(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117242534 A
(43)申请公布日 2023.12.15

(21)申请号 202280033073.3
(22)申请日 2022.03.23
(30)优先权数据
102021109597.2 2021.04.16 DE
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.11.03
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2022/057642 2022.03.23
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/218664 DE 2022.10.20
(71)申请人 曼特磁性器件有限公司
地址 德国哈瑙
(72)发明人 托马斯·温兹利克
(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限责任公司 11204
专利代理师 杨莘 罗妮妮
(51)Int.Cl.
H01F 1/153(2006.01)

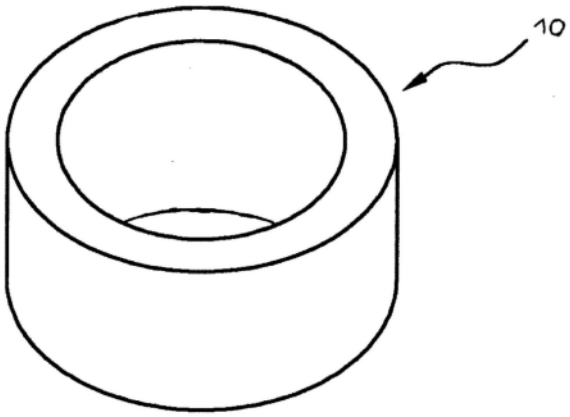
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

磁场敏感元件、制造方法和用途

(57)摘要

本发明涉及一种磁场敏感元件，其中该磁场敏感元件具有软磁物质的颗粒。因此，可得到具有特别小的矫顽场强和特别高的饱和磁通密度的形状极度灵活的磁场敏感元件，其中通过该磁场敏感元件的结构可降低有效磁导率，并且由此有利地提高该饱和磁场强度。总之，因此得到该磁场敏感元件的特别好的热稳定性。此外，本发明还涉及一种制造磁场敏感元件的方法和一种该磁场敏感元件的用途。



CN 117242534 A

1.一种磁场敏感元件(10),

其特征在于,

所述磁场敏感元件(10)具有软磁物质的颗粒。

2.根据权利要求1所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述磁场敏感元件(10)具有所占比例大于或等于10wt%,优选大于或等于20wt%并且特别优选大于或等于30wt%的所述软磁物质的所述颗粒。

3.根据权利要求1或2中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述磁场敏感元件(10)具有小于或等于10A/m的矫顽场强,优选小于或等于5A/m的矫顽场强和特别优选小于或等于3A/m的矫顽场强。

4.根据前述权利要求中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述磁场敏感元件(10)具有小于或等于0.1T的剩磁,优选小于或等于0.05T的剩磁和特别优选小于或等于0.02T的剩磁。

5.根据前述权利要求中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述磁场敏感元件(10)具有大于或等于1T的饱和磁通密度,优选大于或等于1.1T的饱和磁通密度和特别优选大于或等于1.2T的饱和磁通密度。

6.根据前述权利要求中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述颗粒具有大于或等于3μm并且小于或等于200μm的范围内的延伸,优选大于或等于4μm并且小于或等于100μm的范围内的延伸和特别优选大于或等于5μm并且小于或等于50μm的范围内的延伸。

7.根据前述权利要求中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述软磁物质是金属玻璃。

8.根据权利要求7所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述软磁物质具有纳米晶体结构。

9.根据前述权利要求中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述软磁物质具有以下原子组成:

$[Fe_{1-a}Ni_a]_{100-x-y-z-\alpha-\beta-\gamma}Cu_xSi_yB_zNb_\alpha M'_\beta M''_\gamma$

其中,$a \leq 0.3$,$0.6 \leq x \leq 1.5$,$10 \leq y \leq 17$,$5 \leq z \leq 14$,$2 \leq \alpha \leq 6$,$\beta \leq 7$,$\gamma \leq 8$,其中M'是元素V、Cr、Al和Zn中的至少一者,其中M″是元素C、Ge、P、Ga、Sb、In和Be中的至少一者。

10.根据前述权利要求中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述磁场敏感元件(10)具有基质材料,特别是树脂基基质材料。

11.根据权利要求1至9中的一项所述的磁场敏感元件(10),其特征在于,所述磁场敏感元件(10)烧结而成。

12.一种使用软磁物质的颗粒制造磁场敏感元件(10)的方法,其特征在于以下步骤:

-使用所述软磁物质的所述颗粒使得用于所述磁场敏感元件(10)的坯料成型;

-使所述坯料回火和/或固化,以将其凝固成所述磁场敏感元件(10);以及

-对所述磁场敏感元件(10)进行脱模。

13.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,烧结所述磁场敏感元件(10)。

14.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,在所述成型与所述烧结之间和/或所述烧结期间,通过施加外力对所述坯料进行压制。

15.根据权利要求13或14中的一项所述的方法,其特征在于,在大于或等于400℃并且

小于或等于650℃的范围内的温度下,优选在大于或等于450℃并且小于或等于620℃的范围内的温度下和特别优选在大于或等于500℃并且小于或等于600℃的范围内的温度下烧结所述磁场敏感元件(10)。

16.根据权利要求13至15中的一项所述的方法,其特征在于,在大于或等于15秒并且小于或等于1,800秒的时间范围内,优选在大于或等于30秒并且小于或等于900秒的时间范围内和特别优选在大于或等于45秒并且小于或等于600秒的时间范围内烧结所述磁场敏感元件(10)。

17.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,除了所述软磁物质的颗粒外,还使用基质材料,特别是树脂基基质材料,使得所述坯料成型。

18.根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述固化是通过所述基质材料的化学反应来进行的。

19.根据权利要求12至18中的一项所述的方法,其特征在于,所述软磁物质的所述颗粒从带材中获得。

20.一种磁场敏感元件(10),所述磁场敏感元件利用根据权利要求12至19中的一项所述的方法制成。

21.一种用于电扼流器的根据权利要求1至12中的一项和/或根据权利要求20所述的磁场敏感元件(10)的用途。

磁场敏感元件、制造方法和用途

[0001] 本发明涉及一种磁场敏感元件、一种制造方法和一种用途。特别地,本发明涉及一种具有软磁物质的颗粒的磁场敏感元件、一种使用软磁物质的颗粒制造磁场敏感元件的制造方法和一种这样的磁场敏感元件的用途。

[0002] 磁场敏感元件除其他外可由其磁导率、其饱和磁通密度、其饱和磁场强度、其矫顽场强和/或其剩磁表征。

[0003] 与硬磁元件相比,软磁磁场敏感元件具有相对较高的饱和磁通密度和相对较低的矫顽场强。此外,与硬磁元件相比,软磁磁场敏感元件具有高磁导率。

[0004] 对于一些应用,具有降低的有效磁导率的软磁磁场敏感元件是特别有利的,特别是对于这样的应用,即在这些应用中,相对较高的饱和磁场强度是有利。

[0005] 对于此类应用情况除其他外使用磁场敏感元件是已知的,这些磁场敏感元件具有气隙和/或利用退火方法在其物质特性方面发生了变化。特别地通过气隙,除了增加饱和磁场强度外,还可降低磁导率,并且使磁场敏感元件的磁滞曲线平坦化和线性化,而在此不会强制影响剩磁和/或矫顽场强。

[0006] 特别地,由于软磁磁场敏感元件对材料的要求,那些具有相对较高的饱和磁通密度的软磁磁场敏感元件由非常平的带材卷绕而成。由此形成了此类磁场敏感元件的几何边界条件,因为通过卷绕只能产生有限的形状。

[0007] 在卷绕部件后,最多只能通过对磁场敏感元件进行机械精加工来设置气隙。

[0008] 本发明的目的是针对现有技术提出一种改进方案或替代方案。

[0009] 根据本发明的第一方面,实现该目的的是磁场敏感元件,其中该磁场敏感元件具有软磁物质的颗粒。

[0010] 对相关术语的说明如下:

[0011] 首先,需要明确指出的是,在本专利申请范围内,如果对应的上下文中并未明确说明、或者对于本领域技术人员而言显而易见、或者技术上强制要求该处为“刚好一个…”、“刚好两个…”等情况,那么如“一”、“二”等不定冠词和数值数据在通常情况下应理解为“至少”数据,即“至少一个…”、“至少两个…”等。

[0012] 在本专利申请范围内,“特别是”这个表述始终是指,通过这个表述来引入可选的、优选的特征。该表述不应被理解为“确切而言”或“亦即”。

[0013] “磁场敏感元件”理解为利用改变元件的至少一个状态变量来对磁场做出反应的元件,特别是铁磁元件。磁场敏感元件可除其他外与电导体一起制成电感元件,该电感元件可用于电气和/或电子应用。

[0014] 优选地,磁场敏感元件理解为由软磁物质制成的元件。

[0015] “软磁物质”理解为能够在磁场中被轻易磁化的物质。优选地,软磁物质具有小于等于1,000A/m的矫顽场强。

[0016] “矫顽场强”理解为将先前带电至饱和磁通密度的磁场敏感元件完全消磁所需的磁场强度。

[0017] 优选地,软磁物质,特别是非晶态的软磁物质,是具有铁、镍和/或钴的合金。

[0018] “颗粒”理解为与磁场敏感元件相比小的物体。优选地,颗粒理解为在每个空间方向上具有介于3μm与200μm之间的范围内的延伸的物体。

[0019] 在此提出一种磁场敏感元件,该磁场敏感元件具有软磁物质的颗粒。

[0020] 磁场敏感元件在此优选地使用由软磁物质组成的颗粒来初级成型。

[0021] 为了将由软磁物质组成的颗粒加工成磁场敏感元件,优选地应想到的是粉末冶金工艺,特别是由软磁物质的颗粒烧结磁场敏感元件。

[0022] 替代性地,除其他外但还应想到的是,除了软磁物质的颗粒外,磁场敏感元件还可具有基质材料。在此,除其他外应想到的是,将颗粒溶解于基质材料中,然后使该基质材料固化成固体磁场敏感元件。特别地,在此可使用一种基于基础组分和固化剂的基质材料。

[0023] 应明确指出的是,所有其他成型方法也适合用于制造在此所述的磁场敏感元件。

[0024] 通过使用软磁物质的颗粒使得磁场敏感元件初级成型,可有利地实现:使得磁场敏感元件的几乎任意造型成为可能,由此可对指定应用情况的特定边界条件做出反应。

[0025] 此外,以这种方式可制造具有气隙的磁场敏感元件,而在此无需随后对磁场敏感元件进行切削加工,由此能够大大简化具有降低的有效磁导率的磁场敏感元件的制造。

[0026] 根据一种特别适宜的实施方式,还应想到的是,通过烧结颗粒或将颗粒与溶剂混合可得到在单个颗粒之间具有孔的磁性元件,其中这些孔可用周围的介质或溶剂填充。溶剂在此优选地可具有基质材料。这些孔导致单个颗粒之间的磁通量发生变化,从而使得与由软磁物质卷绕而成的磁场敏感元件相比,该磁场敏感元件的有效磁导率变得更小。

[0027] 特别是对于磁场敏感元件的热稳定性起决定作用的应用情况,饱和磁通密度、饱和磁场强度和/或矫顽场强是决定性的。磁场敏感元件的饱和磁场强度越大和/或矫顽场强越小和/或饱和磁通密度越大,磁场敏感元件就可越小,以保持热稳定性。

[0028] 在此提出一种磁场敏感元件,该磁场敏感元件基于颗粒材料的选择具有特别小的矫顽场强和特别高的饱和磁通密度,其中通过磁场敏感元件的结构降低有效磁导率,由此可有利地提高饱和磁场强度。换句话说,可利用有利的磁剪切力得到磁场敏感元件。

[0029] 此外,本文提出的磁场敏感元件有利地实现了磁场敏感元件的灵活造型,这与起始物质的可卷绕性的边界条件无关,由此磁场敏感元件的几何形状可适应应用情况的边界条件。

[0030] 优选地,磁场敏感元件具有所占比例大于或等于10wt%,优选大于或等于20wt%并且特别优选大于或等于30wt%的软磁物质的颗粒。

[0031] 优选地,磁场敏感元件具有所占比例大于或等于40wt%,优选大于或等于50wt%并且特别优选大于或等于60wt%的软磁物质的颗粒。进一步优选地,磁场敏感元件具有所占比例大于或等于70wt%,优选大于或等于80wt%并且特别优选大于或等于90wt%的软磁物质的颗粒。进一步优选地,磁场敏感元件具有所占比例大于或等于95wt%,优选大于或等于97.5wt%并且特别优选大于或等于99wt%的软磁物质的颗粒。

[0032] 应明确指出的是,不应将针对软磁物质的颗粒的质量比例的上述值理解成严格的限制,确切言之,在不脱离本发明所描述的方面的情况下,可在工程尺度上超出或者低于这些值。简而言之,这些值用于为在此提出的质量比例的大小提供依据。

[0033] 特别优选地,磁场敏感元件具有小于或等于10A/m的矫顽场强,优选小于或等于5A/m的矫顽场强和特别优选小于或等于3A/m的矫顽场强。

[0034] 优选地,磁场敏感元件具有小于或等于2A/m的矫顽场强,优选小于或等于1.5A/m的矫顽场强和特别优选小于或等于1A/m的矫顽场强。进一步优选地,磁场敏感元件具有小于或等于0.5A/m的矫顽场强,优选小于或等于0.1A/m的矫顽场强和特别优选小于或等于0.05A/m的矫顽场强。

[0035] 矫顽场强的上述值在50Hz振荡的磁场中适用。

[0036] 通过磁场敏感元件的低矫顽场强,可减少磁场敏感元件中的耗散,特别是在具有极性变化的磁场强度的指定的应用情况中,由此可附加地提高热稳定性。

[0037] 应明确指出的是,不应将针对磁场敏感元件的矫顽场强的上述值理解成严格的限制,确切言之,在不脱离本发明所描述的方面的情况下,可在工程尺度上超出或者低于这些值。简而言之,这些值用于为在此提出的磁场敏感元件的矫顽场强的大小提供依据。

[0038] 特别适宜地,磁场敏感元件具有小于或等于0.1T的剩磁,优选小于或等于0.05T的剩磁和特别优选小于或等于0.02T的剩磁。

[0039] 因此,在极性变化的磁场强度的情况下,可附加地有利地降低磁场敏感元件中发生的耗散。

[0040] 优选地,磁场敏感元件具有大于或等于1T的饱和磁通密度,优选大于或等于1.1T的饱和磁通密度和特别优选大于或等于1.2T的饱和磁通密度。优选地,磁场敏感元件具有大于或等于1.3T的饱和磁通密度。

[0041] 随着饱和磁通密度的增大,可有利地实现:磁场敏感元件的尺寸可针对参考应用情况被设定得更小,而在此不会变得热不稳定,特别是因为高饱和磁通密度还可实现高饱和磁场强度。

[0042] 应明确指出的是,不应将针对磁场敏感元件的饱和磁通密度的上述值理解成严格的限制,确切言之,在不脱离本发明所描述的方面的情况下,可在工程尺度上超出或者低于这些值。简而言之,这些值用于为在此提出的磁场敏感元件的饱和磁通密度的大小提供依据。

[0043] 可选地,颗粒具有小于或等于200μm的延伸,特别是大于或等于3μm并且小于或等于200μm的范围内的延伸,优选大于或等于4μm并且小于或等于100μm的范围内的延伸和特别优选大于或等于5μm并且小于或等于50μm的范围内的延伸。

[0044] 进一步优选地,颗粒具有大于或等于7μm并且小于或等于40μm的范围内的延伸,优选大于或等于8μm并且小于或等于30μm的范围内的延伸和特别优选大于或等于10μm并且小于或等于20μm的范围内的延伸。

[0045] 至少在借助烧结方法制造磁场敏感元件时,在此提出的颗粒大小与颗粒之间产生的孔大小相互作用。孔大小反过来又与有效磁导率相互作用,并且该有效磁导率与热稳定性相互作用。在实验中发现,颗粒大小的上述范围可导致获得特别有利的磁场敏感元件并且/或者特别容易地通过粉碎从起始材料中制成。

[0046] 不言而喻,上述范围界限也可任意组合,只要不脱离本发明的该方面即可。

[0047] 根据一种优选的实施方式,软磁物质是金属玻璃。优选地,软磁物质是磁性无定形金属。

[0048] 对相关术语的说明如下:

[0049] “金属玻璃”理解为一种物质的金属基合金,该合金在原子层不具有晶体结构,而

是非晶态结构,但却具有金属导电性作为特性。优选地,金属玻璃除金属合金成分外还具有非金属合金成分。

[0050] 通过对于金属来说非常不常见的非晶态的原子排列,有利地使得特别的物理物质特性成为可能。特别地,通过使用金属玻璃,可有利地降低磁场敏感元件的矫顽场强和/或有利地提高磁导率。附加地,金属玻璃可具有高电阻,由此针对磁场敏感元件的某些应用可有利地降低由磁场敏感元件造成的涡流损耗。

[0051] 特别优选地,软磁物质具有纳米晶体结构。

[0052] 对相关术语的说明如下:

[0053] 具有“纳米晶体结构”的材料理解为具有纳米微结构的多晶固体,其中微结构理解为晶体材料中的点缺陷、位错、堆垛层错和晶界的类型、晶体结构、数量、形状和拓扑排列。

[0054] 通过纳米晶体结构能够进一步改善磁场敏感元件的物理特性。特别地,可提高软磁物质的磁导率和/或降低软磁物质的饱和度。

[0055] 优选地,纳米晶体材料由非晶态的材料制成,其中非晶态的材料的晶体生长通过热效应和/或磁效应激发。

[0056] 优选地,磁场敏感元件由具有纳米晶体结构的软磁物质组成,该纳米晶体结构具有5μm至30μm的范围内的典型晶粒大小,优选地由纳米晶体的软磁物质组成,该纳米晶体的软磁物质具有7μm至20μm的范围内的典型晶粒大小,特别优选地由纳米晶体的软磁物质组成,该纳米晶体的软磁物质具有8μm至15μm的范围内的典型晶粒大小。因此能够实现磁场敏感元件的特别有利的物理特性,特别是在磁导率和/或饱和磁场强度方面。

[0057] 根据一种特别优选的实施方式,软磁物质具有以下原子组成:

[0058] $[Fe_{1-a}Ni_a]_{100-x-y-z-\alpha-\beta-\gamma}Cu_xSi_yB_zNb_\alpha M'_\beta M''_\gamma$

[0059] 其中,$a \leqslant 0.3$,$0.6 \leqslant x \leqslant 1.5$,$10 \leqslant y \leqslant 17$,$5 \leqslant z \leqslant 14$,$2 \leqslant \alpha \leqslant 6$,$\beta \leqslant 7$,$\gamma \leqslant 8$,其中M’是元素V、Cr、Al和Zn中的至少一者,其中M″是元素C、Ge、P、Ga、Sb、In和Be中的至少一者。

[0060] 实验室试验表明,软磁物质的上述规格为在此提出的磁场敏感元件带来特别有利的材料特性。

[0061] 在此,通过上述物质规格可特别地实现矫顽场强特别低和/或饱和磁通密度特别高的磁场敏感元件。

[0062] 优选地,上述软磁物质具有镍,特别是具有大于或等于4.5wt%的镍含量,优选大于或等于5wt%的镍含量和特别优选大于或等于5.5wt%的镍含量。

[0063] 根据一种可选的实施方式,磁场敏感元件包括基质材料,特别是树脂基基质材料。

[0064] 对相关术语的说明如下:

[0065] “基质材料”理解为这样的材料,即软磁物质的颗粒能够溶解于该材料中,并且该材料在此支持磁场敏感元件保持其物体形状。

[0066] “软磁物质的颗粒溶解于基质材料中”理解为:将颗粒转变成在技术意义上基本均匀的混合物,同时保持其材料组成,该混合物除了颗粒外至少具有用于颗粒的溶剂,特别是至少具有基质材料。在此应想到的是,溶剂包围着颗粒,并且颗粒通过粘附相互作用与溶剂结合。

[0067] 优选地,除了基质材料外,溶剂还具有填料。因此可降低磁场敏感元件的价格和/或改善磁场敏感元件的化学和/或物理特性。

[0068] 对于基质材料,优选地应想到的是液体物质,特别是具有胀流或牛顿或假塑性或宾汉塑性或卡森塑性流动行为的液体物质。

[0069] 根据一种可选的实施方式,基质材料在颗粒溶解后被硬化,特别是通过基质材料与硬化剂之间的反应。

[0070] 应明确指出的是,在此还提出磁场敏感元件,其由软磁物质组成的颗粒并不存在于固体中,而是溶解于液体溶剂中。针对本实施方式设置为,溶剂和颗粒的混合物被成型包裹物包围。

[0071] 优选地,可因此实现一种磁场敏感元件,在该磁场敏感元件中颗粒之间无需直接接触。因此,磁场敏感元件的有效磁导率可附加地降低。通过软磁物质的颗粒与溶剂的混合比例可有利地调节孔大小或者一般来说调节软磁物质的单个颗粒之间的距离,由此特别地可调节磁场敏感元件的有效磁导率。

[0072] 根据一种特别适宜的实施方式,磁场敏感元件烧结而成。

[0073] 对相关术语的说明如下:

[0074] “烧结”理解为制造或改变磁场敏感元件的方法。在此,将软磁物质的颗粒加热,然而其中温度低于软磁物质的颗粒的熔化温度,从而使得保持磁场敏感元件的形状。在烧结期间,由于软磁物质的颗粒被压实并且孔被填充,因此磁场敏感元件的尺寸可出现收缩。优选地,在回火前和/或回火期间将软磁物质的颗粒压在一起。通过烧结颗粒,实现颗粒彼此间以材料锁合的方式连接起来。

[0075] 有利地,借助经烧结的磁场敏感元件,可实现:有效的磁导率特别精确地等于所需值。

[0076] 有利地,经烧结的磁场敏感元件是坚固的,并且即使在介于200℃与350℃之间的工作温度下也是形状稳定的。总之,经烧结的磁场敏感元件具有特别高的热稳定性。

[0077] 根据本发明的第二方面,实现该目的的是一种使用软磁物质的颗粒制造磁场敏感元件的方法,其特征在于以下步骤:

[0078] -使用软磁物质的颗粒成型使得用于磁场敏感元件的坯料成型;

[0079] -使坯料回火和/或固化,以将其凝固成磁场敏感元件;以及

[0080] -对磁场敏感元件进行脱模。

[0081] 对相关术语的说明如下:

[0082] 在本实施方案内,“成型”理解为使得用于磁场敏感元件的坯料成型。

[0083] 优选地,在烧结工具中可使得由软磁物质的颗粒组成的坯料成型,其中该烧结工具可用作阴模。

[0084] 优选地,在成型时也应想到其他成型方法。

[0085] 特别地,在此也应理解,将具有溶剂(优选基质材料)和软磁物质的颗粒的混合物引入阴模。进一步地,应想到的是,可使混合物在阴模中固化,随后作为磁场敏感元件脱模出来。

[0086] 此外应想到的是,将具有溶剂和软磁物质的颗粒的混合物填充入可密封的包裹物中,因此也形成磁场敏感元件。在这种情况下,无需进行使磁场敏感元件凝固的温度处理和脱模。

[0087] “坯料”理解为被设计用于进一步处理,特别是通过温度处理或化学反应进一步处

理的成型物质。优选地,应想到的是被设计用于通过化学反应进行固化的用于烧结过程的坯料或磁场敏感元件的坯料。换句话说,使成型的坯料在后续的进一步处理步骤中凝固。

[0088] “回火”理解为对坯料或磁场敏感元件进行热处理,特别是通过这些组成成分的化学反应和/或通过外部热源。

[0089] “固化”理解为坯料或磁场敏感元件的化学反应,其中化学反应,特别是交联反应,导致坯料或磁场敏感元件的硬度和/或韧性和/或熔点的增加和/或溶解度的降低。

[0090] “脱模”理解为将磁场敏感元件从阴模中取出。

[0091] 在此提出一种制造磁场敏感元件的方法,特别是制造根据本发明的第一方面的磁场敏感元件的方法。

[0092] 在现有技术中,迄今为止已知的是,磁场敏感元件在造型方面受到已知制造方法所产生的边界条件的限制。在此提出的制造方法可克服现有技术中的这一缺点,因为在此提出的方法使得磁场敏感元件,特别是具有气隙的磁场敏感元件的几乎任意造型成为可能。

[0093] 不言而喻,上述磁场敏感元件的优点适用于制造磁场敏感元件的方法。

[0094] 特别优选地,烧结磁场敏感元件。

[0095] 在此提出,借助烧结方法使坯料回火。

[0096] 因此,由软磁材料组成的颗粒可有利地凝固成磁场敏感元件。

[0097] 适宜地,在成型与烧结之间和/或烧结期间,通过施加外力对坯料进行压制。

[0098] 通过在烧结前和/或烧结期间施加外力,可压实坯料和/或磁场敏感元件。

[0099] 在实验室试验中发现,特别有利的是大于或等于120N/mm^{2}并且小于或等于300N/mm^{2}的范围内的压紧压力,优选大于或等于150N/mm^{2}并且小于或等于250N/mm^{2}的范围内的压紧压力和特别优选大于或等于180N/mm^{2}并且小于或等于200N/mm^{2}的范围内的压紧压力。

[0100] 有利地,因此可得到经烧结的特别坚固的磁场敏感元件。

[0101] 应明确指出的是,不应将针对压紧压力的上述值理解成严格的限制,确切言之,在不脱离本发明所描述的方面的情况下,可在工程尺度上超出或者低于这些值。简而言之,这些值用于为在此提出的压紧压力的大小提供依据。

[0102] 优选地,在大于或等于400℃并且小于或等于650℃的范围内的温度下,优选在大于或等于450℃并且小于或等于620℃的范围内的温度下和特别优选在大于或等于500℃并且小于或等于600℃的范围内的温度下烧结磁场敏感元件。

[0103] 利用上述烧结时的温度值,可在实验室试验中得到特别有利的磁场敏感元件。特别地,利用规定的温度值,可降低烧结过程期间的时间和/或压紧压力。

[0104] 此外,优选地提出,不在高于700℃的温度下,优选不在高于650℃的温度下和特别优选不在高于600℃的温度下烧结磁场敏感元件,因为因此可有效地实现:可防止软磁物质的晶体结构的变化,特别地可防止从无定形状态开始的结晶。优选地,可因此保持磁场敏感元件的阻抗,由此也可保持磁场敏感元件的热稳定性。

[0105] 优选地提出,不在低于400℃的温度下,优选不在低于550℃的温度下和特别优选不在低于600℃的温度下烧结磁场敏感元件,因为因此在烧结时需要更高的压紧压力,由此除其他外增加了模具成本。

[0106] 进一步优选地,在大于或等于15秒并且小于或等于1,800秒的时间范围内,优选在

大于或等于30秒并且小于或等于900秒的时间范围内和特别优选在大于或等于45秒并且小于或等于600秒的时间范围内烧结磁场敏感元件。

[0107] 特别地提出,在600℃下,在大于或等于15秒并且小于或等于180秒的时间范围内,优选在大于或等于20秒并且小于或等于60秒的时间范围内烧结磁场敏感元件。

[0108] 优选地,进一步提出,在500℃下,在大于或等于500秒并且小于或等于1,500秒的时间范围内,优选在大于或等于750秒并且小于或等于1,100秒的时间范围内烧结磁场敏感元件。

[0109] 应明确指出的是,不应将针对温度和/或烧结时间的上述值理解成严格的限制,确切言之,在不脱离本发明的所描述的方面的情况下,可在工程尺度上超出或者低于这些值。简而言之,这些值用于为在此提出的温度和/或烧结时间的大小提供依据。

[0110] 根据一种可选的实施方式,除了软磁物质的颗粒外,还使用基质材料,特别是树脂基基质材料,使得坯料成型。

[0111] 在此应想到的是,将由软磁物质组成的颗粒溶解于溶剂中,优选地溶解于基质材料中。随后,颗粒可与基质材料一起成型为坯料或磁场敏感元件。

[0112] 可选地,固化是通过基质材料的化学反应来进行的。

[0113] 在此提出,在基质材料和软磁物质的颗粒中附加地添加固化剂。于是基质材料和固化剂的材料结合引发化学反应,通过该化学反应使磁场敏感元件凝固。

[0114] 根据一种适宜的实施方式,软磁物质的颗粒从带材中获得。

[0115] 特别地,金属玻璃通过快速凝固特别薄的材料层制成。因此,可获得软磁物质的带材。

[0116] 特别地提出,颗粒通过粉碎和/或碾磨带材制成。因此,软磁材料的颗粒可以特别经济的方式制造。

[0117] 应当明确指出的是,第二方面的主题可以有利地与本发明的上述方面的主题组合,可以单独地或以任何组合累积。

[0118] 根据本发明的第三方面,实现该目的的是一种利用根据本发明的第二方面的方法制造的磁场敏感元件。

[0119] 不言而喻,根据本发明的第二方面的制造磁场敏感元件的方法的前述优点直接适用于利用根据本发明的第二方面的方法制造的磁场敏感元件。

[0120] 应当明确指出,第三方面的主题可以有利地与本发明前述方面的主题组合,并且可以单独地或以任何组合累积地组合。

[0121] 根据本发明的第四方面,实现该目的的是一种用于电扼流器的根据本发明的第一方面和/或根据本发明的第三方面的磁场敏感元件的用途。

[0122] 对相关术语的说明如下:

[0123] “扼流器”理解为电感元件,特别是用于限制(特别是用于频谱物理限制)电气管线中的电流来以能量的磁场形式中间储存能量、阻抗适应和/或滤波的电感元件。

[0124] 不言而喻,根据本发明的第一方面和/或本发明的第三方面的磁场敏感元件的前述优点直接适用于一种根据本发明的第一方面和/或本发明的第三方面的磁场敏感元件的用途。

[0125] 应当明确指出的是,第四方面的主题可以有利地与本发明的上述方面的主题组

合,可以单独地或以任何组合累积。

[0126] 本发明的更多优点、细节和特征可从下文所阐述的实施例中获得。其中,具体地:

[0127] 图1示意性地显示了磁场敏感元件。

[0128] 在接下来的说明中,相同的附图标记表示相同的构件或相同的特征,因此,参照一个附图针对一个构件所做的说明也适用于其他附图,以避免重复说明。此外,结合一个实施方式所描述的各项特征也可以在其他实施方式中单独使用。

[0129] 图1中的磁场敏感元件10具有软磁物质的颗粒。

[0130] 根据第一实施方式,采用粉末冶金工艺将由软磁物质组成的颗粒加工成磁场敏感元件10,特别地在压力和温度的作用下将软磁物质的颗粒烧结成磁场敏感元件10。

[0131] 通过使用软磁物质的颗粒使得磁场敏感元件10初级成型,可有利地实现:磁场敏感元件10的几乎任意造型都是可行的。这使得可利用磁场敏感元件10的形状对指定的应用情况的特定边界条件,特别是几何边界条件做出反应成为可能。

[0132] 特别是对于磁场敏感元件10的热稳定性起决定作用的应用情况,饱和磁通密度、饱和磁场强度和/或矫顽场强是决定性的。磁场敏感元件10的饱和磁场强度越大和/或矫顽场强越小和/或饱和磁通密度越大,磁场敏感元件10就可越小,以保持热稳定性。

[0133] 基于颗粒材料的选择,磁场敏感元件10具有特别小的矫顽场强和特别高的饱和磁感应度。在烧结时产生的颗粒之间的孔导致磁场敏感元件10的有效磁导率降低。

[0134] 根据第二实施方式,除了软磁物质的颗粒外,磁场敏感元件10还具有基质材料。在此,除其他外应想到的是,将颗粒溶解于基质材料中,然后使该基质材料固化成固体磁场敏感元件10。特别地,在此可使用一种基于基础组分和固化剂的基质材料。

[0135] 根据第三实施方式,磁场敏感元件10利用不同的成型方法制成。

[0136] 根据第四实施方式,磁场敏感元件10具有气隙(未示出)。利用上述提出的用于磁场敏感元件10的成型方法,可制造气隙,无需随后对磁场敏感元件10进行切削加工。因此可大大简化有效磁导率降低的磁场敏感元件10的制造。

[0137] 附图标号清单

[0138] 10 磁场敏感元件

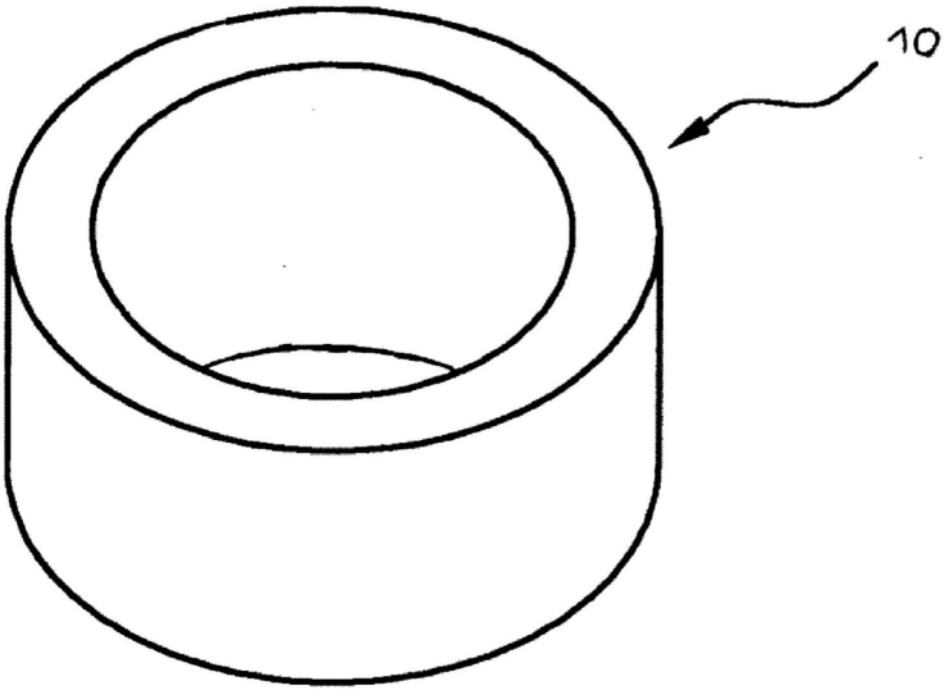


图1