

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01P 3/488 (2006.01)

G01P 3/487 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510081440.5

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100343674C

[22] 申请日 2005.6.30

[21] 申请号 200510081440.5

[30] 优先权

[32] 2004.7.1 [33] JP [31] 196038/2004

[32] 2004.11.11 [33] JP [31] 327742/2004

[73] 专利权人 株式会社电装

地址 日本爱知

[72] 发明人 角谷和好 石玉诚一郎

[56] 参考文献

JP7-333236A 1995.12.22

US5637995A 1997.6.10

CN1087175A 1994.5.25

US6356073B1 2002.3.12

审查员 邓学欣

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 蔡洪贵

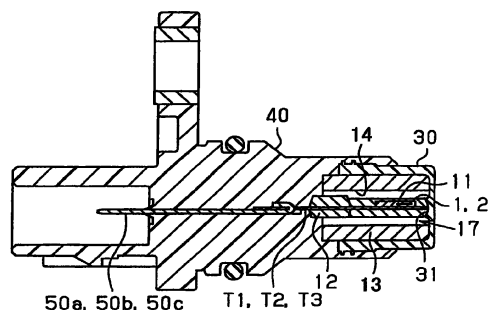
权利要求书 2 页 说明书 31 页 附图 16 页

[54] 发明名称

旋转检测装置

[57] 摘要

一种检测磁转子(RT)旋转的旋转检测装置,包括:具有磁阻装置(1,2,MRE1-MRE4)的传感器芯片(11);以及偏磁磁体(13)。磁阻装置(1,2,MRE1-MRE4)能检测传感器芯片(11)附近的磁矢量变化,从而旋转检测装置检测磁转子(RT)的旋转。磁矢量的变化是由偏磁磁场和磁转子(RT)旋转产生的。偏磁磁体(13)布置在传感器芯片(11)周围,从而可以控制磁矢量偏转角度。



1. 一种检测磁转子（RT）旋转的旋转检测装置，所述装置包括：
具有磁阻装置（1, 2, MRE1—MRE4）的传感器芯片（11）；以及
对磁阻装置（1, 2, MRE1—MRE4）施加偏磁磁场的偏磁磁体（13），其中：

偏磁磁体（13）和传感器芯片（11）是集成的；

磁阻装置（1, 2, MRE1—MRE4）能根据磁阻装置（1, 2, MRE1—MRE4）的阻值变化检测传感器芯片（11）附近的磁矢量变化，使旋转检测装置检测磁转子（RT）的旋转；

磁矢量变化是由偏磁磁场和磁转子（RT）旋转产生的；

偏磁磁体（13）布置在传感器芯片（11）周围，使得磁矢量偏转角度是可控的；

其中，偏磁磁体（13）包括具有槽（17, 18, 20, 22）的中空部分（14）；

槽（17, 18, 20, 22）具有预定形状，以提供磁矢量偏转角度的控制；

偏磁磁体（13）的中空部分（14）容纳传感器芯片（11），并且是具有一对宽侧边的矩形；

中空部分（14）的宽侧边朝向传感器芯片（11），并且平行于传感器芯片（11）的表面，磁阻装置（1, 2, MRE1—MRE4）布置在该表面上；

中空部分（14）的槽（17, 18, 20, 22）沿偏磁磁体（13）的纵向延伸；
以及

槽（17, 18, 20, 22）设置在中空部分（14）宽侧边的中心。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：
槽（17, 22）具有带顶点的三角形截面形状；以及
所述顶点设置在槽（17, 22）的底部。
3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：
槽（18）具有带半圆弧的半圆截面形状；以及
所述半圆弧设置在槽（18）的底部。
4. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：
槽（17, 18, 20, 22）设置在中空部分（14）的内壁上。

旋转检测装置

技术领域

本发明涉及旋转检测装置。

背景技术

旋转检测装置检测例如装在车辆上的发动机的旋转和通用机械中转子的旋转。更具体地，旋转检测装置利用磁阻元件阻值的变化能检测转子的旋转模式。

传统上，作为上述能利用磁阻元件阻值的变化检测旋转的旋转检测装置例如日本特许公开专利申请 H07-333236 中披露的旋转检测装置是公知的。

这种旋转检测装置包括磁阻元件和偏磁磁体。磁阻元件和偏磁磁体装在一个外壳构件中。在这种旋转检测装置中，偏磁磁体的末端部分靠在外壳构件内部底平面上，并且，含有磁传感器芯片的模制件末端部分靠在此内部底平面上形成的突出部分上，从而确定这个“M-M 距离”。此“M-M 距离”对应于磁阻元件与偏磁磁体之间的距离。换言之，在这种旋转角度检测装置中，优化了上述磁矢量偏转角度，其中包含转子与外壳构件内部底平面上形成的突出部分的突出长度的关系，即，优化与旋转角度检测装置有关的检测灵敏度。

另一方面,虽然与旋转检测装置的检测灵敏度对应的磁矢量的偏转角度,可以根据上述 M-M 距离调节,但为了调节此旋转检测装置的检测灵敏度,必须调节外壳构件上形成的突出部分的突出长度。结果,在考虑不可避免原因必须改变上述 M-M 距离以及此距离变化对于旋转检测模式是由,例如,转子形状造成的情况下,考虑到不可避免原因也必须改变外壳构件本身。即,例如,与这些变化的外壳构件有关的零件数量增大,并且不可避免地增大用于成形这些变化的外壳构件所需的金属模具的总数。在实际情况下,仅通过改变上述 M-M 距离调节磁矢量偏转角度的这种调节本身可以引起一些问题。即,与旋转检测装置有关的设计自由度低,调节磁矢量偏转角度的范围在实际环境中受到限制。

发明内容

考虑到上述问题,本发明的一个目的是提供一种具有高检测灵敏度和高设计自由度的旋转传感器。

检测磁矢量旋转的旋转检测装置包括:具有磁阻装置的传感器芯片;以及对磁阻装置施加偏磁磁场的偏磁磁体。偏磁磁体和传感器芯片是集成的。磁阻装置能根据磁阻装置的阻值变化检测传感器芯片附近的磁矢量变化,从而旋转检测装置检测磁矢量的旋转。磁矢量的变化是由偏磁磁场和磁转子旋转产生的。偏磁磁体布置在传感器芯片周围,从而可以控制磁矢量偏转角度。

上述装置能控制磁矢量偏转角度,从而提高旋转的检测灵敏度。并且,通过偏磁磁体的形状可以控制磁矢量偏转角度,从而设计自由度变大。

优选地，偏磁磁体包括有槽的中空部分，槽具有预定形状，以提供磁矢量偏转角度的控制。更优选地，偏磁磁体的中空部分容纳传感器芯片，并且是具有有一对宽侧边的矩形。中空部分的宽侧边朝向传感器芯片，并平行于传感器芯片的表面，磁阻装置布置在该表面上，中空部分的槽沿偏磁磁体纵向延伸。

并且，检测磁转子旋转的旋转检测装置包括：具有磁阻装置的传感器芯片；以及对磁阻装置施加偏磁磁场的偏磁磁体。偏磁磁体和传感器芯片是集成的，集成的方式是偏磁磁体布置在传感器芯片周围。磁阻装置能根据磁阻装置的阻值变化检测传感器芯片附近的磁矢量变化。磁矢量变化是由偏磁磁场和磁转子旋转产生的。偏磁磁体包括具有槽的中空部分。传感器芯片装在偏磁磁体的中空部分内。槽布置在中空部分内壁上。

上述装置能控制磁矢量偏转角度，从而提高旋转的检测灵敏度。并且，磁矢量偏转角度可以由偏磁磁体的形状控制，从而设计自由度变大。

而且，检测磁矢量旋转的旋转检测装置包括：具有磁阻装置的传感器芯片；以及对磁阻装置施加偏磁磁场的偏磁磁体。偏磁磁体和传感器芯片是集成的，集成的方式是偏磁磁体布置在传感器芯片周围。磁阻装置能根据磁阻装置的阻值变化检测传感器芯片附近的磁矢量变化。磁矢量变化是由偏磁磁场和磁转子旋转产生的。偏磁磁体包括中空部分，传感器芯片装在偏磁磁体的中空部分内。中空部分包括朝向磁阻装置的内壁。偏磁磁体在朝向磁阻装置的内壁附近具有低的磁场强度，低磁场强度比偏磁磁体其它位置的磁场强度低。

上述装置能控制磁矢量偏转角度，从而提高旋转的检测灵敏度。并且，

由偏磁磁体的形状可以控制磁矢量偏转角度，从而设计自由度增大。

而且，检测磁矢量旋转的旋转检测装置包括：具有磁阻装置的传感器芯片；以及对磁阻装置施加偏磁磁场的偏磁磁体。偏磁磁体和传感器芯片是集成的，集成的方式是偏磁磁体布置在传感器芯片周围。磁阻装置能根据磁阻装置的阻值变化检测传感器芯片附近的磁矢量变化。磁矢量变化是由偏磁磁场和磁转子旋转产生的。偏磁磁体包括中空部分，传感器芯片装在偏磁磁体的中空部分内。中空部分包括朝向磁阻装置的内壁。偏磁磁体在不朝向磁阻装置的内壁附近具有高的磁场强度，高磁场强度部分的高磁场强度大于偏磁磁体其它位置的磁场强度。

上述装置能控制磁矢量偏转角度，从而提高旋转的检测灵敏度。并且，由偏磁磁体的形状可以控制磁矢量偏转角度，从而设计自由度增大。

附图说明

结合附图，从下面的详细说明中，本发明的上述和其它目的、特征和优点将变得更加清楚。在附图中：

图 1 是根据本发明第一实施例的旋转检测装置的剖视图；

图 2 是根据本发明第一实施例装置的偏磁磁体的俯视图；

图 3 是沿图 2 中线 III-III 截取的偏磁磁体的示意性剖视图；

图 4A 和 4C 是根据第一实施例的第一模拟的偏磁磁体的俯视图和侧视图，图 4B 是第一模拟的偏磁磁体的三角形槽的示意图；

图 5 是解释根据第一实施例的第一模拟的示意图；

图 6A 是显示根据第一实施例的无槽偏磁磁体的磁通的透视图，图 6B

是显示有槽偏磁磁体的磁通的透视图；

图 7A 到 7C 是解释根据第一实施例的第一模拟的结果表；

图 8 是根据第一实施例由第一模拟得到的 M-M 距离与磁矢量偏转角度之间的关系曲线；

图 9A 到 9E 是根据第一实施例的第二模拟的偏磁磁体三角形槽的俯视图；

图 10 是解释根据第一实施例的第二模拟的结果图；

图 11 是根据第一实施例的第三模拟的偏磁磁体的透视图；

图 12 是解释根据第一实施例的第三模拟的结果表；

图 13 是根据第一实施例第一修改的偏磁磁体的透视图；

图 14 是根据第一实施例第二修改的偏磁磁体的透视图；

图 15 是解释根据第一实施例的、图 13 和 14 所示偏磁磁体模拟结果表；

图 16 是根据第一实施例第三修改的偏磁磁体的俯视图；

图 17 是解释利用根据第一实施例对比例的旋转检测装置进行旋转检测的示意图；

图 18 是根据第一实施例对比例的旋转检测装置的剖视图；

图 19 是根据第二实施例的旋转检测装置中偏磁磁体和传感器芯片的透视图；

图 20 是根据第二实施例对比例的偏磁磁体磁通的透视图；

图 21 是根据第二实施例对比例的偏磁磁体磁通的俯视图；

图 22 是根据第二实施例的偏磁磁体磁通的透视图；

图 23 是根据第二实施例的偏磁磁体磁通的俯视图；

图 24 是第二实施例以及第二实施例对比例得到的气隙与磁矢量偏转角度之间的关系曲线；

图 25 是根据第二实施例的偏磁磁体制造设备的俯视图；

图 26 是沿图 25 中线 XXVI—XXVI 截取的设备的剖视图；

图 27 是解释根据第二实施例在控制取向之前磁粉取向的剖视图；

图 28 是解释根据第二实施例在控制取向之后磁粉取向的剖视图；

图 29 是根据本发明第三实施例的偏磁磁体的磁通的透视图；

图 30 是根据第三实施例的偏磁磁体制造设备的俯视图；

图 31 是解释根据第三实施例在控制取向之后磁粉取向的剖视图；

图 32 是根据第三实施例修改的偏磁磁体的磁通的透视图；以及

图 33 是根据第三实施例修改的偏磁磁体的磁通的俯视图。

具体实施方式

（第一实施例）

本发明者已经预先研究了一种旋转检测装置，作为本发明第一实施例的对比例。这种装置是利用磁阻元件阻值的变化检测旋转。图 17 表示这种诸如发动机曲柄角度传感器的旋转检测装置的平面结构。

如图 17 所示，在这种旋转检测装置中，传感器芯片 11 的布置方式是，此传感器芯片 11 与对应于被检测目标的转子“RT”相对地设置。传感器芯片 11 装有由两片磁阻元件 MRE1 和 MRE2 组成的磁阻元件对 1，以及由两片磁阻元件 MRE3 和 MRE4 组成的另一磁阻元件对 2。然后，传感器芯片

11 已经与此传感器芯片 11 的处理电路一起制成集成电路的形式, 并利用模制件 12 将集成的传感器芯片模制成一个集成主体。具体地, 此旋转检测装置具有以下结构。即, 传感器芯片 11 装在模制件 12 内部的引线框架(未图示)一端, 并且各种端子, 例如电源端子 T1、输出端子 T2 和 GND(接地)端子 T3, 从引线框架的另一端引出。此外, 按偏磁磁体 13 环绕模制件 12 的方式, 将偏磁磁体 13 布置在传感器芯片 11 附近。偏磁磁体 13 对上述两个磁阻元件对 1 和 2 施加偏磁磁场。接着, 此偏磁磁体 13 制成中空圆柱形, 沿此偏磁磁体 13 的纵向具有中空部分 14。在模制件 12 装在此中空部分 14 中的同时, 使用粘结剂或类似物将偏磁磁体 13 固定在预定位置。

在由上述结构构成的旋转检测装置中, 当转子 RT 旋转时, 与上述偏磁磁场一起产生的磁矢量变化可以作为各个磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的阻值变化被检测, 接着, 响应检测的阻值变化从传感器芯片 11 输出电信号。即, 在此旋转检测装置中, 构成一个半桥电路的磁阻元件对 1 的磁阻元件 MRE1 和 MRE2 之间的中心点的电位变化、以及同样构成一个半桥电路的磁阻元件对 2 的磁阻元件 MRE3 和 MRE4 之间的中心点的电位变化被施加到上述处理电路。在处理电路中, 根据电位变化执行各种处理操作, 例如微分放大操作和二进制处理操作。此后, 从输出端子 T2 导出处理的电信号。

而且, 在实际条件下使用这种旋转检测装置检测转子的旋转模式时, 已经模制有传感器芯片 11 和类似物的模制件 12 以及偏磁磁体 13 装在适合的外壳构件中。另外, 在整个旋转检测装置装入一个可以保护各个端

子 T1 到 T3 以及此外壳构件的树脂外壳中时，得到的树脂外壳装在发动机上以及类似位置。图 18 表示装在发动机和类似位置的、具有上述结构的旋转检测装置的一个例子。

如图 18 所示，在这种旋转检测装置中，模制件 12 和偏磁磁体 13 装在具有具有的底部圆柱形的外壳构件 30 中，这些构件 12、13、30 与树脂外壳 40 模制为一个整体。此成形的树脂外壳 40 装在发动机上或类似位置。此树脂外壳 40 也可以起到连接接头的功能，通过接线方式将树脂外壳 40 自身连接到电子控制装置。并且，上述各个端子 T1 到 T3 已经电气连接到端子传导件 50a 到 50c，它们也具有起到上述接头功能的端子。这些端子传导件 50a 到 50c 按一体方式设置在树脂外壳 40 中。接着，在这种旋转检测装置中，偏磁磁体 13 的末端部分靠在外壳构件 30 的内部底平面上，并且，具有传感器芯片 11 的模制件 12 的末端部分靠在此内部底平面上形成的突出部分 31 上，从而确定了这种“M（即 MRE）—M（即磁体）距离”，这种“M—M 距离”对应于磁阻元件对 1 和 2 与偏磁磁体 13 之间的距离。换言之，在这种旋转角度检测装置中，优化了上述磁矢量的偏转角度，其中也含有通过外壳构件 30 的内部底平面上形成的突起部分 31 的突出长度与转子 RT 的关系，即，优化了与旋转角度检测装置有关的检测灵敏度。

另一方面，虽然与旋转检测装置的检测灵敏度对应的磁矢量偏转角度可以根据上述 M—M 距离调节，但如上所述，为了调节此旋转检测装置的检测灵敏度，必须改变外壳构件 30 上形成的突出部分 31 的突出长度。结果，在考虑不可避免原因必须改变上述 M—M 距离以及此距离变化对于

旋转检测模式是由例如转子 RT 形状造成的情况下，考虑到不可避免原因也必须改变外壳构件 30 本身。即，例如，与这些变化的外壳构件 30 有关的零件数量增多，并且不可避免地增大用于摸制这些变化的外壳构件 30 所需的金属模具的总数。在实际情况下，仅通过改变上述 M—M 距离调节磁矢量偏转角度的这种调节本身可以引起一些问题。即，与旋转检测装置有关的设计自由度低，调节磁矢量偏转角度的范围在实际环境中受到限制。

作为本发明的发明者得到的实验结果，可以确认以下事实：即，上述磁矢量的偏转角度与装有传感器芯片的偏磁磁体中空部分的截面形状对应地随转子旋转的变化。并且，根据中空部分的截面形状，磁矢量的偏转角度，即这种旋转检测装置的检测灵敏度大大提高。结果，根据旋转检测装置的上述结构，当磁阻元件与偏磁磁体中的相对位置关系（例如，上述的 M—M 距离）不总是变化时，对磁阻元件产生影响的磁矢量偏转角度可以通过中空部分的截面形状调节。不仅可以上述方式放大磁矢量的偏转角度，而且可以容易地实现旋转检测装置的检测灵敏度提高。并且，通过设计中空部分的截面形状，可以基本调节磁矢量的偏转角度，从而可以大大提高这种旋转检测装置的设计自由度。

此外，在这种情况下，作为偏磁磁体中空部分的截面形状，例如，根据一个创新的观点，在上述偏磁磁体的中空部分内部侧壁上形成槽将是有利的一种形状。这种形状也由本发明的发明者通过实验确认了。

此外，作为这种槽，例如，根据一个创新的观点，在偏磁磁体的中空部分已经形成对应于传感器芯片截面形状的大体矩形形状时，在如下的

成形方式下形成槽将是有效的：这种槽相对于中空部分的每个长边缘侧的内部侧壁沿偏磁磁体纵向延长，与中空部分传感器芯片中的磁阻元件的布置平面平行和相对地设置。并且，在这种情况下，根据一个创新性的观点，由于这种槽在中空部分各个长边缘侧面的内部侧壁的中心部分形成，在可以保持磁矢量偏转角度的对称特征的同时，容易调节磁矢量的偏转角度，即，容易被放大。

应该理解的是，例如，根据一个创新性的观点，对于上述槽的形状，可以使用如下的形状：

(A) 使用槽，槽的截面形状是三角形，槽底部是顶点。

另外，根据一个创新性的观点，对于上述槽的形状，可以使用如下的形状：

(B) 使用槽，槽的截面形状是半圆形，槽的底部是圆弧。由于使用的是三角形或半圆形截面形状的槽，当使用金属模具模制偏磁磁体时，磁性材料在这种金属模具内的流动性几乎不被槽阻碍。结果，与具有其它不同形状的槽的情况相比，可以将具有较好均匀性的磁性材料模制为偏磁磁体。而且，由于使用这些槽的形状，因此可以容易和稳定地实现磁矢量偏转角度的上述调节操作，这也可以由本发明的发明者通过实验确认。

参看图 1 到图 12，下面将描述实施根据本发明旋转检测装置的第一实施例方式。

图 1 表示根据第一实施例方式的旋转检测装置的整个结构。如图 1 所示，这种旋转检测装置是按类似于例如图 17 所示方式设置的。即，包

括两对磁阻元件对 1 和 2 按相似的方式布置在其中的传感器芯片 11 的模制品 12、和对两对磁阻元件对 1 和 2 施加偏磁磁场的偏磁磁体 13 装在具有底部的圆柱形外壳构件 30 中。此外壳构件 30 具有突出部分 31。而且，这种外壳构件 30 已经装配在树脂外壳 40 中成为一个整体。树脂外壳 40 已经按如下方式模制，这种方式是树脂外壳 40 也可以起到连接接头的功能，用于通过接线方式将树脂外壳 40 本身连接到电子控制装置和类似物。另一方面，上述各个端子 T1 到 T3 已经电气连接端子引导件 50a 到 50c，它们也具有起上述接头功能的端子。这些端子引导件 50a 到 50c 装在树脂外壳 40 内成为一体。但是，根据此实施例方式，上述偏磁磁体 13 制造成具有如下特征，这单独表示在图 2 的正视图中。即，在偏磁磁体 13 中，三角形槽 17 形成在与传感器芯片 11 中的磁阻元件对 1 和 2 的布置平面平行和相对的每个长边缘侧的内侧壁的中心部分。每个三角形槽 17 从其截面上看形成三角形。在这种三角形中，槽底部是顶点。从图 1 中清楚看到，此三角形槽 17 沿上述偏磁磁体 13 的整个纵向延长。

图 3 是表示在沿图 2 所示的线 III—III 截取偏磁磁体 13 的情况下偏磁磁体 13 的截面结构的透视图。图中表示了形成在此偏磁磁体 13 中的上述三角形槽 17 的内部形状、以及中空部分 14 的内部形状。

下面描述本发明的发明者进行的、有关上述磁矢量偏转角度变化的模拟结果，因为在偏磁磁体 13 的中空部分 14 中形成了三角形槽 17。

相应模拟的内容如下：即，作为第一模拟，在形成上述三角形槽 17 的偏磁磁体 13 中，在先前解释的“M—M 距离”变化的情况下相对磁矢量的偏转角度进行分析操作。并且，作为第二模拟，在三角形槽 17 的形状

变化的情况下相对磁矢量的偏转角度进行分析操作。并且，作为第三模拟，在三角形槽 17 的长度变化的情况下相对磁矢量的偏转角度进行分析操作。下面按照第一到第三模拟详细说明模拟条件、模拟结果等等。

[第一模拟]

首先说明上述第一模拟的分析条件。如图 4A 到 4C 所示，作为在此分析操作中使用的偏磁磁体 13，使用如下的偏磁磁体。即，此偏磁磁体 13 的尺寸为：偏磁磁体 13 的长度 13.5mm，横向宽度 10.0mm，纵向宽度 9.0mm。在此偏磁磁体 13 中，形成这样的中空部分 14，其尺寸如下：中空部分 14 的横向宽度 6.5mm，纵向宽度 2.6mm。并且，作为此中空部分 14 中形成的三角形槽 17，使用图 4B 所示的三角形槽。即，三角形槽 17 的尺寸为：三角形槽 17 的宽度 x （即底边宽度）为 2.0mm，深度 z 为 0.8mm。接着，使用上述的偏磁磁体 13，按照下面的条件进行分析操作：即，作为对计算上述磁矢量偏转角度所需的磁矢量的打开程度进行分析的分析点，使用分析点 IVA 以及另一分析点 IVB 两组分析点，这对应于上述磁阻元件对 1 和 2 的实际布置位置。而且，当这两组分析点 IVA、IVB 与作为偏磁磁体 13 端面的转子相对面 13a 之间的距离变化时，即 M-M 距离变化时，对磁矢量偏转角度与每个 M-M 距离的关系进行分析操作。

另一方面，作为此第一分析操作使用的转子 RT，使用图 5 所示的形状的转子 RT。接着，在图 5 所示转子 RT 旋转过程中，当凸出部分的点 VM 和凹下部分的点 VC 的位置与上述旋转检测装置相对时，分析上述分析点 IVA 和 IVB 的磁矢量打开程度。凸出部分的点 VM 和凹下部分的点 VC 都形成在转子 RT 的外周边部分上。接着，根据旋转检测装置与点 VC 相

对时在分析点 IVA 和 IVB 的磁矢量打开角度与旋转检测装置与点 VM 相对时在分析点 IVA 和 IVB 的磁矢量另一打开角度之间的角度差，计算磁矢量偏转角度。还应该理解的是，如图 5 所示，旋转检测装置的转子相对面与转子 RT 凸出部分之间的距离设定为 0.5mm，即气隙 AG 设定为 0.5mm。

图 7A 到 7C 表示第一模拟的结果。图 7A 表示由未形成上述三角形槽 17 的偏磁磁体 13 得到的模拟结果。图 7B 表示由形成上述三角形槽 17 的偏磁磁体 13 得到的模拟结果。

如图 7A 和图 7B 所示的这些模拟结果可以清楚看出，对于每个 M-M 距离，虽然形成三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁灵敏度低于未形成三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁灵敏度，但有槽 17 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度超过无槽的上述偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度。而且，作为导致磁感应强度下降的一个因素，下述原因可以考虑在内。即，对于形成三角形槽 17 的偏磁磁体 13，此偏磁磁体 13 作为磁体的体积与未形成三角形槽 17 的偏磁磁体 13 相比，减小了三角形槽 17 的体积。另一方面，作为导致磁矢量的偏转角度放大的一个因素，下述原因可以考虑在内。即，由于磁感应强度降低，磁矢量的可偏转性提高。还应该理解的是，下面的事实也可以考虑为这些因素中的一个。即，由于在偏磁磁体 13 中形成三角形槽 17，因此偏磁磁体 13 本身产生磁通（磁场）的产生方式改变。换言之，如图 6A 所示，在上述未形成三角形槽 17 的偏磁磁体 13 中，它装在示例在图 18 所示的旋转检测装置中，沿转子 RT 旋转方向的磁通密度（图 6A 中所示的实线箭头）与沿垂直转子 RT 旋转方向的磁通密度（图 6A 所示的空白箭头）相比变得较低。相反，在形成三角形槽 17 的

偏磁磁体 13 中，如图 6B 所示，沿转子 RT 旋转方向的磁通密度（图 6B 所示的空白箭头）与沿垂直转子 RT 旋转方向的磁通密度（图 6B 所示的实线箭头）相比变得较高。作为高磁通密度的结果，可以预计磁矢量的偏转角度可以增大。

而且，从图 7A 和图 7B 中虚线环绕区的数值之间的对比可以看出，对于上述点 VM 的磁场强度，无三角形槽 17、M—M 距离为 1.3mm 的偏磁磁体 13 的磁场强度变为 -14.0mT；而有三角形槽 17、M—M 距离为 1.4mm 的偏磁磁体 13 的磁场强度变为 -13.9mT，即点 VM 的这些磁场强度基本彼此相等。但是，仍然在这种情况下，无三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度等于 24.3 度，而有三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度等于 28.0 度，导致磁矢量偏转角度增大，同时 M—M 距离造成的负面影响可以减小。

另一方面，图 7C 表示相对于图 7A 和图 7B 得到的磁场强度已经考虑磁阻元件对 1 和 2 的灵敏度的模拟结果。图 7C 的模拟结果表示成图 8 的曲线。如图 8 所示，与无三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度相比，有三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度在所有 M—M 距离上都增大。例如，在与图 7C 的虚线环绕区对应的、M—M 距离为 1.3mm 时，有三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度比无三角形槽 17 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度增大约 1.35 倍。

如上所述，可以做出这种确认。即，由于在偏磁磁体 13 的中空部分 14 中形成三角形槽 17，因此这种槽的形成可以产生很大的优点，以增大磁矢量偏转角度。

[第二模拟]

下面解释第二模拟。在此第二模拟中，在中空部分 14 中形成的三角形槽 17 的宽度 X 和深度 Z 分别变化的情况下，对上述磁矢量偏转角度进行分析操作。应该理解的是，此偏磁磁体 13 的其它形状与上述第一模拟的相同。

图 9A 到 9E 表示组成此第二模拟分析目标的三角形槽 17 的形状。如图 9A 到 9E 所示，在此第二模拟中，分别分析了 5 个样品 S1 到 S5。即，对于样品 S1 到 S3，使用如下的三角形槽 17：宽度 X 为 0.5mm、1.0mm 和 1.5mm，深度 Z 为 0.5mm。并且，如样品 S4 和 S5，使用如下的三角形槽 17：深度 Z 为 1.0mm 和 1.5mm，宽度 X 为 1.0mm。应该理解的是，在此第二模拟中，分析操作是在上述气隙 AG 为三种气隙的情况下进行的，即气隙分别为 0.5mm、1.0mm 和 1.5mm。还应注意到，对于转子 RT 的形状，是使用与第一模拟相同的形状。并且，分析操作是在上述 M-M 距离固定为 1.3mm 的情况下进行的。

图 10 是表示此第二模拟结果的图形。图 10 的图形清楚地表明上述样品 S1 到 S5 的磁矢量偏转角度，另外为了进行对比，还给出了未形成三角形槽 17 的偏磁磁体的磁矢量偏转角度。从样品 S1 到 S3 的模拟结果清楚看出，如图 10 中的图形表示，三角形槽 17 的宽度 X 越宽，磁矢量偏转角度增加越大。而且，从样品 S2、S4 和 S5 的模拟结果清楚看出，如图 10 中的图形表示，三角形槽 17 的深度 Z 越深，磁矢量偏转角度增加越大。还需注意的是，在表示这些样品 S1 到 S5 模拟结果的各个图形中所附的角度，对应于与气隙 AG 同样选择为 1.5mm 的、未形成三角形槽 17

的偏磁磁体磁矢量偏转角度相比，气隙为 1.5mm 时各个样品 S1 到 S5 的磁矢量偏转角度已经增大的数值。从这些数据还可以看出，仅对于上述样品 S1 到 S5，与三角形槽 17 的宽度 X 增大（变宽）相比，如果三角形槽 17 的深度 Z 增大（变深），则磁矢量偏转角度可以进一步增大。

[第三模拟]

下面解释第三模拟。在此第三模拟中，在如图 11 示例的三角形槽 17 的长度 L 变化的情况下，而不是三角形槽 17 沿偏磁磁体 13 的纵向在其整个部分上形成的情况，对上述磁矢量偏转角度进行分析操作。应该注意到，在偏磁磁体 13 的其它形状与先前第一模拟相同的同时，在上述气隙 AG 是三种气隙的情况下进行分析操作，即气隙分别是 0.5mm、1.0mm 和 1.5mm。还应注意到，对于转子 RT 的形状，是使用与第一模拟相同的形状。并且，分析操作是在上述 M—M 距离固定为 1.3mm 的情况下进行的。

图 12 表示此第三模拟的结果。从图 12 中清楚看出，在气隙 AG 对应于 0.5mm、1.0mm 和 1.5mm 的任何情况下，由于长度 L 的三角形槽 17 形成在偏磁磁体 13 中，因此与未形成三角形槽 17 的这种偏磁磁体（即，样品 U1）相比，磁矢量偏转角度增大（见样品 U2 到 U5）。但是，对于三角形槽 17 的长度 L 大于某个长度的偏磁磁体，具体地说，长度 L 大于样品 U3 的 6.7mm，不能从该偏磁磁体的磁矢量偏转角度看出大的变化。从上述条件可以揭示如下事实：即，为了在中空部分 14 形成三角形槽 17，从而增大磁矢量偏转角度，如果在此中空部分 14 中形成这种具有与偏磁磁体 13 的转子相对面 13a 分离的某个长度的三角形槽 17，则可以得到足够大的磁矢量偏转角度。

而且，在此第三模拟中，仅仅在中空部分 14 的长边缘侧的任一个内侧壁上形成三角形槽 17 的情况下进行分析操作。换言之，如图 12 中样品 U6 所示，在当仅仅在中空部分 14 的长边缘侧的任一个内侧壁上形成一个三角形槽 17 的情况下，磁矢量偏转角度的扩大程度低于在中空部分 14 的多个长边缘侧面的内部侧壁上形成三角形槽 17 的情况。但是，与未形成三角形槽 17 的传统偏磁磁体 13（样品 U1）相比，首先提出的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度增大。从上述模拟结果清楚看出，为了在中空部分 14 形成三角形槽 17，从而增大磁矢量的偏转角度，甚至仅仅在中空部分 14 的这些内侧壁的一个上形成一个三角形槽 17 的结构也是有优势的。

下面对第一到第三模拟中得到的结果总结如下：

(a) 由于在偏磁磁体 13 的中空部分 14 中形成三角形槽 17，因此增大磁矢量偏转角度。

(b) 三角形槽 17 的宽度 X 越宽，磁矢量偏转角度增加越大。

(c) 三角形槽 17 的深度 Z 越深，磁矢量偏转角度增加越大。

(d) 对于三角形槽 17 的深度 Z 和宽度 X ，如果深度 Z 变深，则磁矢量偏转角度可以进一步增大，这将是有益的。

(e) 如果三角形槽 17 具有与偏磁磁体 13 的转子相对面 13a 分离的某个长度，则可以得到足够大的磁矢量偏转角度。因此，三角形槽 17 不总是形成在偏磁磁体 13 的整个长度上。

(f) 甚至当三角形槽 17 仅形成在中空部分 14 的一个内侧壁上，可以增大磁矢量偏转角度。

结果, 根据上述实施例模式, 其中使用至少上述结构(a)到(d), 可以达到下述效果:

(1) 当磁阻元件对 1、磁阻元件对 2 和偏磁磁体 13 之间的相对位置关系(例如, 上述的 M-M 距离)不总是变化时, 受磁阻元件对 1 和 2 影响的磁矢量偏转角度可以通过中空部分 14 中形成的三角形槽 17 调节。不但可以在上述方式下增大磁矢量偏转角度, 而且可以容易实现旋转检测装置的检测灵敏度提高。此外, 通过设置中空部分 14 的三角形槽 17 可以基本调节磁矢量偏转角度, 从而可以大大提高此旋转检测装置的设计自由度。

(2) 由于三角形槽 17 形成在中空部分 14 的长边缘侧的内侧壁的中心部分, 在可以保持磁矢量偏转角度的对称特征的同时, 可以容易调节磁矢量偏转角度, 即容易增大磁矢量偏转角度。

(3) 由于使用截面形状变为三角形的三角形槽 17 作为中空部分 14 中形成的槽, 当使用金属模具模制偏磁磁体 13 时, 此金属模具内磁性材料的流动性几乎不被三角形槽 17 妨碍。因此, 与使用其它不同形状的槽的情况相比, 可以将均匀性更好的磁性材料模制为偏磁磁体。

还应该理解的是, 上述实施例方式的旋转检测装置可以修改如下:

即, 在上述实施例方式下, 三角形槽 17 沿纵向形成在偏磁磁体 13 的整个部分上。另外, 当考虑模拟结果的总结项(e)的内容时, 三角形槽 17 可以按如下方式形成: 三角形槽 17 具有与偏磁磁体 13 的转子相对面 13a 间隔开的某个长度(在上述例子中是 6.7mm)。

同样地, 当考虑模拟结果的总结项(f)的内容时, 三角形槽 17 可以按

另一种方式形成：三角形槽 17 仅仅形成在构成偏磁磁体 13 的中空部分 14 一个内侧壁上。

在上述实施例方式下，在中空部分 14 形成三角形槽 17 的偏磁磁体 13 已经举例说明了。另外，不使用上述三角形槽 17，例如，如对应于前面图 3 的图 13 所示，可以使用另外的偏磁磁体 13，其中形成半圆形槽 18，此半圆形槽 18 的槽底部形成圆弧形。而且，与上述修改类似，如同对应于前面图 3 的图 14 所示，也可以使用形成矩形槽 20 的偏磁磁体 13，此矩形槽 20 的槽底部形成矩形。下面参看图 15 解释使用半圆形槽 18 的偏磁磁体 13 或者使用矩形槽 20 的偏磁磁体 13 的磁矢量偏转角度的分析结果。如图 15 的分析结果所示，与未形成三角形槽 17 的偏磁磁体（图 12 中样品 U1）的磁矢量偏转角度相比，形成半圆形槽 18 的偏磁磁体 13（样品 V1）的磁矢量偏转角度也增大。并且，增大的偏转角度的度数大于形成三角形槽 17 的偏磁磁体（样品 V4），三角形槽 17 具有相同宽度 X、相同深度 Z 和长度 L。结果，由于形成了半圆形槽 18，磁矢量偏转角度可以增大相同度数，或者度数高于上述三角形槽 17。另外，检测灵敏度可以进一步提高。并且，在偏磁磁体 13 使用半圆形槽 18 的情况下，与在偏磁磁体 13 中使用上述三角形槽 17 的情况类似，当此偏磁磁体 13 被模制时使用的磁性材料的流动性几乎不受妨碍，这是有优势的。另一方面，与未形成三角形槽 17 的偏磁磁体（图 12 中样品 U1）的磁矢量偏转角度相比，也增大形成矩形槽 20 的偏磁磁体（样品 V2 和 V3）的磁矢量偏转角度。接着，在此情况下，更具体地，此矩形槽 20 的深度 Z 与其它槽的深度相等，或者比其它槽的深度深，因此从图 15 的分析结果可以揭

示以下事实。即，磁矢量偏转角度的增大度数可以比形成三角形槽 17 或半圆形槽 18 的偏磁磁体的磁矢量偏转角度增大度数大。结果，对于槽的形状，不但可以适当使用上述三角形槽 17，而且可以适当使用半圆形槽 18 和矩形槽 20。本发明的发明者可以确认，第一到第三模拟结果的上述总结项(a)到(f)的内容可以同样应用于半圆形槽 18 和矩形槽 20。

在上述实施例方式下，已经举例说明了这样的偏磁磁体 13，即在偏磁磁体长边缘侧的中空部分 14 的每个内侧壁上形成一个三角形槽 17。例如，如图 16 所示，这样的偏磁磁体 13 也可以应用，其中在长边缘侧的每个内侧壁上形成多个三角形槽 23（例如，三个三角形槽 22）。并且在这种另外的情况下，本发明的发明者可以确认：可以达到与上述实施例方式相似的操作效果。

而且，在上述实施例方式下，在长边缘侧的中空部分 14 的内侧壁中心部分形成三角形槽 17。但是，形成此三角形槽 17 的位置可以另外选择成任何位置，只要这些位置位于中空部分 14 内。在这种另外的情况下，虽然不能保持磁矢量偏转角度的对称特征，但可以容易地调节磁矢量的偏转角度，即可以容易地按照与上述实施例方式相似的方式增大。

（第二实施例）

在说明根据本发明的旋转检测装置的第二实施例方式之前，参考图 19 到图 21 解释本发明的基本思想。应该理解的是，为了便于理解，将使用偏磁磁体的传统旋转检测装置作为一个例子，并且一部分偏磁磁体表示成放大状态。在此偏磁磁体中，在偏磁磁体的所有周边部分基本均匀地设定磁场强度。为了简便，在上面的图 17 或图 18 所示的相同参考数

字将用于表示图 19 到图 21 中的相同、或相似结构元件。

图 19 以放大方式表示传感器芯片 11 和偏磁磁体 13 的透视图结构，这构成旋转检测装置。如图 19 所示，偏磁磁体 13 形成中空圆柱形，并具有中空部分 14，同时中空部分 14 沿垂直此偏磁磁体 13 纵向的方向截面形状是矩形形状。具有磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的传感器芯片 11 已经放入中空部分 14 以及模制件 12，从而可以从偏磁磁体 13 相对于存储传感器芯片 11 的磁阻元件 MRE1 到 MRE4 施加偏磁磁场。还需注意的是，在此偏磁磁体 13 中，与上述转子相对的端面 13a 已经磁化成 N 极，而与端面 13a 相对的另一个端面磁化为 S 极。

在使用偏磁磁体 13 的放大透视图的同时，偏磁磁体 13 产生的磁场状况表示在图 20。为了方便，还需注意的是，在图 20 中，中空部分 14 的长边缘侧的磁场由 8 条实线表示的箭头代表，而中空部分 14 的短边缘侧的磁场由 2 条实线表示的箭头代表。在下面的描述中，磁场强度的高/低将根据实线的宽度表示。但是，如上所述，由于图 20 所示偏磁磁体 13 的磁场强度在其所有周边部分大体彼此相等，因此上述磁场可以表示为具有相同宽度的所有实线。如图 20 所示，在偏磁磁体 13 的单一主体中，由此单一的偏磁磁体 13 产生的磁场转换成环形，其方式是磁场从 N 极指向 S 极。但是，当上述转子的齿部分与偏磁磁体 13 的端面 13a 相对经过时，在形成磁场的条件下可以在此齿部分生成磁矢量。接着，产生的磁矢量的角度包含的变化可以作为阻值变化由磁阻元件 MRE1 到 MRE4 检测。

另一方面，在上述旋转检测装置中，当上述转子旋转时产生的磁矢量角度变化可以作为上述磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的阻值变化被检测。在图

20 所示的偏磁磁体 13 的情况下，由此偏磁磁体 13 产生的所有磁场可以用于产生上述磁矢量。结果，特别是，产生的磁矢量的偏转角度也可以由中空部分 14 的长边缘侧产生的磁场限制。参看图 21，将详细说明磁矢量偏转角度的上述限制。

图 21 示意性表示偏磁磁体 13 产生的磁场状态，这是从与上述转子相对的端面 13a 一侧看到的、偏磁磁体 13 的俯视图。如图 21 所示，从中空部分 14 的短边缘侧的 XXIA1 部分和 XXIA2 部分产生的磁场容易受到转子旋转影响，如果注意力仅仅注意到从这些部分 XXIA1 和 XXIA2 产生的磁场，则磁矢量可以容易地偏转，这是由这些产生的磁场以及转子旋转产生的。换言之，其偏转角度很大程度上由其自身偏转角度保持。相反，从中空部分 14 长边缘侧的 XXIB1 部分以及 XXIB2 部分产生的磁场，与转子的旋转方向垂直相交。结果，从这些部分 XXIB1 和 XXIB2 产生的磁场结合转子旋转形成的磁矢量分量可以产生如下效果：部分 XXIA1 和 XXIA2 产生的磁场结合转子旋转形成的上述磁矢量的容易偏转可能受阻。换言之，如果磁场的磁场强度可以降低，这是由中空部分 14 的长边缘侧的 XXIB1 和 XXIB2 部分产生，则可以预期上述磁矢量偏转角度增大。

图 22 到图 24 表示根据本发明第二实施例方式的旋转检测装置，此旋转检测装置已经根据上述基本思想进行了设计。参看图 22 到图 24，下面将详细描述根据第二实施例方式的旋转检测装置的设计。应该注意到，由于此旋转检测装置的结构与传统旋转检测装置的上述结构基本相同，因此在传统旋转检测装置中所示的相同参考数字将用于表示具有相同或相似功能的结构零件，因此省略其详细描述。

图 22 示意性表示根据第一实施例的旋转检测装置中使用的偏磁磁体 13 产生的磁场状况，此图对应于图 20。如图 22 所示，偏磁磁体 13 形成中空圆柱形，并具有中空部分 14。偏磁磁体 13 的这个中空圆柱形与传统偏磁磁体的形状不是完全不同。中空部分 14 的截面形状沿着垂直于偏磁磁体 13 纵向的方向基本是矩形。而且，构成偏磁磁体 13 的材料是与传统偏磁磁体相同的材料。但是，此偏磁磁体 13 具有与磁场强度基本均匀设定的传统偏磁磁体不同的以下不同点。即，在此偏磁磁体 13 中，与装在中空部分 14 的传感器芯片 11(见图 19)的磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的前/后布置面相对设置的偏磁磁体部分的磁场强度，从偏磁磁体 13 的端面 13a 到其相对平面选择性地设定在低的磁场强度。此端面 13a 与转子相对。结果，在偏磁磁体 13 产生的磁场中，与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的前/后布置面相对设置的偏磁磁体部分产生的磁场用窄的实线箭头表示，与此偏磁磁体 13 的其它部分产生的磁场对比。

图 23 示意性表示偏磁磁体 13 产生的磁场状态，这使用了偏磁磁体 13 的俯视图，是从与上述转子相对的端面 13a 一侧看到的，对应于图 21 的图。如图 23 所示，如果注意到偏磁磁体 13 内在中空部分 14 短边一侧的 XXIA1 部分和另一部分 XXIA2 产生的磁场，与上述偏磁磁体 13 类似(见图 21)，则可以容易地偏转磁矢量，这是由这些产生的磁场并结合转子旋转产生的，因此其偏转角度大大固定。相反，在偏磁磁体 13 内，与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的前/后布置面相对设置的偏磁磁体部分产生的这些磁场的磁场强度，即，中空部分 14 长边缘侧的部分 XXIB1 和另一部分 XXIB2 产生的磁场的磁场强度，已经选择性设定为低磁场强度，这与上述偏磁

磁体 13 不同。结果，与上述偏磁磁体 13 产生的磁矢量相比，这些由这些部分 XXIB1 和 XXIB2 产生的磁场以及转子旋转形成的磁矢量可以容易地偏转。因此，这些磁矢量可以被抑制，这可以阻碍部分 XXIA1 和 XXIA2 产生的磁场以及转子旋转形成的上述磁矢量的容易偏转。结果，偏磁磁体 13 产生的磁场以及转子旋转产生的磁矢量分量大大增强。

图 24 表示偏磁磁体 13 产生的磁场以及转子旋转产生的磁矢量的偏转角度的模拟结果，其中同时考虑了磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的灵敏度。应该理解的是，图 24 表示的气隙代表在布置如图 18 所示设计的旋转检测装置的情况下旋转检测装置的转子与转子相对面之间的距离。从图中可以清楚看出，在几乎所有气隙下，在使用偏磁磁体 13 的情况下产生的磁矢量偏转角度可以大于使用传统偏磁磁体 13 的情况下得到的磁矢量偏转角度的模拟结果。因此，由于使用了偏磁磁体 13，其中与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 前/后布置面相对设置的部分的磁场强度选择性设定为低磁场强度，因此对于增大磁矢量偏转角度非常有效。

下面将参考图 25 到图 28 解释上述偏磁磁体 13 的制造方法。

通常，当制造偏磁磁体时，形成含有磁粉的树脂材料模制体，接着，将树脂材料的模制体磁化。但是，上述偏磁磁体 13 的特征是与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的前/后布置面相对设置的部分的磁场强度选择性设定为低磁场强度。结果，在下面所述的模制装置中，当上述模制体中所含的磁粉的取向方式彼此不同时，根据这些取向方式的差异设定上述磁场强度。接着将详细描述执行这些成形步骤的模制装置。

图 25 是成形上述模制体的模制装置 70 的俯视图。如图 25 所示，此

模制装置 70 使用了模制模具 72，模具具有对应于偏磁磁体 13 的形状的空腔 71。还要注意，此模制模具 72 是用无磁材料制造的。而且，此模制装置 70 是通过在空腔 71 的上部和下部设置两组励磁线圈 73 构成的。这两组励磁线圈 73 可以覆盖除了对应于上述磁体部分 XXIB1 和 XXIB2 的空腔部分以外的空腔 71。

图 26 是表示沿图 25 中线 XXVI-XXVI 截取的模制装置 70 的剖视图。如图 26 所示，模制模具 72 是由上模 72a 和下模 72b 构成的，模制体 74 在上模 72a 和下模 72b 之间的空腔 71 内成形。具有上述方式的两组励磁线圈 73 设置在每个上模 72a 和下模 72b 内。

下面说明使用按上述方式制造的模制装置 70 制造上述偏磁磁体 13 的方法。

换言之，在使用上述模制装置 70 制造偏磁磁体 13 的情况下，将执行如下步骤：

(a) 将含有磁粉的树脂材料注射到模制模具 72 的空腔 71。应该理解的是，树脂材料的注射是通过卷筒 (spool) (未图示) 执行的。

(b) 在各个励磁线圈 73 被励磁从而相对装在空腔 71 内的树脂材料的磁粉施加适当磁场时，在树脂材料固化之前控制磁粉的取向。

(c) 当上述树脂材料固化为模制体之后，对此模制体的所有部分退磁。

(d) 此后，利用磁化装置 (未图示)，将与转子相对的模制体部分磁化成 N 极，而与上述部分相对的另一部分模制体磁化成 S 极。

下面进一步详细解释上述制造步骤 (b)。图 27 利用上述模制装置 70 沿图 25 中线 XXVII-XXVII 截取的剖视图表示控制磁粉取向之前的磁粉取

向方式。并且，图 28 对应于图 27，表示控制磁粉取向之后的磁粉取向方式。还应注意到，在图 27 和图 28 中，为了便于理解磁粉的取向方式，以放大方式显示磁粉。如图 27 所示，在励磁线圈 73 励磁之前得到的条件下，树脂材料中存在的磁粉 MP 的取向处于未匹配状态。与此未匹配状态相反，当各个励磁线圈 73 被励磁，在各个励磁线圈 73 周围产生磁场时，如图 28 所示，根据这些产生的磁场控制磁粉 MP 的取向。换言之，磁粉 MP 的取向可以按下面方式实现：磁粉 MP 的颗粒指向各个励磁线圈 73。结果，在由模制装置 70 制造的模制体中，对应于上述磁体部分 XXIB1 和 XXIB2 的这些部分的磁粉 MP 取向程度较低，从而在此模制体内的磁粉 MP 取向方式存在差异。由于具有上述取向方式差异的模制体是通过上述制造步骤(c)和(d)磁化的，从而制造出能产生上述图 22 和图 23 的磁场的偏磁磁体 13。

接着，将上述传感器芯片 11 与模制件 12 一起储存到通过上述制造步骤(a)到(d)制造的偏磁磁体 13 的中空部分 14(见图 19)。此后，按集成方式将此储存构件与外壳构件组装，等等。结果，可以制造出图 18 所示的旋转检测装置。

在上述第一实施例方式中，可以得到下面的效果：

(1)偏磁磁体 13 的形成方式为，与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的前/后布置面相对设置的偏磁磁体部分(上述 XXIB1 和 XXIB2 部分)的磁场强度在从此偏磁磁体 13 的端面 13a 到其相对面之间选择性设定为低磁场强度。结果，由偏磁磁体 13 产生的偏磁磁场以及转子旋转产生的磁矢量分量大大增强。换言之，当磁阻元件 MRE1 到 MRE4 与偏磁磁体 13 之间的相对位

置关系(例如,上述的M-M距离)不总是变化时,可以调节对磁阻元件MRE1到MRE4产生影响的磁矢量偏转角度,而且也容易实现提高旋转检测装置的检测灵敏度。

(2)在偏磁磁体13可以形成为包含磁粉的树脂材料的模制体时,与磁阻元件MRE1到MRE4的前/后布置面相对设置的部分的磁场强度根据模制体中磁粉取向方式的差异而选择性设定为低磁场强度。结果,上述磁场强度可以通过适当地利用上述模制体的结构简单设定。并且,由于可以直接使用传统磁体材料,可以抑制制造成本的增大。

(第三实施例)

图29表示根据本发明第三实施例方式的旋转检测装置,其中旋转检测装置是根据上述基本观点设计的。参看图29,下面详细说明根据本发明第三实施例方式的旋转检测装置。应该注意的是,由于旋转检测装置的结构与上述传统旋转检测装置的结构基本相同,因此传统旋转检测装置中的相同参考数字将用于表示具有相同或相似功能的结构件,因此省略其详细说明。

图29示意性地表示根据第一实施例方式的旋转检测装置中使用的偏磁磁体13产生的磁场状态,此图对应于图20。如图29所示,偏磁磁体13成形为中空圆柱形,并具有中空部分14。此中空圆柱形偏磁磁体13不是完全不同于传统偏磁磁体的形状。中空部分14的截面形状沿垂直偏磁磁体13纵向的方向基本是矩形。并且,构成偏磁磁体13的材料是与传统偏磁磁体相同的材料。但是,此偏磁磁体13具有与传统偏磁磁体不同的以下不同点。即,在偏磁磁体13中,与磁阻元件MRE1到MRE4的前

/后布置面相对设置的偏磁磁体部分的磁场强度，即上述 XXIB1 和 XXIB2 部分的磁场的磁场强度(见图 21)从与转子相对的端面 13a 直到覆盖传感器芯片 11 的磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的位置选择性设定为低磁场强度。结果，与从此偏磁磁体 13 的其它部分产生的磁场相比，磁场强度选择性设定为低磁场强度的偏磁磁体部分产生的磁场由窄实线的箭头表示。

接着，如果注意到偏磁磁体 13 内中空部分 14 的短边一侧的 XXIA1 部分和另一部分 XXIA2(见图 21)产生的磁场，与上述解释偏磁磁体 13(见图 21)相似，则磁矢量可以容易地偏转，这是由这些产生的磁场以及转子旋转产生的，因此其偏转角度大大固定。相反，在偏磁磁体 13 中，在覆盖磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的位置上从上述端面 13a 的 XXIB1 和 XXIB2 部分产生的磁场的磁场强度可以选择性设定为低磁场强度，这是与上述偏磁磁体 13 不同的。结果，与上述偏磁磁体 13 产生的磁矢量对比，从 XXIB1 和 XXIB2 部分产生的磁场以及转子的旋转产生的磁矢量可以容易地偏转。因此，这种磁矢量可以抑制，这可以阻碍 XXIA1 和 XXIA2 部分产生的磁场以及转子旋转形成的上述磁矢量的容易偏转。结果，磁矢量分量可以大大增强，这是由此偏磁磁体 13 产生的磁场以及转子旋转产生的。

下面将参考图 30 和图 31 解释上述偏磁磁体 13 的制造方法。应该理解的是，由于偏磁磁体 13 是基本按照与上述第一实施例方式相同的制造步骤制造的，因此下面主要说明不同点。

图 30 表示成形上述偏磁磁体 13 的模制装置 70，这与图 25 对应。如图 30 所示，此模制装置 70 使用了模制模具 72，它具有对应于偏磁磁体 13 的空腔 71。还要注意，此模制模具 72 是使用无磁材料制造的。接

着，在构成此模制模具 72 的上模 72a(见图 21)设置两组励磁线圈 73，这两组励磁线圈 73 可以覆盖除了对应于上述 XXIB1 和 XXIB2 部分的空腔部分以外的空腔 71。相反，覆盖空腔 71 的励磁线圈 94 装在构成模具 72 的下模 72b (见图 31)。因此，上述磁粉取向是通过操作这些励磁线圈 73 和励磁线圈 94 控制的。

图 31 表示磁粉取向控制之后的磁粉取向方式，这对应于图 28。当各个励磁线圈 73 和 94 通电，在各个励磁线圈 73 和 94 周围产生磁场时，如图 31 所示，根据这些产生的磁场控制磁粉 MP 的取向。换言之，磁粉 MP 的取向可以通过以下方式实现：磁粉 MP 的颗粒指向各个励磁线圈 73 和 94。结果，在由模制装置 70 制成的模制体中，在覆盖磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的位置上对应于上述磁体部分 XXIB1 和 XXIB2 的这些部分、从偏磁磁体 13 的上述端面 13a 的磁粉 MP 取向程度较低，因此在此模制体内存在磁粉 MP 的取向方式差异。接着，通过上述制造步骤(c)和 (d) 磁化具有这种不同取向方式的模制体，从而制造产生上述图 29 所示磁场的偏磁磁体 13。

根据上述第二实施例方式，除了上述第二实施例方式的效果 (1) 和 (2) 等价的效果以外得到以下效果：

(3) 偏磁磁体 13 的形成的方式是，与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的前/后布置面相对设置的偏磁磁体部分(上述部分 XXIB1 和 XXIB2)的磁场强度，在覆盖磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的位置上从与转子相对的偏磁磁体 13 端面 13a 选择性设定为低磁场强度。结果，在除了从与转子相对的端面 13a 直到覆盖磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的位置之间的部分以外的部分，按照与现

有技术类似的方式可以实现磁粉的取向控制，从而使用传统模制模具可以抑制制造成本的增大。

还要注意的，上述各个实施例方式可以进行其它修改后实施。

即，在第二实施例方式中，偏磁磁体的形成方式是，与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的前/后布置面相对的偏磁磁体部分的磁场强度选择性设定为低磁场强度。另外，仅有与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 布置面相对的一个部分的磁场强度可以选择性设定为低磁场强度。结果，如图 32 所示，图 32 对应图 20，这种偏磁磁体 13 的实现可以是，从与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 布置面相对的该部分产生的磁场示意性地由实线表示，其宽度比其它部分窄。接着与上述偏磁磁体 13 产生的磁矢量（见图 21）相比，可以容易偏转磁矢量，而这些磁矢量是由从与偏磁磁体 13 的磁阻元件 MRE1 到 MRE4 布置面相对的该部分产生的磁场以及转子旋转得到的。结果，在仅仅与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的布置面相对的该部分磁场强度选择性设定为低磁场强度的情况下，也可以达到与第一实施例方式相似的效果。应该理解的是，当制造此偏磁磁体 13 时，使用与图 25 对应的图 33 所示的模制装置 70。即，此模制装置 70 使用具有与偏磁磁体 13 对应的空腔 71 的模制模具 72。还要注意的，此模制模具 72 是使用无磁材料制造的。而且，此模制装置 70 是通过在空腔 71 的上和下部分提供两组励磁线圈 113 构成的。这两组励磁线圈 113 可以覆盖除了与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 的布置面相对的部分以外的空腔 71。使用此模制模具 70 制造偏磁磁体 13 的方法是在与第一实施例方式相同的情况下进行的。并且，上述偏磁磁体在与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 布置面相对的部分的磁场强度选择性设定为

低磁场强度，这也可以用作第二实施例方式的修改。

在上述第二实施例方式中，模制体中包含的磁粉取向是利用此励磁线圈 73 控制的。另外，可以使用永磁体。在上述可以选择的情况下，与上述实施例方式相似，也可以使用永磁体产生的磁场控制磁粉取向。还要注意的，此永磁体也可以作为与第二实施例方式相关的一个修改。

在每个上述实施例方式中，与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 前/后布置面相对的部分的磁场强度选择性设定为低磁场强度。另外，当设定这种磁场强度时，例如，这些磁场设定操作可以通过退磁实施。换言之，磁场强度基本均匀设定的偏磁磁体可以使用与传统模制装置相似的模制装置成形。此后，利用退磁装置（未图示），将与磁阻元件 MRE1 到 MRE4 前/后布置面相对的部分的磁场强度选择性设定为低磁场强度。而且，在此可供选择的情况下，可以实现产生如图 22 和图 29 所示的磁场的偏磁磁体。

上述各个实施例方式说明了具有中空部分 14 的偏磁磁体 13 的情况，其截面形状制成矩形。另外，即使使用具有制成其它形状的中空部分的偏磁磁体，此偏磁磁体也可以同样由本发明的发明观点覆盖。并且，对于偏磁磁体本身，不但可以使用形成中空圆柱形的偏磁磁体，而且也可以使用形成其它不同形状的偏磁磁体。

这些变化和修改应该认为在权利要求限定的本发明范围内。

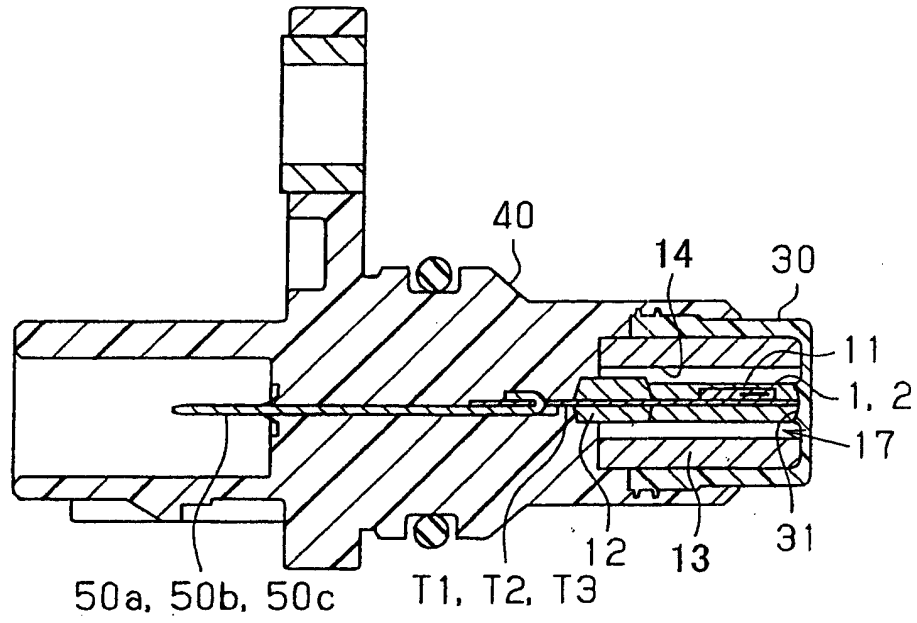


图1

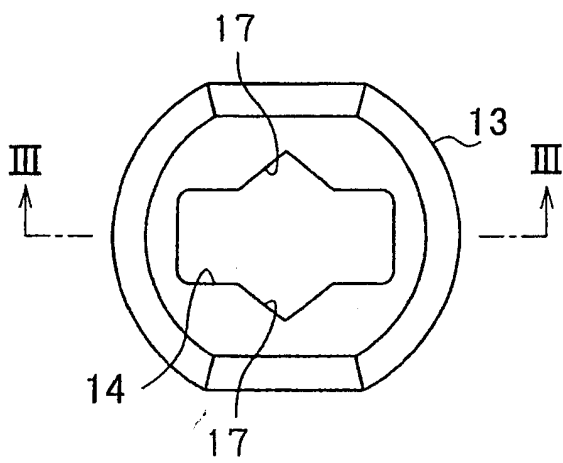


图2

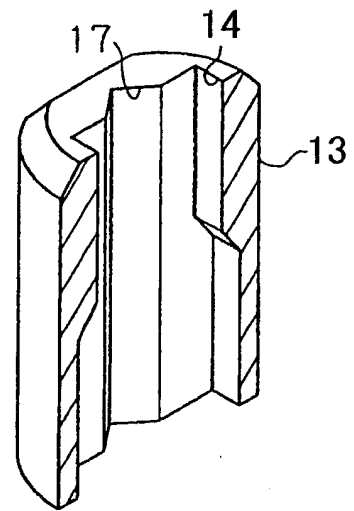


图3

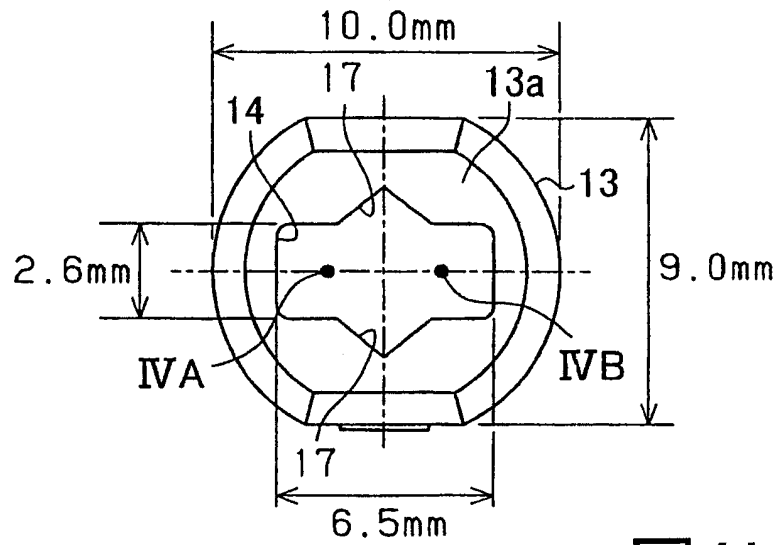


图4A

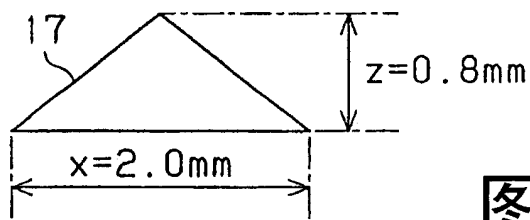


图4B

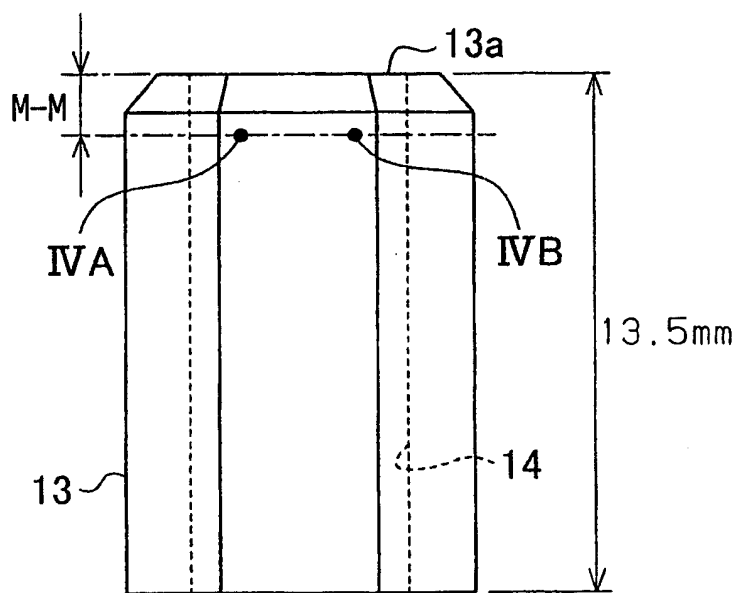


图4C

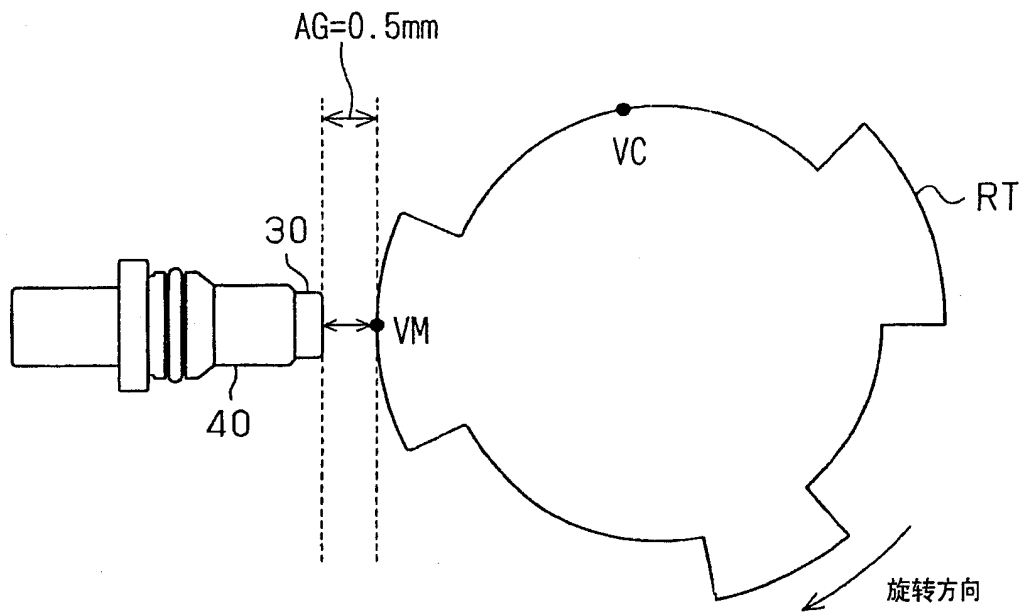


图5

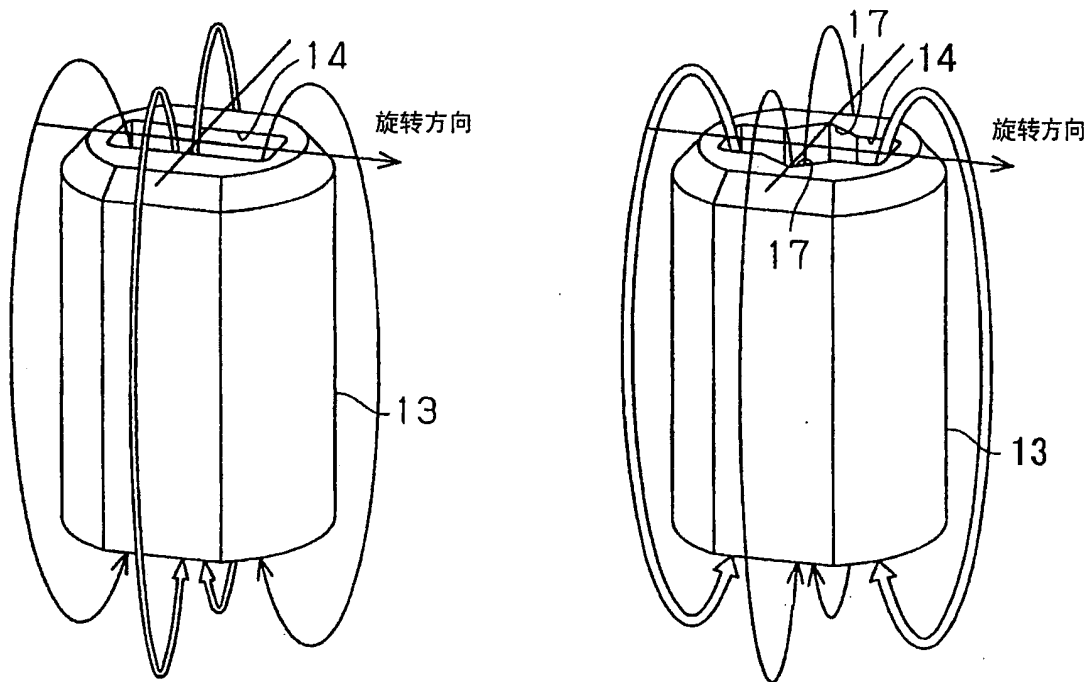


图6A

图6B

	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	单位
M-M距离 (无槽)	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	mm
开口程度 AT VM	91.6	59.5	42.3	32.0	25.2	20.2	16.5	13.6	11.2	9.2	7.5	deg
开口程度 AT VC	-2.2	-2.6	-3.0	-3.4	-3.7	-4.1	-4.4	-4.8	-5.1	-5.4	-5.8	deg
偏转角度	93.8	62.1	45.3	35.4	28.9	24.3	21.0	18.4	16.3	14.7	13.3	deg
磁场强度 AT VM	-3.6	-6.1	-8.4	-10.4	-12.3	-14.0	-15.5	-16.8	-18.0	-19.0	-20.0	mT
磁场强度 AT VC	-23.2	-25.3	-27.1	-28.7	-30.1	-31.4	-32.4	-33.3	-34.1	-34.7	-35.2	mT

图7A

	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	单位
M-M距离 (无槽)	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	mm
开口程度 AT VM	131.9	96.9	73.0	56.7	45.3	36.9	30.5	25.5	21.4	18.0	15.2	deg
开口程度 AT VC	12.6	10.2	8.2	6.5	5.0	3.6	2.4	1.4	0.4	-0.4	-1.2	deg
偏转角度	119.3	86.7	64.8	50.2	40.3	33.3	28.0	24.1	21.0	18.5	16.5	deg
磁场强度 AT VM	-2.6	-5.0	-7.1	-9.0	-10.8	-12.4	-13.9	-15.2	-16.3	-17.4	-18.3	mT
磁场强度 AT VC	-21.0	-22.9	-24.7	-26.2	-27.6	-28.8	-29.8	-30.7	-31.5	-32.2	-32.7	mT

图7B

	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	单位
M-M距离	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	mm
偏转角度 (无槽)	40.0	32.3	27.0	23.0	20.0	17.6	15.7	14.2	12.9	deg
偏转角度 (有槽)	54.9	44.8	37.1	31.1	26.5	22.9	20.1	17.8	15.9	deg
放大	1.37	1.39	1.37	1.35	1.33	1.30	1.28	1.25	1.23	放大倍数

图7C

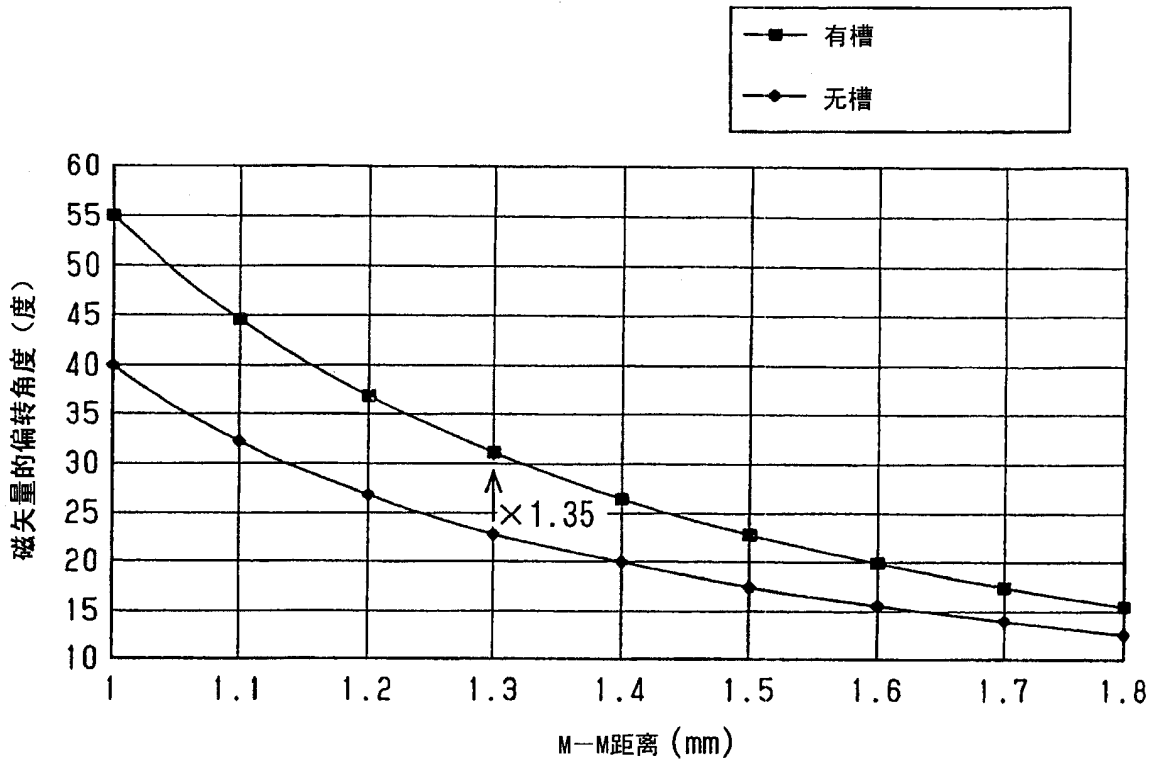
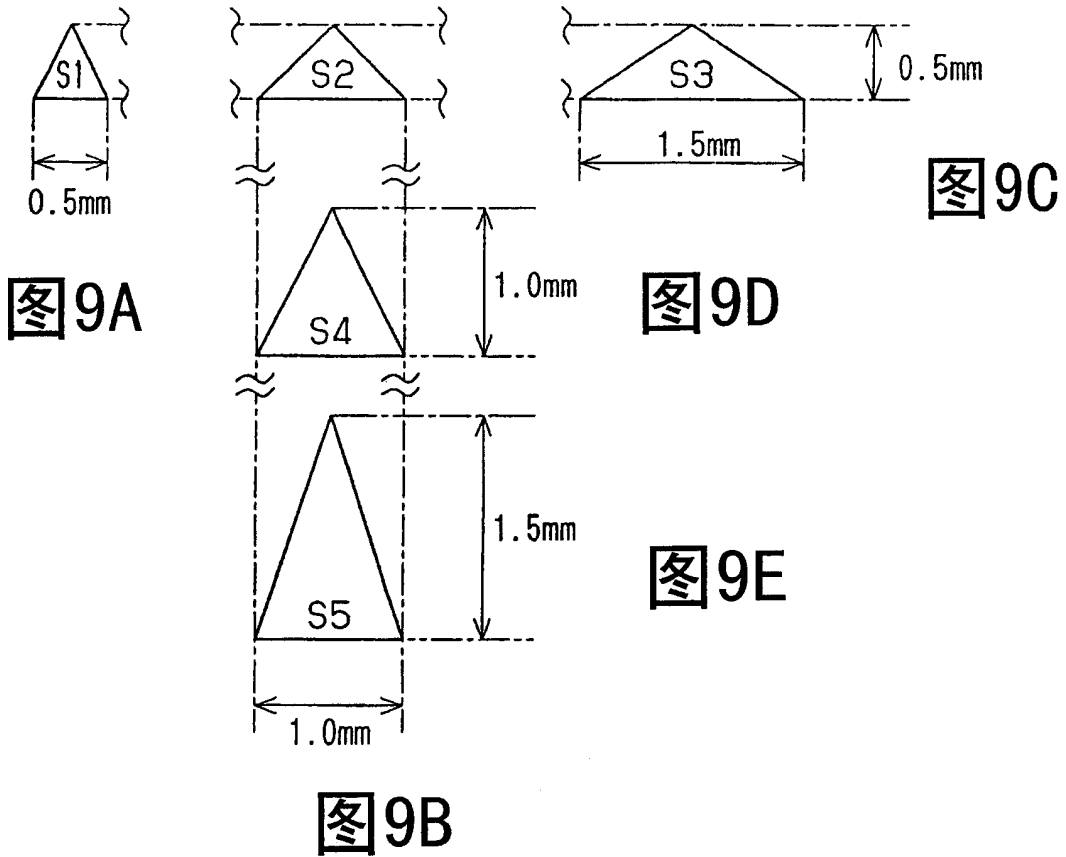


图8



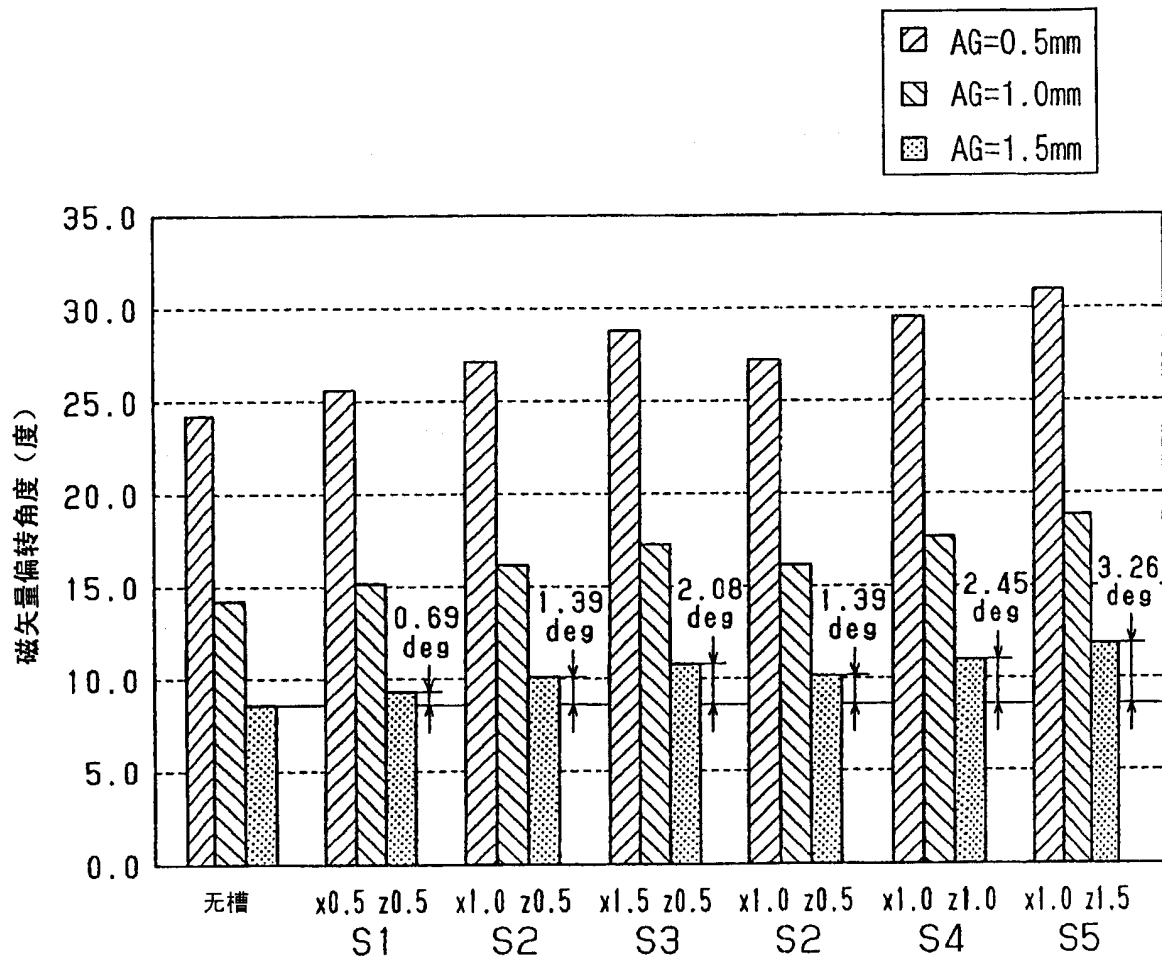


图10

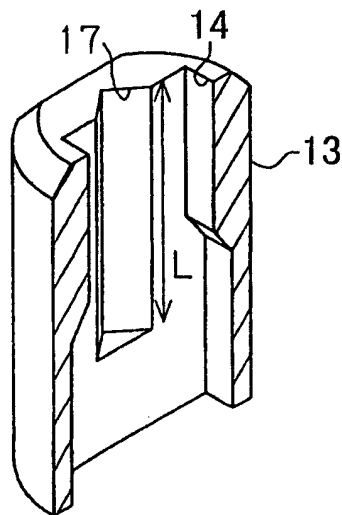


图11

样品号	槽的形状	宽度X	深度Z	长度L	偏转角度		
					AG=0.5mm	AG=1.0mm	AG=1.5mm
U1	无槽	0	0	0	24.3	14.2	8.6
U2	三角形	2	0.8	2.5	29.8	16.3	9.6
U3	三角形	2	0.8	6.7	33.8	20.4	12.7
U4	三角形	2	0.8	10	32.9	20.0	12.6
U5	三角形	2	0.8	13.5	33.3	20.2	12.7
U6	单侧三角形	2	0.8	13.5	28.6	17.0	10.6

图12

样品号	槽的形状	宽度X	深度Z	长度L	偏转角度		
					AG=0.5mm	AG=1.0mm	AG=1.5mm
V1	半圆	2.4	0.8	13.5	36.5	23.5	15.3
V2	矩形	2	0.4	13.5	34.0	20.4	12.8
V3	矩形	2	0.8	13.5	42.6	26.2	16.6
V4	三角形	2.4	0.8	13.5	34.2	21.0	13.3

图15

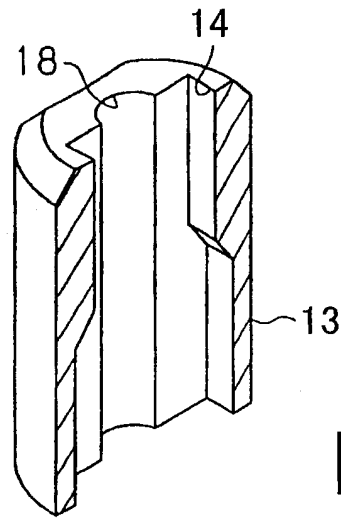


图13

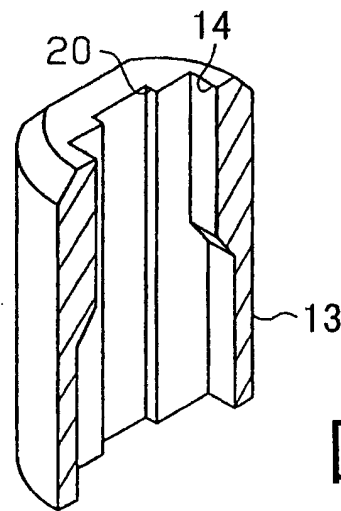


图14

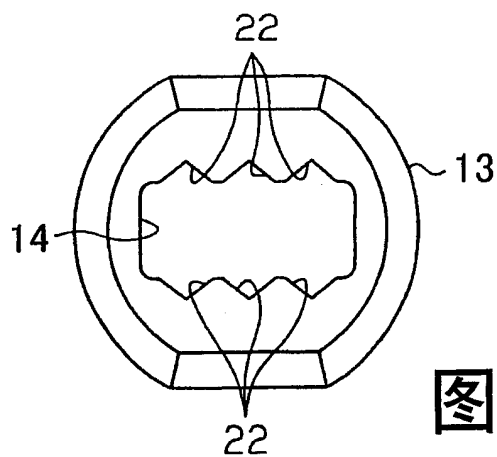


图16

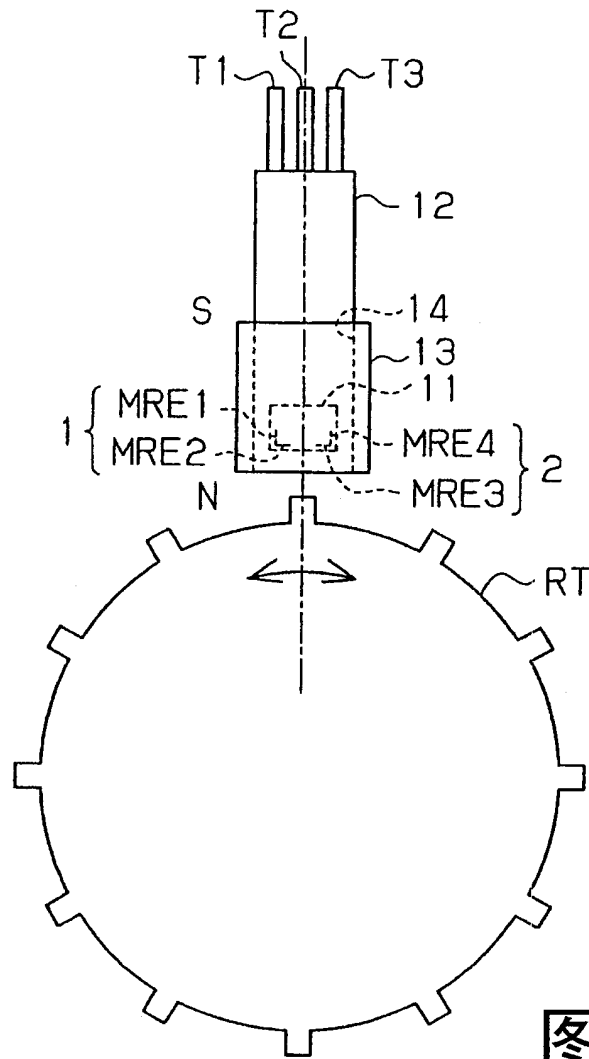


图17

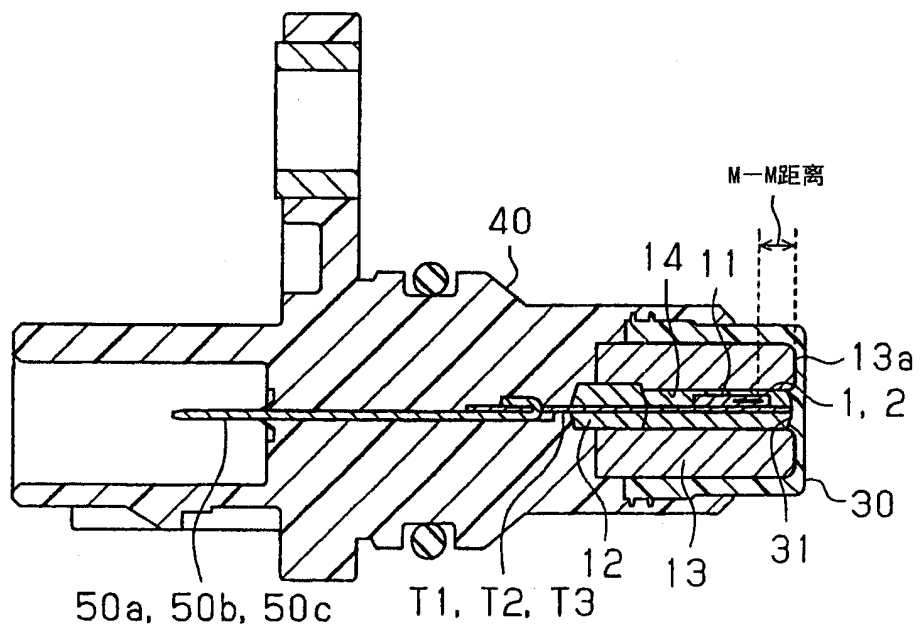


图18

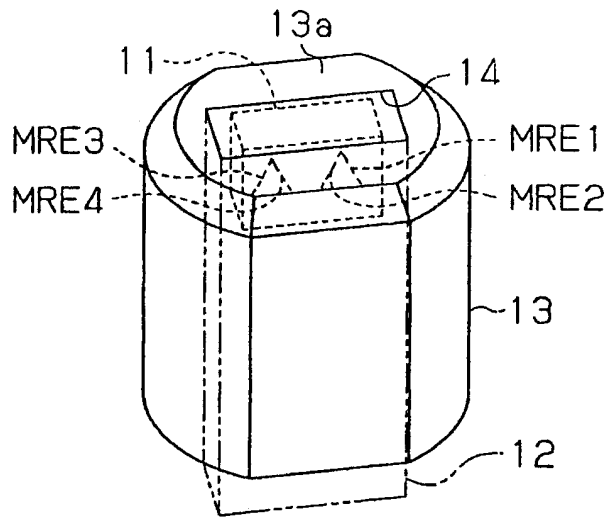


图19

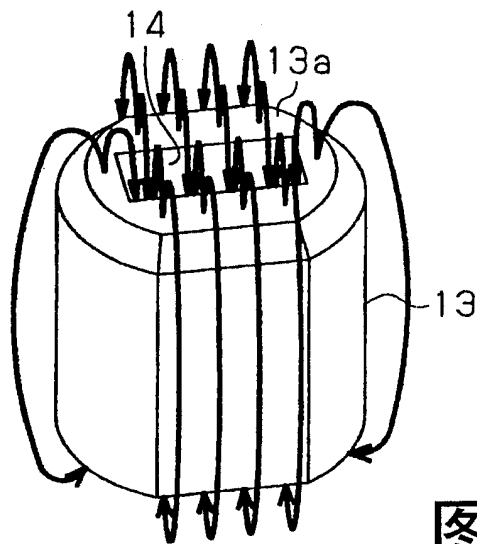


图20

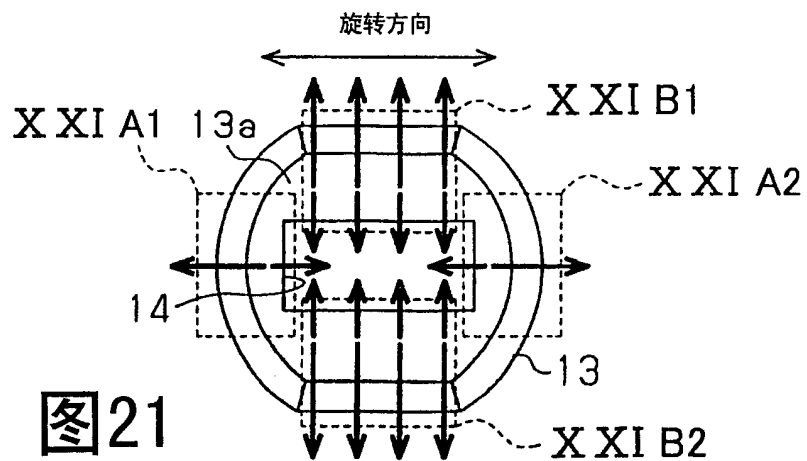


图21

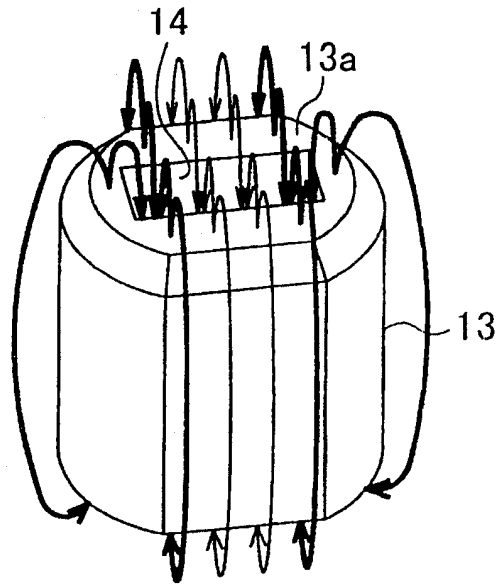


图22

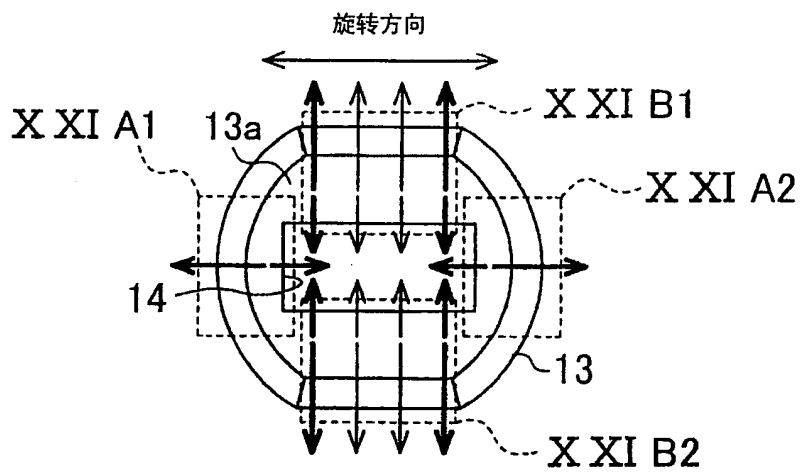


图23

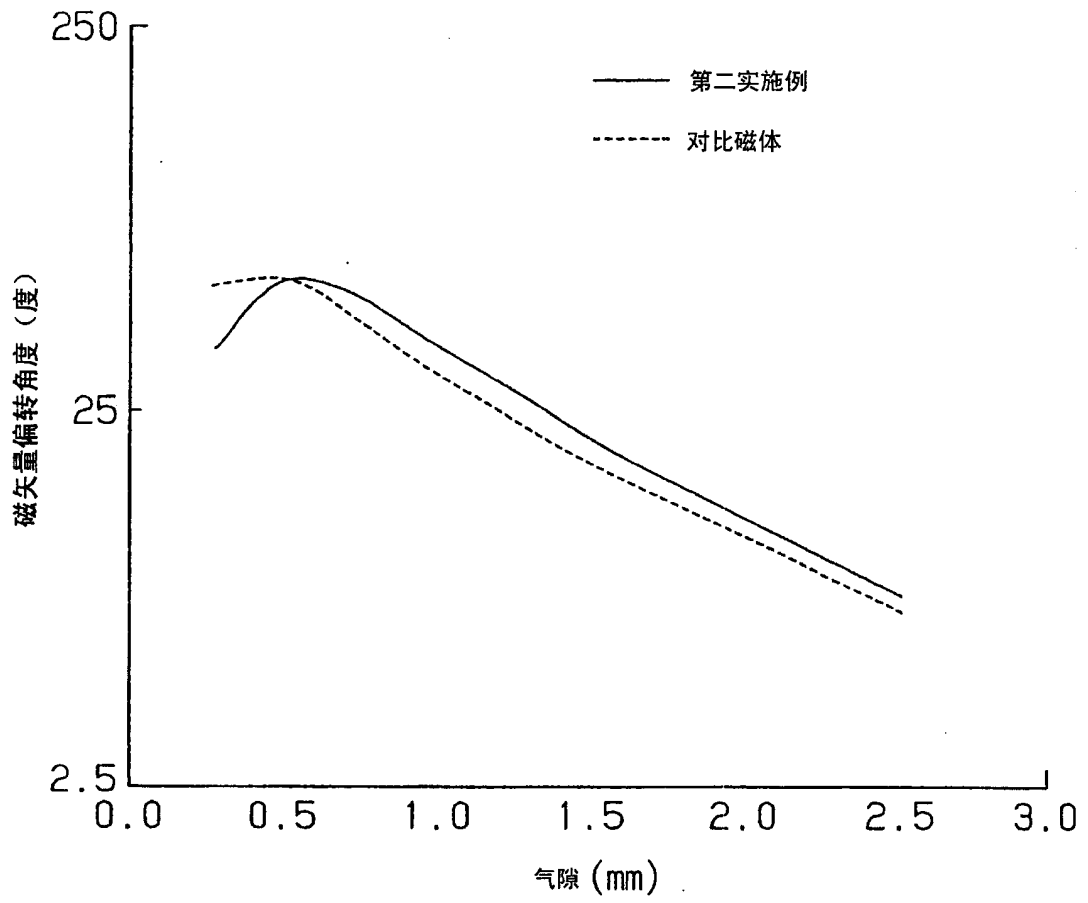


图24

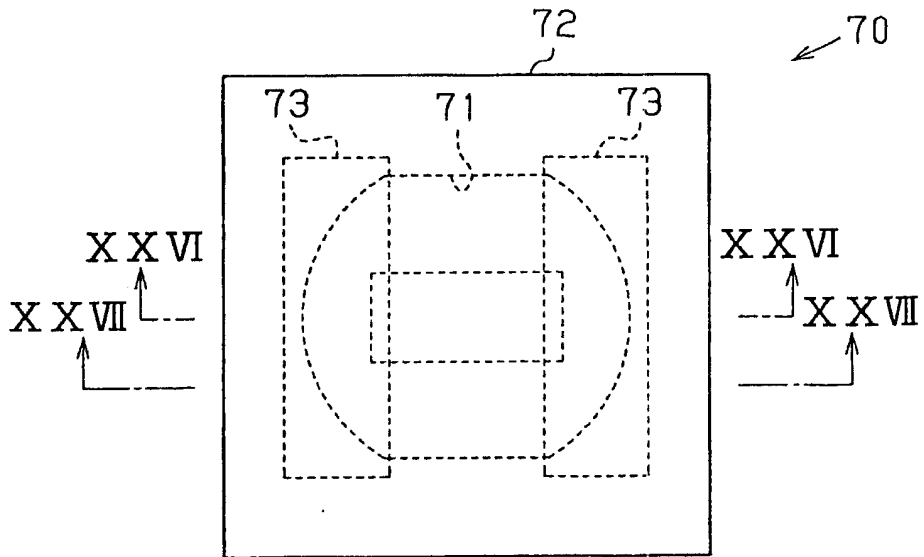


图25

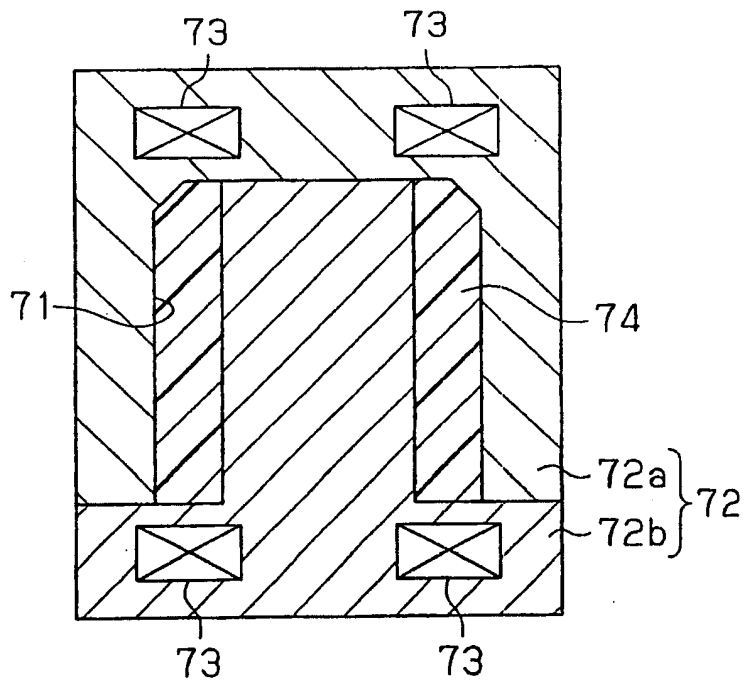


图26

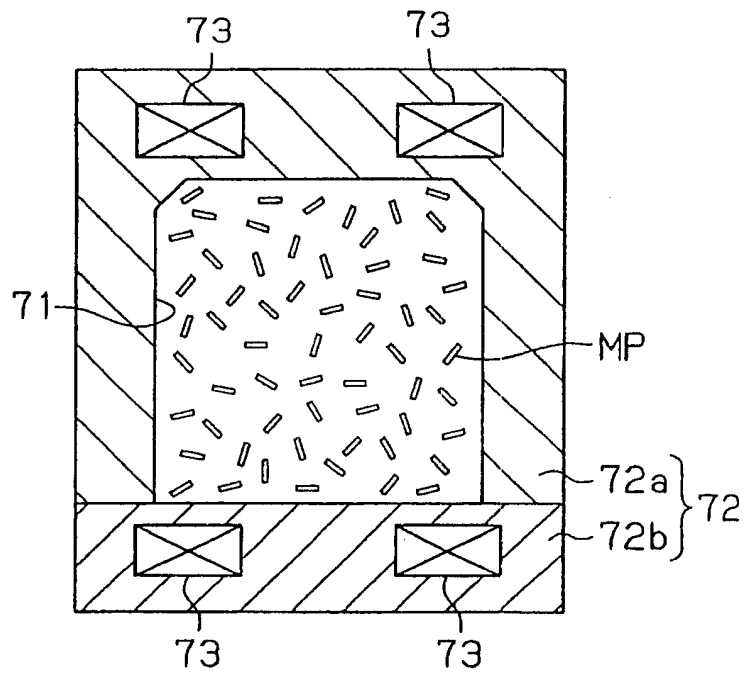


图27

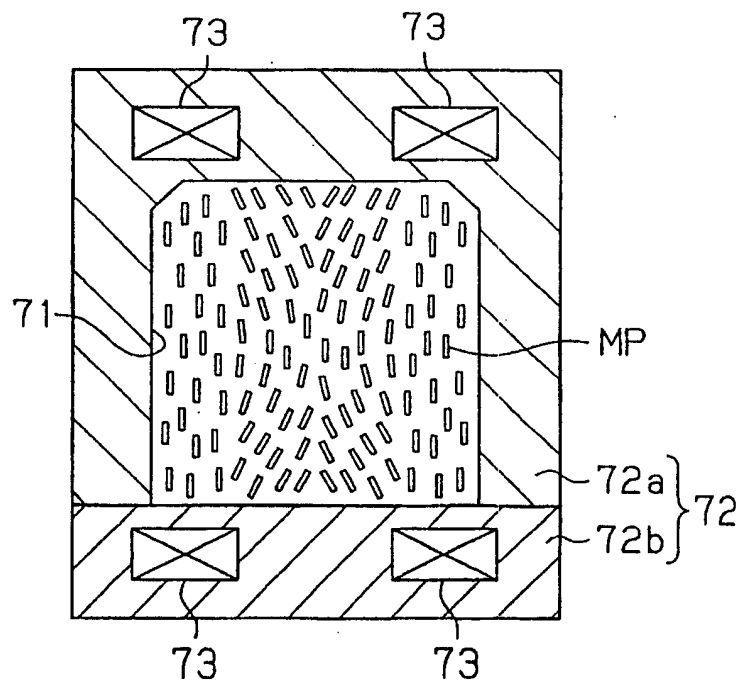


图28

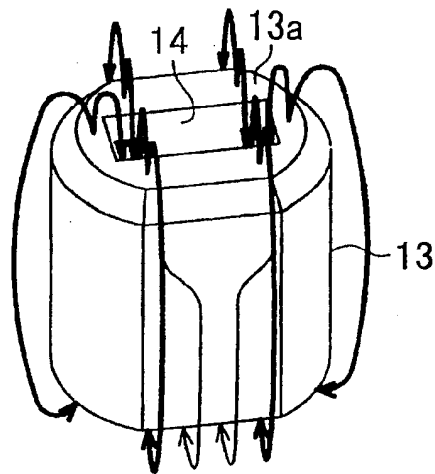


图29

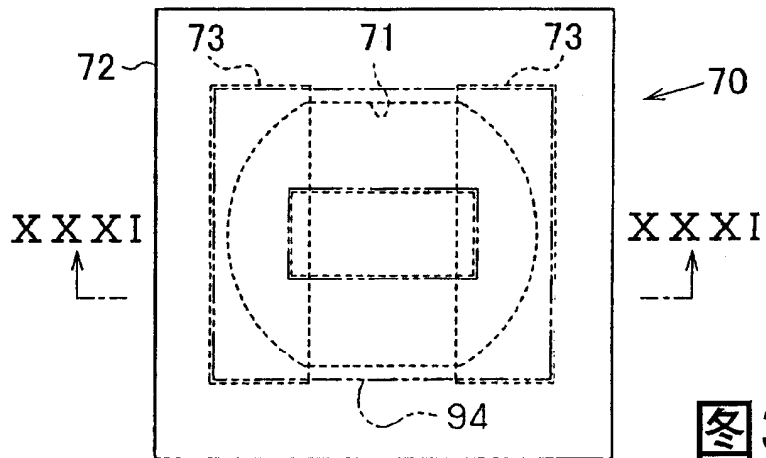


图30

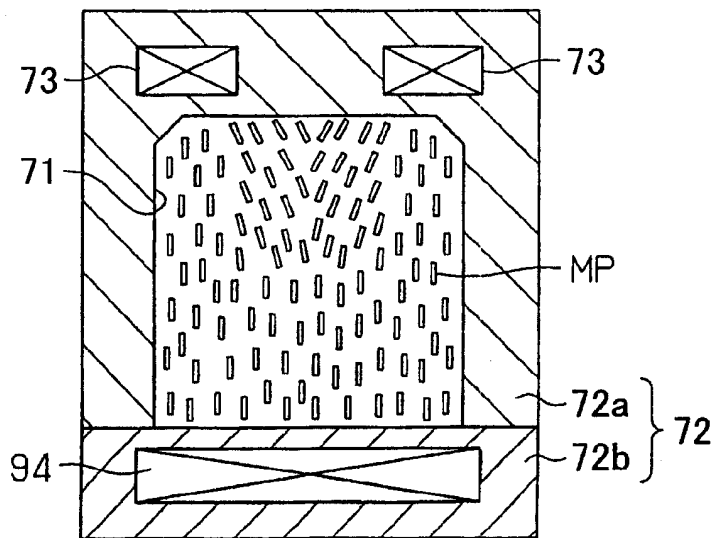


图31

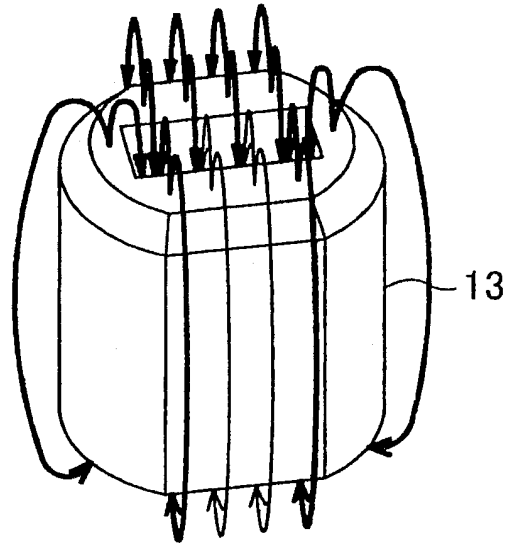


图32

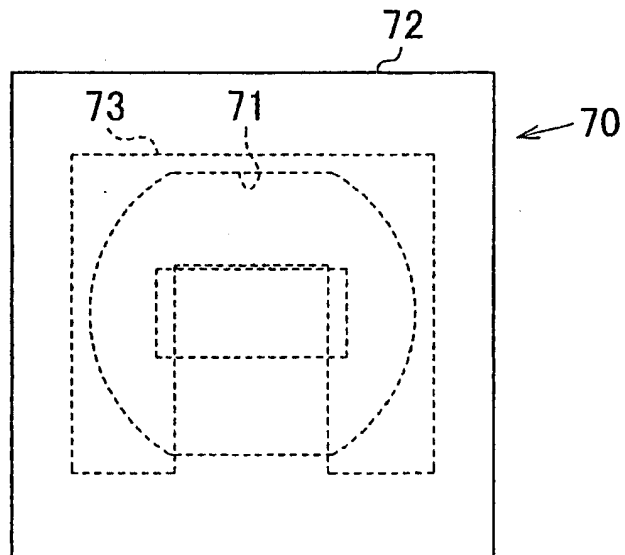


图33