以想到，用于检测电流的磁性传感器包括磁性部件4、联接磁路42、励磁线圈44以及检测线圈46。磁性部件4被形成为环形。联接磁路42以分割磁性部件4中的环状部分的方式提供联接。励磁线圈44缠绕磁性部件4的整个圆周。检测线圈46缠绕联接磁路42的整个长度。该磁性传感器检测流过导线48的电流，导线48从由联接磁路42分割的一个区域到另一区域通过磁性部件4的环状部分。

[0065] 同样地，如图7所示，可以想到由被形成为管状的磁性部件5构成的铁氧体磁环，并通过使导线52穿过管状部分来使用铁氧体磁环。根据铁氧体磁环，通过使用对高频具有高导磁率的磁性部件5，即使在导体52中发生诸如急峻尖峰的高频噪声，铁氧体磁环呈现由针对高频噪声的磁性部件5的导磁率引起的高阻抗，从而抑制这种高频噪声向导体52的传输。

[0066] 可获得与上述类似的作用和效果的结构并不限于如上所述使导体52穿过管状磁性部件5的结构，而是可包括例如导体缠绕环状磁性部件的结构、螺旋导体安装至柱状磁性部件的结构。

[0067] 同样地，如图8所示，可以想到，芯片天线包括矩形的板状磁性部件7。在左右方向扩展的接地导体72设置在板状表面的下部区域，在左右方向延伸的天线导体74设置在该表面的其它区域。在该实施方式中，尽管天线导体74被形成为“F”形，但天线导体的形状并不限于“F”形。同样地，尽管天线导体74的一端侧与接地导体72连接，但一端侧并不一定要与接地导体72连接。

[0068] 可以理解，除了上述电子元件之外，上述磁性部件适用的电子元件还可例如包括变压器、感应器以及除了磁性传感器之外的其它电子元件。

[0069] 具体地，上述磁性部件适用的变压器可形成为例如图9A所示的变压器100，从而使绕组线L1和绕组线L2缠绕具有四边形平面形状的环状磁性部件100。

[0070] 同样地，上述磁性部件适用的感应器可形成为例如图9B所示的感应器200，从而使绕组线L3缠绕环状磁性部件210。

[0071] (3)作用和效果

[0072] 在如上配置的磁性部件中，由于超顺磁性粒子中的每一个都被保持，所以在使用时当从外部将信号应用于磁性部件时，超顺磁性粒子本身的移位即由布朗机制引起的磁化和退磁受到限制。因此，超顺磁性粒子的磁响应依赖于存在于粒子内部的磁矩的移位，即依赖于Neel机制引起的磁化和退磁。

[0073] 此时，由Neel机制引起的磁化和退磁所需的时间τ(弛豫时间)根据超顺磁性粒子的粒子尺寸而延迟。在上述结构中，超顺磁性粒子中的每一个的粒子尺寸被设定成至少使超顺磁性粒子的Neel弛豫时间短于使用时应用的信号的周期P($\tau n < P$)。因此，使用时从外部

施加的交流磁场的周期P不会短于弛豫时间τ，磁响应能够随着周期P变化。因此，不会发生磁滞现象。

[0074] 而且，在上述实施方式中，在超顺磁性粒子中的每一个分散在能够抑制布朗机制引起的移位的基材中的情况下，超顺磁性粒子中的每一个可被保持在这样一种状态下：超顺磁性粒子中的每一个分散在基材中并且由布朗机制引起的移位受到限制。

[0075] 而且，在上述实施方式中，在由非磁性部件构成的基材被液化的状态下超顺磁性粒子中的每一个分散，然后非磁性部件被固化，超顺磁性粒子中的每一个可分散在固态基材中。

[0076] 而且，在上述实施方式中，在非磁性涂层形成于超顺磁性粒子中的每一个的表面上的情况下，当超顺磁性粒子中的每一个分散在液化基材中时，非磁性涂层的存在可提高超顺磁性粒子与基材之间的亲和性。因此，超顺磁性粒子中的每一个可牢固地保持在固化的基材中。

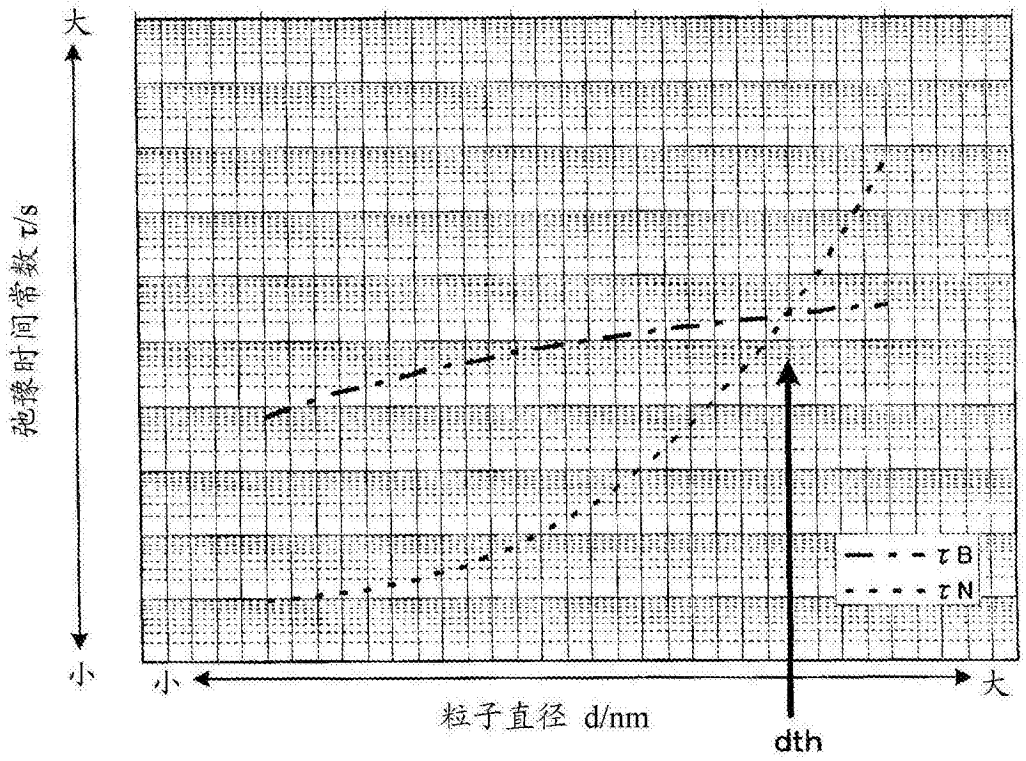


图1

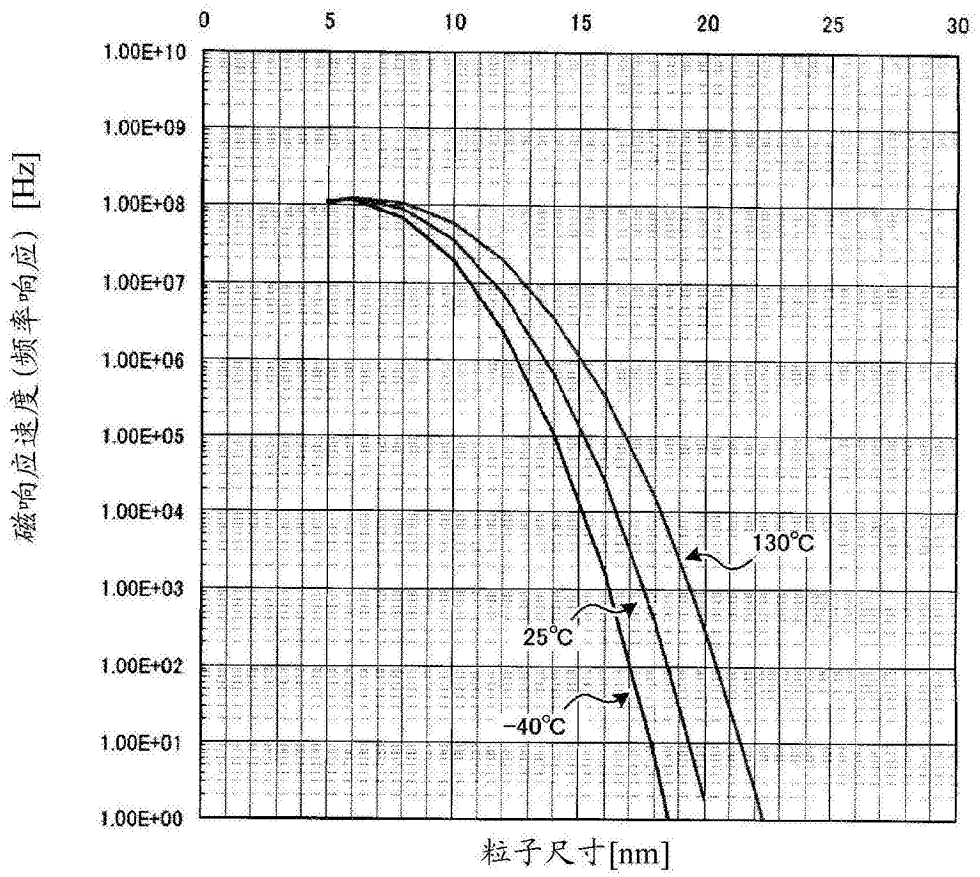

0
5
10
15
20
25
30
1.00E+10
1.00E+09
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
1.00E+03
1.00E+02
1.00E+01
1.00E+00
磁响应速度(频率响应) [Hz]
130℃
25℃
-40℃
粒子尺寸[nm]

图2A

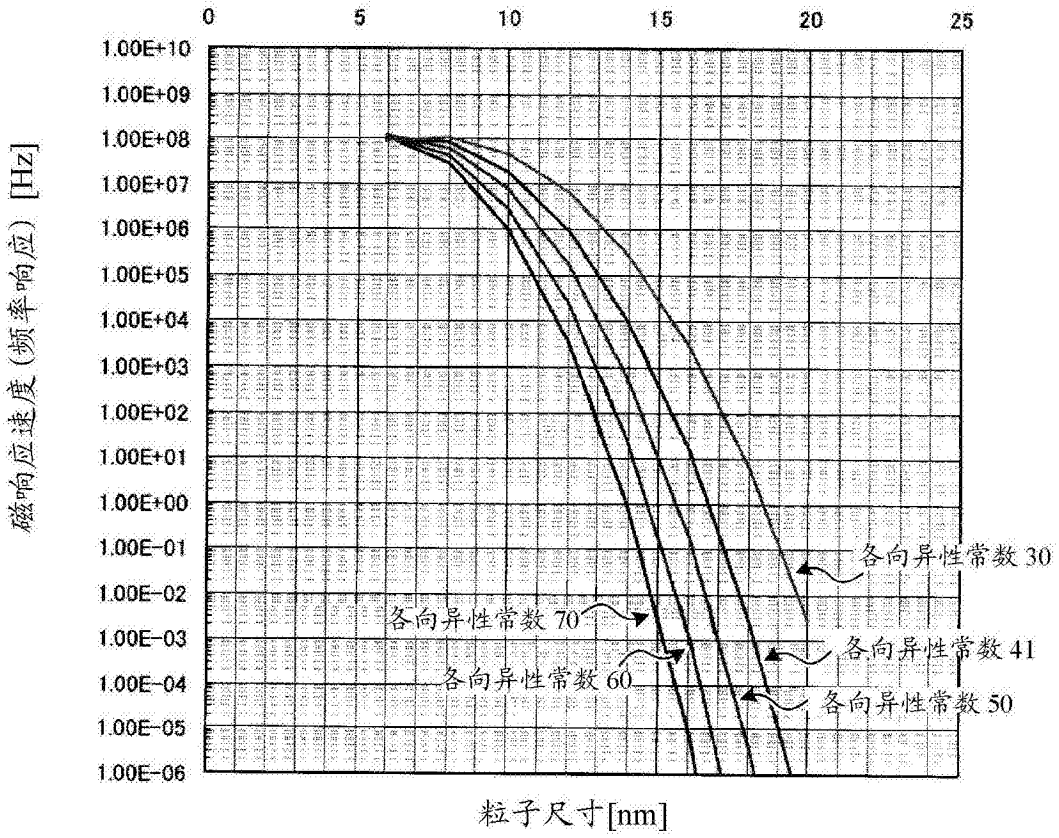

0
5
10
15
20
25
1.00E+10
1.00E+09
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
1.00E+03
1.00E+02
1.00E+01
1.00E+00
1.00E-01
1.00E-02
1.00E-03
1.00E-04
1.00E-05
1.00E-06
磁响应速度(频率响应) [Hz]
各向异性常数 30
各向异性常数 70
各向异性常数 41
各向异性常数 60
各向异性常数 50
粒子尺寸[nm]

图2B

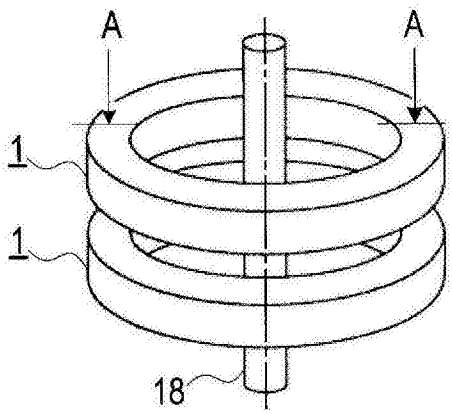

A
A
1
1
18

图3A

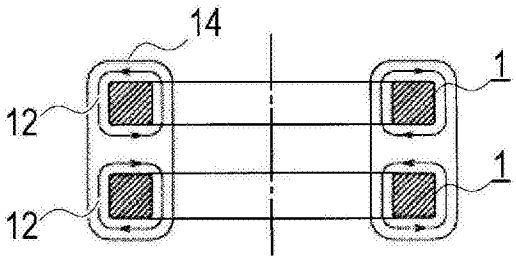

14
12
12
1
1

图3B

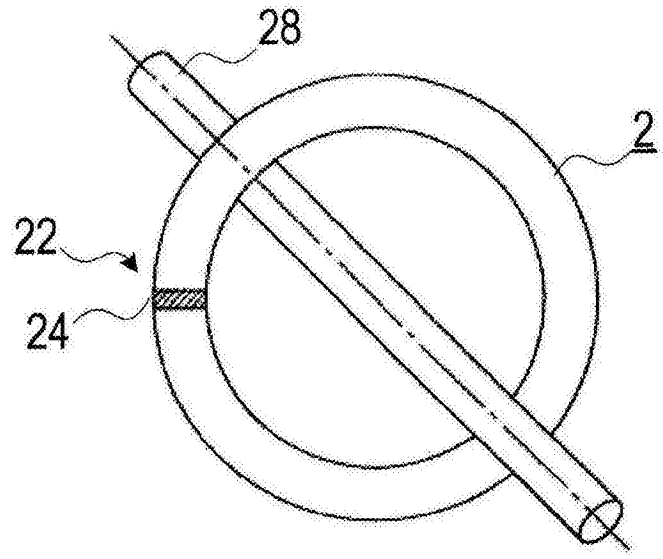


图4

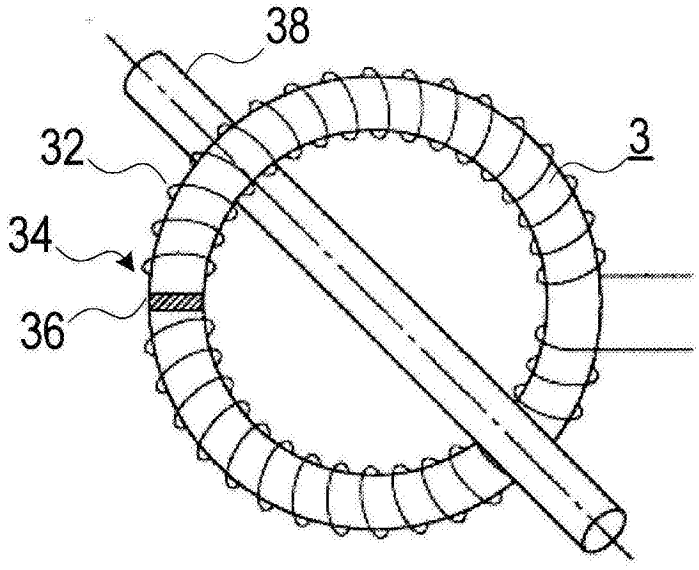


图5

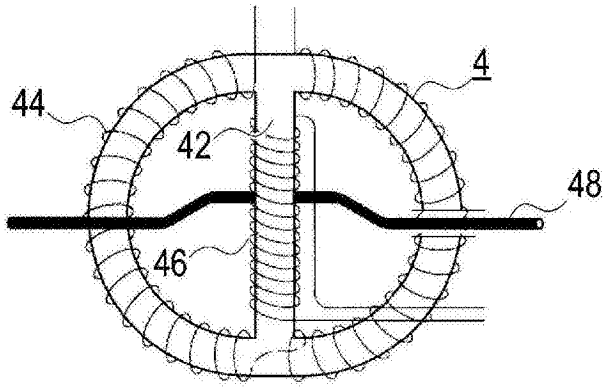


图6

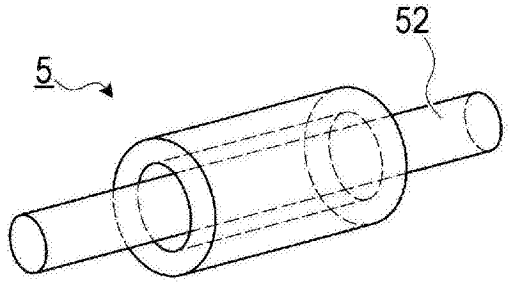


图7

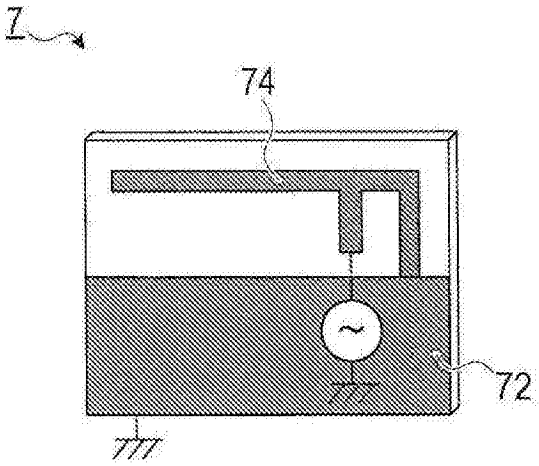


图8

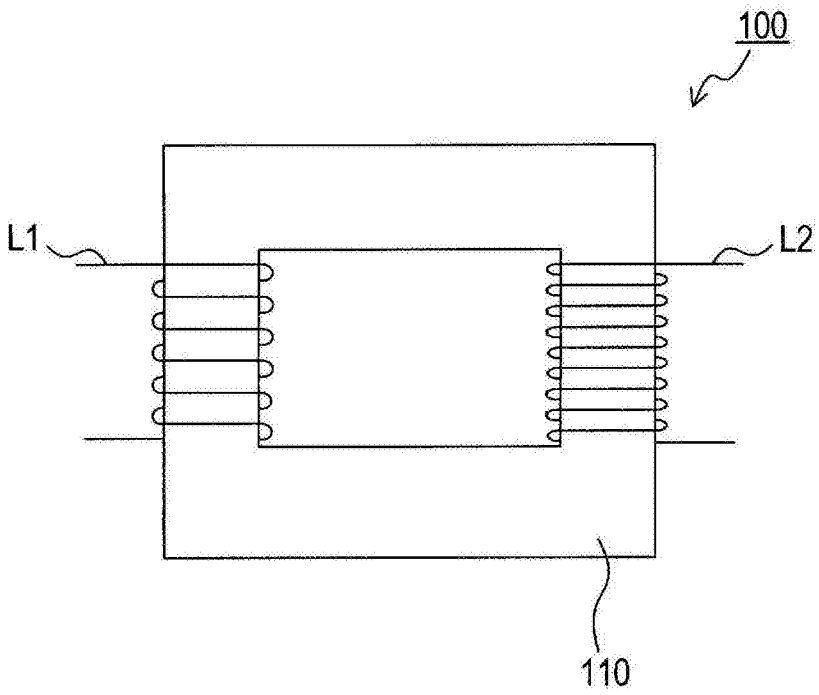


图9A

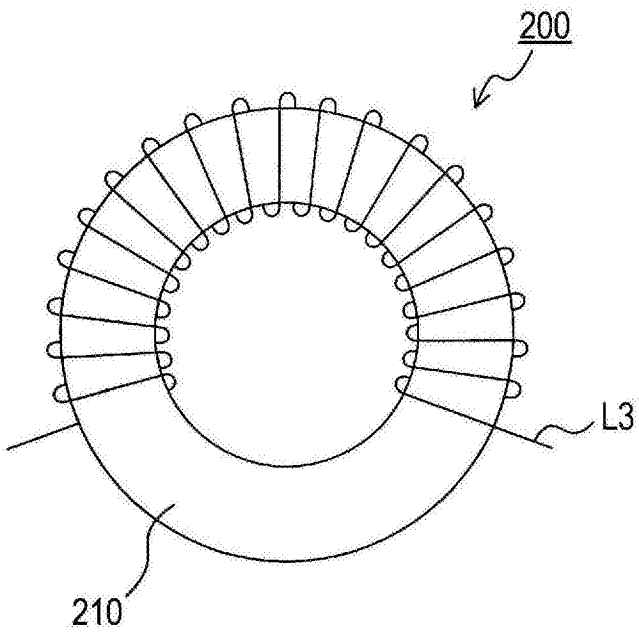


图9B