



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480018222.0

[43] 公开日 2006年8月2日

[11] 公开号 CN 1813177A

[22] 申请日 2004.12.1

[21] 申请号 200480018222.0

[30] 优先权

[32] 2003.12.5 [33] JP [31] 407262/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/018238 2004.12.1

[87] 国际公布 WO2005/054803 日 2005.6.16

[85] 进入国家阶段日期 2005.12.27

[71] 申请人 日立电线株式会社

地址 日本国东京都

[72] 发明人 欧阳松 毛受良一

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司  
代理人 徐 谦

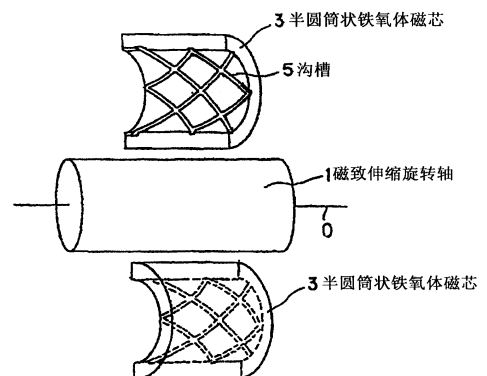
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 5 页

## [54] 发明名称

磁致伸缩式扭矩传感器

## [57] 摘要

本发明的磁致伸缩式扭矩传感器具有：旋转轴，其具有在中心轴的周围旋转的磁致伸缩特性；圆筒状铁氧体磁芯，其与前述旋转轴的外周具有规定的间隔，并与前述旋转轴同轴配置，而且在内周面具有检测前述旋转轴变形且具有绝缘覆盖层的线圈。前述圆筒状铁氧体磁芯，具有一对对置的线圈形成用内周面，其通过由包含前述中心轴的平面将前述内周面分为两部分来形成。前述线圈在前述一对对置的线圈形成用内周面上分别形成：第一线圈，其包括串联连接的往电流用线圈及回流电流用线圈，该两线圈相对前述中心轴倾斜 +45°来配置于同一位置上，且使往电流及回流电流向同一方向流动；第二线圈，其包括串联连接的往电流用线圈及回流电流用线圈，该两线圈相对前述中心轴倾斜 -45°来与前述第一线圈正交，且配置于同一位置上，并使往电流及回流电流向同一方向流动。



1. 一种磁致伸缩式扭矩传感器，具有：旋转轴，其具有在中心轴的周围旋转的磁致伸缩特性；圆筒状铁氧体磁芯，其与前述旋转轴的外周具有规定的间隔，并与前述旋转轴同轴配置，而且在内周面具有检测前述旋转轴的变形且具有绝缘覆盖层的线圈，该磁致伸缩式扭矩传感器的特征在于，

前述圆筒状铁氧体磁芯，具有一对对置的线圈形成用内周面，该内周面通过由包含前述中心轴的平面将前述内周面分为两部分来形成，

前述线圈在所述一对对置的线圈形成用内周面上分别具有：第一线圈，其包括串联连接的往电流用线圈及回流电流用线圈，该两线圈相对前述中心轴倾斜 $+45^\circ$ 来配置于同一位置上，并使往电流及回流电流向同一方向流动；第二线圈，其包括串联连接的往电流用线圈及回流电流用线圈，该两线圈相对前述中心轴倾斜 $-45^\circ$ 来与前述第一线圈正交，且配置于同一位置上，并使往电流及回流电流向同一方向流动。

2. 根据权利要求1所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前述圆筒状铁氧体磁芯，包括由包含前述中心轴的平面分为两部分的一对半圆筒状铁氧体磁芯。

3. 根据权利要求1所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前述第一及第二线圈的前述往电流用线圈及前述回流电流用线圈，包括由多个水平导线及多个垂直导线而连续延伸的多个往电流用线圈及多个回流电流用线圈。

4. 根据权利要求3所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前述第一及第二线圈的前述多个水平导线及前述多个垂直导线，在同一位置流动不同方向的电流。

5. 根据权利要求1所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前述第一线圈及前述第二线圈，在柔性基板的表面及背面上曲折状形成，且通过将该柔性基板折叠 $180^\circ$ 来形成。

6. 根据权利要求2所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前

述第一线圈及前述第二线圈连接成为，在前述一对半圆筒状铁氧体磁芯之间构成桥接电路。

7. 根据权利要求1所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前述第一线圈及前述第二线圈，各自的第一端子与振荡器的第一及第二端子连接，各自的第二端子与变形检测用端子连接，而构成桥接电路。

8. 根据权利要求7所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，来自前述桥接电路的差动信号，由锁定放大器来检测。

9. 根据权利要求1所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前述第一线圈及前述第二线圈，被收容于在前述一对对置线圈形成用内周面上形成的沟槽内。

10. 根据权利要求9所述的磁致伸缩式扭矩传感器，其特征在于，前述一对对置线圈形成用内周面，具有由下述式来表示的长度  $L$  及内面半圆周长  $P$ ，其中， $D$  表示前述旋转轴的直径，

$$L \cong \pi D / 2N \quad (N=1, 2, 3\dots),$$

$$P \cong \pi D / 2,$$

而且，在其两端上，具有由下述式来表示的前述沟槽间隔  $G$ ，

$$G \cong \pi D / 4N \quad (N=1, 2, 3\dots)。$$

## 磁致伸缩式扭矩传感器

### 技术领域

- 5 本发明涉及非接触磁致伸缩式扭矩传感器，尤其涉及一种下列非接触磁致伸缩式扭矩传感器：其通过基于导磁率变化的检测线圈的电感变化，来非接触地检测施加于具有磁致伸缩特性的旋转轴的扭矩。

### 背景技术

- 10 在汽车的动力转向机构、发动机控制机构及动力传输机构等中，检测施加于旋转轴即操纵轴及其它从动轴等上的扭矩的必要性很高。

一般对具有磁致伸缩特性的材料而言，在施加力时，比导磁率便发生变化，比导磁率在压缩力方向减小，且比导磁率在张力方向增加。利用了该原理的磁致伸缩式扭矩检测装置，比如记载在现有技术1及2中。

- 15 现有技术1（JP特开平1-94230号公报）中，公开了图1（a）所示的磁致伸缩式扭矩检测装置。在该磁致伸缩式扭矩检测装置中，在从动轴即旋转轴11的外周，相对旋转轴11成 $\pm 45^\circ$ 角来固定多个磁致伸缩膜13、13，且在其外周上，与 $\pm 45^\circ$ 磁致伸缩膜13、13对应来配有环形检测线圈12、12。当从外部对旋转轴11施加扭矩时，磁致伸缩膜13、13中的一个便发生张力，而另一个则发生压缩力，从而产生变形，磁致伸缩膜13、13的导磁率便发生变化。对基于该磁致伸缩膜13、13的导磁率变化的环形检测线圈12、12的电感变化进行检测并输出。

- 25 在现有技术2（特开平6-194239号公报）中，公开了图1（b）所示的磁致伸缩式扭矩检测装置。在该磁致伸缩式扭矩检测装置中，使相对磁致伸缩旋转轴11倾斜 $\pm 45^\circ$ 角的两个检测线圈12、12重合，来固定到环形磁芯14的内面，并将其配置到磁致伸缩旋转轴11的周围，检测并输出磁致伸缩旋转轴11的导磁率变化（图4~图6及实施例4）。

图1（c）表示另一种磁致伸缩式扭矩检测装置（现有技术3）。在该

磁致伸缩式扭矩检测装置中，使用在与磁致伸缩旋转轴 11 对置配置的 U 形磁芯 14 上卷绕的检测线圈 12、12，由此来检测并输出磁致伸缩旋转轴 11 的导磁率变化。

然而，在现有技术 1 的磁致伸缩式扭矩检测装置中，由于在旋转轴 5 11 上固定 $\pm 45^\circ$ 磁致伸缩膜 13、13，因而存在着必须加工旋转轴 11 的问题。

在现有技术 2 的磁致伸缩式扭矩检测装置中，虽然不必加工旋转轴 11，但由于需要对在环形磁芯 14 的内面以 $\pm 45^\circ$ 倾斜角来重合配置的两个检测线圈 12、12 的电感之差进行检测，因而为检测扭矩的方向而有必要 10 检测电感的增减方向。此外，为了设定零点，有必要检测出两个检测线圈 12、12 的电感达到相等的状态，因而零点的设定并非容易。此外，由于旋转轴 11 构成为贯通环形磁芯 14，因而难以安装检测线圈 12。

此外，在现有技术 3 的磁致伸缩式扭矩检测装置中，尽管不必加工 15 旋转轴 11，而且易于安装到旋转轴 11 上，但存在以下问题。即，卷绕有检测线圈 12 的 U 形磁芯 14，不像环形磁芯那样相对旋转轴 11 旋转对称，而且存在着旋转轴 11 不与 U 形磁芯 14 相面对的部分，因而输出信号的零点会随着旋转轴 11 的旋转而发生大的变动。

## 发明内容

20 本发明的目的在于，提供一种伴随旋转轴旋转的输出信号的零点变动得到抑制的非接触磁致伸缩式扭矩传感器，从而提高扭矩检测精度。

本发明的另一目的在于，提供一种易于在旋转轴上安装的非接触磁致伸缩式扭矩传感器。

本发明的又一目的在于，提供一种可正确且容易地进行检测线圈电 25 路的零点调整的非接触磁致伸缩式扭矩传感器。

本发明提供一种磁致伸缩式扭矩传感器，具有：旋转轴，其具有在中心轴的周围旋转的磁致伸缩特性；圆筒状铁氧体磁芯，其与前述旋转轴的外周具有规定的间隔，并与前述旋转轴同轴配置，且在内周面具有

检测前述旋转轴的变形且具有绝缘覆盖层的线圈，该磁致伸缩式扭矩传感器的特征在于，前述圆筒状铁氧体磁芯，具有一对对置的线圈形成用内周面，该内周面通过由包括前述中心轴的平面将前述内周面分为两部分来形成，前述线圈在所述一对对置的线圈形成用内周面上分别具有：

- 5 第一线圈，其包括串联连接的往电流用线圈及回流电流用线圈，该两线圈相对前述中心轴倾斜 $+45^\circ$ 来配置于同一位置上，并使往电流及回流电流向同一方向流动；第二线圈，其包括串联连接的往电流用线圈及回流电流用线圈，该两线圈相对前述中心轴倾斜 $-45^\circ$ 来与前述第一线圈正交，且配置于同一位置上，并使往电流及回流电流向同一方向流动。

- 10 (i) 前述圆筒状铁氧体磁芯，最好包括由包括前述中心轴的平面而分为两部分的一对半圆筒状铁氧体磁芯。

(ii) 前述第一及第二线圈的前述往电流用线圈及前述回流电流用线圈，最好包括由多个水平导线及多个垂直导线而连续延伸的多个往电流用线圈及多个回流电流用线圈。

- 15 (iii) 在前述第一及第二线圈的前述多个水平导线及前述多个垂直导线中，最好在同一位置流动不同方向的电流。

(iv) 前述第一线圈及前述第二线圈，最好在柔性基板的表面及背面上曲折状形成，且通过将该柔性基板折叠 $180^\circ$ 来形成。

- 20 (v) 前述第一线圈及前述第二线圈，最好连接成为，在前述一对半圆筒状铁氧体磁芯之间构成桥接电路。

(vi) 在前述第一线圈及前述第二线圈中，最好使各自的第一端子与振荡器的第一及第二端子连接，使各自的第二端子与歪扭检测用端子连接，而构成桥接电路。

(vii) 来自前述桥接电路的差动信号，最好由锁定放大器来检测。

- 25 (viii) 前述第一线圈及前述第二线圈，最好被收容于在前述一对对置线圈形成用内周面上形成的沟槽内。

(ix) 前述一对对置线圈形成用内周面，最好具有由下述来表示的长度 $L$ 及内面半圆周长 $P$ （其中， $D$ 表示前述旋转轴的直径），

$$L \doteq \pi D / 2N \quad (N=1, 2, 3\dots)$$

$$P \doteq \pi D / 2$$

而且，在其两端上，具有由下述式来表示的前述沟槽间隔  $G$ ，

$$G \doteq \pi D / 4N \quad (N=1, 2, 3\dots)。$$

5

### 附图说明

图 1 (a) ~ (c) 是表示现有的磁致伸缩式扭矩传感器的概略图。

图 2 是表示本发明第一实施例的磁致伸缩式扭矩传感器的概略图。

图 3 是表示第一实施例的磁致伸缩式扭矩传感器的分解立体图。

10 图 4 (a) ~ (c) 是表示第一实施例的磁致伸缩式扭矩传感器的线圈卷绕方式的模式图。

图 5 (a) 是表示第一实施例的磁致伸缩式扭矩传感器的动作原理的模式图，图 5 (b) 是用于检测施加于磁致伸缩旋转轴上的扭矩的检测电路图。

15 图 6 (a) ~ (d) 是表示本发明第二实施例的磁致伸缩式扭矩传感器的构成及制造方法的概略图。

### 具体实施方式

以下参照附图，来说明本发明的优选实施例。

20 图 2 表示本发明第一实施例的磁致伸缩式扭矩传感器。该磁致伸缩式扭矩传感器由以下部件来构成：旋转轴 1，其具有磁致伸缩特性，比如 Ni、Fe—Al 合金、Fe—Co 合金等；两个半圆筒状铁氧体磁芯 3、3，其中，相对旋转轴 1 的轴 O 倾斜 +45° 的线圈 2 及倾斜 -45° 的线圈 4 在内面重合卷绕。两个半圆筒状铁氧体磁芯 3、3，在与磁致伸缩旋转轴 1 的  
25 轴 O 垂直的面上，与磁致伸缩旋转轴 1 同心状地紧密对置配置。

图 3 是图 2 的磁致伸缩式扭矩传感器的分解立体图，省略了 ±45° 线圈 2、4 的图示。如图 3 所示，在半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面，为了配置 +45° 线圈 2 及 -45° 线圈 4 的布线，而设有相对磁致伸缩旋转轴 1 倾

斜 $\pm 45^\circ$ 的多个沟槽 5。

图 4 (a) ~ (c) 表示图 2 的磁致伸缩式扭矩传感器的线圈卷绕方式。如半圆筒状铁氧体磁芯的内面展开图即图 4 (a) 所示, 设置于半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面上的沟槽 5, 相对旋转轴 1 的轴 O 倾斜 $\pm 45^\circ$ 。沟槽 5 的宽度为 1mm, 深度为 1mm。如以下所示, 沟槽与沟槽之间的距离 G, 取决于磁芯 3 的长度 L 及磁芯 3 的内面半圆周长 P。如上所述, 在内面的沟槽 5 内布线 $+45^\circ$ 线圈 2 及 $-45^\circ$ 线圈 4 的两个半圆筒状铁氧体磁芯 3, 与旋转轴 1 的侧面相隔规定的距离 r (图 2) 来平行配置, 并在与旋转轴 1 的轴 O 垂直的面上与磁致伸缩旋转轴 1 同心状地紧密对置配置。为了提高检测灵敏度, 半圆筒状铁氧体磁芯 3 与旋转轴 1 的侧面之间的距离 r 极小, 可以忽略, 因而半圆筒状铁氧体磁芯 3 的长度 L 由下式来设定。

$$L = \pi (D+2r) / 2N \approx \pi D / 2N \quad (N=1, 2, 3\dots) \quad (1)$$

式中, D 表示旋转轴 1 的直径, r 表示磁致伸缩旋转轴 1 与半圆筒状铁氧体磁芯 3 之间的距离。

半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面半圆周长 P 可由下式来表示。

$$P = \pi (D+2r) / 2 \approx \pi D / 2 \quad (2)$$

当在半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面上制作沟槽 5 时, 沟槽与沟槽之间的距离 G 可由下式来表示。

$$G = L / 2 = \pi (D+2r) / 4N \approx \pi D / 4N \quad (N=1, 2, 3\dots) \quad (3)$$

图 4 (b) 表示当  $N=1$ 、 $P=L \approx \pi D/2$ 、 $G \approx \pi D/4$  时沟槽 5 的形状 (参照图 4 (b) 的右端) 以及 $+45^\circ$ 线圈 2 及 $-45^\circ$ 线圈 4 的卷绕方式。如图 4 (b) 所示,  $+45^\circ$ 线圈 2 形成为: 在半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面, 从顶点 A 至 C (往) 为止, 进行曲折状 $+45^\circ$ 布线, 接着再从顶点 C 至 A (复) 为止, 进行曲折状 $+45^\circ$ 布线。

同样,  $-45^\circ$ 线圈 4 形成为: 在同一半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面, 从顶点 B 至 D (往) 为止, 进行曲折状 $-45^\circ$ 布线, 接着再从顶点 D 至 B (复) 为止, 进行曲折状 $-45^\circ$ 布线。使两个线圈 2 与 4 重叠, 而形成于一个半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面上。 $+45^\circ$ 线圈 2 与 $-45^\circ$ 线圈 4, 采用



直径 0.2mm 的漆包线 6，且 +45° 线圈 2 与 -45° 线圈 4 的匝数分别为 2 匝。

与图 4 (b) 同样，图 4 (c) 表示当  $N=2$ 、 $P \doteq \pi D/2$ 、 $L \doteq \pi D/4$ 、 $G \doteq \pi D/8$  时沟槽 5 的形状（参照图 4 (c) 的右端）以及 +45° 线圈 2 和 -45° 线圈 4 的卷绕方式。从式 (1) 可看出，当  $N$  增大时，半圆筒状铁氧体磁芯 3 的长度  $L$  便缩小。即，扭矩传感器的体积变小。然而，当  $N$  增大时，由于沟槽与沟槽之间的距离  $G$  缩短，因而相对旋转轴 1 向周向倾斜的导线间影响便增大，对输出信号产生不良影响。

此外，作为布线的形成方法，前面介绍的是一种在将一个线圈（比如 +45° 线圈 2）只卷绕规定次数后，将另一个线圈（比如 -45° 线圈 4）只卷绕同一规定次数，然后使其重叠的方法，但也可以交互卷绕双方的线圈。

接下来，说明第一实施例的磁致伸缩式扭矩传感器的动作原理。如图 5 (a) 所示，对旋转轴 1 施加扭矩  $T$ ，从而从轴向  $X$  看去，使力在图面左侧以逆时针方向来作用，在图面右侧以顺时针方向来作用。以下，将该方向的扭矩  $T$  设为正向。此时，从旋转轴 1 的前侧看去，在旋转轴 1 的 +45° 方向施加压缩力，而在 -45° 方向则施加张力。从旋转轴 1 的后侧看去，在旋转轴 1 的 -45° 方向施加压缩力，而在 +45° 方向则施加张力。其主应力  $\sigma$  与扭矩  $T$  成比例，如果将旋转轴 1 的直径设为  $D$ ，则由下式来表达。

$$\sigma = 16T / (\pi D^3) \quad (4)$$

此时，如果旋转轴 1 具有磁致伸缩效果，则会因主应力  $\sigma$  而感应轴磁各向异性  $K_u$ 。

$$K_u = 2 \cdot (3/2) \lambda_s \sigma = 48 \lambda_s T / (\pi D^3) \quad (5)$$

式中， $\lambda_s$  表示旋转轴 1 的饱和磁致伸缩常数。

因该轴磁各向异性  $K_u$ ，而使 + $\sigma$  方向成为易磁化方向，- $\sigma$  方向则成为难磁化方向，从静磁能的关系出发，易磁化方向即 + $\sigma$  方向的比导磁率将增加，而难磁化方向即 - $\sigma$  方向的比导磁率将减小。因此，当在向难

磁化方向即 $-\sigma$ 方向（压缩力方向）倾斜的线圈中使电流流动时，因线圈而形成的磁通，便向易磁化方向即 $+\sigma$ 方向（张力方向）倾斜，而张力方向的比导磁率将增加，所以在张力方向上，感应电流向使磁通减小的方向流动，由感应电流产生感应电压，因而该线圈的电感便增大。

5 另一方面，当在向易磁化方向即 $+\sigma$ 方向（张力方向）倾斜的线圈中使电流流动时，因线圈而形成的磁通便向难磁化方向即 $-\sigma$ 方向（压缩力方向）倾斜，而压缩力方向的比导磁率将减小，所以在压缩力方向上，感应电流便在使磁通增加的方向流动，由感应电流产生感应电压，因而该线圈的电感便减小。

10 图 5 (b) 是用于根据前述线圈的电特性来检测施加于磁致伸缩旋转轴 1 上的扭矩的检测电路。利用图 5 (a) 的四个检测线圈 2-1、2-2、4-1、4-2，来构成图 5 (b) 所示的桥接电路。线圈 4-1 的 b 端与线圈 4-2 的 e 端相连接。同样，线圈 2-1 的 d 端与线圈 2-2 的 g 端相连接。这样，在串联连接的检测线圈 2-1 与 2-2、4-1 与 4-2 的两端上，连  
15 接驱动电路的振荡器 7，并在检测线圈 2-1 与 2-2 之间、以及检测线圈 4-1 与 4-2 之间，连接锁定放大器 8，该放大器检测·放大并输出在施加扭矩时由桥接电路发生的差动信号。

接下来，说明图 5 (b) 的检测电路的动作。由振荡器 7 发生的高频  
20 电流 I，流入到线圈 4-1 的 a 端及线圈 2-1 的 c 端，并向线圈 4-2 的 f 端及线圈 2-2 的 h 端流出。在未施加扭矩时，进行零点调整，从而使检测电路成为平衡状态。如图 5 (a) 所示，在施加正扭矩时，线圈 4-1 与线圈 2-2 的电感 L 便增加  $\Delta L$ ，而线圈 4-2 与线圈 2-1 的电感 L 则减小  $\Delta L$ ，来自锁定放大器 8 的输出 V 在正方向增加。而在施加负扭矩时，线圈 4-1 与线圈 2-2 的电感 L 将减小  $\Delta L$ ，而线圈 4-2 与线圈 2-1 的  
25 电感 L 则增加  $\Delta L$ ，来自锁定放大器 8 的输出 V 在负方向减小。由此来检测出扭矩 T 的方向及大小。

根据图 5 (b) 的检测电路，使四个检测线圈 2-1、2-2、4-1 及 4-2 的桥接电路达到平衡，并由锁定放大器 8 来除去噪声，因而可易于进

行稳定精确的零点调整。

如图 5 (a) 所示, 配置于旋转轴 1 前侧的半圆筒状铁氧体磁芯 3-2 的内面上所配置的 $+45^\circ$ 线圈 2-2 的连接用导线 (即与旋转轴 1 平行的导线部) 2b、与配置于旋转轴 1 后侧的半圆筒状铁氧体磁芯 3-1 的内面上所配置的 $+45^\circ$ 线圈 2-1 的连接用导线 (即与旋转轴 1 平行的导线部) 2b 被重叠配置, 并流动互为反向的电流, 因而在整体上电流可相抵消, 由此几乎不发生磁场。

同样, 配置于旋转轴 1 前侧的半圆筒状铁氧体磁芯 3-2 的内面上所配置的 $-45^\circ$ 线圈 4-2 的连接用导线 4b (即与旋转轴 1 平行的导线部)、与配置于旋转轴 1 后侧的半圆筒状铁氧体磁芯 3-1 的内面上所配置的 $-45^\circ$ 线圈 4-1 的连接用导线 (即与旋转轴 1 平行的导线部) 4b 被重叠配置, 并流动互为反向的电流, 因而在整体上电流可相抵消, 由此几乎不发生磁场。

另一方面, 配置于半圆筒状铁氧体磁芯 3-1、3-2 的内面的 $+45^\circ$ 线圈 2-1、2-2 的连接用导线 (即与旋转轴 1 垂直的导线部) 2c、与配置于同一半圆筒状铁氧体磁芯 3-1、3-2 的内面的 $-45^\circ$ 线圈 4-1、4-2 的连接用导线 (即与旋转轴 1 垂直的导线部) 4c 被重叠配置, 并流动互为反向的电流, 因而在整体上电流可相抵消, 由此几乎不发生磁场。因此, 无用电感的发生可得到抑制, 可消除检测误差。

此外, 根据前述的磁致伸缩式扭矩传感器的结构, 将在内面具有 $+45^\circ$ 线圈 2 及 $-45^\circ$ 线圈 4 的两个半圆筒状铁氧体磁芯 3, 在磁致伸缩旋转轴 1 的全周对置配置, 这样, 即使磁致伸缩旋转轴 1 发生局部性磁特性变化, 也不依赖于磁致伸缩旋转轴 1 的旋转角度, 均不影响输出传感器的输出特性, 可达到稳定。即, 可减小伴随磁致伸缩旋转轴 1 旋转的输出信号的零点变动。

此外, 由于磁致伸缩式扭矩传感器由两个半圆筒状铁氧体磁芯 3 来构成, 因而易于安装到旋转轴 1 上。

图 6 表示本发明第二实施方式中的磁致伸缩式扭矩传感器。为形成

一个检测线圈 10，如图 6 (a) 所示，线圈布线 10-1 在细长条状的柔性基板 9 的单面上，从顶点 A 至 C 为止曲折状布线成 $+45^\circ$ （布线的表面经过绝缘处理），接着从顶点 C 至 E 为止，曲折状形成 $-45^\circ$ 布线（布线的表面经过绝缘处理）。在该布线的两端 A 与 E，形成取出用的垫片。

5 同样，线圈布线 10-2 在柔性基板 9 的相反面，从顶点 B1（处于 B 点的相反面）至 D1（处于 D 点的相反面）为止曲折状布线成 $-45^\circ$ （布线的表面经过绝缘处理），接着从顶点 D1 至 F1（处于 F 点的相反面）为止，曲折状形成 $+45^\circ$ 布线（布线的表面经过绝缘处理）。在该布线的两端 B1 与 F1，形成取出用的垫片。

10 如图 6 (b) 所示，将该柔性基板 9 沿着线 C (C1) -D (D1) 来折曲，使 A 与 E 及 B 与 F 重叠，并使相反面的 A1 与 E1 及 B1 与 F1 重叠，而形成图 6 (c) 所示的一个 $\pm 45^\circ$ 线圈 10。将该 $\pm 45^\circ$ 线圈 10 固定于半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面，并与第一实施方式同样，将两个半圆筒状铁氧体磁芯 3 在磁致伸缩旋转轴 1 的全周上紧密对置配置，而构成磁致伸  
15 缩式扭矩传感器。

另外，第二实施方式的磁致伸缩式扭矩传感器的动作原理，与在第一实施方式中说明的动作原理是相同的，因而省略说明。

根据第二实施方式的结构，在线圈 10 的 $\pm 45^\circ$ 倾斜部分以外的导线部中，即，在与相对磁致伸缩旋转轴 1 平行的导线部垂直的导线部中，在  
20 各导线部内流动互为反向的电流，因而在整体上电流可相抵消，由此几乎不发生磁场。因此，无用电感的发生可得到抑制，可消除检测误差。

此外，将这种在内面具有 $+45^\circ$ 线圈 2 及 $-45^\circ$ 线圈 4 的两个半圆筒状铁氧体磁芯 3，在磁致伸缩旋转轴 1 的全周上对置配置，这样，即使磁致伸缩旋转轴 1 发生局部性磁特性变化，也不依赖于磁致伸缩旋转轴 1  
25 的旋转角度，均不影响输出传感器的输出特性，可达到稳定。即，可减小伴随磁致伸缩旋转轴 1 旋转的输出信号的零点变动。

此外，由于检测线圈的数量为四个，因而可通过构成检测线圈的桥接电路，且达到桥接电路的平衡，来容易地进行稳定且精确的零点调整。

另外，在第二实施方式的结构中，检测线圈 10 形成为二层，但在实际应用中，通过使检测线圈 10 形成多层，可以提高检测灵敏度。

进而，根据第二实施方式的结构，由于不必在半圆筒状铁氧体磁芯 3 的内面加工沟槽，因而可以更廉价地构成磁致伸缩式扭矩传感器。

5 此外，由于磁致伸缩式扭矩传感器由两个半圆筒状铁氧体磁芯 3 来构成，因而可易于安装到旋转轴 1 上。

10 尽管本发明中对于旨在完全明确地公开的特定实施例作了说明，但权利要求书不限于这些实施例，它应解释为业内人士所能设想到的在本说明书中所说明的基本原理范围内适当包含的所有变更及替换的构成具体化的内容。

#### 产业上的可利用性

15 在本发明的非接触磁致伸缩式扭矩传感器中，由于 $\pm 45^\circ$ 线圈在电流通后，可对磁致伸缩旋转轴与环形轴旋转对称检测线圈同样动作，因而输出信号不取决于磁致伸缩旋转轴的旋转角度。即，可减小伴随磁致伸缩旋转轴的旋转的输出信号的零点变动。

此外，根据本发明，由于扭矩传感器被分割成两个半圆筒状铁氧体磁芯，因而可容易地安装到磁致伸缩旋转轴上。

20 进而，根据本发明， $\pm 45^\circ$ 线圈中所包括的水平导线及垂直导线中，在分别重叠的部分中流动互为反向的电流，因此在整体上电流相抵消，由此几乎不发生磁场。从而无用电感的发生得到抑制，可消除检测误差。

此外，根据本发明，由于 $\pm 45^\circ$ 线圈被分别配置到一对对置的线圈形成用内周面上，因而易于连接桥接电路，无需外部电路便而组成桥接电路。通过实现桥接电路的平衡，可容易地进行稳定且精确的零点调整。

25 根据本发明，由于由锁定放大器来除去噪声，因而可消除检测误差。

本申请基于 2003-407262 号日本专利申请，在本申请中，参照并引用了该日本专利申请的全部内容。

图1

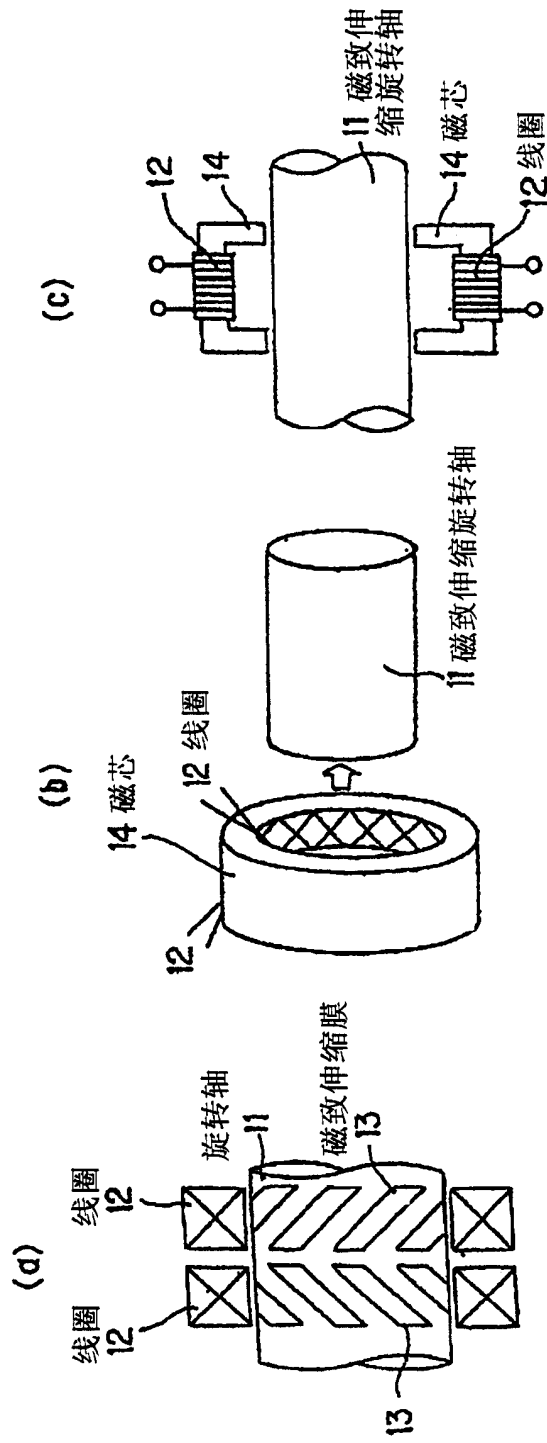


图2

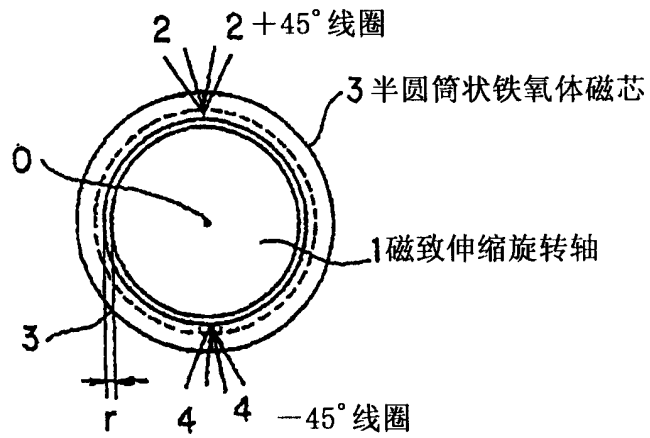


图3

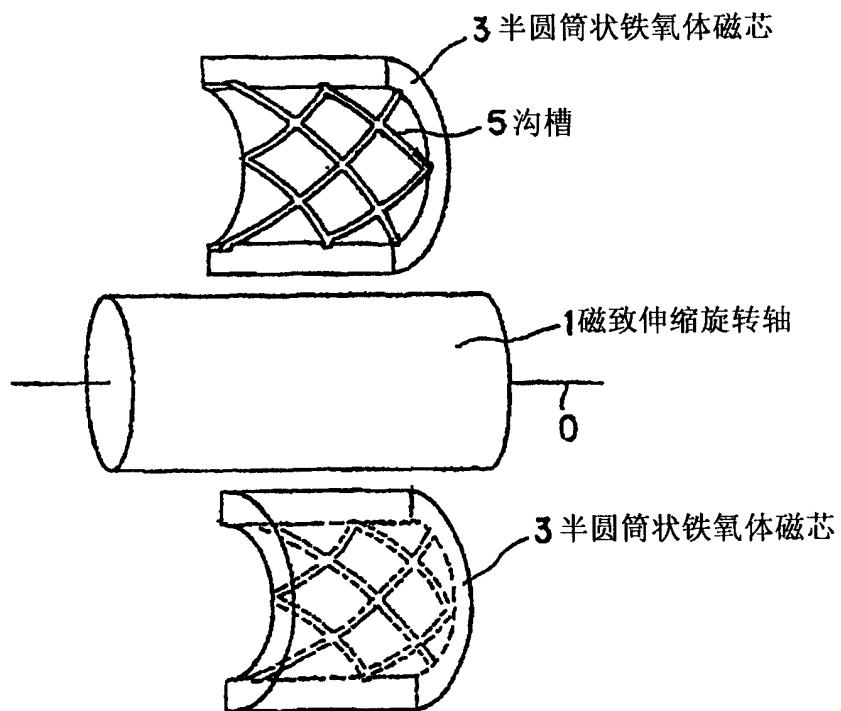


图4

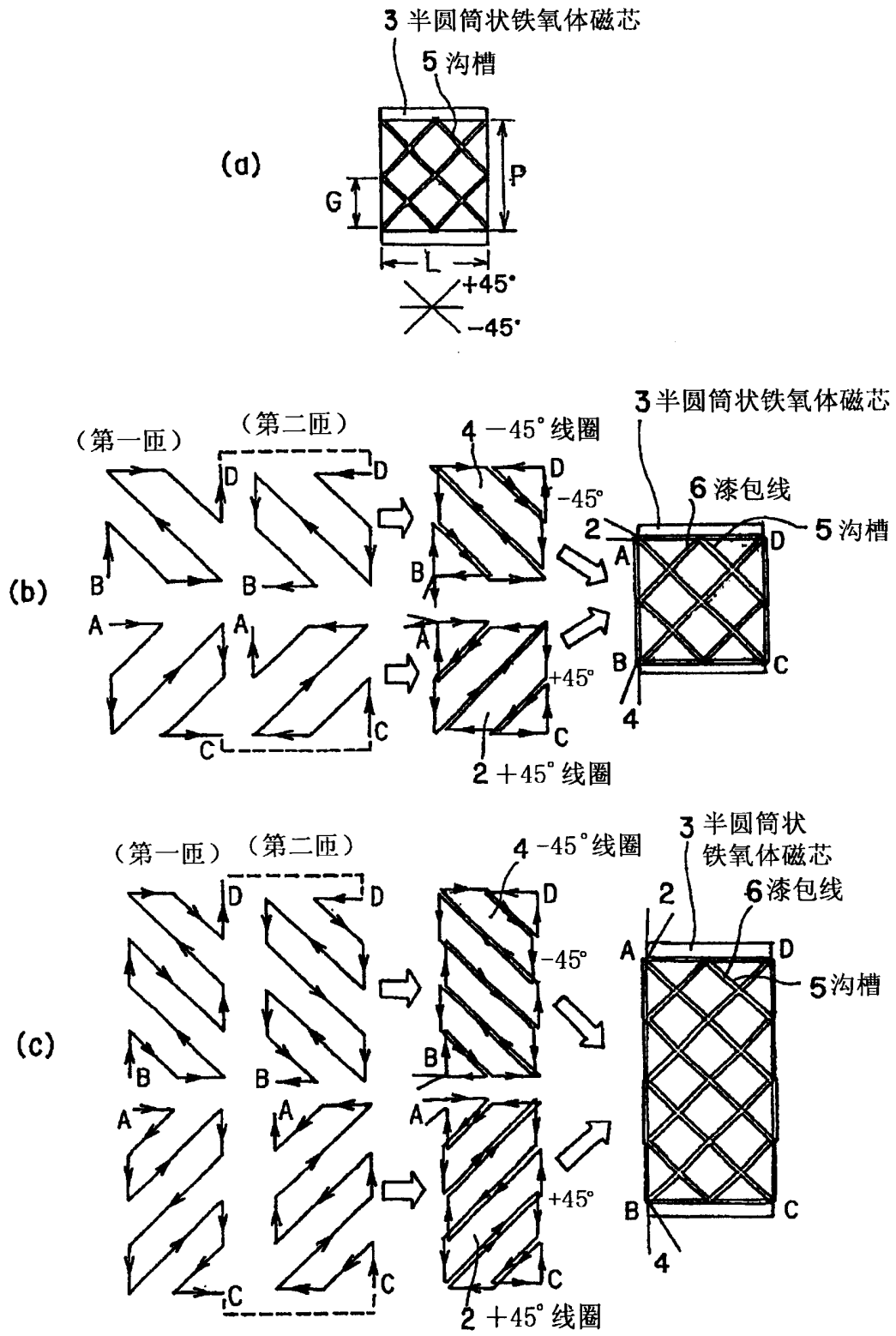




图5

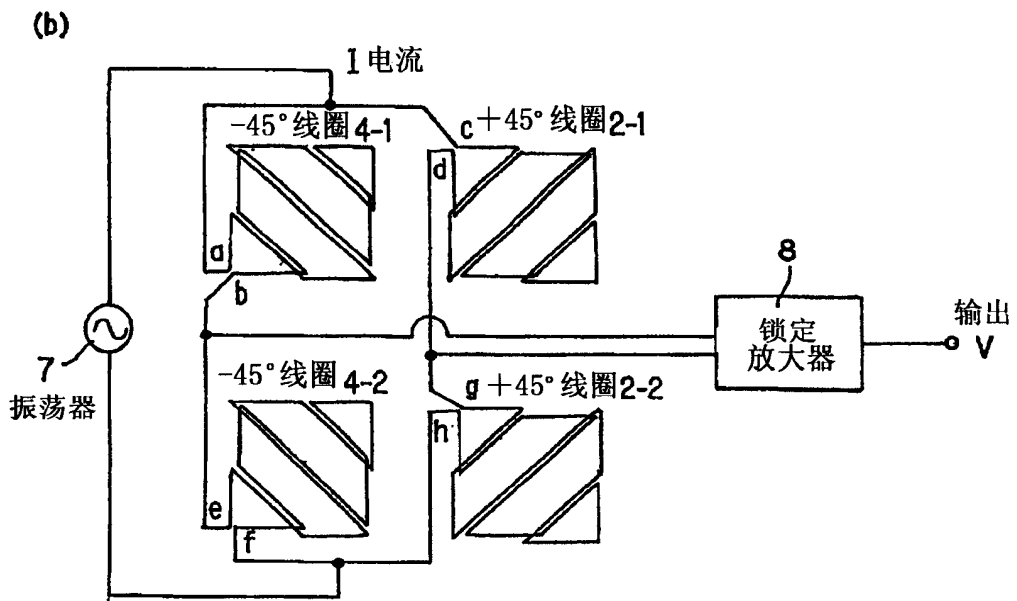
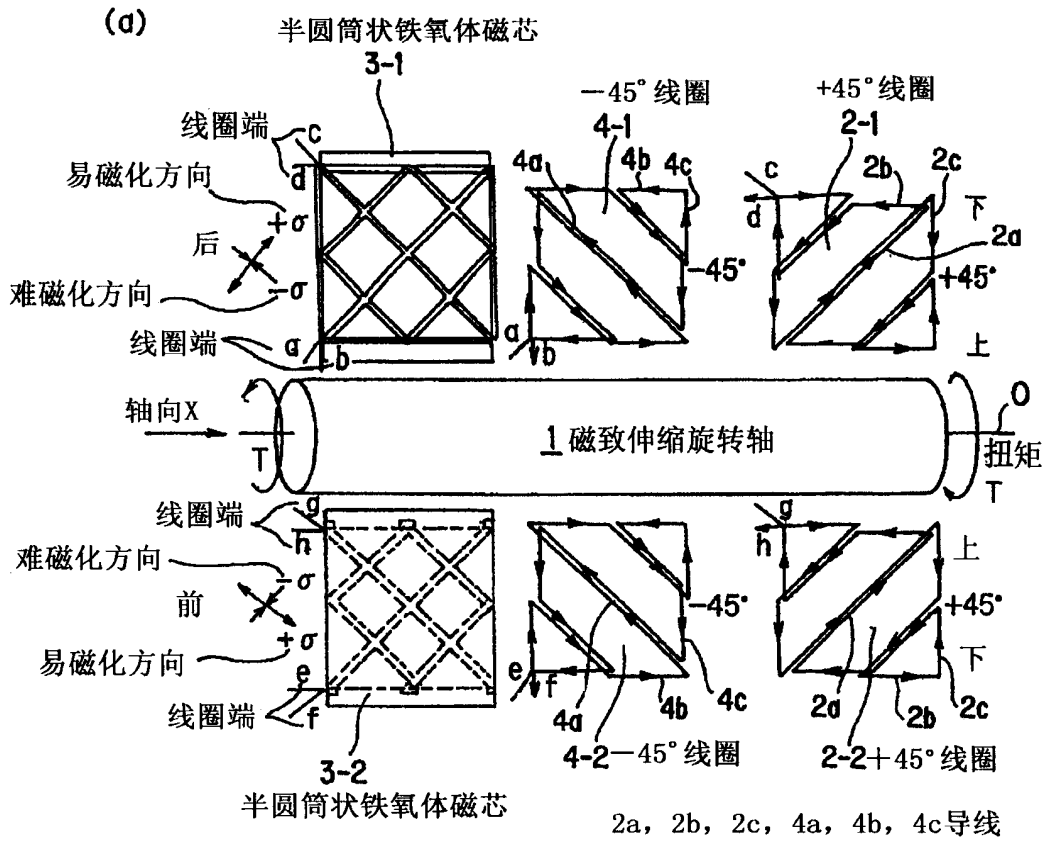


图6

