[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01R 33/02 (2006.01)
G01R 33/04 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910170527.8

[43] 公开日 2010 年 3 月 17 日

[11] 公开号 CN 101672902A

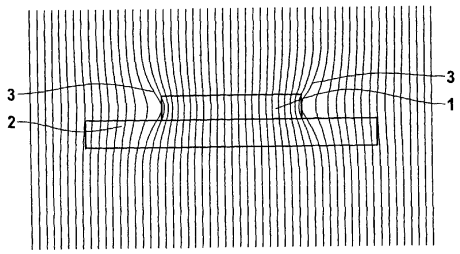
[22] 申请日 2009.9.8
[21] 申请号 200910170527.8
[30] 优先权
[32] 2008.9.8 [33] DE [31] 102008041859.5
[71] 申请人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特
[72] 发明人 C·鲍尔
[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 曾 立
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

用于测量磁场的空间分量的磁场传感器装置

[57] 摘要

提出了一种用于测量磁场的空间分量的磁场传感器装置，其中，利用磁场传感器(4，5)在充分利用一磁阻层状结构的 XMR 效应的情况下，待检测的磁场的一另外的、垂直于或者不平行于层状结构存在的分量可通过如下方式被检测，即至少一个磁通压缩器(1)被如此设置在层状结构之上，使得磁通压缩器(1)的边缘区域中的磁力线(3)可被如此偏转，使得磁力线(3)在此构造出磁场的一水平分量。



1. 用于测量一磁场的空间分量的磁场传感器装置，其中，利用至少一个磁场传感器（4）在充分利用一磁阻层状结构的 XMR 效应的情况下，待检测的磁场的一另外的、垂直于或者不平行于所述层状结构存在的分量可通过如下方式被检测，即至少一个磁通压缩器（1）被如此设置在所述层状结构之上，使得所述磁通压缩器（1）的边缘区域中的磁力线（3）可被如此偏转，使得所述磁力线（3）在此构造出所述磁场的一水平分量。

2. 根据权利要求 1 所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述磁阻层状结构由施加在一衬底上的薄的金属层组成。

3. 根据权利要求 2 所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述衬底是一半导体芯片（2）。

4. 根据以上权利要求中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，至少两个磁场传感器（4）被设置在所述磁通压缩器（1）的边缘区域中并且与两个欧姆电阻（7，8）一起被连接在一测量电桥电路中。

5. 根据权利要求 4 所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述至少两个磁场传感器（4）被设置在一外部的圆上，并且替代所述欧姆电阻（7，8），至少两个另外的磁场传感器(5)被位于内部地设置在盘状的磁通压缩器(1)下方。

6. 根据以上权利要求中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述磁阻层状结构的参考层磁化强度（9）被如此取向，使得所述参考层磁化强度（9）垂直地与所述磁通压缩器（1）的外部边界相交，优选在一盘状的磁通压缩器（1）情况下径向地指向所述磁通压缩器（1）的中心或者替代地从所述磁通压缩器（1）的中心径向地指向外部。

7. 根据以上权利要求中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述磁场传感器（4，5）是 AMR 传感器。

8. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述磁场传感器（4，5）是 GMR 传感器。

9. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述磁场传感器（4，5）是 TMR 传感器。

10. 根据以上权利要求中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述磁场的其他空间分量可利用其他的磁场传感器被检测。

11. 根据以上权利要求中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述一个或多个磁通压缩器（1）是软磁的磁通压缩器。

12. 根据以上权利要求中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述参考层磁化强度（9）可通过如下方式获得，即利用一线圈装置在由所述磁场传感器（4，5）构成的回路阻抗上产生一径向的磁场。

13. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的磁场传感器装置，其特征在于，所述参考层磁化强度（9）可通过如下方式获得，即在所述磁阻层形成之后通过借助一外部场中的激光束的局部加热进行所述参考磁化强度（9）的写入，其中，或者在一恒定的、均质的场中旋转所述半导体芯片（2），或者旋转该场并且在所述回路阻抗上同步地旋转所述激光束。

14. 根据以上权利要求中任一项所述的磁场传感器装置的应用方法，其特征在于，所述磁场传感器装置被用于磁力线的三维检测中，尤其被用于罗盘应用的情况下。

用于测量磁场的空间分量的磁场传感器装置

技术领域

本发明涉及根据权利要求 1 所述类型的特征的用于测量磁场的空间分量的磁场传感器装置。

背景技术

普遍公知的是，例如在转速传感器和位置传感器中——如它们被用于例如发动机控制或者还被用于机动车中的变速箱控制或者行驶动态控制中——通过对应于旋转或者位置变化的磁场变化检测旋转运动或者位置变化。那么在此情况下，通常使用其本身已公知的磁传感器，这些磁传感器根据应用场合和使用范围可以是霍尔传感器或者磁阻传感器。

除了基于各向异性磁阻（AMR）效应的磁阻结构之外，在此特别提及灵敏度更高的巨磁阻（GMR）结构和隧道磁阻（TMR）结构。以下概括性地将不同的磁阻效应称为 XMR 效应。

具有 XMR 效应的传感器装置的缺点在于，与霍尔传感器不同，这些具有 XMR 效应的传感器装置对磁阻层状结构的平面中的磁通密度是敏感的。这样的磁阻层状结构是施加在衬底上，尤其在此施加在半导体芯片上的薄的金属层。因为半导体芯片具有良好的衬底特性并且电连接或者全部的信号处理可被集成，所以优选地可使用半导体芯片。

但是对于确定的应用，三个空间方向上的磁场测量是必需的，其中，除了关于半导体芯片平面中的磁通密度的信息之外，还需要关于垂直于半导体芯片平面的分量的信息。

例如由 EP 1 436 849 B1 公开了在通常测量垂直于芯片平面的磁通密度的传统霍尔传感器中存在如下可能性，即通过具有更低灵敏度的、特殊的、垂直的霍尔元件确定芯片平面中的缺少的分量。

由 EP 1 182 461 A2 公开了在霍尔传感器中借助于磁通压缩器将水平的的场分量朝着垂直方向偏转，以便随后利用通常的霍尔元件检测磁场。

但是，如果为了直接确定垂直的磁场分量应考虑充分利用 XMR 效应的磁场传感器的更高的磁场灵敏度，那么对此迄今为止只能从 EP 1 860 451 A1 中得知，检测垂直的磁场分量在半导体芯片的倾斜衬底面上的投影，这意味着具有对衬底角度的精确控制的高成本的衬底制造，以便随后推导回真正的垂直磁场分量。

发明内容

本发明从用于测量磁场的空间分量的磁场传感器装置出发，其中，借助磁场传感器，在充分利用衬底上的、优选半导体芯片上的磁阻层状结构的 XMR 效应情况下，待检测的磁场的一个另外的、优选垂直于或者不平行于层状结构存在的分量可通过如下方式被检测，即至少一个磁通压缩器被如此设置在层状结构上，使得在磁通压缩器的边缘区域中的磁力线可被如此偏转，使得磁力线在此构成磁场的水平分量。

在此优选地，至少两个磁场传感器或者磁阻层被设置在磁通压缩器的边缘区域中并且与两个欧姆电阻一起被连接在测量电桥电路中。在此特别有利的是，至少两个磁场传感器或者磁阻层被设置在外部的圆上并且至少两个其他的磁场传感器或者磁阻层位于内部地设置在盘状的磁通压缩器的下方。

此外有利的是，磁阻层状结构的参考层磁化强度被如此取向，使得参考层磁化强度径向地指向优选软磁的磁通压缩器的中心或者替代地从优选软磁的磁通压缩器的中心径向地指向外部。

作为磁场传感器的实施方式，在此可以考虑 AMR 传感器、GMR 传感器或者 TMR 传感器，这些传感器都充分利用了所谓的、在说明书引言中提及的 XMR 效应。

利用本发明还能够进一步利用附加的磁场传感器或者磁阻层检测磁场的其他空间分量。

当磁场传感器装置被用于磁场的三维检测时、尤其被用于罗盘应用时，得到根据本发明的磁场传感器装置的优选应用。

因此，借助本发明可以以简单的方式，例如借助于半导体芯片上的所谓的巨磁阻自旋阀电阻电桥测量垂直于芯片平面并且因此垂直于 GMR 层

的平面定向的磁通密度分量。在一个另外的步骤中，则可以通过芯片上的两个附加的 GMR 桥来实现用于三个空间方向上磁场测量的、简单的磁传感器。

因此根据本发明，通过使用例如使垂直于 GMR 层延伸的磁场分量偏转到芯片平面中的、优选软磁的磁通压缩器，GMR 传感器在平面中的高磁场灵敏度被充分利用，以便检测这个磁场分量。对此，磁通压缩器的圆形的圆盘几何形状是特别适合的。在此情况下，如此选择磁场传感器的 GMR 层的参考磁化强度，使得该参考磁化强度总是垂直于软磁元件的分界线地延伸，以便确保最佳的测量效果。

因此获得如下可能性，即优选地利用 GMR 传感器测量磁通密度的垂直分量，这迄今为止只能用霍尔元件来实现。与例如惠斯登（Wheatstone）测量电桥等公知的测量装置一起，为了测量 GMR 传感器层平面中的磁场分量，可以仅仅基于 GMR 传感器结构以小的耗费制造所谓的三轴磁场传感器。如前所述，这例如对于罗盘应用是有吸引力的。

附图说明

以下根据附图详细地说明本发明的实施例。附图示出：

图 1：磁场传感器装置以及具有通过该装置形成的磁力线的磁通压缩器的示意性剖面图，

图 2 和图 3：在侧视图（图 2）和俯视图（图 3）中的具有圆形的磁场传感器的、根据图 1 的磁场传感器装置的示图，

图 4：根据图 3 的、具有重叠的场的场方向的俯视图，以及

图 5：电桥电路中的磁场传感器装置的示例。

具体实施方式

在图 1 中示意性地示出的磁场传感器装置由软磁的磁通压缩器 1 组成，该磁通压缩器 1 位于衬底的表面上，在此半导体芯片 2 作为磁场传感器、例如 GMR 传感器的载体。从图 1 中可以得知，例如待检测的磁场的磁力线 3 在磁通压缩器 1 的边缘区域处从它们原来的垂直方向朝着水平方向偏移，使得对于磁场传感器而言这些磁力线 3 可被测量。

因为在磁通压缩器 1 的材料中，对于从垂直到水平的偏转的磁力线 3 的距离短于从水平到垂直的偏转的距离，所以在此虽然获得小的偏转效果，但是该偏转效果可以通过磁场传感器的增大的灵敏度来补偿。为了提高测量效果，或许可以通过在此未示出的方式将磁通压缩器 1 下沉到半导体芯片 2 的衬底层中。

由图 2 可以看出根据图 1 的、具有设置在一个外部的圆上的磁场传感器 4（例如 GMR 传感器）以及具有圆形的、在内部设置的、在磁通压缩器 1 和半导体芯片 2 之间的磁场传感器 5 的磁场传感器装置或者磁阻层状结构。从图 3 中可以在俯视图中识别出该装置，其中，在此用虚线来表示磁通压缩器 1 的边界。在此，磁阻 GMR 层状结构的参考层磁化强度 9 的取向是尤其重要的。根据图 3 和图 4，参考层磁化强度在理想情况下总是径向地指向磁通压缩器 1 的中心或者替代地从磁通压缩器 1 的中心径向地指向外部。只有这样才能确保叠加在半导体芯片 2 的平面中的磁场——如根据图 4 用场方向 B_x（箭头 6）所示——被补偿。在此情况下，在一个半圆上在待检测的磁场与参考层的磁化方向之间的取向反向平行时磁场传感器 4 的电阻增大与在另一半圆上磁场与磁化方向之间的取向平行时的电阻下降相同。

为了实现所述特定的参考层磁化强度 9，可以设置在此未示出的、合适的线圈装置，该线圈装置在由磁场传感器 4 和 5 构成的 GMR 回路阻抗上产生径向的磁场。替代地，在具有磁场传感器 4 和 5 的 GMR 层状系统形成之后，在半导体芯片 2 中可以通过借助外部场中的激光束的局部加热进行参考磁化强度的写入。在此或者在恒定的、均质的场中旋转半导体芯片 2，或者旋转场，并且在回路阻抗上同步地旋转激光束。

随后，可以通过磁场传感器 4 和 5（例如 GMR 电阻）的电桥电路实现对磁场大小的真实测量。如在图 5 中所示，至少两个磁场传感器 4 是必需的，以便获得测量效果。根据图 2 和图 3，必须将这些磁场传感器放置在磁通压缩器 1 的边缘附近。两个其余的电阻 7 和 8 可以是普通的欧姆电阻，这些欧姆电阻的电阻值与磁场传感器 4 或 5 相一致。

然而，为了获得最佳的电阻匹配，建议替代电阻 7 和 8 而使用两个其他的磁场传感器 5，但是这两个磁场传感器 5 必须随后与磁场屏蔽并且因此

作为内部的磁场传感器 5 被放置在磁通压缩器 1 下面。

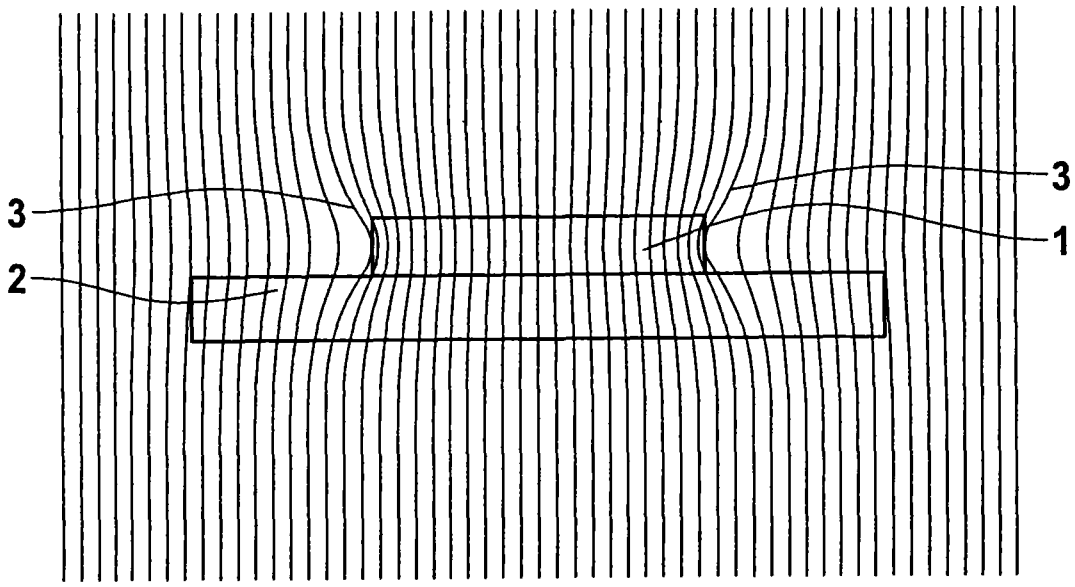


图1

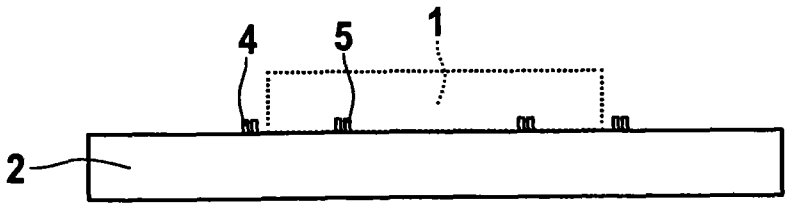


图2

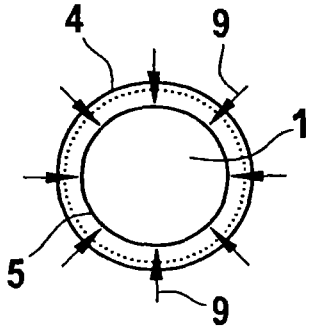


图3

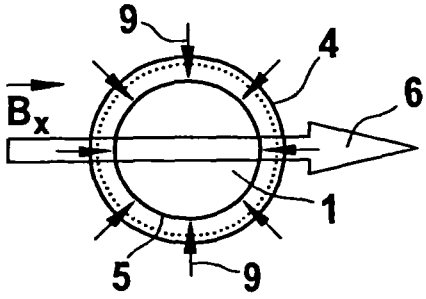


图4

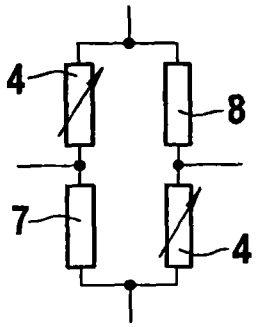


图5