

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01D 5/16 (2006.01)

G01R 33/09 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480039984.9

[45] 授权公告日 2009年6月24日

[11] 授权公告号 CN 100504306C

[22] 申请日 2004.12.20

[21] 申请号 200480039984.9

[30] 优先权

[32] 2004.1.7 [33] EP [31] 04100021.7

[86] 国际申请 PCT/IB2004/052863 2004.12.20

[87] 国际公布 WO2005/075943 英 2005.8.18

[85] 进入国家阶段日期 2006.7.6

[73] 专利权人 NXP 股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 S·布特兹曼

[56] 参考文献

US4048557A 1977.9.13

US4668914A 1987.5.26

CN1242312A 2000.1.26

CN1229196A 1999.9.22

CN1438355A 2003.8.27

Rotation, Angle Sensors Acquire Advanced-Functions, Refined Performance. Shuichi Honda. Journal of electronic engineering, Vol. 29 No. 308. 1992

审查员 彭齐治

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王波波

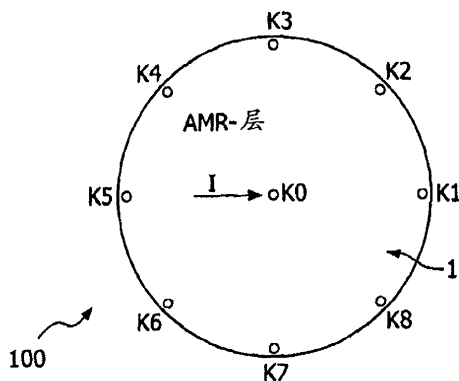
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于角度测量的 AMR 传感器元件

[57] 摘要

为了提供一种磁阻角传感器(100),其包含传感器装置,该传感器装置用于检测外部磁场相对于该传感器装置基准轴的角度( $\alpha$ ),该磁阻角传感器允许在测量结果不受加工误差影响的情况下该角度( $\alpha$ )的测量,建议该传感器装置包含平坦的 AMR 层(14, 15),该 AMR 层具有一个用于施加电流(I)的电触点( $K_0$ )和多个用于测量经通过该 AMR 层(14, 15)的电流的流动的电触点( $K_i$ )。



1. 一种磁阻角传感器(100), 包含传感器装置, 用于检测外部磁场相对于该传感器装置基准轴的角度 $\alpha$ , 其特征在于, 该传感器装置包含单个圆形的平坦的 AMR 层(14), 在圆形的 AMR 层(14)的中心具有一个第一电触点( $K_0$ )用于施加电流( $I$ ), 该 AMR 层(14)还具有多个第二电触点( $K_i$ )用于测量通过 AMR 层向所述多个第二电触点( $K_i$ )中相应的一个电触点的电流流动。

2. 如权利要求 1 所述的磁阻角传感器, 其特征在于将多个第二电触点( $K_i$ )等距地布置在圆形 AMR 层(14)的边缘。

3. 如权利要求 2 所述的磁阻角传感器, 其特征在于所述多个第二电触点( $K_i$ )包括八个电触点。

4. 如权利要求 1 到 3 任一项所述的磁阻角传感器, 其特征在于将所述多个第二电触点( $K_i$ )放置在同一电位。

5. 如权利要求 4 所述的磁阻角传感器, 其特征在于所述多个第二电触点( $K_i$ )放置在地电位。

6. 如权利要求 1 到 3 任一项所述的磁阻角传感器, 其特征在于该 AMR 层(14)是坡莫合金层。

7. 如权利要求 6 所述的磁阻角传感器, 其特征在于该 AMR 层(14)被施加到硅支撑基底。

8. 一种磁阻角传感器(100), 包含传感器装置, 用于检测外部磁场相对于该传感器装置基准轴的角度 $\alpha$ , 其特征在于, 该传感器装置包含单个半圆形的平坦的 AMR 层(15), 在半圆形的 AMR 层(15)的直边的中心具有一个第一电触点( $K_0$ )用于施加电流( $I$ ), 该 AMR 层(15)还具有多个第二电触点( $K_i$ )用于测量通过 AMR 层向所述多个第二电触点( $K_i$ )中相应的一个电触点的电流流动。

9. 如权利要求 8 所述的磁阻角传感器, 其特征在于将多个第二电触点( $K_i$ )等距地布置在半圆形 AMR 层(15)的半圆形边缘。

10. 如权利要求 9 所述的磁阻角传感器, 其特征在于所述多个第二

电触点 ( $K_i$ ) 包括五个电触点。

11. 如权利要求 8 到 10 任一项所述的磁阻角传感器, 其特征在于将所述多个第二电触点 ( $K_i$ ) 放置在同一电位。

12. 如权利要求 11 所述的磁阻角传感器, 其特征在于所述多个第二电触点 ( $K_i$ ) 放置在地电位。

13. 如权利要求 8 到 10 任一项所述的磁阻角传感器, 其特征在于该 AMR 层 (15) 是坡莫合金层。

14. 如权利要求 13 所述的磁阻角传感器, 其特征在于该 AMR 层 (15) 被施加到硅支撑基底。

15. 如权利要求 1 到 14 的任一项所述的磁阻角传感器 (100) 在机动车技术中的使用, 用于监测踏板的位置和/或油门的位置。

## 用于角度测量的 AMR 传感器元件

### 技术领域

本发明涉及一种磁阻角传感器，其包含传感器装置，用于检测外部磁场相对于该传感器装置基准轴的角度 $\alpha$ 。

### 背景技术

磁阻传感器通常用于在机动车技术中检测角度，特别是用于监测和控制踏板的位置或油门的位置。在这种情况下，磁阻角传感器通常由两个惠斯登电桥组成。这两个电桥相对彼此偏移  $45^\circ$ ，所述电桥被暴露于外部磁场。这两个电桥分别提供角度相关的电压输出信号作为该外部磁场相对于该传感器或由该电桥形成的传感器装置的基准轴的角度 $\alpha$ 的函数，该输出信号可以以本领域技术人员已知的方式使用下列关系表示：

$$U_1 = U_0 \sin(2\alpha)$$

$$U_2 = U_0 \cos(2\alpha)$$

这里， $U_1$ 和 $U_2$ 是这两个电桥的电压输出信号， $U_0$ 是该输出信号的电压振幅，其特别依赖于环境温度，而 $\alpha$ 是外部磁场相对于该传感器装置基准轴的角度。

外部磁场相对于该传感器或相对于该电桥的角度 $\alpha$ 可以从这些输出信号中计算出，例如使用CORDIC算法。为了实现这个算法，必须通过模/数转换器将该电桥的模拟输出信号转换成数字信号。

然后利用相似的已知关系

$$\alpha = 1/2 \arctan(U_1/U_2) = 1/2 \arctan(\sin(2\alpha)/\cos(2\alpha))$$

例如使用适合于这个目的的数字信号处理装置确定外部磁场相对于该传感器的角度 $\alpha$ 。考虑输出电压 $U_2$ 的符号，使用在 $180^\circ$ 上的反正切函数可以以极高的精度计算出该角度 $\alpha$ 。

通常以这样的方式设计形成传感器装置的惠斯登电桥，即将电阻以

曲折的方式布置在 AMR 层中。这里的一个缺点是由于在蚀刻该曲折电阻结构过程的制造公差产生了相对大的偏移信号，并且这些偏移信号作为误差被直接包括在角度测量中。特别是在该曲折结构的边缘，可能产生引起强偏移信号的底切(undercut)。在计算从该电桥获得的输出信号时，需要通过技术上复杂的评价(evaluation)单元将这个偏移考虑在内。

### 发明内容

本发明的目的在于限定磁阻角传感器，由于其设计该传感器具有相当小的偏移信号，由此允许更加精确的测量，其中可以直接将该输出信号提供用于评价。这个目的通过在权利要求重申详细说明书的特征得到实现。

根据本发明的一方面，提供一种磁阻角传感器，包含传感器装置，用于检测外部磁场相对于该传感器装置基准轴的角度，其特征在于，该传感器装置包含平坦的 AMR 层，该平坦的 AMR 层具有一个用于施加电流的第一电触点和多个用于测量通过该 AMR 层的电流的流动的第二电触点。

本发明的核心方面是惠斯登电桥的多个曲流电阻(meandering resistor)由单个、连续和平坦的 AMR 层代替，其中该 AMR 层具有一个用于施加电流的第一电触点。而且，多个第二电触点形成在该 AMR 层上以便能够检测从前面提到的在每种情况下的第一电触点到该多个第二电触点之一的电流流动。这利用了这样的事实，即当施加外部磁场时，该 AMR 在施加外部磁场的方向上具有其最大的电阻。从而，在垂直于该外部磁场的方向上它具有其最小的电阻。因此，通过确定该多个第二电触点和用于提供电流的该一个第一电触点之间的电流流动，通过确定最低电流流过的触点可以确定外部磁场相对于该 AMR 层的方向。

实质上可以随意选择 AMR 的外部形状。优选地以下面介绍的方式设计。实质上也可以随意地选择用于测量电流流动的第二电触点的数量，并且在理论上可以提供无限数量的第二电触点。多个第二电触点相对于用于施加电流的一个第一电触点的距离必须被选择地足够大，以获得垂直于外部磁场方向的足够的电流流动。

本发明的优点在于，由于该磁阻 AMR 层的平坦设计，因为与该 AMR

层表面面积相比，该 AMR 层边缘的长度比在已知的惠斯登电桥的曲折结构的情况下要小得多，因此在该 AMR 层边缘的底切实质上对测量结果不具有影响。结果，该输出信号实质上不再被窜改或提供有偏移信号。

本发明有利的进步的特征在于从属权利要求。

根据本发明，该传感器装置是圆形 AMR 层，进步意味着将该传感器装置设计得关于该外部磁场所有可能的方向对称。从而装配于此的该传感器装置或该磁阻角传感器可以检测该外部磁场和圆形 AMR 层之间的任意角度。

有利地，在圆形 AMR 层中，将用于施加电流的第一电触点布置在该圆形 AMR 层的中心。由此获得以这种方式形成的该传感器装置的对称设计。根据本发明，将多个第二电触点等距地布置在该圆形 AMR 层的边缘，特别是八个第二电触点。当存在布置在该圆形 AMR 层边缘的另外的电触点时，流过该 AMR 层的磁通量分别经过从中心触点到边缘触点的 AMR 层的等长路径，而不管外部磁场的方向。在这种情况下，优选地布置在边缘的多个第二电触点，以使得它们围绕边缘等距离地分布。在一个有利的进步中，在该边缘提供八个第二电触点。通过外推测量结果，这允许该外部磁场和该传感器装置的假象的基准轴之间的角度的足够精确的分辨率。由于在该外部磁场角上的该 AMR 层的  $180^\circ$  周期，特别有利的是添加在每种情况下依次流过两个相对边缘触点的电流以获得四个差电流信号。通过流过边缘触点 1 和 5 的电流获得第一电流信号，通过流过触点 2 和 6 的电流获得第二电流信号，通过流过触点 3 和 7 的电流获得第三电流信号，并且通过流过触点 4 和 8 的电流获得第四电流信号。如果从第一差电流信号中减去第三差电流信号，并从第二差电流信号中减去第四差电流信号，获得两个另外的电流信号，这两个另外的电流信号，在  $360^\circ$  角度范围上观察，在每种情况下具有对应于已知惠斯登电桥的输出电压的正弦或余弦形式。以相似的已知方式从这些信号中可以推导出外部磁场和传感器装置之间的角度  $\alpha$ 。

在一个可选择的进步中，将该 AMR 层设计成实质上半圆形。结果，有可能特别地减小该传感器装置的大小，因为如上所述只需要整个圆的表面面积的一半。该 AMR 层的半圆形设计是足够的，因为如上所述，该 AMR 层具有相对于外部磁场的  $180^\circ$  周期。

根据该 AMR 层的进步，将用于施加电流的该第一电触点布置在相关的整圆的中心。当其以半圆形的方式设计时，再一次将施加电流的电流触点布置在该相关的整圆的中心或在半圆形 AMR 层的半圆的直边的中心。

而且，建议将多个第二电触点布置在该半圆形 AMR 层的边缘，特别是五个第二电触点，它们被布置在该层的半圆形边缘，并相对彼此等距分布，因此该外部磁场和该传感器装置之间的角度的足够分辨率是可能的。通过加上出现在第一和第五触点上的电流减去出现在第三触点上的电流，或通过从出现在第二触点上的电流减去出现在第四触点上的电流，在这种情况下获得上述正弦和余弦信号。

为了改进该磁阻角传感器的测量精度，将多个第二电触点放置在同一电位，以便避免影响在该触点测量的电流强度。特别地将所有的第二电触点放置在地电位，以便没有故障电流流动和没有误差电位存在。

根据本发明，该 AMR 层是坡莫合金层，特别地将后者施加到硅支撑基底，使得通过本领域技术人员的该 AMR 层的简单加工成为可能。将坡莫合金(permalloy)层施加到硅支撑基底和为所述坡莫合金层提供电触点可以由本领域技术人员执行，其中，依靠该 AMR 层的上述进步，在加工过程中发生在该 AMR 层边缘的坡莫合金层的任何底切实质上是无关紧要的(consequence)，因此该传感器的测量结果不会被篡改。

将能够理解这些传感器可以用于需要测量旋转物体的角度的所有技术领域。然而，有利地，这些传感器用于机动车技术，特别是为了监测和控制踏板的位置和/或油门的位置，从而调节发动机功率。以这些传感器能够获得的该外部磁场和该传感器之间角度的角度分辨率对于在机动车技术中的应用是足够的。

#### 附图说明

参考示于附图中的两个实施例的例子，将对本发明进行进一步的描述，但是，本发明不限于这两个例子。

图 1 表示现有技术中的 AMR 角传感器。

图 2 表示这个传感器的计算出的角度 $\alpha$ 。

图 3 表示圆形 AMR 传感器。

图 4 表示这个传感器的电流信号。

图 5 表示半圆形 AMR 传感器。

图 6 表示这个传感器的电流信号。

### 具体实施方式

示于图 1 中的 AMR 角传感器 10 实质上由两个惠斯登电桥 11、12 组成，这两个电桥相对彼此偏移  $45^\circ$ ，并且每个由四个曲流电阻 13 组成。如果这个 AMR 角传感器 10 被外部磁场将通过，那么在每种情况下在这两个惠斯登电桥 11、12 中以已知的方式导出输出电压  $U_1 = U_0 \sin(2\alpha)$ ， $U_2 = U_0 \cos(2\alpha)$ ，其中使用已知的 CORDIC 算法从这些输出电压中可以确定该外部磁场和 AMR 角传感器 10 或在该 AMR 角传感器 10 中的基准轴之间的角度  $\alpha$ ，如图 2 中所示。

图 3 表示磁阻角传感器 100，其实质上由圆形 AMR 层 14，优选地是在硅支撑基底上的坡莫合金层组成，布置在中心的是电流触点  $K_0$ ，通过该电流触点电流  $I$  进入该 AMR 层 14。将八个触点  $K_1$  到  $K_8$  布置在边缘，围绕着该圆形 AMR 层 14 的圆周等距地分布，为的是在每种情况下测量该中心触点  $K_0$  和边缘触点  $K_i$  之间的电流流动。由于该 AMR 层 14 在该外部磁场角度上的  $180^\circ$  周期，可以将流过相对触点的电流相加，为的是以这种方式获得四个电流信号：

$$I_1 = IK_1 + IK_5$$

$$I_2 = IK_2 + IK_6$$

$$I_3 = IK_3 + IK_7$$

$$I_4 = IK_4 + IK_8$$

如果从  $I_1$  中减去  $I_3$ ，并且从  $I_2$  中减去  $I_4$ ，那么获得两个新的差信号，其每个具有在  $360^\circ$  上预期的正弦或余弦形式，如图 4 中所示。使用本质上已知的 CORDIC 算法，可以从这些差信号中依次计算该角度  $\alpha$  和外部磁场之间的关系（示于图 2 中）。

图 5 中所示的可选择实施例允许该磁阻角传感器 100 小型化，因为半圆形的 AMR 层 15 占据比整圆形的 AMR 层 14 更少的空间。在这种情况下

下，以围绕该 AMR 层 15 半圆边缘等距分布的形式布置五个触点  $K_1$  到  $K_5$ ，为的是在每种情况下获得这些触点  $K_i$  和布置在该 AMR 层 15 的直边中心的触点  $K_0$  之间的电流流动。然后通过如下将各种信号相加或相减获得上述正弦或余弦信号：

$$I_1 = IK_1 + IK_5 - IK_3$$

$$I_2 = IK_2 - IK_4.$$

从这些示于图 6 中的差信号，有可能再次使用已知的 CORDIC 算法，来获得在  $360^\circ$  上的角度  $\alpha$  的形式，其示于图 2 中。

可以使用本领域技术人员已知的电子元件执行上述操作。

参考标记列表：

- 100 磁阻角传感器
- 10 AMR 角传感器（现有技术）
- 11 惠斯登电桥
- 12 惠斯登电桥
- 13 曲流电阻
- 14 圆形 AMR 层
- 15 半圆形 AMR 层
- $K_0$  中心电流触点
- $K_i$  边缘电流触点， $i=1$  到 8
- $I$  电流强度
- $U$  电压

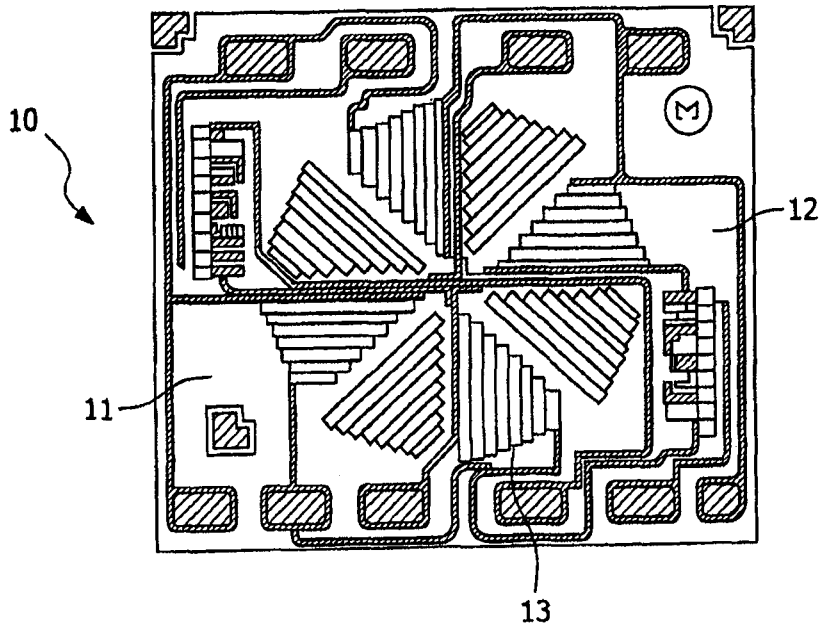


图 1 现有技术

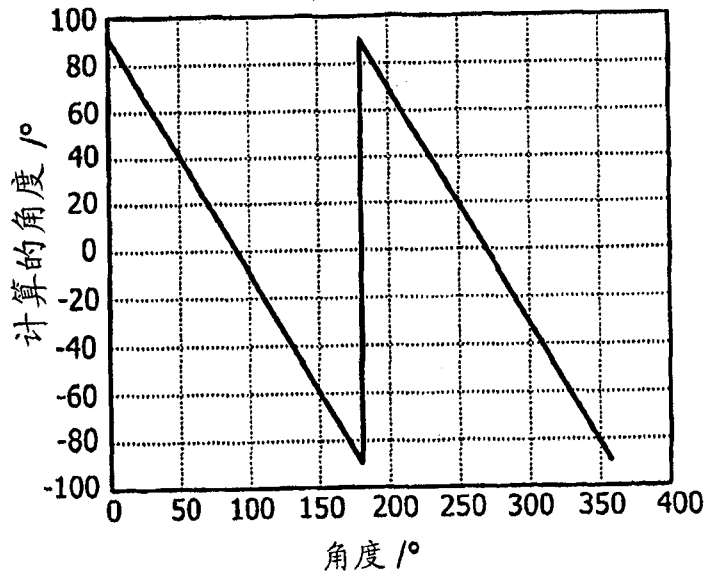


图 2

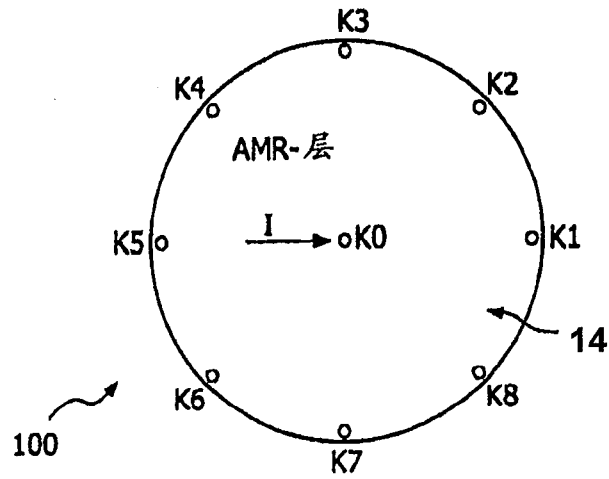


图 3

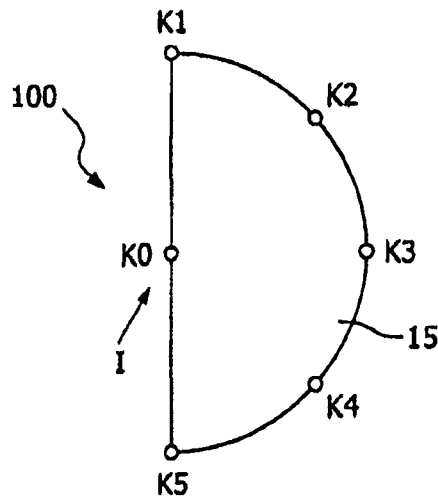


图 5

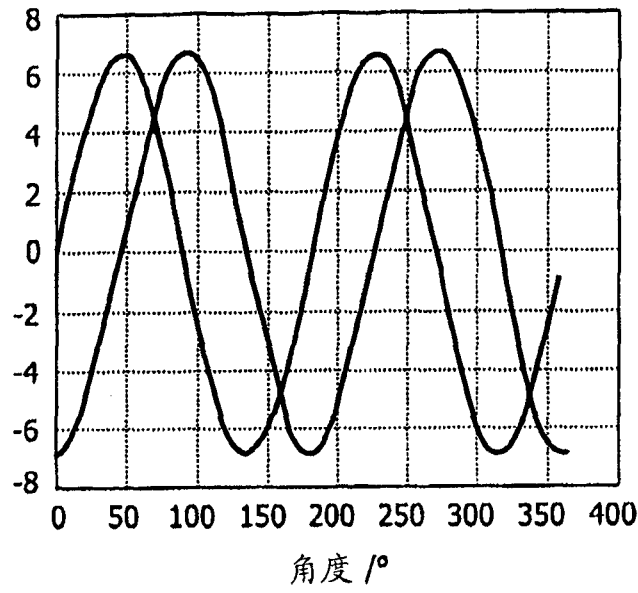


图 4

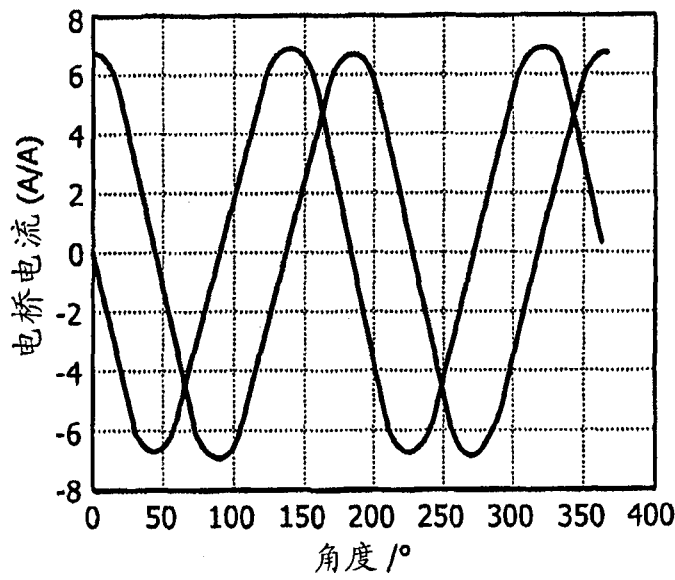


图 6