



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101779110 A

(43) 申请公布日 2010. 07. 14

(21) 申请号 200880025638. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 08. 13

G01L 1/12 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G01L 1/04 (2006. 01)

221295/2007 2007. 08. 28 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 01. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/064767 2008. 08. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02009/028355 EN 2009. 03. 05

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 佐藤修一

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 钱亚卓

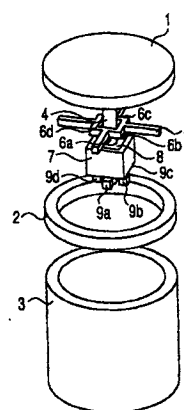
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 8 页

(54) 发明名称

磁性力传感器

(57) 摘要

一种磁性力传感器,包括:作用部,外力作用到该作用部上;传感单元,该传感单元将作用到作用部上的力转换成电信号;和外框架,该外框架具有弹性地支撑作用部的弹性本体,并且将传感单元存储在该外框架中。传感单元包括与作用部连接的磁通量产生源和固定到外框架上的磁电转换器;磁通量产生源具有磁性体,该磁性体控制由磁通量产生源产生的磁通量流。



1. 一种磁性力传感器,包括:

作用部,外力作用在所述作用部上;

传感单元,所述传感单元将作用在所述作用部上的力转换成电信号;以及

外框架,所述外框架具有弹性本体,所述弹性本体弹性地支撑所述作用部,在所述外框架中存储所述传感单元,其中

所述传感单元包括与所述作用部连接的磁通量产生源和固定在所述外框架上的磁电转换器;以及

所述磁通量产生源具有与其一起的磁性体,所述磁性体控制由所述磁通量产生源产生的磁通量流。

2. 如权利要求1所述的磁性力传感器,其中所述磁电转换器设置为与所述磁性体的外端面相比更靠近所述磁通量产生源侧。

3. 如权利要求2所述的磁性力传感器,其中所述磁电转换器设置在所述磁通量产生源沿磁化方向延伸的区域中,并且所述磁性体在磁化方向轴侧的端面定位成从所述磁电转换器在磁化方向轴侧的端面突出。

磁性力传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检测 6 个方向的力 / 力矩分量的力传感器, 尤其涉及一种利用磁电转换器检测磁通量产生源中的磁通量变化的磁性力传感器。

背景技术

[0002] 例如, 在用机械臂组装部件时, 力传感器安装到机械臂的腕部上, 用于检测在组装工作中产生的力 / 力矩分量及执行臂的手部的姿势控制。传统类型的力传感器利用应变仪中的电阻变化进行检测, 如在日本专利申请公开 No. H01-262431 中公开的。此外, 还有另外一种力传感器, 利用磁性地检测作用部位移的方法, 如日本专利申请公开 No. 2004-325328 中公开的。

[0003] 首先, 图 11 示出了日本专利申请公开 No. H01-262431 中描述的传统结构示例。由设置在同一梁上的多个应变仪中的电阻变化计算作用到应变部的力 / 力矩分量。

[0004] 接下来, 图 12A 和 12B 分别示出了日本专利申请公开 No. 2004-325328 中公开的传统结构示例。设置有嵌入弹性本体中的永磁铁和面对该永磁铁磁化方向轴 (S-N 轴) 的四个磁电转换器 (霍尔元件)。当施加作用力时, 永磁铁移动并且由该移动引起的磁通量变化通过磁电转换器转换成用于检测的电信号。这使得能够检测 X 轴、Y 轴和 Z 轴方向的三个轴向力分量。

[0005] 但是, 日本专利申请公开 No. H01-262431 的发明在同一梁上设置有多多个应变仪。因此, 当应变部分接收力时, 在轴之间会出现轴向应变干扰的问题, 其中轴向应变不仅发生在力作用的方向而且也发生在没有力作用的方向。另外, 减少轴干扰需要设计梁结构和信号处理, 这在尺寸和成本降低上是不利的。此外, 应变仪利用当施加力时产生的应变, 因此重复使用会产生由于长期变化造成的耐久性和可靠性问题。

[0006] 另一方面, 日本专利申请公开 No. 2004-325328 的发明具有这样一种结构, 使得以非接触方式设置的元件各自独立, 来补偿日本专利申请公开 No. H01-262431 的发明的缺点。

[0007] 但是, 这种磁性材料面对磁电转换器的结构分散了磁通量, 因此由磁电转换器检测的磁通量密度仅出现少许变化, 使得难以获得高的灵敏度。此外, 磁性材料简单地嵌入弹性本体, 导致诸如产生对外部设备有不利影响的噪声源以及外部磁通量容易流入磁电转换器而对输出有不利影响的问题。

[0008] 由于前述问题, 本发明的目标是提供一种磁性力传感器, 其利用抑制磁通量产生源对外部的不利影响和提高抵抗噪声的可靠性及高灵敏度的结构来检测 6 个轴线方向的力 / 力矩。

发明内容

[0009] 本发明的其它特征和优点将从下面结合附图的描述中变得明显, 其中在所有图中, 相同的附图标记表示相同或类似的部件。

[0010] 根据本发明,一种磁性力传感器,包括:作用部,外力作用在该作用部上;传感单元,该传感单元将作用在作用部上的力转换成电信号;和外框架,该外框架具有弹性本体,该弹性本体弹性地支撑作用部,并且在该外框架中存储传感单元,其中传感单元包括与作用部连接的磁通量产生源和固定在外框架上的磁电转换器;磁通量产生源具有与其一起的磁性体,该磁性体控制由磁通量产生源产生的磁通量流。此外,磁电转换器设置为与磁性体的外端面相比更靠近磁通量产生源侧。此外,磁电转换器设置在磁通量产生源沿磁化方向延伸的区域中,并且磁性体在磁化方向轴侧的端面定位成从磁电转换器在磁化方向轴侧的端面突出。

[0011] 根据本发明的磁性力传感器可以通过将磁性体设置在传感单元的外周部而利用磁性体控制来自磁通量产生源的磁通量,该传感单元包括磁通量产生源和磁电转换器。

[0012] 通过将磁性体设置在磁通量产生源的外周部,构造成能够有助于利用磁性体捕获由磁通量产生源产生的磁通量的结构,从而抑制产生对外部有不利影响的噪声源。

[0013] 当磁噪声从外部流入时,磁噪声优选地侵入具有高导磁率的磁性体,这形成磁电转换器不会获得磁噪声的结构,从而实现了抵抗磁噪声的高可靠性。

[0014] 另外,流入磁电转换器的磁通量可被集中起来,因此即使磁通量产生源的位移很小,也能获得较大的磁通量变化,从而增大了灵敏度。

[0015] 如上所述,本发明提供一种磁性力传感器,其利用可以抑制磁通量产生源对外部的不利影响的检测 6 个轴线方向的力 / 力矩,提高抵抗噪声的可靠性并且增大了灵敏度。

[0016] 本发明进一步的特征将从以下参考附图对典型实施例的描述中变得明显。

附图说明

[0017] 图 1A 和 1B 分别是根据本发明的磁性力传感器的结构示意图;

[0018] 图 2 是用于描述本发明的计算力 / 力矩的方法的示意图;

[0019] 图 3A 和 3B 分别是利用 Z 轴对称辅助静磁场模型进行模拟所获得的磁通量线的示意图;

[0020] 图 4A 和 4B 分别是利用图 3A 和 3B 中的分析模型,带有对外部产生磁通量的噪声源的磁通量线的示意图;

[0021] 图 5 是在沿 Z 轴方向距离磁通量产生源 500 μm 的位置处,磁通量密度沿 X 轴方向的 X 分量的曲线图;

[0022] 图 6A 和 6B 分别是利用 Z 轴对称辅助静磁场模型的模拟而获得的磁通量线的示意图;

[0023] 图 7 是在磁电转换器设置为测量磁场的 X 轴分量的情况下,磁通量产生源沿 X 轴方向移动 $\pm 50 \mu\text{m}$ 时在磁电转换器的位置处磁通量密度的变化的曲线图;

[0024] 图 8 是在磁电转换器设置为测量磁场的 X 轴分量的情况下,磁通量产生源沿 Z 轴方向移动 $\pm 50 \mu\text{m}$ 时在磁电转换器的位置处磁通量密度的变化的曲线图;

[0025] 图 9 是在磁电转换器设置为测量磁场的 Z 轴分量的情况下,磁通量产生源沿 X 轴方向移动 $\pm 50 \mu\text{m}$ 时在磁电转换器的位置处磁通量密度的变化的曲线图;

[0026] 图 10 是在磁电转换器设置为测量磁场的 Z 轴分量的情况下,磁通量产生源沿 Z 轴

方向移动 $\pm 50 \mu\text{m}$ 时在磁电转换器的位置处磁通量密度的变化的曲线图；

[0027] 图 11 是传统应变力传感器的结构示意图；和

[0028] 图 12A 和 12B 分别是传统磁性力传感器的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。

[0030] 图 1A 和 1B 分别是最显著地示出了本发明特征的示意图。图 1A 是磁性力传感器沿 X-Z 轴的剖面图,图 1B 是分解透视图。

[0031] 首先,将说明附图标记 / 参考符号和相应组件之间的相互关系。在图 1A 和 1B 中,附图标记 1 表示作用部,力施加到该作用部上,附图标记 2 表示弹性本体,当施加力时该弹性本体产生位移,附图标记 3 表示力传感器的外框架,附图标记 4 表示用于支撑作用部和磁通量产生源的柱,附图标记 5 表示用于安装磁电转换器的磁电转换器支撑部分,参考符号 6a 至 6d 分别表示用于检测磁通量产生源的磁通量变化的磁电转换器,附图标记 7 表示用于控制磁通量流的磁性体,附图标记 8 表示用于产生磁通量的磁通量产生源,参考符号 9a 至 9d 表示用于检测磁通量产生源的磁通量变化的磁电转换器,附图标记 12 表示磁通量产生源支撑部分。在本发明中,磁电转换器和磁通量产生源的组合在下文中可称为“传感单元”。

[0032] 作用部 1 通过高刚性的柱 4 被稳固地连接到磁通量产生源 8。磁电转换器 6a 至 6d 通过磁电转换器支撑部分 5 在与磁通量产生源 8 相隔一定间隙处固定在外框架 3 上。同样地,磁电转换器 9a 至 9d 在与磁通量产生源 8 相隔一定间隙处固定在外框架上。

[0033] 外框架 3 和作用部 1 通过弹性本体 2 被弹性地支撑以能够相对彼此移动。磁通量产生源支撑部分 12 由诸如弹性本体的低刚性构件构成,并且设置在面对柱 4 的位置上以保持磁通量产生源 8 的姿态。

[0034] 磁通量产生源 8 可以是永磁铁,诸如 Nd-Fe-B 磁铁、Sm-Co 磁铁、Sm-Fe-N 磁铁和铁氧体磁铁,这些是典型的磁铁,或者可以通过在磁性体周围缠绕线圈以用于激励而产生磁力的电磁铁。磁电转换器 6、9 是霍尔元件、MR 元件、磁阻抗元件和磁通门元件。磁性体 7 由导磁率不同于空气的材料构成。

[0035] 当力施加到作用部 1 时,由于弹性本体 2 的弹性变形,连接到柱 4 的磁通量产生源 8 产生位移。因此,由固定到外框架 3 上的相应磁电转换器获得与磁通量产生源 8 的位移成比例的电位移。

[0036] 参考图 2,将对力 / 力矩的计算方法进行说明。将对沿 X 轴方向的力 F_x 、沿 Z 轴方向的力 F_z 和沿 Y 轴方向的力矩 M_y 分别施加到作用部上的情况进行说明。为了容易进行说明,图 2 分别示出了沿 X 轴方向的力、沿 Z 轴方向的力和沿 Y 轴方向的力矩。当磁通量产生源在沿 X 轴方向的力 F_x 的作用下移动且进一步前进并且在磁电转换器 6a、9a 处产生“磁通量密度变化 $-\Delta B_x$ ”时,分别在 6c 和 9c 相反地产生“磁通量密度变化 $+\Delta B_x$ ”。当由沿 Z 轴方向的力 F_z 在磁电转换器 6a、6c 处产生“磁通量密度变化 $-\Delta B_z$ ”时,分别在 9a 和 9c 处产生“磁通量密度变化 $+\Delta B_z$ ”。此外,当由沿 Y 轴方向的力矩 M_y 在磁电转换器 6a、9c 处产生磁通量密度变化 ΔB_y 时,分别在 6c 和 9a 处产生“磁通量密度变化 $-\Delta B_y$ ”。

[0037] 如果在磁电转换器 6a 处产生的总磁通量密度变化、在磁电转换器 6c 处产生的总磁通量密度变化、在磁电转换器 9a 处产生的总磁通量密度变化和在磁电转换器 9c 处产生

的总磁通量密度变化分别为 ΔB_{6a} , ΔB_{6c} , ΔB_{9a} 和 ΔB_{9c} , 那么

$$[0038] \quad \Delta B_{6a} = -\Delta B_x - \Delta B_z + \Delta B_y$$

$$[0039] \quad \Delta B_{6c} = \Delta B_x - \Delta B_z - \Delta B_y$$

$$[0040] \quad \Delta B_{9a} = -\Delta B_x + \Delta B_z - \Delta B_y$$

$$[0041] \quad \Delta B_{9c} = \Delta B_x + \Delta B_z + \Delta B_y$$

[0042] 接下来, 在各个轴处布置具有相关性的磁电转换器对并且对其取差值。相关性是指例如沿 X 轴方向的 6c 和 9c 对以及 6a 和 9a 对。

$$[0043] \quad F_x$$

$$[0044] \quad = (\Delta B_{6c} + \Delta B_{9c}) - (\Delta B_{6a} + \Delta B_{9a})$$

$$[0045] \quad = k_x \times \Delta B_x$$

$$[0046] \quad F_z$$

$$[0047] \quad = (\Delta B_{9a} + \Delta B_{9c}) - (\Delta B_{6a} + \Delta B_{6c})$$

$$[0048] \quad = k_z \times \Delta B_z$$

$$[0049] \quad M_y$$

$$[0050] \quad = (\Delta B_{6a} + \Delta B_{9c}) - (\Delta B_{9a} + \Delta B_{6c})$$

$$[0051] \quad = k_y \times \Delta B_y$$

[0052] 其中, k_x 、 k_z 和 k_y 是用于将磁通量密度变化转换成力和力矩的比例系数。

[0053] 从上面可知, 当力独立地施加到各个轴上时, 根据本发明的力传感器仅有一项磁通量密度发生变化, 因此通过检测磁通量密度变化可以容易地计算在各个轴上产生的力。类似地, 可以计算沿 Y 轴方向的力 F_y 、沿 X 轴方向的力矩 M_x 和沿 Z 轴方向的力矩 M_z 。

[0054] 如上所述, 可以检测每 3 个轴线方向的力和力矩, 即 6 个轴线方向的力和力矩。

[0055] (第一实施例)

[0056] 图 3A 和 3B 分别示出了磁场模拟的结果。该模拟是利用 Z 轴对称辅助静磁场模型进行的。图 3A 示出了磁通量产生源设置在空气中, 该磁通量产生源在 Z 轴方向上的厚度为 4mm, 在 X 轴方向上的厚度为 2mm (因为磁化方向轴与 Z 轴重合, 所以图示的磁通量产生源在 X 轴方向上的厚度为 1mm)。图 3B 示出了磁通量产生源设置有在 Z 轴方向上的厚度为 4mm 且在 X 轴方向上的厚度为 1mm 的磁性体。对于该磁通量产生源, 限定 Nd-Fe-B 磁铁的特性为具有 1.4T 的剩余磁通量密度和 1000kA/m 的矫顽磁力, 并且磁性体的相对导磁率设定为 5000。

[0057] 图 3A 示出了在空气中仅有磁通量产生源的结构。该结构没有限制地散布由磁通量产生源 8 产生的磁通量 10, 因此该磁通量可能对外围设备有不利影响。图 3B 示出了这样一种结构, 使得磁性体沿着磁化方向轴与磁通量产生源 8 相邻。

[0058] 可以理解, 当磁通量 10 越频繁地穿过磁性体 7 的内部时, 该结构能够越多地减少散布到外部的磁通量 10 的量。

[0059] 当磁性体放置在磁通量产生源的外周部分处以围绕磁化方向轴时, 磁通量优选地流经比空气具有更高导磁率的磁性体, 并且阻止该磁通量散布到磁通量产生源外围, 从而阻碍磁通量产生源成为影响外部的噪声源。

[0060] 接下来, 图 4A 和 4B 分别示出了由产生磁通量的噪声源 11 所产生的磁通量如何穿过设置磁通量产生源 8 的区域 (由虚线包围的部分) 的研究结果。图 4A 示出了仅设置噪

声源的情况。不管磁电转换器设置在任何位置,该结构都具有来自噪声源的磁通量的不利影响。另一方面,如图 4B 所示,磁性体 7 设置成与噪声源 11 一起沿磁通量产生源 8 的 Z 轴延伸。可以理解,该结构使得来自外部的磁噪声流经具有高导磁率的磁性体,因此,设置有磁通量产生源 8 的区域和相对于磁通量产生源 8 沿 Z 轴方向的区域都减少了受噪声不利影响的点的数量。因此,磁电转换器 6 相对于磁通量产生源 8 设置在 Z 轴方向上(图 4B 中向上或向下),从而提高了抵抗磁噪声的可靠性。

[0061] 接下来,将对当磁性体设置在磁通量产生源的外周部分时的磁电转换器的位置进行说明。图 5 示出了在图 3B 的模型中沿 Z 轴方向距离磁通量产生源 $500\mu\text{m}$ 处的磁通量密度沿 X 轴方向的 X 分量的绘制图。图中的箭头表示绘图位置。可以看到在 X 轴方向约 $2000\mu\text{m}$ 处,即在磁性体和空气层之间的边界处,磁通量密度变化快速下降。如果依赖于位置的磁通量密度变化不足,那么磁性力传感器不能以高灵敏度检测任何力。因此,为了获得沿 X 轴方向的高灵敏度而对磁电转换器 6 的位置所作的研究表明,优选的是以磁性体 7 的外端面为边界将磁电转换器设置在磁通量产生源 8 侧。

[0062] (第二实施例)

[0063] 图 6A 和 6B 分别示出了磁场模拟的结果。图 6B 示出了当磁性体沿 Z 轴方向的厚度从 4mm 变化到 6mm 从而大于磁通量产生源 8 沿 Z 轴方向的厚度时磁性体的布置。图 6A 的条件与图 3A 的实验示例 1 相同。

[0064] 磁电转换器位于沿 X 轴方向距离磁通量产生源 $500\mu\text{m}$ 且沿 Z 轴方向距离磁通量产生源 $500\mu\text{m}$ 处,以测量磁场的 X 分量。如果当磁通量产生源沿 X 轴方向移动 $\pm 50\mu\text{m}$ 或沿 Z 轴方向移动 $\pm 50\mu\text{m}$ 时磁电转换器处呈现的磁通量密度的 X 分量的变化分别取为 ΔB_{xx} 和 ΔB_{xz} ,那么获得如图 7 和 8 所示的曲线图。图 6A 和 6B 上的箭头表示绘图位置。图 7 示出了在沿 X 轴方向移动的情况下磁通量密度的变化为 ΔB_{xx} ,图 8 示出了在沿 Z 轴方向移动的情况下磁通量密度的变化为 ΔB_{xz} 。图 7 至 10 分别采用在水平轴上表示位移和在竖直轴上表示相对磁通量密度初始位置 B 的磁通量密度变化,表明随着倾斜越大,灵敏度变得越高。

[0065] 接下来,磁电转换器再次设置在初始位置,使得能够测量磁场的 Z 分量。此时,如果当磁通量产生源沿 X 轴方向移动 $\pm 50\mu\text{m}$ 或沿 Z 轴方向移动 $\pm 50\mu\text{m}$ 时在磁电转换器处呈现的磁通量密度的 Z 分量的变化分别取为 ΔB_{zx} 和 ΔB_{zz} ,那么获得如图 9 和 10 所示的曲线图。图 6A 和 6B 上的箭头表示绘图位置。图 9 示出了在沿 X 轴方向移动的情况下磁通量密度的变化为 ΔB_{zx} ,图 10 示出了在沿 Z 轴方向移动的情况下磁通量密度的变化为 ΔB_{zz} 。 ΔB 的左下标表示待测量的磁通量密度的方向,右下标表示移动方向。

[0066] 磁电转换器设置为使得能够测量磁场的 X 分量和 Z 分量。在任何情况下,可以理解,通过设置磁性体,变化曲线的倾斜程度变得更大,即灵敏度变得更高。这就是为什么设置导磁率比空气高的磁性体来控制磁通量流从而使磁通量集中流入磁电转换器的原因。具体地,可以理解,与仅设置磁通量产生源和仅设置磁电转换器的情况相比,通过使磁性体在磁化方向轴侧的端面从磁电转换器在磁化方向轴侧的端面突出而将磁性体设置成围绕整个传感单元,提供了获得更高灵敏度的效果。

[0067] 从图 3B 和 6B 的磁通量线的流看出,通过与磁性体沿磁化方向的厚度相比更多地减小磁通量产生源沿磁化方向的厚度,得到能够容易地捕获从磁通量产生源发出的磁通量

的结构。具体地,将传感单元外周部上的磁性体的外端面设置为从磁通量产生源的外端面突出,可以进一步抑制由磁通量产生源产生对外部的噪声源。

[0068] 这种结构使得磁电转换器具有这样的结构,即其外周被磁性体围绕,从而实现抵抗磁噪声的更高的可靠性。

[0069] 本发明并不限于上述实施例,在本发明的精神和范围内可以进行各种改变和变形。因此告知公众本发明的范围由随后的权利要求限定。

[0070] 本申请要求 2007 年 8 月 28 日提出的日本专利申请 No. 2007-221295 的优先权,该专利申请在此整体并入作为参考。

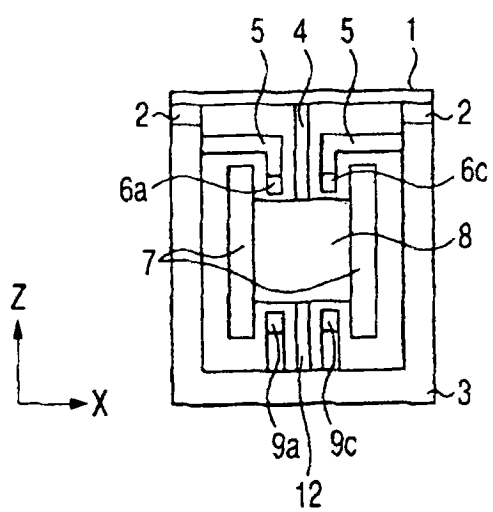


图 1A

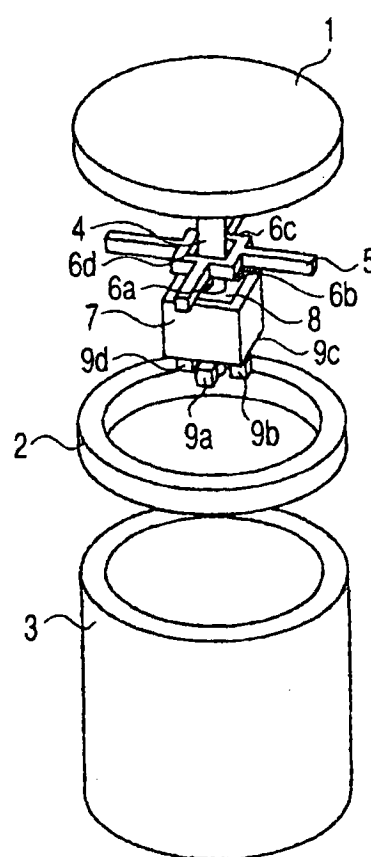


图 1B

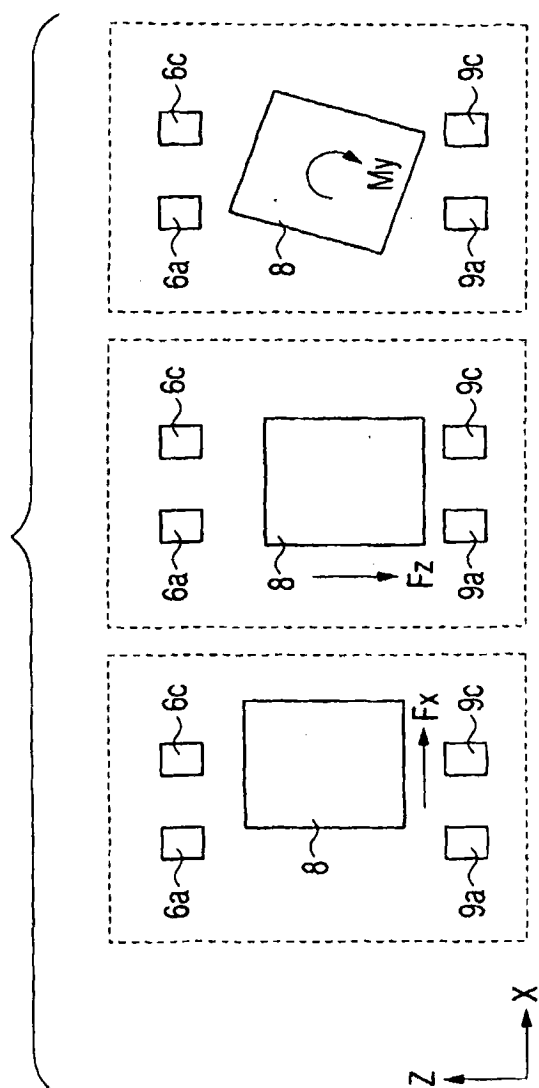


图 2

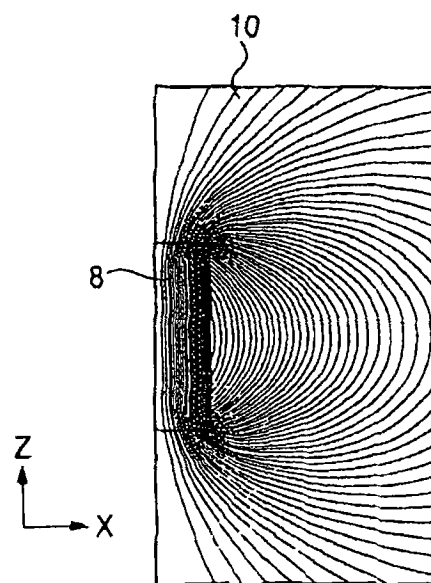


图 3A

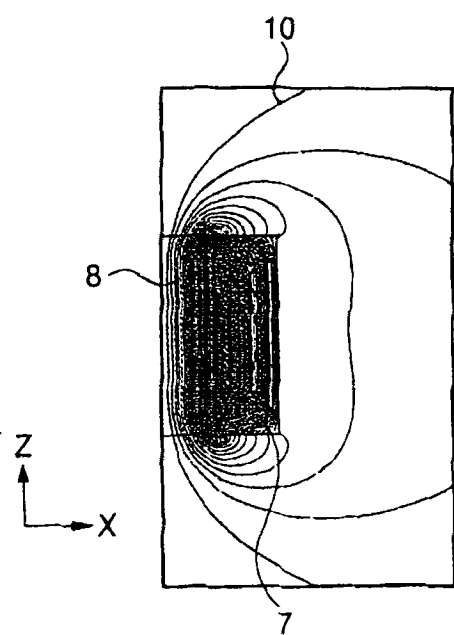


图 3B

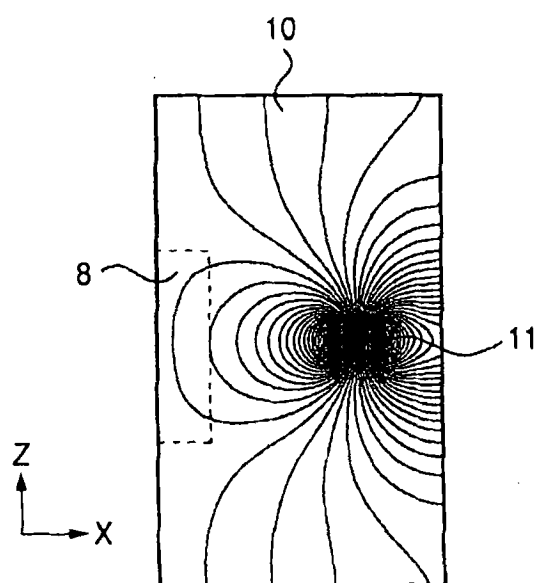


图 4A

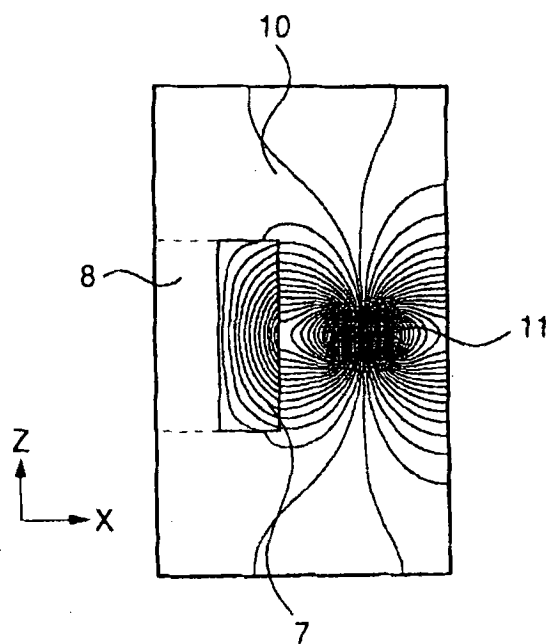


图 4B

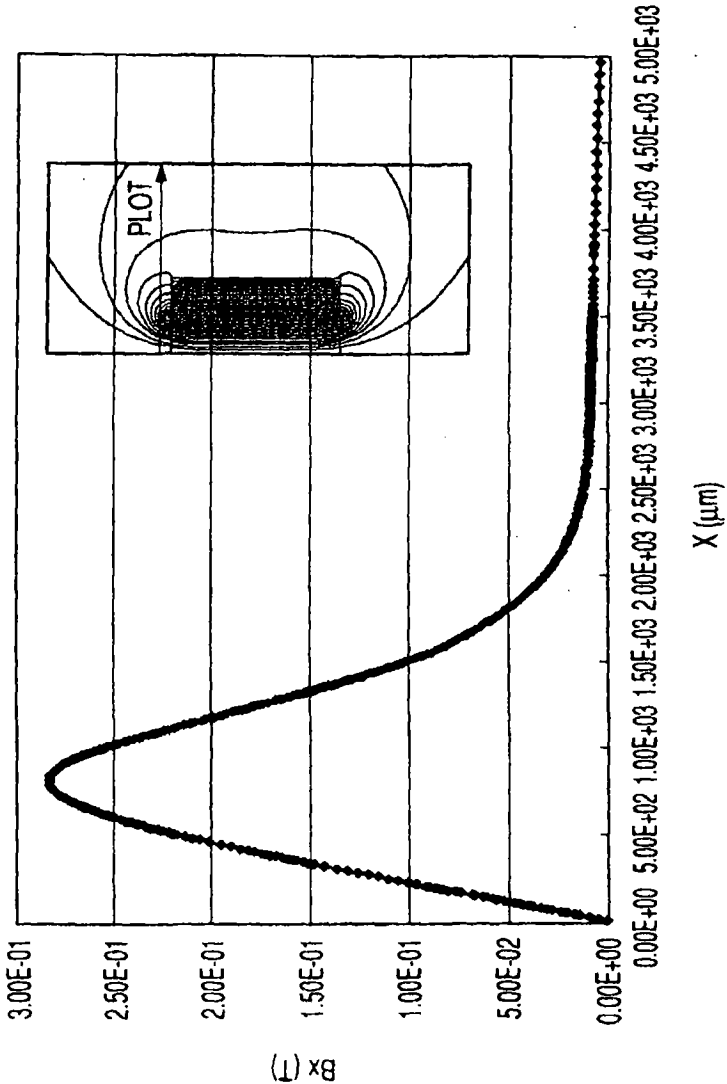


图 5

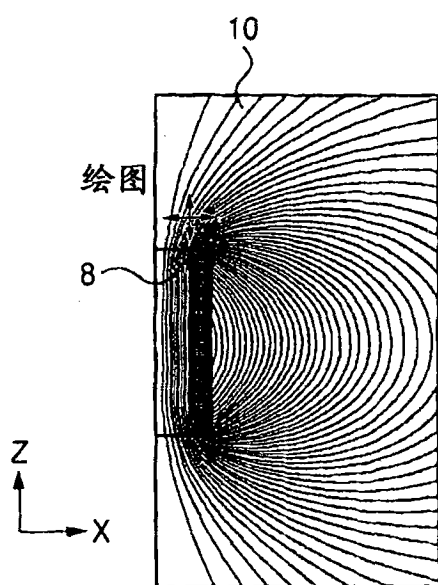


图 6A

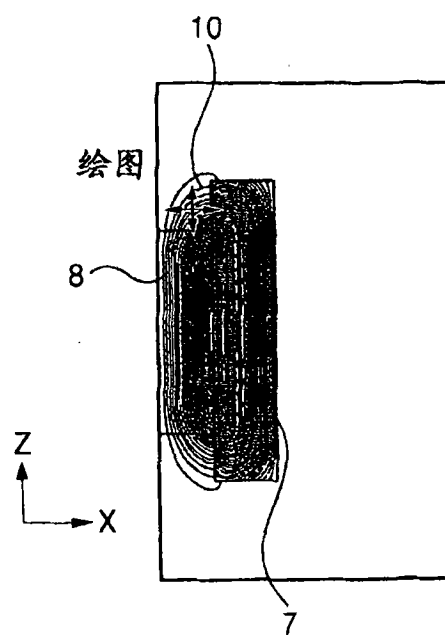


图 6B

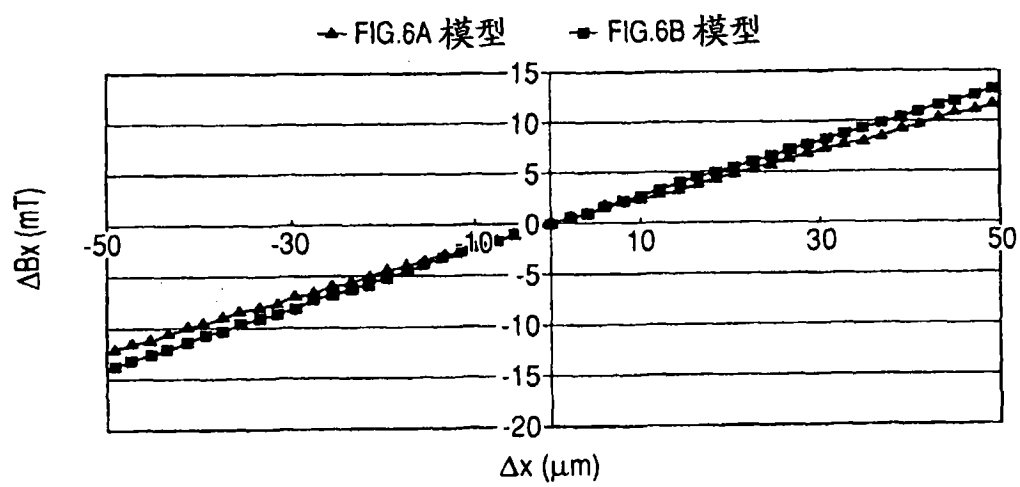


图 7

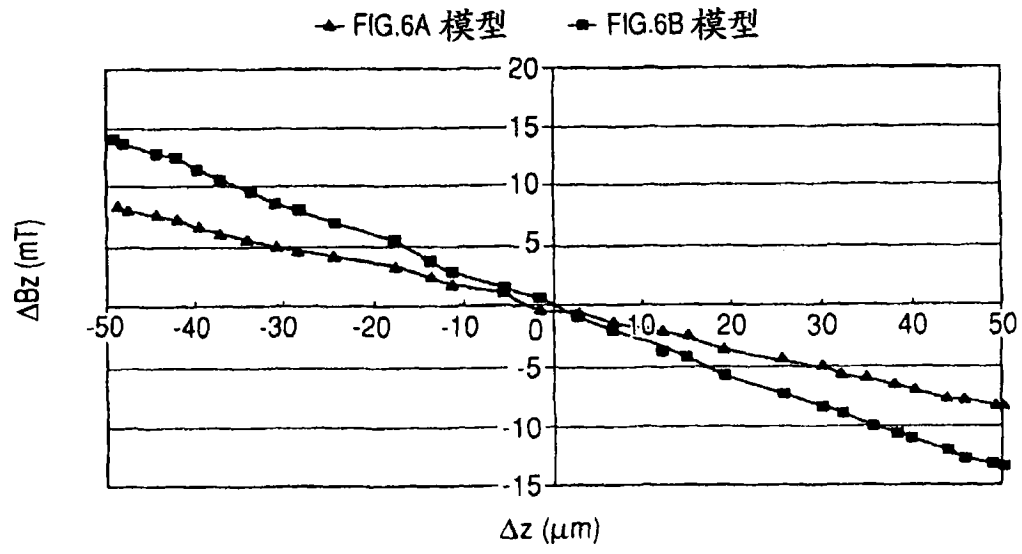


图 8

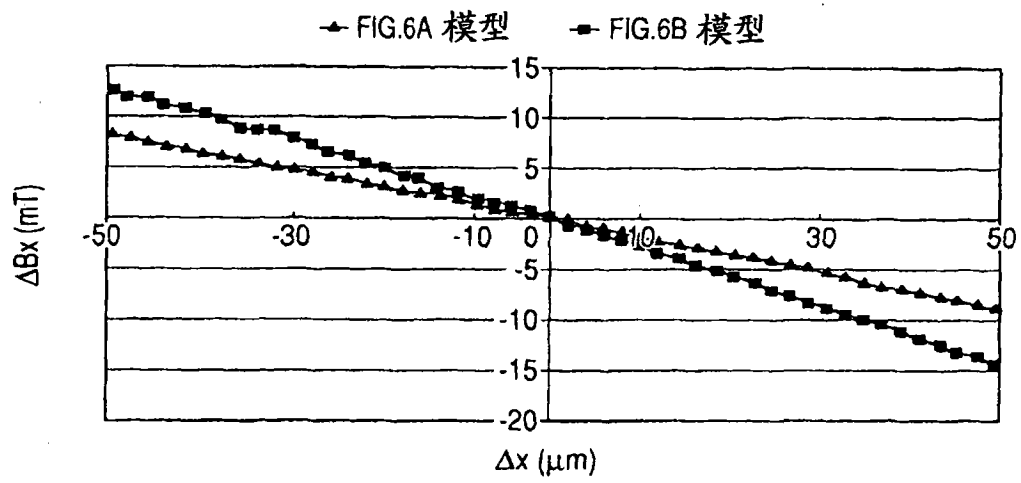


图 9

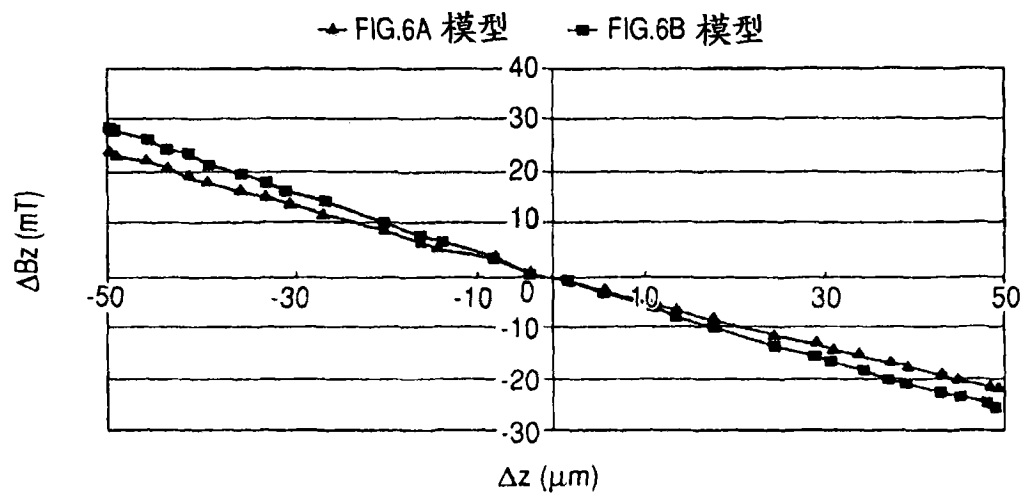


图 10

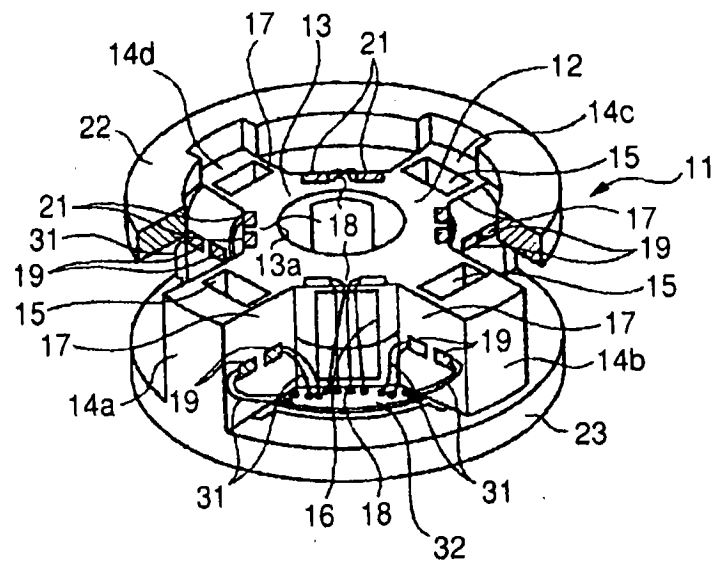


图 11

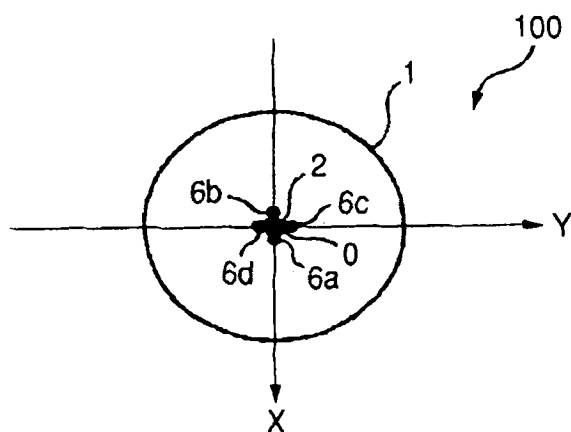


图 12A

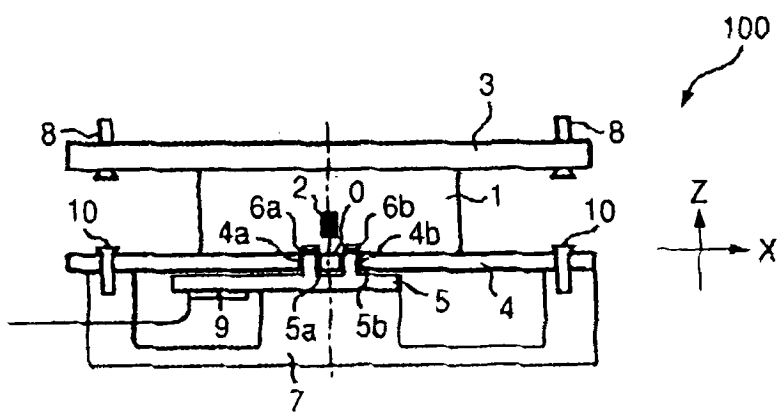


图 12B