



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106133849 B

(45)授权公告日 2019.01.11

(21)申请号 201580014294.6

(22)申请日 2015.03.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106133849 A

(43)申请公布日 2016.11.16

(30)优先权数据
2014-053771 2014.03.17 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.09.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/057426 2015.03.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/141569 JA 2015.09.24

(73)专利权人 株式会社东金
地址 日本宫城县

(72)发明人 茶谷健一 池田贤司 津田利则

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 雒运朴

(51)Int.Cl.
H01F 1/24(2006.01)
B22F 3/00(2006.01)
B22F 3/02(2006.01)
H01F 27/255(2006.01)

(56)对比文件
JP 2013243330 A,2013.12.05,
CN 102693801 A,2012.09.26,
JP 5453036 B2,2014.03.26,
审查员 钟健

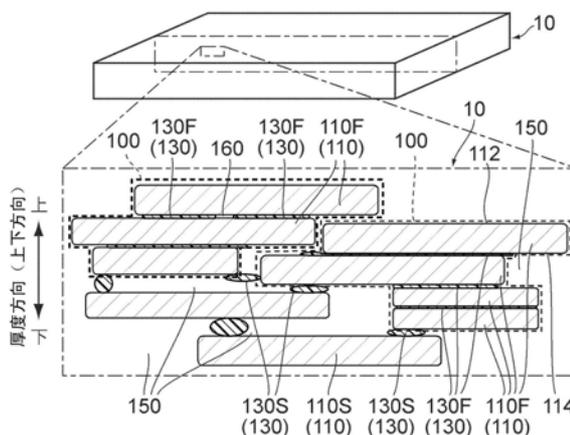
权利要求书1页 说明书15页 附图5页

(54)发明名称

软磁性成型体、磁芯以及磁性片

(57)摘要

软磁性成型体将具有扁平形状的软磁性金属粉末通过粘结剂成分粘结而成。软磁性成型体包含60体积%以上的软磁性金属粉末、和10体积%以上且30体积%以下的开细孔。粘结剂成分以无机氧化物作为主成分。



1. 一种软磁性成型体,其为将具有扁平形状的软磁性金属粉末通过粘结剂成分粘结而成的软磁性成型体,其中,

所述软磁性成型体包含60体积%以上的所述软磁性金属粉末、和10体积%以上且30体积%以下的开细孔,

所述开细孔彼此相连,且向所述软磁性成型体的外部开口,

所述粘结剂成分以无机氧化物作为主成分,

所述软磁性成型体包含一个以上的粉末集合体,

所述粉末集合体分别包含多个所述软磁性金属粉末,

所述粉末集合体所包含的所述软磁性金属粉末的上表面或者下表面通过局部地扩展成平面状的所述粘结剂成分而与同一所述粉末集合体所包含的其他所述软磁性金属粉末的下表面或者上表面粘结,

所述粘结剂成分局部地聚集成粒子状,从而将所述粉末集合体所包含的所述软磁性金属粉末与同一所述粉末集合体所未包含的所述软磁性金属粉末空出间隔而粘结。

2. 根据权利要求1所述的软磁性成型体,其中,

彼此上下相邻的两个以上的所述软磁性金属粉末作为第一软磁性金属粉末而构成所述粉末集合体,

上下相邻的两个所述第一软磁性金属粉末空出比上下相邻的所述第一软磁性金属粉末各自的厚度小的距离,且通过所述粘结剂成分而以相互平行地延伸的方式粘结。

3. 根据权利要求2所述的软磁性成型体,其中,

所述粉末集合体与其他所述粉末集合体在彼此之间形成所述开细孔并粘结,或者所述粉末集合体与任一所述粉末集合体均未包含的所述软磁性金属粉末即第二软磁性金属粉末在彼此之间形成所述开细孔并粘结。

4. 根据权利要求1所述的软磁性成型体,其中,

所述软磁性成型体的表面的至少一部分由树脂或者玻璃质覆盖。

5. 根据权利要求4所述的软磁性成型体,其中,

所述开细孔的至少一部分由树脂或者玻璃质填埋。

6. 根据权利要求1所述的软磁性成型体,其中,

使包含无机质的溶液浸渗于所述开细孔的至少一部分并实施热处理,从而所述开细孔的至少一部分由与所述无机氧化物不同的其他无机氧化物填埋,所述无机氧化物在使包含所述无机质的溶液浸渗于所述开细孔的至少一部分之前包含于所述软磁性成型体。

7. 一种磁芯,其包括权利要求1至6中任一项所述的软磁性成型体。

8. 一种磁性片,其包括权利要求1至6中任一项所述的软磁性成型体。

软磁性成型体、磁芯以及磁性片

技术领域

[0001] 本发明涉及一种将具有扁平形状的软磁性金属粉末通过粘结剂成分粘结而成的软磁性成型体。

背景技术

[0002] 专利文献1中公开了由这种类型的软磁性成型体构成的磁芯。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2013-243330号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 专利文献1所公开的磁芯(即软磁性成型体)能够适当变形而容易使用。对于这样的软磁性成型体,期望进一步提高其优异的特性而用于更宽范围的用途。

[0008] 由此,本发明的目的在于提供一种能够实现这种要求的软磁性成型体。

[0009] 用于解决课题的方案

[0010] 本发明的一个技术方案提供一种将具有扁平形状的软磁性金属粉末通过粘结剂成分粘结而成的软磁性成型体。所述软磁性成型体包含60体积%以上的所述软磁性金属粉末、和10体积%以上且30体积%以下的开细孔。所述粘结剂成分以无机氧化物作为主成分。

[0011] 另外,本发明的另一技术方案提供一种包括所述软磁性成型体的磁芯。

[0012] 另外,本发明的另一技术方案提供一种包括所述软磁性成型体的磁性片。

[0013] 发明效果

[0014] 本发明的软磁性成型体包含:通过粘结剂成分粘结而成的60体积%以上的软磁性金属粉末、和10体积%以上且30体积%以下的开细孔。根据该构造可以理解,本发明的软磁性成型体内部的空穴几乎都是与软磁性成型体的外部相连的开细孔。因此,本发明的软磁性成型体与以往的软磁性成型体相比更不易破损并且容易加工。

[0015] 参照附图并探讨下述的最佳的实施方式的说明,应当可以准确地理解本发明的目的并且更全面地理解其结构。

附图说明

[0016] 图1是示意性地表示本发明的实施方式的软磁性成型体的立体图。此处,局部放大且示意性地描绘出软磁性成型体的剖面的一部分(由单点划线包围的部分)。

[0017] 图2是示意性地表示用于制作图1的软磁性成型体的料浆的一部分的剖视图。

[0018] 图3是表示本实施方式的软磁性成型体的剖面的一部分的图像。

[0019] 图4是表示图3的软磁性成型体的另一图像。图像中的白色的部分是粘结剂成分(无机氧化物)。

[0020] 图5是表示由本实施方式的软磁性成型体构成的磁芯的立体图。此处，用虚线描绘出磁芯的贯通孔中的隐藏部分。

[0021] 图6是表示使用了图5的磁芯的电感元件的立体图。此处，用虚线描绘出电感元件的线圈中的隐藏部分。

[0022] 图7是表示图6的电感元件的线圈的立体图。此处，用单点划线描绘出线圈的贯通部与连接部之间的边界线(假想线)。

[0023] 图8的(A)是在贯通部插入贯通孔以前的状态下局部放大地表示图6的磁芯的贯通孔与线圈的贯通部的立体图。图8的(B)是局部放大地表示图6的磁芯的贯通孔与线圈的贯通部的侧视剖视图。

[0024] 图9的(A)是局部放大地表示图6的磁芯的贯通孔与线圈的贯通部的俯视剖视图。图9的(B)是表示图9的(A)的贯通孔以及贯通部的变形例的俯视剖视图。图9的(C)是表示图9的(A)的贯通孔以及贯通部的另一变形例的俯视剖视图。

[0025] 图10是表示图6的电感元件的变形例的侧视图。此处，用虚线描绘出电感元件的线圈以及间隔件中的隐藏部分。

具体实施方式

[0026] 能够通过多种变形、各种方式来实现本发明，作为一例，以下对附图所示的特定的实施方式进行详细地说明。附图以及实施方式并非将本发明限定于本文所公开的特定的方式，作为其对象还包含在本发明的技术方案所示出的范围内可以实现的所有变形例、等同物、代替例。

[0027] 在以下的说明中，“上”、“下”等表示位置的词语并非表示绝对的位置，而仅表示附图中的相对的位置。

[0028] 参照图1，本发明的实施方式的软磁性成型体10具有在厚度方向(上下方向)上较薄的平板形状。软磁性成型体10具有例如2mm左右的厚度(上下方向的尺寸)。本实施方式的软磁性成型体10在与上下方向正交的水平面(规定面)内具有矩形形状。然而，本发明不局限于此。软磁性成型体能够形成为各种形状。例如，软磁性成型体可以形成为0.4mm左右的厚度的薄片状。

[0029] 参照图1以及图3，软磁性成型体10将具有扁平形状的软磁性金属粉末(软磁性金属材料)110通过粘结体(粘结剂成分)130粘结而成。软磁性成型体10包含：60体积%以上的软磁性金属粉末110、4体积%以上且30体积%以下的粘结剂成分130、10体积%以上且30体积%以下的开细孔(空穴)150、以及较少体积%的闭细孔(空穴)160。粘结剂成分130以无机氧化物作为主成分。例如，粘结剂成分130以氧化硅作为主成分。

[0030] 如图1以及图3所示，软磁性成型体10包含一个以上的粉末集合体100。粉末集合体100分别包含多个软磁性金属粉末110。根据本实施方式，软磁性金属粉末110可以分类成任一粉末集合体100所包含的第一软磁性金属粉末110F、和任一粉末集合体100均未包含的第二软磁性金属粉末110S。然而，软磁性成型体10也可以不包含第二软磁性金属粉末110S。另外，软磁性成型体10也可以仅包含一个粉末集合体100。

[0031] 根据以上的说明可以理解，第一软磁性金属粉末110F与第二软磁性金属粉末110S由相同的软磁性金属材料制成，且具有相同的形状以及特性。换言之，第一软磁性金属粉末

110F以及第二软磁性金属粉末110S均为软磁性金属粉末110。软磁性金属粉末110沿着水平面取向。具体而言,软磁性金属粉末110分别具有略微弯曲且大致在水平面上延伸的上表面112以及下表面114。

[0032] 参照图1以及图4,粘结剂成分130如后文所述那样通过对包含无机质的粘结剂184(参照图2)进行热固化而形成。具体而言,在进行热固化时,粘结剂184(粘结剂成分130)一边变化为以无机氧化物作为主成分的粘结剂成分130,一边沿着软磁性金属粉末110的上表面112或者下表面114局部地扩展成平面状而形成第一粘结体130F(参照图4)。另外,此时,粘结剂184(粘结剂成分130)局部地聚集成粒子状而形成第二粘结体130S(参照图4)。换言之,第一粘结体130F扩展成大致平面状,第二粘结体130S聚集成大致粒子状。

[0033] 根据以上的说明可以理解,第一粘结体130F与第二粘结体130S由相同的粘结剂184(参照图2)制成,且具有相同的特性。换言之,第一粘结体130F以及第二粘结体130S均为粘结剂成分130。

[0034] 粉末集合体100所包含的第一软磁性金属粉末110F的上表面112或者下表面114通过第一粘结体130F而与同一粉末集合体100所包含的其他第一软磁性金属粉末110F的下表面114或者上表面112粘结。第一粘结体130F比第一软磁性金属粉末110F薄。因此,同一粉末集合体100所包含的第一软磁性金属粉末110F彼此紧密接触。换言之,粉末集合体100是通过第一粘结体130F上下连结且在软磁性成型体10内部以高密度聚集的软磁性金属粉末110的集合。

[0035] 具体而言,软磁性金属粉末110中的彼此上下相邻的两个以上的软磁性金属粉末110作为第一软磁性金属粉末110F而构成粉末集合体100。上下相邻的两个第一软磁性金属粉末110F空出比上下相邻的第一软磁性金属粉末110F各自的厚度小的距离而通过第一粘结体130F以相互平行延伸的方式粘结。软磁性成型体10由这样形成的粉末集合体100构成,因此能够包含60体积%以上的软磁性金属粉末110。

[0036] 粉末集合体100与其他粉末集合体100或者第二软磁性金属粉末110S在彼此之间形成开细孔150(即较大的空间),并且通过第二粘结体130S粘结。换言之,第二粘结体130S将粉末集合体100所包含的第一软磁性金属粉末110F与同一粉末集合体100所未包含的软磁性金属粉末110空出间隔而粘结。由此,在粉末集合体100与其他粉末集合体100之间形成有开细孔150。另外,在粉末集合体100与第二软磁性金属粉末110S之间也形成有开细孔150。

[0037] 并且,第一软磁性金属粉末110F在与上下方向正交的方向上相互错开并且在上下方向上层叠。因此,在粉末集合体100所包含的第一软磁性金属粉末110F之间也形成有开细孔150。

[0038] 软磁性成型体10中除开细孔150以外还形成有闭细孔160。开细孔150彼此相连,且向软磁性成型体10的外部开口(未图示)。另一方面,闭细孔160是封闭于软磁性成型体10的内部的较小的空间。本实施方式的软磁性成型体10几乎不包含闭细孔160,而包含体积较大的开细孔150。换言之,根据本实施方式,软磁性成型体10内部的空穴(空间)几乎都是开细孔150。

[0039] 软磁性成型体10基于上述的构成要素以及构造而具有如下的特性。

[0040] 如上所述,本实施方式的软磁性成型体10包含60体积%以上的软磁性金属粉末

110。因此,软磁性成型体10的磁特性提高。更具体而言,软磁性成型体10具有0.5T以上的较高的饱和磁通密度和与铁氧体相当的较高的磁导率。本实施方式的软磁性成型体10不易发生磁性饱和,因此在例如作为磁芯使用的情况下,能够使磁芯小型化。

[0041] 根据本实施方式,能够使软磁性成型体10的1MHz的频率下的相对磁导率的实数成分达到50以上。并且,能够使1MHz的频率下的相对磁导率的实数成分达到100以上。具体而言,初始磁导率范围内的相对磁导率的实数成分在1MHz以上的规定的频率(XMHz)下通过磁共振而成为极大值(Y)。该规定的频率(XMHz)以及极大值(Y)满足 $X \times Y \geq 300$ 的条件式。因此,能够防止涡电流损失的增大、铁心损耗的增大以及噪声吸收性能的降低。为了提高软磁性成型体10的相对磁导率,更优选软磁性成型体10中包含70体积%以上的软磁性金属粉末110。

[0042] 如前述那样,软磁性金属粉末110分别与水平面平行地取向。换言之,软磁性成型体10的易磁化轴沿着与水平面平行的方向延伸。因此,与水平面平行的方向上的去磁系数变小,能够进一步提高相对磁导率。为了提高与水平面平行的方向上的相对磁导率,软磁性金属粉末110的平均纵横尺寸比优选为10以上。

[0043] 为了得到所需的磁特性,软磁性金属粉末110优选由Fe系合金构成。并且,软磁性金属粉末110优选由Fe-Si系合金构成。进一步,软磁性金属粉末110优选由Fe-Si-Al系合金(铁硅铝合金;Sendust)或者Fe-Si-Cr系合金构成。

[0044] 在软磁性金属粉末110包含Si以及Al的情况下,软磁性金属粉末110中的Si的比率优选为3重量%以上且18重量%以下,Al的比率优选为1重量%以上且12重量%以下。在软磁性成型体10具有上述的组成的情况下,软磁性成型体10的磁晶各向异性常数以及磁致伸缩常数降低,磁特性提高。

[0045] 如前述那样,软磁性金属粉末110分别具有扁平形状,并且,软磁性金属粉末110在与水平面平行的方向上相互错开,且在上下方向上层叠。因此,即使假设产生裂纹也能够防止裂纹恶化。特别是,断裂不会在上下方向上恶化。根据本实施方式,可以得到例如具有2.0mm左右的厚度并且具有比作为陶瓷材料的铁氧体更高的韧性(强度)的软磁性成型体10。软磁性成型体10与铁氧体不同,即使受到按压力也不易破损并且磁特性不易劣化。

[0046] 如前述那样,软磁性金属粉末110通过无机物即粘结剂成分130粘结。因此,软磁性成型体10能够承受甚至是260°C左右的高温引起的回流。另外,软磁性金属粉末110通过绝缘性的粘结剂成分130粘结。因此,软磁性成型体10具有优异的频率特性和 $10k \Omega \cdot cm$ 以上的较高的电阻率。换言之,本实施方式的软磁性成型体10具有良好的绝缘性。另外,在软磁性金属粉末110包含规定量的Si以及Al的情况下,在制作软磁性成型体10时,可以在软磁性金属粉末110的表面形成包含Si以及Al的钝化膜。其结果是,软磁性成型体10的电阻率进一步变大。

[0047] 利用软磁性成型体10制成的磁芯具有与铁氧体磁芯同等的电感以及电阻率,并且具有比铁氧体磁芯更优异的直流重叠特性。然而,当软磁性金属粉末110的填充率超过85体积%时,电阻率会明显降低,在电感元件内部会产生较大的涡电流损失。因此,在利用软磁性成型体10来制作磁芯的情况下,需要将软磁性成型体10所包含的软磁性金属粉末110设置为85体积%以下。

[0048] 并且,本实施方式的软磁性成型体10具有比以往最高的铁氧体更高的热传导率。

综上,根据本实施方式,能够兼顾优异的磁特性、较高的强度、良好的绝缘性以及较高的热传导率。

[0049] 根据本实施方式,开细孔150遍及软磁性成型体10整体而在通过粘结剂成分130粘结的粉末集合体100以及软磁性金属粉末110之间扩展。因此,软磁性成型体10具有弹性。具体而言,本实施方式的软磁性成型体10的基于ISO7619-typeD的橡胶硬度为92以上且96以下。即,软磁性成型体10具有较高的强度并且能够弹性变形。

[0050] 特别是,本实施方式的软磁性成型体10因内部包含的开细孔150与扁平形状的软磁性金属粉末110本身的弹性而具有上下方向上的弹性。基于该上下方向上的弹性,软磁性成型体10不仅容易被压缩至规定的厚度,还容易从压缩后的状态恢复。

[0051] 在开细孔率为10体积%以上的情况下,软磁性成型体10具有上述的弹性,容易对软磁性成型体10进行各种加工。在开细孔率为30体积%以下的情况下,软磁性成型体10能够包含充分的软磁性金属粉末110。因此,软磁性成型体10优选如本实施方式那样包含10体积%以上且30体积%以下的开细孔150。换言之,软磁性成型体10所包含的开细孔150的体积比率(开细孔率)优选为10体积%以上且30体积%以下。

[0052] 软磁性成型体10是弹性体,因此可以如以下那样测定杨氏模量。首先,准备具有宽度(w)、厚度(t)的平板状的软磁性成型体10。接下来,从下方对软磁性成型体10的两个被支承部进行支承。此时,被支承部在软磁性成型体10的长度方向上彼此分开距离(L)。接下来,从上方以载荷(P)按压位于被支承部之间的被按压部。此时,测定因载荷(P)产生的形变(δ)。众所周知,根据上述的宽度(w)、厚度(t)、距离(L)、载荷(P)以及形变(δ)能够计算出杨氏模量。根据本实施方式,能够得到杨氏模量为10GPa以上且90GPa以下的软磁性成型体10。另外,通过主要调节软磁性成型体10的开细孔率而能够得到杨氏模量为20GPa以上且50GPa以下的软磁性成型体10。

[0053] 软磁性成型体10所包含的粘结剂成分130的体积比率的优选范围取决于粘结剂成分130的密度。另外,粘结剂成分130的密度根据粘结剂成分130所包含的闭细孔160的量而变化。根据本实施方式,粘结剂成分130的密度为1.3g/cc以上且2.2g/cc以下。在这种情况下,软磁性成型体10优选包含4体积%以上且30体积%以下的粘结剂成分130。换言之,软磁性成型体10所包含的粘结剂成分130的体积比率优选为4体积%以上且30体积%以下。在粘结剂成分130的体积比率小于4体积%的情况下,软磁性成型体10不具有充分的强度。在粘结剂成分130的体积比率大于30体积%的情况下,无法使软磁性金属粉末110的体积比率为60体积%以上而使开细孔率为10体积%以上。

[0054] 软磁性成型体10的表面整体或者表面的一部分可以由树脂或者玻璃质覆盖。作为树脂,例如,使用丙烯酸系树脂、聚烯烃系树脂等绝缘树脂即可。通过这种覆盖能够提高软磁性成型体10的绝缘性、强度。另外,如前述那样,开细孔150彼此相连,且向软磁性成型体10的外部开口(未图示)。树脂或者玻璃质能够经由该开口(未图示)而浸渗于软磁性成型体10。换言之,可以由树脂或者玻璃质填埋开细孔150的至少一部分。由此,能够进一步提高软磁性成型体10的绝缘性、强度。

[0055] 开细孔150也可以由与粘结剂成分130不同的无机氧化物填埋。例如,在使包含无机质(例如,硅酮树脂)的溶液浸渗于开细孔150的至少一部分并对软磁性成型体10实施热处理时,溶液所含有的无机质会氧化而形成无机氧化物。因此,开细孔150的一部分或全部

由与粘结剂成分130(即,在使包含无机质的溶液浸渗之前软磁性成型体10所包含的无机氧化物)不同的无机氧化物填埋。在这种情况下也能够进一步提高软磁性成型体10的绝缘性、强度。

[0056] 在由树脂、玻璃质或者无机氧化物填埋开细孔150的大部分或者全部的情况下,存在软磁性成型体10失去弹性的顾虑。在需要利用软磁性成型体10的弹性的加工的情况下,也可以在对软磁性成型体10实施了该加工后填埋开细孔150整体。

[0057] 以下,参照图1以及图2对软磁性成型体10的制造方法的一例进行说明。

[0058] 首先,制作扁平形状的软磁性金属粉末110。软磁性金属粉末110例如可以通过利用球磨机使由Fe系合金构成的粒子状的软磁性金属粉末(材料粉末)扁平化来制作。

[0059] 接下来,制作由溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂(粘结剂184)构成的混合物。例如可以分别使用乙醇以及聚丙烯酸酯作为溶剂以及增粘剂。例如可以使用甲基苯基系聚硅氧烷树脂作为粘结剂184。在制作混合物时,充分混合溶剂、增粘剂以及粘结剂184来制作均质的混合物。更具体而言,例如,将混合物投入直径150mm、液面深度150mm的容器中。例如,通过直径长度100mm的旋转叶片以较快的(例如,每分钟250转的)旋转速度且以较长的时间(例如5小时)搅拌容器中的混合物,由此能够制作均质的混合物。

[0060] 接下来,向充分混合后的混合物中投入扁平形状的软磁性金属粉末110。使含有软磁性金属粉末110的混合物以软磁性金属粉末110不均匀分布的方式混合。更具体而言,例如使搅拌混合物时的旋转速度降至每分钟100转左右、或者使混合时间缩短至1小时左右,由此能够制作形成有凝聚体182的料浆180,该凝聚体182由软磁性金属粉末110局部地密集而成。凝聚体182也可以通过与此不同的方法来形成。例如,也可以利用溶解度参数彼此大不相同的溶剂以及增粘剂来形成凝聚体182。

[0061] 接下来,将料浆180涂敷在基板上。对涂敷后的料浆180进行加热而使溶剂挥发,由此制作作为软磁性成型体10的材料的预成型体。预成型体与铁氧体不同,不由脆性材料形成,因此能够加压成型。

[0062] 接下来,通过加压压缩预成型体来制作加压后的成型体。软磁性金属粉末110的凝聚体182通过加压而被压扁,软磁性金属粉末110在大致水平面上取向。在高温(例如600℃)下对加压后的成型体进行热处理时,能够得到软磁性成型体10(参照图1)。通常在通过加压压缩预成型体时会产生构造变形,由此存在相对磁导率降低的顾虑。然而,根据本实施方式,通过上述的高温下的热处理使比磁导率恢复至较高的值。

[0063] 通过上述的高温下的热处理,粘结剂184的有机成分分解而消失。因此,粘结剂184加热减量而形成粘结剂成分130。更具体而言,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分成为由以氧化硅作为主成分的玻璃质构成的粘结剂成分130,从而将软磁性金属粉末110粘结。具体而言,凝聚体182(参照图2)的软磁性金属粉末110通过第一粘结体130F相互高密度地粘结而形成了粉末集合体100,粉末集合体100通过第二粘结体130S相互空出间隔地粘结(参照图1)。另外,在由粘结剂184填充的部位形成有开细孔150以及闭细孔160。根据以上的说明可以理解,对制作料浆180时的粘结剂184的量、通过加压压缩预成型体时的压力进行调节,由此能够得到所期望的开细孔率。

[0064] 通常,在上述的高温下的热处理中,成型体的温度因部位不同而不同,因此因部位不同而导致热膨胀的大小不同。另外,因部位不同而导致粘结剂184收缩的大小、粘结剂184

分解的速度不同。因此,在加压后的成型体的厚度较大的情况下,存在产生较大的内部应力而产生裂纹、剥离的顾虑。并且,在上述的高温下的热处理中,在成型体的内部伴随着粘结剂184的分解而产生气体。在加压后的成型体的厚度较大的情况下,在成型体的内部产生的气体不易向外部散出。因此,在成型体内部,存在气体的压力升高而导致产生裂纹、剥离的顾虑。

[0065] 另一方面,根据本实施方式,与以往不同,粘结剂184均质地混合在混合物内,且软磁性金属粉末110未均质地混合在粘结剂184内而分散为形成凝聚体182的程度。换言之,粘结剂184在料浆180中均质地分布,并且形成有软磁性金属粉末110局部地密集而成的凝聚体182。即,粘结剂184不受软磁性金属粉末110阻碍而均质地分布。

[0066] 因此,在高温下的热处理中,粘结剂184遍及料浆180整体大致同样地分解收缩。即,遍及料浆180整体地形成有开细孔150,从而成型体内部产生的气体可以顺畅地向外部散出。其结果是,根据本实施方式,无论在高温下的热处理中的升温速度较快的情况下,还是在加压后的成型体较厚的情况下,都不易产生裂纹、剥离。更具体而言,若加压后的成型体的厚度为2mm以下,那么即使在上述的高温下的热处理中,也几乎不会产生裂纹、剥离。换言之,加压后的成型体的厚度优选为2mm以下。加压后的成型体的厚度更优选为0.7mm以下。

[0067] 根据本实施方式,遍及料浆180整体地形成有开细孔150,因此在大气中进行高温下的热处理的情况下,氧会到达加压后的成型体的中心部。因此,能够减轻因软磁性成型体10内部的残碳而导致电阻率降低。

[0068] 如以上那样制作的软磁性成型体10并非铁氧体那样的脆性材料,因此能够通过压凹、打入、压入、加强压入等简单且精度、可靠性较高的接合工艺来制作磁芯。例如,在向磁芯的孔中压入其他构件的情况下,磁芯的孔的周边会弹性变形。因此,能够防止因压入而产生的应力作用于磁芯整体而导致磁芯整体变形破坏。根据以上的说明可以理解,通过使用本实施方式的软磁性成型体10,电感元件的设计自由度得到明显提高,从而能够制作小型且可靠性高的电感元件。

[0069] 并且,本发明也能够用在磁芯、电感元件以外的磁性部件中应用。例如,能够利用本发明的软磁性成型体10来制作支承天线的磁性片、用于抑制噪声的磁性片。

[0070] 以下,对利用本实施方式的软磁性成型体10制作的磁芯以及电感元件进行说明。

[0071] 如图5所示,本实施方式的磁芯200由具有与上下方向正交的平板形状的软磁性成型体10制成。软磁性成型体10的平板形状的厚度为2mm以下。磁芯200具有上下方向上的上表面202与下表面204。在磁芯200上形成有多个贯通孔210。贯通孔210分别具有圆柱形状而沿上下方向贯通磁芯200。在贯通孔210上形成有内壁212。

[0072] 如图6以及图7所示,本实施方式电感元件20具备磁芯200和由金属构成的线圈400。线圈400具有:多个过孔导体410、多个第一连结部(连结导体)420以及多个第二连结部(连结导体)430。过孔导体410分别具有贯通部412。另外,过孔导体410中的两个过孔导体410比其他过孔导体410延伸得更长,除贯通部412以外还具有连接部414。贯通部412、第一连结部420以及第二连结部430以卷绕磁芯200的一部分的方式彼此相连。两个过孔导体410的连接部414能够分别与电路基板(未图示)的信号线(未图示)等连接。

[0073] 具体而言,过孔导体410分别插入贯通孔210中,并分别贯通贯通孔210。由此,根据本实施方式,形成了分别由五个贯通部412构成的两列贯通部组。第一连结部420将一侧的

贯通部组的贯通部412的上端与另一侧的贯通部组的贯通部412的上端连结。第二连结部430将一侧的贯通部组的贯通部412的下端与另一侧的贯通部组的贯通部412的下端连结。第一连结部420以及第二连结部430通过电阻焊接、超声波焊接等各种方法牢固地固定于贯通部412,由此能够安装于磁芯200。

[0074] 线圈400由不具有绝缘被覆的金属(例如铜)形成。本实施方式的磁芯200具有良好的绝缘性,因此能够与金属制的线圈400直接接触。然而,线圈400也可以具有绝缘被覆。

[0075] 如图8的(A)以及图8的(B)所示,本实施方式的贯通部412具有与贯通孔210相同的圆柱形状。然而,贯通部412的直径 R_c 比贯通孔210的直径 R_h 略大。本实施方式的磁芯200具有弹性,因此即使在直径 R_c 比直径 R_h 大的情况下,也能够将贯通部412插入贯通孔210中。另外,在贯通部412具有与直径 R_h 大致相同的直径 R_c 的情况下,在将贯通部412插入贯通孔210后,能够以挤压的方式进行按压来增大贯通部412的直径。内壁212的周边的部位(压入部)适度地压缩变形。因此,在压入部产生的应力作用于磁芯200整体,防止磁芯200变形破坏。

[0076] 参照图6以及图8的(B),插入贯通孔210中的贯通部412以使贯通孔210的内壁212弹性变形的形式贯穿贯通孔210。弹性变形的内壁212对线圈400的贯通部412施加按压力(弹力)。因此,线圈400通过内壁212对贯通部412(即线圈400)施加的按压力而被磁芯200保持。

[0077] 根据以上的说明可以理解,本实施方式的磁芯200容许具有比贯通孔210大的直径的贯通部412的插入,并且,具有能够可靠地保持插入的贯通部412程度的适度的弹性。因此,插入贯通孔210中的贯通部412无需使用粘接剂即具有拉拔耐力。换言之,磁芯200可以仅通过内壁212的弹力(按压力)来保持线圈400。

[0078] 另外,即使在内壁212的弹力略小的情况下,也能够通过在贯通孔210暂时保持线圈400后,将贯通部412与贯通孔210之间通过粘结剂固定,从而可靠地保持线圈400。换言之,根据本实施方式,能够仅通过贯通孔210来保持线圈400。

[0079] 如图9的(A)所示,本实施方式的贯通部412以及贯通孔210分别具有圆形的剖面。因此,插入贯通孔210中的贯通部412被内壁212的整面牢固地保持。然而,只要贯通部412被内壁212的两个部位以上保持,贯通部412以及贯通孔210也可以分别具有圆形以外的剖面。例如,如图9的(B)所示,也可以形成为贯通部412具有圆形的剖面,而贯通孔210具有矩形的剖面。另外,如图9的(C)所示,也可以形成为贯通部412具有矩形的剖面,而贯通孔210具有圆形的剖面。然而,为了更可靠地保持贯通部412,优选如本实施方式那样构成贯通部412以及贯通孔210。

[0080] 参照图6,在将线圈400的连接部414固定在电路基板(未图示)上使用时,电路基板上搭载的各种电子部件(未图示)以及电感元件20会产生热。根据本实施方式,电路基板上产生的热经由线圈400的连接部414而向磁芯200的下表面204传递。磁芯200具有较高的热传导率,因此下表面204受到的热与电感元件20所产生的热一起有效地向上表面202传递,从而向电感元件20的外部散热。即,根据本实施方式,能够将通常会产生大量的热的电感元件20本身用作散热用的构件。

[0081] 根据图6以及图10可以理解,电感元件20A以及磁芯200A是电感元件20以及磁芯200的变形例。电感元件20A以及磁芯200A具有与电感元件20以及磁芯200相同的构造以及功能。以下,主要对电感元件20A以及磁芯200A与电感元件20以及磁芯200之间的不同点进

行说明。

[0082] 如图10所示,本实施方式电感元件20A具备磁芯200A、线圈400以及间隔件500。磁芯200A与磁芯200同样地通过加工软磁性成型体10而成。

[0083] 与电感元件20(参照图6)同样地,第一连结部420安装于磁芯200A的上表面202,第二连结部430安装于磁芯200A的下表面204。在将第一连结部420以及第二连结部430安装于磁芯200A时,磁芯200A整体在上下方向上被压缩。因此,将第一连结部420以及第二连结部430安装于磁芯200A之后的磁芯200A的厚度(t1)比将第一连结部420以及第二连结部430安装于磁芯200A之前的磁芯200A的厚度(t0)减少了2.5%以上且5.0%以下。另一方面,在将线圈400从磁芯200A拆下时,磁芯200A的厚度(t1)恢复为接近厚度(t0)。即,磁芯200A的减少的厚度(厚度(t0)的2.5%~5.0%左右)大致复原。

[0084] 当第一连结部420以及第二连结部430夹住磁芯200A时,上表面202以及下表面204由于磁芯200A的上下方向上的斥力而分别压紧至第一连结部420以及第二连结部430。因此,即使在线圈400的贯通部412与贯通孔210的内壁212之间存在间隙的情况下,也能够保持并固定第一连结部420以及第二连结部430。

[0085] 由软磁性成型体10制成的磁芯200A不仅能够牢固地保持线圈400,还能够牢固地保持各种构件。磁芯200A的这种加工性类似于能够打钉的木材的加工性,用于加工磁芯200A的工序一举变得简单,加工的可靠性提高。

[0086] 例如,在磁芯200A上形成有保持孔220。另外,间隔件500具有主体部510和被保持部520。在水平面内,主体部510远大于保持孔220,被保持部520稍大于保持孔220。这样构成的被保持部520与贯通部412同样地压入并固定于保持孔220。在将被保持部520压入保持孔220中时,主体部510的下表面与磁芯200A的上表面202接触。主体部510在水平面内具有较大的尺寸,因此压入被保持部520时产生的碎块的脱落得以防止。

[0087] 参照图6以及图10,本发明的电感元件以及磁芯可以进行各种变形。例如,也可以使贯通部412的水平面内的尺寸小于贯通孔210的水平面内的尺寸。换言之,也可以不将贯通部412压入贯通孔210中,而使贯通部412通过贯通孔210的内部。在这种情况下,贯通部412例如通过粘接剂固定于贯通孔210中即可。另外,第一连结部420以及第二连结部430可以分别通过压力与贯通部412接合,也可以通过钎焊与贯通部412接合。另外,也可以在磁芯中的与第一连结部420以及第二连结部430分别接触的部位形成与第一连结部420以及第二连结部430分别对应的凹部。由此,第一连结部420以及第二连结部430分别由磁芯更可靠地保持。

[0088] 并且,磁芯可以具备分别作为磁芯而发挥功能的多个磁芯部件。更具体而言,也可以借助粘接材料层叠多个磁芯部件(例如磁芯200),由此来制作一个磁芯。如前述那样,本实施方式的磁芯具有不易产生裂纹的构造,因此能够抑制对层叠的磁芯部件(磁芯200)进行压接时产生裂纹的情况。例如,能够得到抑制裂纹且具有超过2mm的厚度的层叠磁芯。此时,层叠的磁芯200的各自的厚度为2mm以下即可。然而,磁芯200的各自的厚度优选为0.5mm以下。

[0089] [实施例]

[0090] 以下,基于具体的示例对本发明所涉及的软磁性成型体进行更详细的说明。首先,对本发明的软磁性成型体的制法进行说明。

[0091] (制作扁平形状的粉末PA)

[0092] 作为使软磁性成型体具备软磁性的材料,使用软磁性金属粉末。更具体而言,使用Fe-Si-Cr系合金的水雾化粉末。粉末包含3.5重量%的Si和2重量%的Cr。另外,粉末具有33 μm 的平均粒径(D50)。利用球磨机使粉末扁平化。具体而言,在对粉末实施8小时的锻造加工之后,在氮气氛中进行800 $^{\circ}\text{C}$ 、3小时的热处理,由此得到扁平形状的Fe-Si-Cr粉末(以下称为“粉末PA”)。

[0093] (通过第一混合方法制作第一料浆)

[0094] 通过第一混合方法(即以往的混合方法)混合粉末PA、溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂成分来制作第一料浆。具体而言,将由粉末PA、溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂成分构成的混合物投入直径150mm、液面深度150mm的容器。通过直径长度100mm的旋转叶片以每分钟250转的旋转速度将容器内的混合物混合5小时。使用乙醇作为溶剂。使用聚丙烯酸酯作为增粘剂。使用甲基苯基系聚硅氧烷树脂作为热固性粘结剂成分。聚丙烯酸酯的添加量相对于粉末PA为3重量%,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分的添加量相对于粉末PA为4重量%。

[0095] (制作第一预成型体)

[0096] 通过模缝法(die slot method)在PET(聚对苯二甲酸乙二酯)膜上涂敷第一料浆。之后,在60 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥1小时而去除溶剂,由此制成第一预成型体。

[0097] (制作第一平板)

[0098] 利用冲模切割第一预成型体,从而得到长30mm、宽30mm的正方形的多片片材。将规定片数的片材层叠并放入模具中。对模具中的片材在150 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下以2MPa的成型压力实施1小时的加压成型,从而得到加压成型后的成型体。此时,通过改变片材的层叠片数(规定片数),从而各制作10片具有各种厚度的9种成型体。例如,具有1mm的厚度的成型体由30片左右的片材制成。对成型体在大气中于550 $^{\circ}\text{C}$ 下进行2小时的热处理,由此各制作10片具有各种厚度的9种第一平板。通过该热处理,增粘剂几乎完全热解,不在第一平板中残留。另外,通过该热处理,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分成为由以氧化硅作为主成分的玻璃质构成的粘结剂成分(热处理后的粘结剂成分),从而加热减量。在例如在大气中于550 $^{\circ}\text{C}$ 下进行1小时的热处理的情况下,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分的加热减少量为20重量%。

[0099] (通过第二混合方法制作第二料浆)

[0100] 通过第二混合方法(即本发明的混合方法)混合粉末PA、溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂成分来制作第二料浆。具体而言,将由溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂成分构成的混合物投入直径150mm、液面深度150mm的容器。通过直径长度100mm的旋转叶片以每分钟250转的旋转速度将容器内的混合物混合5小时。接下来,将粉末PA投入容器。接下来,通过上述的旋转叶片以每分钟100转的旋转速度将包含粉末PA的容器内的混合物混合1小时。溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂成分分别与第一料浆相同。具体而言,使用乙醇作为溶剂。使用聚丙烯酸酯作为增粘剂。使用甲基苯基系聚硅氧烷树脂作为热固性粘结剂成分。聚丙烯酸酯的添加量相对于粉末PA为3重量%,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分的添加量相对于粉末PA为4重量%。

[0101] (制作第二预成型体)

[0102] 通过模缝法在PET(聚对苯二甲酸乙二酯)膜上涂敷第二料浆。之后,在60℃下干燥1小时而去除溶剂,由此制成第二预成型体。

[0103] (制作第二平板)

[0104] 利用第二预成型体各制作10片具有各种厚度的9种第二平板。除了使用第二预成型体而不使用第一预成型体以外,第二平板的作成方法与第一平板的作成方法相同。从而,通过制作第二平板时的热处理,增粘剂几乎完全热解,不在第二平板中残留。另外,通过该热处理,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分成为由以氧化硅作为主成分的玻璃质构成的粘结剂成分(热处理后的粘结剂成分),从而加热减量。

[0105] (测定第一平板以及第二平板的开细孔率)

[0106] 通过定容膨胀法测定出第一平板以及第二平板各自的体积。使用岛津制作所的真密度仪AccupycII进行测定。通过定容膨胀法测定的平板的体积不包含平板内存在的开细孔的体积。也通过阿基米德法测定出第一平板以及第二平板各自的体积。具体而言,使添加有微量的表面活性剂的纯水浸渗于第一平板以及第二平板。接下来,测定出将浸渗有纯水的第二平板以及第二平板浸渍于纯水中时的浮力。根据测定出的浮力算出平板的体积。通过阿基米德法测定出的第一平板以及第二平板的体积包含第一平板以及第二平板内存在的开细孔的体积。通过以下的式1来计算第一平板以及第二平板的开细孔率。

[0107] 式1:开细孔率(%) = (1-基于定容膨胀法的测定体积/基于阿基米德法的测定体积) × 100

[0108] (测定第一平板以及第二平板的内部剥离发生率)

[0109] 对第一平板以及第二平板的热处理前的厚度与热处理后的厚度进行比较。在热处理后的厚度比热处理前的厚度增大3%以上的情况下,判断为在热处理中平板内部发生了内部剥离。将发生内部剥离的平板相对于各种10片平板的片数设为内部剥离发生率。

[0110] 表1示出了如上述那样测定出的开细孔率以及内部剥离发生率。

[0111] [表1]

[0112]

平板的类别	平板的厚度 (mm)	开细孔率 (体积%)	内部剥离发生率 (N片/10片)
第一平板 (比较例的平板)	0.4	24 ± 1%	0 / 10
	0.6		
	0.8		
	1.0		
	1.2		
	1.4		1 / 10
	1.6		1 / 10
	1.8		2 / 10
	2.0		4 / 10
第二平板 (实施例的平板)	0.4	26 ± 1%	0 / 10
	0.6		
	0.8		
	1.0		
	1.2		
	1.4		
	1.6		
	1.8		
	2.0		

[0113] 如表1所示,第二平板的开细孔率比第一平板大,从而加工性提高。并且,第二平板即使在厚度较大的情况下,也防止裂纹、剥离从而内部剥离发生率较低。通过本发明的第二混合方法(本发明的混合方法)制作作为平板的材料的料浆可以得到这样优异的特性。即,根据本发明,在制作料浆时,以产生扁平形状的粉末PA的凝聚体的方式混合料浆,从而更容易加工,更不易破损,并且能够得到更厚的平板。

[0114] 以下,基于具体的示例对软磁性成型体所包含的开细孔进行更详细地说明。

[0115] (制作扁平形状的粉末PB)

[0116] 作为使软磁性成型体具备软磁性的材料,使用软磁性金属粉末。更具体而言,使用Fe-Si-Al系合金(铁硅铝合金)的气体喷雾粉末。粉末具有55 μ m的平均粒径(D50)。利用球磨机对粉末实施8小时的锻造加工,从而得到扁平形状的铁硅铝合金粉末(以下称为“粉末PB”)。

[0117] (通过第三混合方法制作第三料浆)

[0118] 通过与第二混合方法(本发明的混合方法)相同的第三混合方法混合粉末PB、溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂成分来制作第三料浆。具体而言,将由溶剂、增粘剂以及热固性粘结剂成分构成的混合物投入直径150mm、液面深度150mm的容器。通过直径长度100mm的旋转叶片以每分钟250转的旋转速度将容器内的混合物混合5小时。接下来,将粉末PB投入容器。接下来,通过上述的旋转叶片以每分钟100转的旋转速度将包含粉末PB的容器内的混合物混合1小时。使用乙醇作为溶剂。使用聚丙烯酸酯作为增粘剂。使用甲基苯基系聚硅氧烷树脂作为热固性粘结剂成分。此时,作为甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分的添加量,使用相对于粉末PB为2重量%至16重量%之间的11种值。

[0119] (制作第三预成型体)

[0120] 通过模缝法在PET(聚对苯二甲酸乙二酯)膜上涂敷第二料浆。之后,在60 $^{\circ}$ C下干燥

1小时而去除溶剂,由此制成甲基苯基系聚硅氧烷树脂的添加量不同的11种第三预成型体。

[0121] (制作第三平板)

[0122] 利用第三预成型体各制作15片11种第三平板。具体而言,利用冲模切割第三预成型体,从而得到长10mm、宽10mm的正方形的多片片材。将甲基苯基系聚硅氧烷树脂的添加量相同的规定片数的片材层叠并放入模具中。对模具中的片材在150℃的温度下以2MPa的成型压力实施1小时的加压成型,从而得到加压成型后的成型体。此时,制成了甲基苯基系聚硅氧烷树脂的添加量不同的11种成型体。另外,针对每个种类制作15片成型体。对成型体在氮气氛围中于600℃下进行1小时的热处理,由此制成甲基苯基系聚硅氧烷树脂的添加量不同的11种×15片第三平板。第三平板各自的厚度为1.8mm。通过该热处理,增粘剂几乎完全热解,不在第一平板中残留。另外,通过该热处理,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分成为由以氧化硅作为主成分的玻璃质构成的粘结剂成分(热处理后的粘结剂成分),从而加热减量。在例如在大气中于600℃下进行1小时的热处理的情况下,甲基苯基系聚硅氧烷树脂的固体成分的加热减量为20重量%。

[0123] (测定第三平板的开细孔率等)

[0124] 与第一平板以及第二平板的测定同样地,通过定容膨胀法测定出第三平板各自的体积。使用岛津制作所的真密度仪AccupycII进行测定。与第一平板以及第二平板的测定同样地,也通过阿基米德法测定出第三平板各自的体积。通过前述的式1来计算第三平板的开细孔率。并且,将仅粉末PB的真密度假定为 $6.9\text{g}/\text{cm}^3$,计算粉末PB(金属成分)的体积填充率。

[0125] (测定第三平板的内部剥离发生率等)

[0126] 对第三平板的热处理前的厚度与热处理后的厚度进行比较。在热处理后的厚度比热处理前的厚度增大3%以上的情况下,判断为在热处理中第三平板内部发生了内部剥离。将发生内部剥离的第三平板相对于各种15片第三平板的片数设为内部剥离发生率。接下来,将未发生内部剥离的第三平板以上下表面水平地延伸的状态保持为750mm的高度。使第三平板掉落在钢板上,测定破坏发生率。此时,在第三平板因掉落而破裂从而分离成多个单片的情况下,认为发生了破坏。例如在即使第三平板因掉落的冲击而导致局部变形却未破裂的情况下,不认为发生了破坏。

[0127] 表2示出了如上述那样测定出的结果。

[0128] [表2]

[0129]

甲基苯基系聚硅氧烷树脂的添加量 (重量%)	金属成分的体积填充率 (体积%)	开细孔率 (体积%)	内部剥离发生率 (N片/15片)	掉落试验中的破坏发生率 (N片/15片)
2	5.8	3.5	0 / 15	3 / 15
2.5	6.3	3.1		0 / 15
3	7.1	2.3		
4	7.0	2.2.5		
5	6.8.5	2.0		
6	6.4	1.6		
8	6.1	1.2.5		
10	5.7	1.1.5		
12	5.5	9		
14	5.4	7.5	1 / 15	0 / 14
16	5.1	6	4 / 15	0 / 11

[0130] 如表2所示,在开细孔率为7.5体积%以下的情况下,在进行热处理时发生了内部剥离。可以认为,在开细孔率为7.5体积%以下的情况下,平板的内部未充分包含开细孔,从而无法维持热处理时产生的热解气体的外部排出路径,因此发生了剥离。另外,在开细孔率为35体积%的情况下,第三平板的强度不充分,发生了掉落试验造成的破坏。另一方面,在开细孔率为9体积%以上且31体积%以下的情况下得到了良好的结果。

[0131] 以上,对本发明的实施例进行了说明,然而增粘剂、热固性粘结剂成分等有机结合材料不限于上述的实施例。具体的有机结合材料根据软磁性金属粉末而适当选择即可。另外,有机结合材料的添加量也根据软磁性金属粉末而适当调节即可。例如,通过与软磁性金属粉末的表面积成比例地调节热固性粘结剂成分的添加量,能够得到与上述的实施例同样的适宜的结果。

[0132] 本发明以2014年3月17日向日本专利局提出的日本专利申请第2014-053771号为基础,并参照其内容而构成了本说明书的一部分。

[0133] 对本发明的最佳的实施方式进行了说明,然而本领域技术人员可知,在不脱离本发明的主旨的范围内能够对实施方式进行变形,变形后的实施方式也属于本发明的范围。

[0134] 附图标记说明

- [0135] 10 软磁性成型体
- [0136] 100 粉末集合体
- [0137] 110 软磁性金属粉末 (软磁性金属材料)
- [0138] 110F 第一软磁性金属粉末
- [0139] 110S 第二软磁性金属粉末
- [0140] 112 上表面
- [0141] 114 下表面
- [0142] 130 粘结体 (粘结剂成分)
- [0143] 130F 第一粘结体
- [0144] 130S 第二粘结体
- [0145] 150 开细孔 (空穴)

[0146]	160	闭细孔(空穴)
[0147]	180	料浆
[0148]	182	凝聚体
[0149]	184	粘结剂
[0150]	20、20A	电感元件
[0151]	200、200A	磁芯
[0152]	202	上表面
[0153]	204	下表面
[0154]	210	贯通孔
[0155]	212	内壁
[0156]	220	保持孔
[0157]	400	线圈
[0158]	410	过孔导体
[0159]	412	贯通部
[0160]	414	连接部
[0161]	420	第一连结部(连结导体)
[0162]	430	第二连结部(连结导体)
[0163]	500	隔离件
[0164]	510	主体部
[0165]	520	被保持部

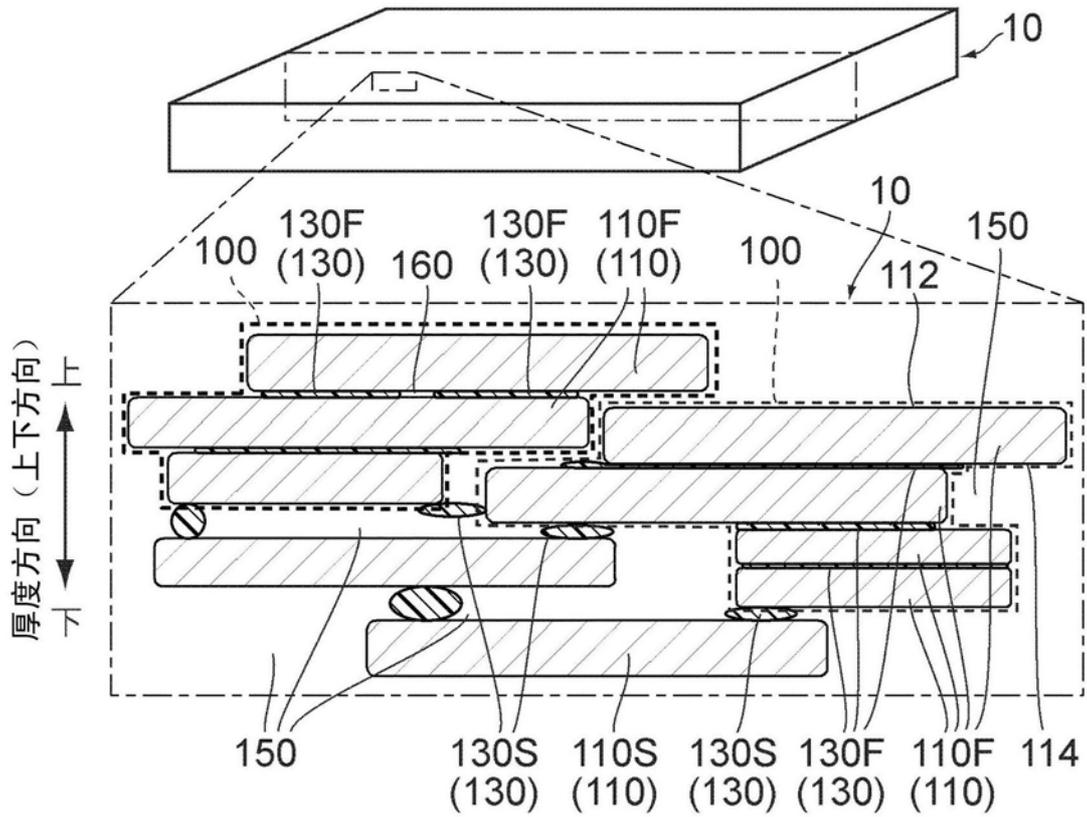


图1

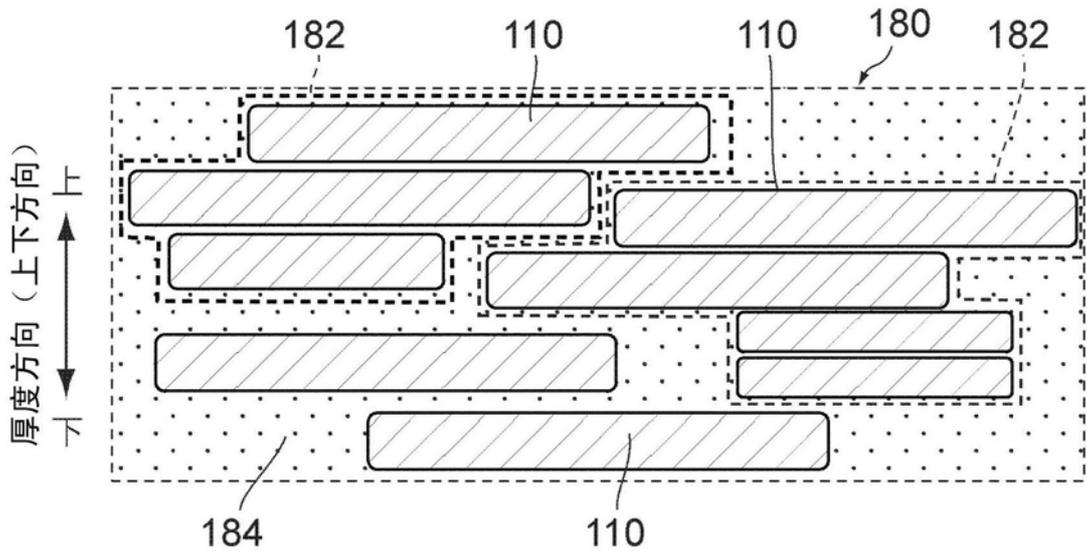


图2

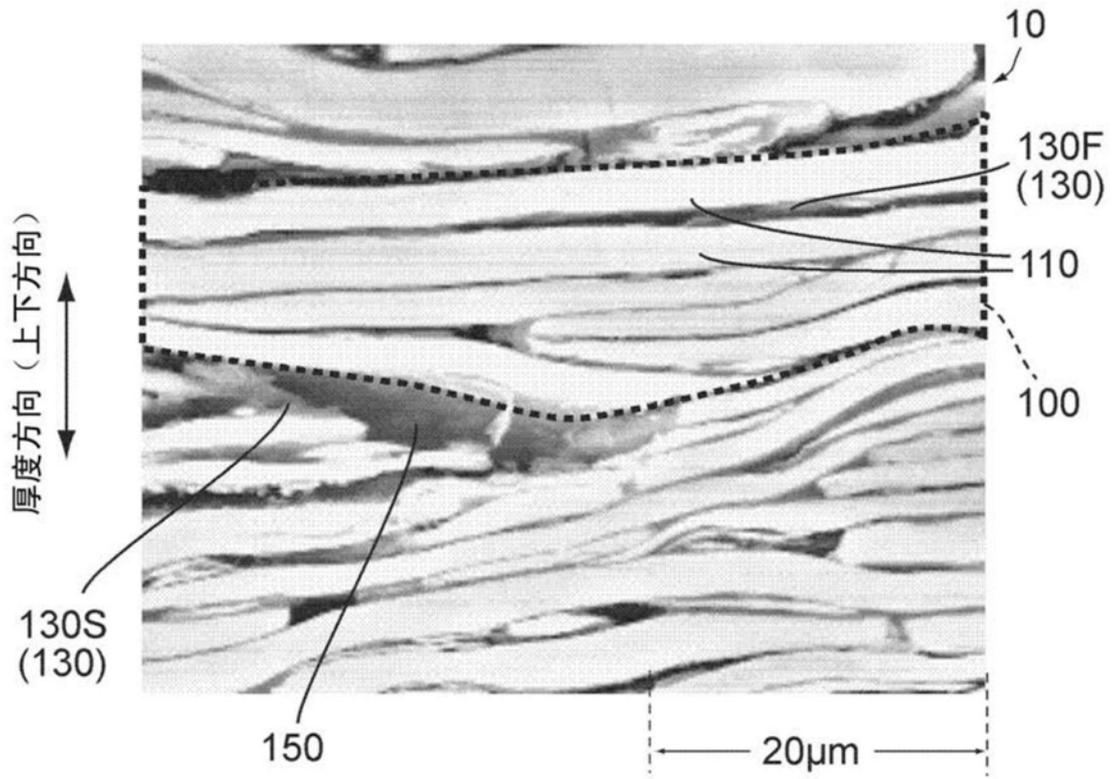


图3



图4

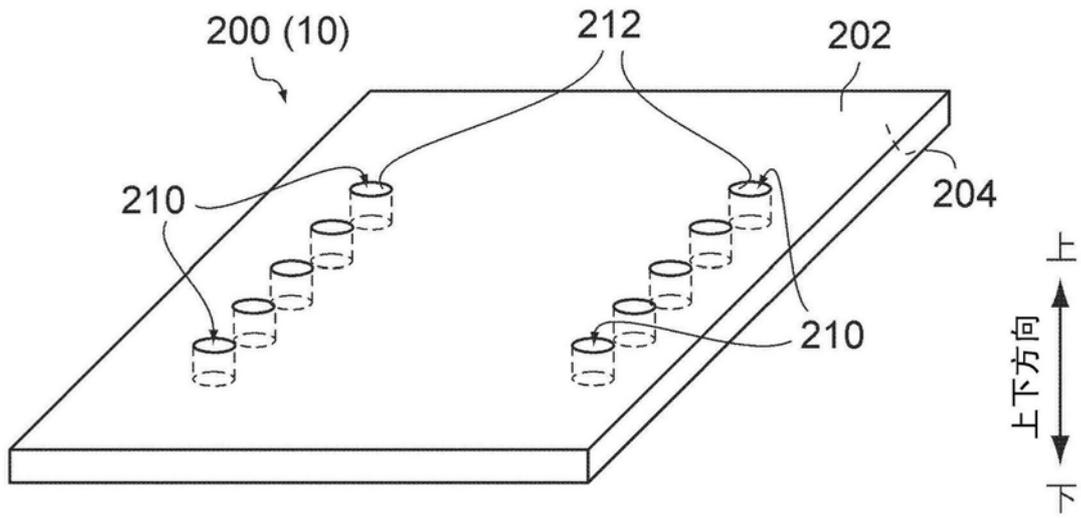


图5

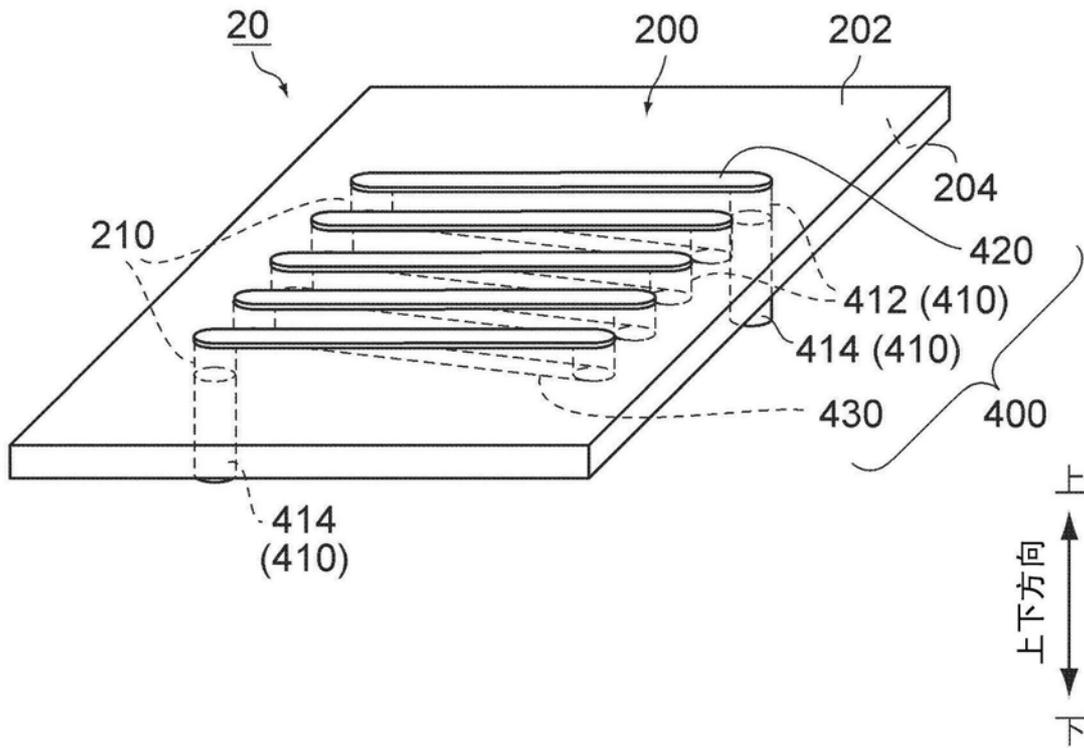


图6

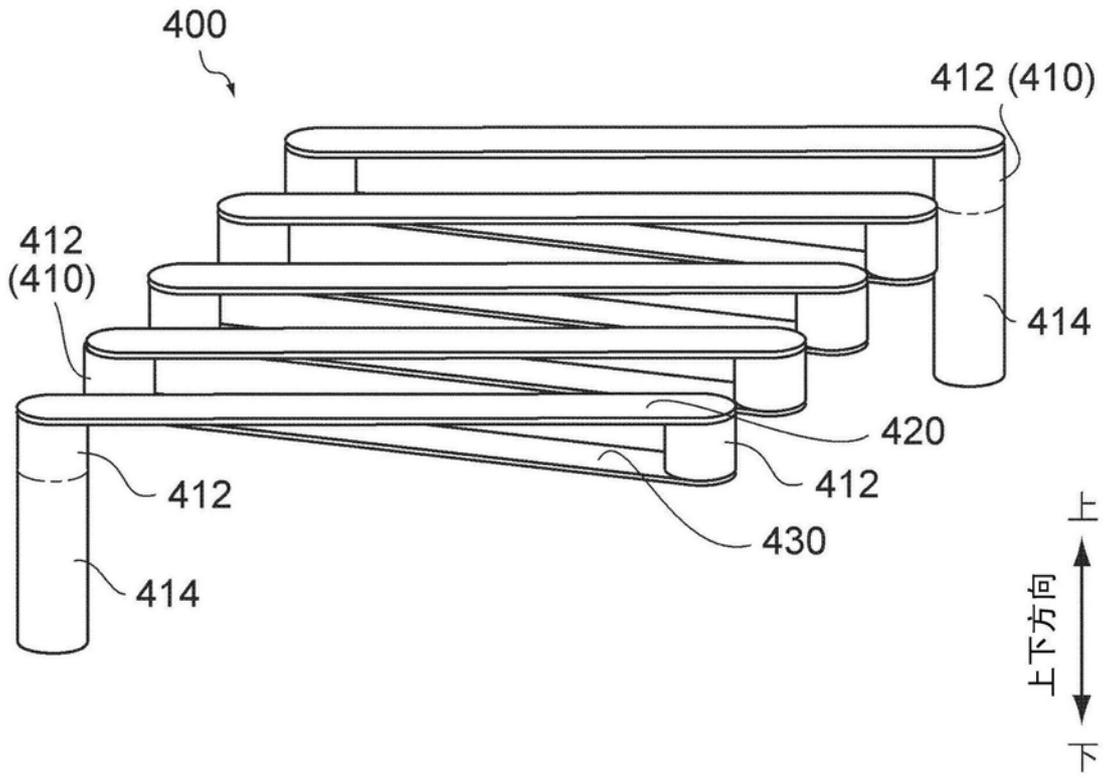
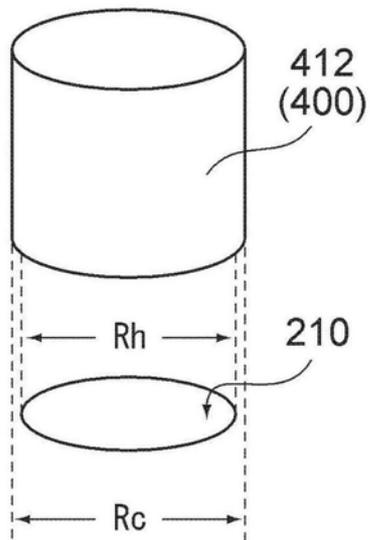


图7

(A)



(B)

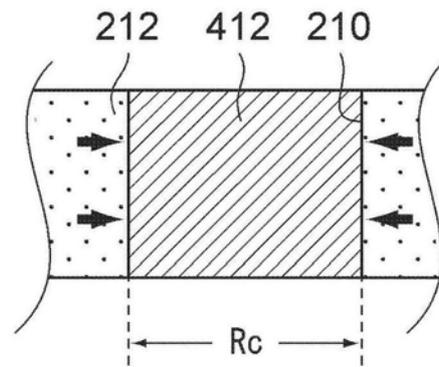


图8

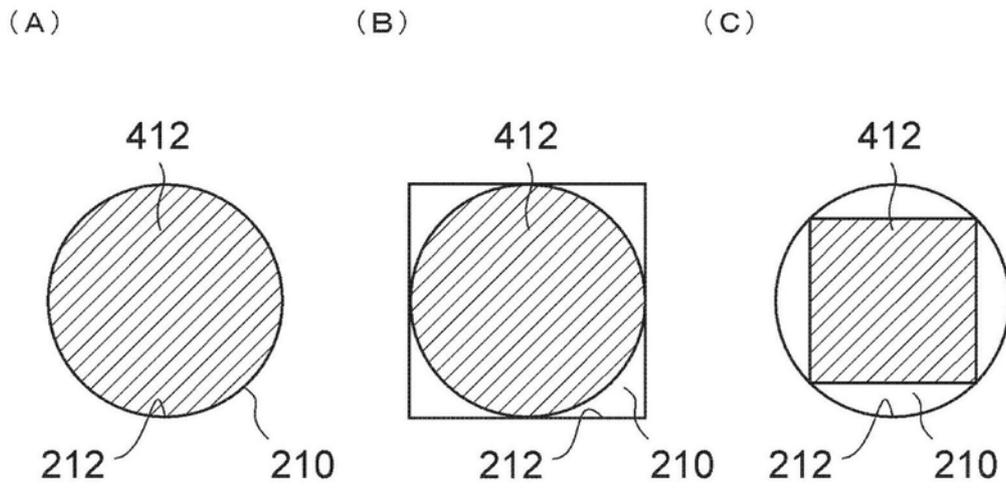


图9

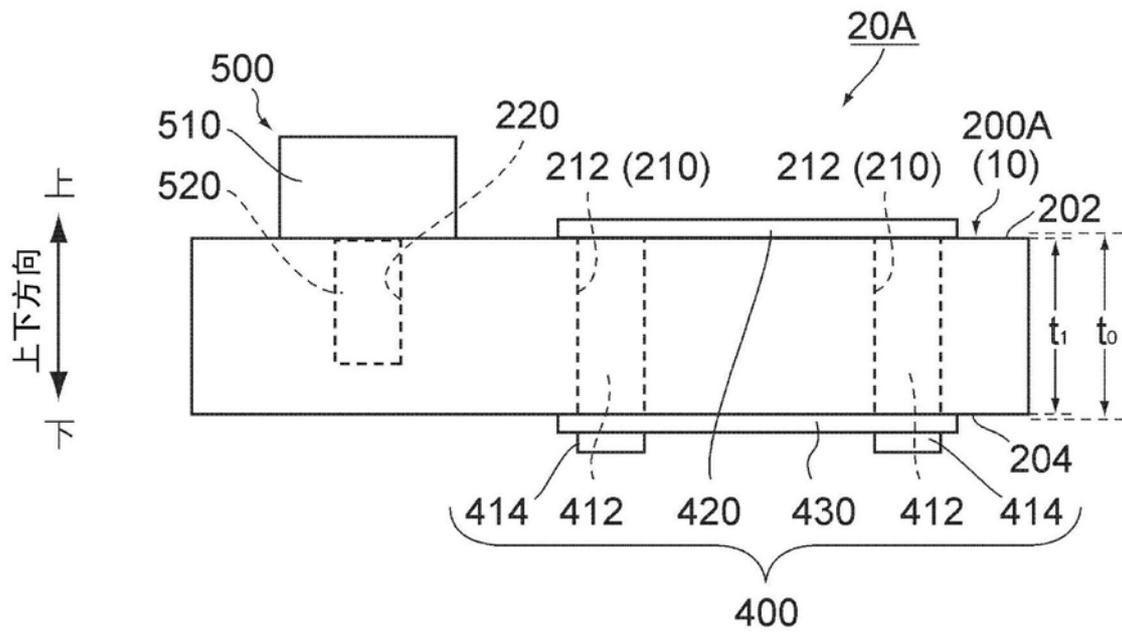


图10