



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110752687 A

(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201910983017.6

H02K 15/12(2006.01)

(22)申请日 2012.10.02

C08L 63/00(2006.01)

(30)优先权数据

C08L 91/06(2006.01)

2011-260440 2011.11.29 JP

C08L 83/04(2006.01)

(62)分案原申请数据

C08K 13/04(2006.01)

201280058193.5 2012.10.02

C08K 13/02(2006.01)

(71)申请人 住友电木株式会社

C08K 7/18(2006.01)

地址 日本东京都

C08K 3/22(2006.01)

(72)发明人 北田哲也

C08K 3/26(2006.01)

C08K 3/04(2006.01)

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

C08K 5/544(2006.01)

代理人 龙淳 程采

(51)Int.Cl.

H02K 1/27(2006.01)

H02K 15/03(2006.01)

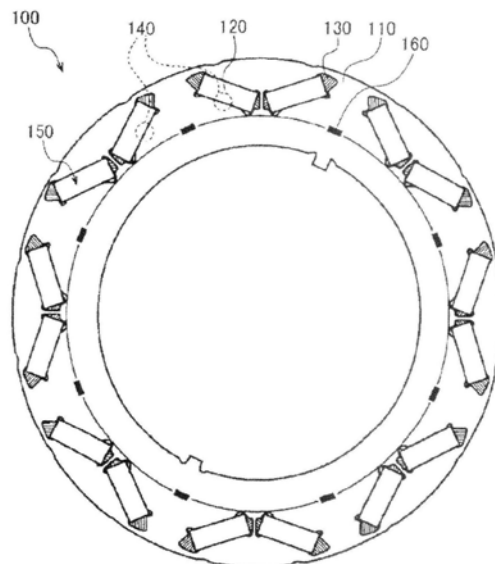
权利要求书2页 说明书26页 附图8页

## (54)发明名称

固定用树脂组合物、转子、汽车和转子的制造方法

## (57)摘要

本发明提供一种填充特性优异的固态的固定用树脂组合物和使用该树脂组合物的转子。该树脂组合物在构成转子的固定部件中使用,上述转子具备:转子芯(110),其具有多个板部件叠层而成的叠层体,固定设置于旋转轴,在叠层体上设置有沿着旋转轴的周边部配置的多个孔部(150);插入孔部(150)中的磁铁(120);和固定部件(130),该固定部件通过将填充在孔部(150)与磁铁(120)的分离部的固定用树脂组合物固化而形成。该固定用树脂组合物含有:包括环氧树脂的热固型树脂(A)、固化剂(B)和无机填充剂(C),环氧树脂的150℃时的ICI粘度为3泊以下。



1. 一种固态的固定用树脂组合物,在构成转子的固定部件中使用,所述转子具备:  
转子芯,其具有多个板部件叠层而成的叠层体,固定设置于旋转轴上,在所述叠层体上设置有沿着所述旋转轴的周边部配置的多个孔部;  
插入所述孔部中的磁铁;和  
用于固定所述磁铁的固定部件,其设置在所述孔部与所述磁铁的分离部、所述磁铁的侧壁中至少位于所述转子芯的内周边侧的侧壁上,  
所述固定用树脂组合物的特征在于,含有:  
包括环氧树脂的热固型树脂(A);  
固化剂(B);和  
无机填充剂(C),  
所述环氧树脂的150℃时的ICI粘度在3泊以下。
2. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
在模具温度175℃、成型压力6.9MPa、注入时间20秒的条件下,在具有宽度3mm、厚度80μm的截面形状的流路中注入所述固定用树脂组合物时的狭缝流动长度在75mm以上。
3. 如权利要求1或2所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
相对于所述固定用树脂组合物的合计值100质量%,所述无机填充剂(C)的含量为50质量%以上。
4. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
所述环氧树脂包括选自联苯型环氧树脂、具有亚苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧树脂、具有亚联苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧树脂、苯酚线型酚醛型环氧树脂、邻甲酚线型酚醛型环氧树脂、二苯酚型环氧树脂、二萘酚型环氧树脂、二环戊二烯型环氧树脂、二氢蒎二醇型环氧树脂和三苯基甲烷型环氧树脂中的至少一种。
5. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
所述固化剂(B)的150℃时的ICI粘度为2泊以下。
6. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
所述固化剂(B)包括选自线型酚醛树脂、具有亚苯基骨架的苯酚芳烷基树脂、具有亚联苯基骨架的苯酚芳烷基树脂、萘酚型酚醛树脂、和以羟基苯甲醛、甲醛与苯酚的反应生成物为主的酚醛树脂中的至少一种。
7. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
所述环氧树脂是结晶性环氧树脂。
8. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
使用高化式粘度测定装置,以测定温度175℃、负荷10kg测定时所述固定用树脂组合物的  
高化式粘度在3Pa·s以上50Pa·s以下。
9. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
所述固定用树脂组合物的175℃时的胶凝时间为10秒以上50秒以下。
10. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
所述固定用树脂组合物的螺旋流长度为50cm以上。
11. 如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:  
使用硫化仪,以测定温度175℃经时测定所述固定用树脂组合物的固化转矩时,将测定

开始60秒后的固化转矩值设为 $T_{60}$ 、将直到测定开始300秒后为止的最大固化转矩值设为 $T_{\max}$ 时,测定开始60秒后的固化转矩值相对于直到测定开始300秒后为止的最大固化转矩值之比 $T_{60}/T_{\max}$ (%)为40%以上。

12.如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:

所述固定用树脂组合物为粉末状、颗粒状或片状。

13.如权利要求1所述的固定用树脂组合物,其特征在于:

该固定用树脂组合物在构成所述转子的所述固定部件中使用,在俯视时,所述转子的径向上的所述孔部与所述磁铁的分离部的间隔为 $20\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下。

14.一种转子,具备:

转子芯,其具有多个板部件叠层而成的叠层体,固定设置于旋转轴上,在所述叠层体上设置有沿着所述旋转轴的周边部配置的多个孔部;

插入所述孔部中的磁铁;和

用于固定所述磁铁的固定部件,其设置在所述孔部与所述磁铁的分离部、所述磁铁的侧壁中至少位于所述转子芯的内周边侧的侧壁上,

所述转子的特征在于:构成所述转子的所述固定部件所使用的所述固定用树脂组合物为权利要求1~13中任一项所述的固定用树脂组合物。

15.如权利要求14所述的转子,其特征在于:

在俯视时,所述转子的径向上的所述孔部与所述磁铁的分离部的间隔为 $20\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下。

16.一种具备权利要求14或15所述的转子的汽车。

17.一种转子的制造方法,使用权利要求1~13中任一项所述的固定用树脂组合物,所述制造方法的特征在于,具备:

准备转子芯的工序,所述转子芯具有多个板部件叠层而成的叠层体,在所述叠层体上设置有沿着旋转轴贯穿的贯通孔的周边部配置的多个孔部;

将磁铁插入所述孔部中的工序;

在所述孔部与所述磁铁的分离部、所述磁铁的侧壁中至少位于所述转子芯的内周边侧的侧壁上,填充所述固定用树脂组合物以将所述磁铁固定的工序;和

在所述转子芯的所述贯通孔中插入所述旋转轴,并且将所述旋转轴固定设置于所述转子芯的工序。

## 固定用树脂组合物、转子、汽车和转子的制造方法

[0001] 本申请是2012年10月2日提出的申请号为201280058193.5的同名专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及转子所使用的固定用树脂组合物、转子、汽车和转子的制造方法。

[0003] 本申请主张基于2011年11月29日在日本申请的特愿2011-260440号的优先权，在此引用其内容。

### 背景技术

[0004] 近年来，在转子的技术领域，利用通过在设置于转子芯的孔部中插入永久磁铁、在孔部与永久磁铁之间填充液态树脂，由此将永久磁铁固定在转子芯上的技术。在该技术领域，通常，作为液态树脂，使用聚氨酯树脂或环氧树脂等。作为这样的技术，例如，在专利文献1中有记载。

[0005] 此外，专利文献2中记载了用于封装电动机的电动机封装用的环氧树脂和将其固化而得到的成型品。记载了该成型品得到了操作环境性、生产性、耐热性、导热性、耐溶剂性、高湿耐水性和低的线膨胀系数。因此，可以认为专利文献2中记载的成型品可以用于电动机的壳体。

[0006] 并且，专利文献3中记载的转子具有下述结构：在收容永久磁铁的第一孔部的侧面形成与第一孔部连通、并且沿着转子的旋转方向的第二孔部。通过在该第二孔部填充树脂或者配置弹簧，在转子的旋转方向上永久磁铁受到的来自第一孔部的侧壁的应力得到缓和。由此，能够防止永久磁铁的破裂。

[0007] 此外，作为在转子芯的孔部与磁铁之间填充液态树脂的方法，具有先入方法和涂覆方法两种。先入方法具有如下工序。首先，利用分配器将液态树脂填充到转子芯的孔部。之后，在填充了液态树脂的孔部插入磁铁。先入方法在专利文献4和5中有记载。另一方面，涂覆方法具有如下工序。首先，利用刷子在磁铁上涂覆液态树脂。将涂覆了液态树脂的磁铁插入转子芯的孔部。涂覆方法在专利文献6中有记载。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1：日本特开2007-236020号公报

[0011] 专利文献2：日本特开2009-13213号公报

[0012] 专利文献3：日本特开2002-359942号公报

[0013] 专利文献4：日本特开2005-304247号公报

[0014] 专利文献5：日本特开平11-98735号公报

[0015] 专利文献6：日本特开2003-199303号公报

## 发明内容

[0016] 发明要解决的技术问题

[0017] 将上述填充液态树脂的技术应用于在转子芯的孔部与预先插入该孔部的磁铁之间的间隙注入树脂的注入方法是很困难的。

[0018] 此外,专利文献2中记载的环氧树脂以覆盖电动机整体为目的。因此,很难将专利文献2中记载的树脂用于将永久磁铁固定的目的。

[0019] 用于解决技术问题的手段

[0020] 对此,本发明的发明人进行了研究,结果发现:通过采用嵌入成型,能够在转子芯的孔部与预先插入该孔部中的磁铁之间的间隙填充树脂。

[0021] 但是,在转子芯的孔部与磁铁的间隙狭窄的情况下,间隙中有可能无法填充熔融的树脂。在此,本发明的发明人认为为了提高在间隙中的填充特性,固态树脂的熔融粘度尚存在改善的余地。

[0022] 根据本发明,提供一种固定用树脂组合物,在构成转子的固定部件中使用,上述转子具备:转子芯,其具有多个板部件叠层而成的叠层体,固定设置于旋转轴上,在上述叠层体上设置有沿着上述旋转轴的周边部设置的多个孔部;插入上述孔部中的磁铁;和固定部件,该固定部件通过将填充在上述孔部与上述磁铁的分离部的固定用树脂组合物固化而形成,上述固定用树脂组合物含有:包括环氧树脂的热固型树脂(A)、固化剂(B)和无机填充剂(C),上述环氧树脂的150℃时的ICI粘度在3泊以下。

[0023] 发明效果

[0024] 根据本发明,提供一种填充特性优异的固态的固定用树脂组合物和使用该树脂组合物的转子。

## 附图说明

[0025] 上述目的和其他目的、特征和优点,通过下述的优选实施方式及其附图更为明确。

[0026] 图1是示意性地表示本发明的实施方式的转子的俯视图。

[0027] 图2是示意性地表示本发明的实施方式的嵌入成型用模具的俯视图。

[0028] 图3是示意性地表示本发明的实施方式的转子的一部分的放大图。

[0029] 图4是示意性地表示本发明的实施方式的转子的一部分的截面图。

[0030] 图5是表示本发明的实施方式的转子的变形例的截面图。

[0031] 图6是示意性地表示变形例的转子的俯视图。

[0032] 图7是示意性地表示变形例的转子的俯视图。

[0033] 图8是示意性地表示变形例的转子的俯视图。

## 具体实施方式

[0034] 以下,利用附图对本发明的实施方式进行了说明。其中,在全部的附图中对同样的结构要素标注同样的符号,适当省略说明。

[0035] 图1是本发明的实施方式的转子的俯视图。图3是本发明的实施方式的转子的一部分的放大图。图4是本发明的实施方式的转子的一部分的截面图。本实施方式的转子100具备转子芯110、磁铁120和固定部件130。转子芯110具有多个板部件(电磁钢板)叠层而成的

叠层体。转子芯110固定设置在旋转轴(轴170)上。此外,在转子芯110中,在该叠层体上设置有沿着旋转轴的周边部配置的多个孔部150。磁铁120被插入孔部150中。固定部件130通过将填充在孔部150与磁铁120之间的分离部中的固定用树脂组合物固化而形成。

[0036] 转子芯110通过叠层多个作为薄板状磁性体的电磁钢板(钢板112)而构成。转子芯110设置有用于将轴170插入的贯通孔。该转子芯110例如可形成为筒状。转子芯110的俯视形状没有特别限定,例如可以为圆形、多边形等。并且,多个电磁钢板彼此通过铆接部160结合。此外,电磁钢板例如由铁或铁合金等构成。此外,在转子芯110的轴向的端部设置端板114。可以在端板114上设置用于避免与铆接部160和填充部140的开口部干扰的槽部116。

[0037] 多个孔部150(或者由多个孔部构成的孔部群),以旋转轴的轴心为中心、以点对称的方式在转子芯110上配置。孔部150的个数没有特别限定,例如为 $2^n$ 或 $3^n$ 个( $n$ 为自然数,例如为2~5)。各个孔部150中插入磁铁120。孔部150只要沿着磁铁120的形状构成即可,例如可以在磁铁120的边部周围具有间隙(间隙部)。

[0038] 孔部150的配置布局不限于图1所示的方式,例如,可以采用图6~8所示的各种配置布局。2个或3个孔部150为一组的孔部群可以沿着旋转轴的周边部配置。如图1所示,各孔部群可以由彼此离开、且配置为V字状的2个孔部构成。此外,也可以如图8所示,孔部群由孔部154a、154b、和在这些孔部154a、154b之间形成的孔部156构成。还可以如图7所示,配置为V字状的孔部连通,构成1个孔部152。也可以如图6所示,多个孔部150以彼此离开的方式配置在孔部150与轴的表面垂直方向正交的位置。

[0039] 并且,磁铁120可以固定在孔部150内部。例如,如图3和图4所示,磁铁120可以固定在孔部150的侧壁中位于转子芯110的外圆周侧的侧壁151上。即,磁铁120的侧壁121可以与孔部150的侧壁151接触。换言之,可以在孔部150的侧壁151以外的侧壁与磁铁120的分离部(填充部140)中填充本发明的固定用树脂组合物。该固定用树脂组合物固化,形成固定部件130。固定部件130可以设置在孔部150的边部与磁铁120之间。在此,作为磁铁120,例如能够使用钕磁铁等的永久磁铁。

[0040] 在图3和图4中,侧壁153指孔部150的侧壁中位于转子芯110的内圆周侧的侧壁。此外,侧壁123指磁铁120的侧壁中与孔部150的侧壁153相对的侧壁。

[0041] 在本实施方式中,如图3或图4所示,在转子芯110中,孔部150与磁铁120的径向的间隙的间隔宽度D1,定义为从孔部150的侧壁153到磁铁120的侧壁123的距离。在存在上述间隙的情况下,间隙宽度D1优选为20 $\mu$ m以上500 $\mu$ m以下。更优选50 $\mu$ m以上300 $\mu$ m以下。通过使该间隔宽度D1在上述范围内,能够赋予转子以良好的机械强度。

[0042] 本发明的发明人进行了研究,结果判断在宽度狭窄的区域容易发生未填充树脂的情况。

[0043] 对此,通过使用填充特性优异的本发明的固定用树脂组合物,能够抑制在宽度狭窄的区域发生未填充树脂的情况。由此,由于在孔部150与磁铁120的间隙良好地填充有固定部件130,因而能够提高转子100的刚性。因此,能够降低旋转时由转子产生的噪音。

[0044] 也可以如图5所示,端板118a、118b通过焊接等固定在轴170上。并且,在孔部150内,可以不在磁铁120的外周边侧的侧壁上形成固定部件130,也可以如图5所示在磁铁120的外周边侧和内周边侧的两侧壁上形成固定部件130。

[0045] 下面,对构成本发明的转子100的固定用树脂组合物的各成分进行说明。

[0046] 该固定用树脂组合物用于形成转子和具备转子的车辆。即,固定用树脂组合物用于将由电磁钢板构成的转子芯内形成的孔部中配置的磁铁固定。

[0047] (固定用树脂组合物)

[0048] 本发明的固态的固定用树脂组合物含有包括环氧树脂的热固型树脂(A)、固化剂(B)和无机填充剂(C)。该固定用树脂组合物通过环氧树脂的150℃时的ICI粘度为3泊以下来限定。并且,该固定用树脂组合物,在模具温度175℃、成型压力6.9MPa、注入时间20秒的条件下,在具有宽度3mm、厚度80μm的截面形状的流路中注入固定用树脂组合物时的狭缝流动长度为75mm以上。其中,此时的狭缝流动长度优选为75mm以上300mm以下,更优选为80mm以上300mm以下。

[0049] [热固型树脂(A)]

[0050] 首先,对热固型树脂(A)进行说明。

[0051] 热固型树脂(A)没有特别限定,可以使用环氧树脂(A1)、氧杂环丁烷树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂、不饱和聚酯树脂、苯二甲酸二烯丙酯树脂、马来酸酐缩亚胺树脂等。其中,优选使用固化性和保存性、固化物的耐热性、耐湿性、耐药品性优异的环氧树脂(A1)。

[0052] 本发明的热固型树脂(A)包括环氧树脂(A1)。作为该环氧树脂(A1),可以列举一个分子中具有2个以上环氧基的物质。

[0053] 环氧树脂的分子量和结构没有特别限定,优选使固定用树脂组合物的粘度降低的物质。环氧树脂(A1)的150℃时的ICI粘度的上限值为3泊以下,优选为1.5泊以下。下限值没有特别限定,优选0泊以上,更优选0.01泊以上。由此,能够提高固定用树脂组合物的填充特性,即使在孔部与磁铁的间隙狭窄的情况下,也能够充分确保钢板与磁铁的接触面积,因而能够赋予高的机械强度。

[0054] 并且,作为环氧树脂(A1),例如可以列举联苯型环氧树脂、具有亚联苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧树脂、具有亚苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧树脂、具有亚苯基骨架的萘酚芳烷基型环氧树脂、具有甲氧基萘骨架的苯酚芳烷基型环氧树脂等的酚芳烷基型环氧树脂,苯酚线型酚醛环氧树脂、邻甲酚线型酚醛型环氧树脂、双酚A型环氧树脂、双酚F型环氧树脂、双酚S型环氧树脂、四甲基双酚型环氧树脂等的双苯酚型环氧树脂,二萘酚型环氧树脂,双环戊二烯型环氧树脂,二氢蒎二醇型环氧树脂和三苯基甲烷型环氧树脂。

[0055] 其中,环氧树脂(A1)优选联苯型环氧树脂、双酚型环氧树脂等具有结晶性的环氧树脂,此外还优选具有亚苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧树脂、具有亚联苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧树脂、三苯基甲烷型环氧树脂。它们可以单独使用也可以混合2种以上使用。

[0056] 本发明的热固型树脂(A)的含量,相对于固定用树脂组合物的合计值100质量%,没有特别限定,优选为5质量%以上40质量%以下,更优选为7质量%以上20质量%以下。

[0057] 在本发明的含有环氧树脂(A1)的优选方式中,该环氧树脂的含量的下限值没有特别限定,相对于热固型树脂(A)100质量%,优选为70质量%以上100质量%以下,更优选为80质量%以上100质量%以下。

[0058] [固化剂(B)]

[0059] 接着,对固化剂(B)进行说明。固化剂(B)用于使热固型树脂(A)所包括的环氧树脂(A1)进行三维交联。固化剂(B)没有特别限定,优选使固定用树脂组合物的粘度降低的物质。固化剂(B)例如150℃时的ICI粘度的上限值优选为2泊以下,更优选为1.8泊以下,进一

步优选为1.7泊以下。下限值没有特别限定,优选为0泊以上,更优选为0.01泊以上。

[0060] 此外,固化剂(B)例如可以为线型酚醛树脂、具有亚苯基骨架的苯酚芳烷基树脂、具有亚联苯基骨架的苯酚芳烷基树脂、具有亚苯基骨架的萘酚芳烷基树脂、以羟基苯甲醛、甲醛与苯酚的反应生成物为主的酚醛树脂、和三苯基甲烷型苯酚化合物与线型酚醛型苯酚化合物的共聚物等的酚醛树脂。它们可以单独使用1种也可以并用2种以上。通过这样的酚醛树脂系固化剂,耐燃性、耐湿性、电特性、固化性、保存稳定性等的均衡性良好。特别是从固化性的观点出发,例如,酚醛树脂系固化剂的羟基当量可以为90g/eq以上、250g/eq以下。

[0061] 并且,作为能够并用的固化剂,例如可以列举加聚型固化剂、催化剂型固化剂、缩合型固化剂等。

[0062] 作为加聚型固化剂,例如可以列举:多胺化合物,包括二亚乙基三胺(DETA)、三亚乙基四胺(TETA)、间苯二甲胺(MXDA)等脂肪族多胺,二氨基二苯甲烷(DDM)、间苯二胺(MPDA)、二氨基二苯砜(DDS)等芳香族多胺,除此之外还包括双氰胺(DICY)、有机酸二酰肼等;酸酐,包括六氢邻苯二甲酸酐(HHPA)、甲基四氢邻苯二甲酸酐(MTHPA)等脂环族酸酐,偏苯三酸酐(TMA)、均苯四酸酐(PMDA)、二苯甲酮四羧酸(BTDA)等芳香族酸酐等;线型酚醛树脂、苯酚聚合物等聚苯酚化合物;多硫化物、硫酸酯、硫酸醚等多硫醇化合物;异氰酸酯预聚物、封端型异氰酸酯等异氰酸酯化合物;含羧酸的聚酯树脂等有机酸类等。

[0063] 作为催化剂型固化剂,例如可以列举:苄基二甲胺(BDMA)、2,4,6-三(二甲基氨基甲基)苯酚(DMP-30)等叔胺化合物;2-甲基咪唑、2-乙基-4-甲基咪唑(EMI24)等咪唑化合物;BF<sub>3</sub>配位化合物等路易斯酸等。

[0064] 作为缩合型固化剂,例如可以列举:甲阶酚醛树脂那样的具有羟甲基的酚醛树脂;含羟甲基的尿素树脂那样的尿素树脂;含羟甲基的三聚氰胺树脂那样的三聚氰胺树脂等。

[0065] 在一并使用这样的其它固化剂的情况下,作为酚醛树脂系固化剂的含量的下限值,相对于全部固化剂(B),优选为20质量%以上,更优选为30质量%以上,特别优选为50质量%以上。当配合比例在上述范围内时,能够保持耐燃性、并且表现出良好的流动性。另外,作为酚醛树脂系固化剂的含量的上限值,没有特别限定,但是相对于全部固化剂(B),优选为100质量%以下。

[0066] 相对于本发明的固定用树脂组合物,固化剂(B)的含量的合计值的下限值没有特别限定,相对于固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为3质量%以上,更优选为3.5质量%以上。当配合比例的下限值在上述范围内时,能够得到良好的固化性。另外,相对于本发明的固定用树脂组合物,固化剂(B)的含量的合计值的上限值也没有特别限定,相对于全部固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为35质量%以下,更优选为15质量%以下。

[0067] 此外,优选作为固化剂(B)的酚醛树脂与环氧树脂配合成使得全部热固型树脂(A)中的环氧基数(EP)与全部酚醛树脂中的酚羟基数(OH)的当量比(EP)/(OH)为0.8以上1.3以下。在当量比在上述范围内时,在对得到的固定用树脂组合物进行成型时,能够得到充分的固化特性。

[0068] [(无机填充剂(C))]

[0069] 作为本发明的固定用树脂组合物所使用的无机填充剂(C),可以使用在固定用树脂组合物的技术领域通常使用的无机填充剂。例如可以列举:熔融粉碎二氧化硅和熔融



球形二氧化硅等熔融二氧化硅、结晶二氧化硅、氧化铝、高岭土、滑石、粘土、云母、石棉、石灰石、玻璃粉末、玻璃片、玻璃珠、玻璃纤维、碳化硅、氮化硅、氮化铝、炭黑、石墨、二氧化钛、碳酸钙、硫酸钙、碳酸钡、碳酸镁、硫酸镁、硫酸钡、纤维素、芳族聚酰胺、木材、将酚醛树脂成型材料或环氧树脂成型材料的固化物粉碎而成的粉碎粉等。其中，优选使用熔融粉碎二氧化硅、熔融球形二氧化硅、结晶二氧化硅等二氧化硅，更优选使用熔融球形二氧化硅。另外，其中，从成本的方面考虑，优选碳酸钙。作为无机填充剂(C)可以使用一种也可以并用二种以上。

[0070] 无机填充剂(C)的平均粒径 $D_{50}$ 优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $75\mu\text{m}$ 以下，更优选为 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下。通过将无机填充剂(C)的平均粒径控制在上述范围内，在孔部与磁铁的分离部(填充部)中的填充性得到提高。此外，通过使无机填充剂(C)的平均粒径的上限值在 $75\mu\text{m}$ 以下，填充性进一步提高。

[0071] 平均粒径 $D_{50}$ 是利用激光折射型测定装置RODOS SR型(SYMPATEC HEROS&RODOS)测得的体积换算平均粒径。

[0072] 并且，在本发明的固定用树脂组合物中，无机填充剂(C)可以含有平均粒径 $D_{50}$ 不同的2种以上的球形二氧化硅。由此，能够同时实现提高流动性和填充性以及抑制毛刺。

[0073] 无机填充剂(C)的含量，相对于固定用树脂组合物的合计值100质量%，优选为50质量%以上，更优选60质量%以上，进一步优选65质量%以上，特别优选75质量%以上。当下限值在上述范围内时，伴随着得到的固定用树脂组合物的固化的吸湿量增加、强度降低都得到了降低。并且，无机填充剂(C)的量，相对于固定用树脂组合物的合计值100质量%，优选为93质量%以下，更优选91质量%以下，进一步优选90质量%以下。当上限值在上述范围内时，得到的固定用树脂组合物具有良好的流动性，并且具备良好的成型性。因此，转子的制造稳定性提高，能够得到成品率和耐久性的均衡性优异的转子。

[0074] 另外，本发明的发明人经过研究，结果判定通过使无机填充剂(C)的含量为50质量%以上，能够减少固定部件与电磁钢板的线膨胀系数之差，能够抑制电磁钢板因温度变化而变形，抑制转子的旋转特性降低。由此，实现了耐久性中、特别是旋转特性的持续性优异的转子。

[0075] 此外，在作为无机填充剂(C)使用熔融破碎二氧化硅、熔融球形二氧化硅、结晶二氧化硅等二氧化硅的情况下，相对于固定用树脂组合物的合计值100质量%，二氧化硅的含量优选为40质量%以上，更优选60质量%以上。当下限值在上述范围内时，流动性与热膨胀系数的均衡性良好。

[0076] 此外，在将无机填充剂(C)与后述的氢氧化铝、氢氧化镁等金属氢氧化物、或硼酸锌、钼酸锌、三氧化铋等的无机系阻燃剂并用的情况下，优选这些无机系阻燃剂与上述无机填充剂的合计值在上述无机填充剂(C)的含量的范围内。

[0077] 其中，在后述的本申请的实施例中，无机填充剂与氢氧化铝等无机系阻燃剂的合计，相对于固定用树脂组合物的合计值100质量%，为80质量%以上。但是，在本发明中，为了使流动性和线膨胀系数与转子所使用的部件匹配而适当调节，也可以降低无机填充剂的含量，并增加树脂材料的含量。

[0078] [其他成分]

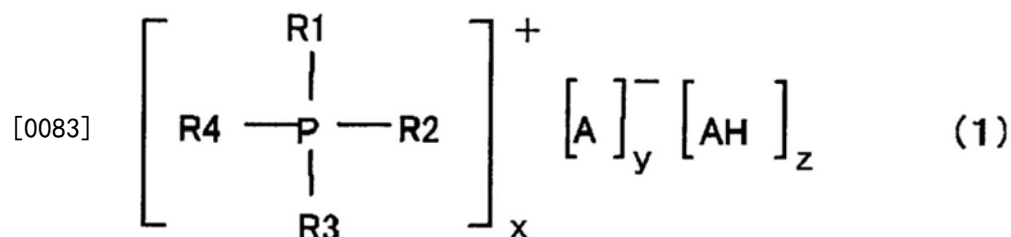
[0079] 本发明的固定用树脂组合物还可以含有固化促进剂(D)。固化促进剂(D)只要能够

促进环氧树脂的环氧基与酚醛树脂系固化剂(B)的羟基的反应即可,能够使用通常使用的固化促进剂(D)。

[0080] 作为固化促进剂(D)的具体例子,可以列举有机磷、四取代磷化物、磷酸酯甜菜碱化合物、磷化合物与醌化合物的加合物、磷化合物与硅烷化合物的加合物等含磷原子的化合物;1,8-二氮杂双环(5,4,0)十一碳烯-7、咪唑等脒系化合物、苄基二甲胺等叔胺或作为上述化合物的季鎓盐的脒鎓盐、铵盐等为代表的含氮原子的化合物。这些化合物中,从固化性的观点出发优选含磷原子的化合物,从流动性与固化性的均衡性的观点出发,更优选四取代磷化物、磷酸酯甜菜碱化合物、磷化合物与醌化合物的加合物、磷化合物与硅烷化合物的加合物等具有潜在性的固化促进剂。考虑到流动性,特别优选四取代磷化物,另外从耐焊接性的观点出发,特别优选磷酸酯甜菜碱化合物、磷化合物与醌化合物的加合物,考虑到潜在的固化性,特别优选磷化合物与硅烷化合物的加合物。此外,从连续成型性的观点出发,优选四取代磷化合物。另外,考虑到成本方面,也适合使用有机磷、含氮原子的化合物。

[0081] 作为能够在本发明的固定用树脂组合物中使用的有机磷,例如可以列举乙基磷、苯基磷等的伯磷;二甲基磷、二苯基磷等的仲磷;三甲基磷、三乙基磷、三丁基磷、三苯基磷等的叔磷。

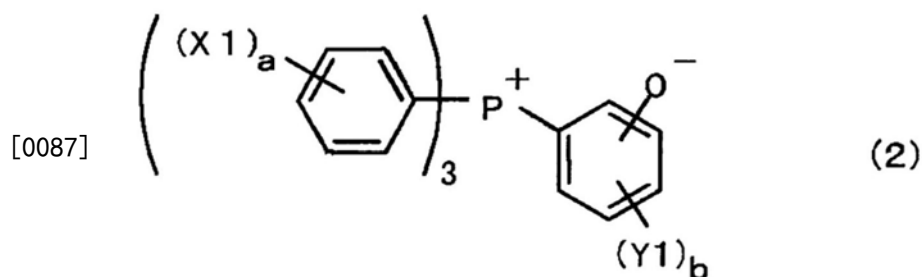
[0082] 作为能够在本发明的固定用树脂组合物中使用的四取代磷化物,例如可以列举下述通式(1)所示的化合物等。



[0084] 在通式(1)中,P表示磷原子,R1、R2、R3和R4分别独立地表示芳香基或烷基,A表示芳香环上至少具有一个选自羟基、羧基、硫醇基中的任一个官能团的芳香族有机酸的阴离子,AH表示芳香环上至少具有一个选自羟基、羧基、硫醇基中的任一个官能团的芳香族有机酸,x和y为1~3的整数,z为0~3的整数,并且x=y。

[0085] 通式(1)所示的化合物例如可以如下所述操作得到,但不限于此。首先,将四取代卤化磷、芳香族有机酸和碱在有机溶剂中均匀混合,在该溶液体系内生成芳香族有机酸阴离子。接着,加入水,能够得通式(1)所示的化合物沉淀。通式(1)所示的化合物中,从合成时的收率和固化促进效果的均衡性优异的观点出发,优选与磷原子结合的R1、R2、R3和R4为苯基,并且AH为芳香环上具有羟基的化合物、即酚化合物,并且A为该酚化合物的阴离子。其中,酚化合物在概念上包括单环的苯酚、甲酚、邻苯二酚、间苯二酚或稠环式的萘酚、二羟基萘、具备多个芳香环的(多环式的)双酚A、双酚F、双酚S、联苯酚、苯基苯酚、苯酚线型酚醛等,其中,优选使用具有2个羟基的酚化合物。

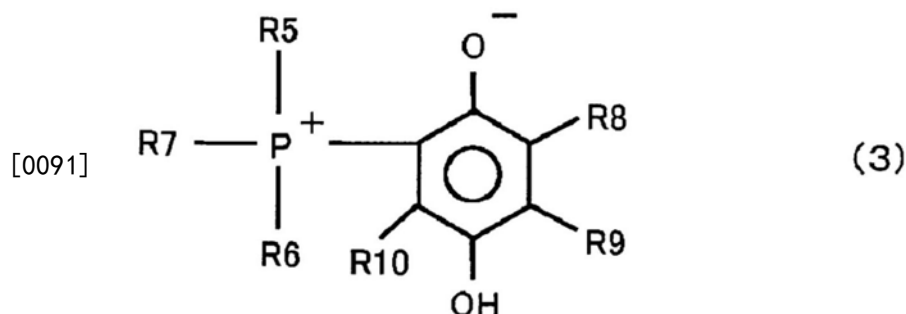
[0086] 作为能够在本发明的固定用树脂组合物中使用的磷酸酯甜菜碱化合物,例如可以列举下述通式(2)所示的化合物等。



[0088] 在通式(2)中,X1表示碳原子数1~3的烷基,Y1表示羟基,a为0~5的整数,b为0~4的整数。

[0089] 通式(2)所示的化合物例如可以如下所述操作得到。首先,使作为叔磷的三芳香族取代磷与重氮鎓盐接触,经过三芳香族取代磷与重氮鎓盐所具有的重氮鎓基进行取代的工序而获得,但是并不限于此。

[0090] 作为能够在本发明的固定用树脂组合物中使用的磷化合物与醌化合物的加合物,例如可以列举下述通式(3)所示的化合物等。



[0092] 在通式(3)中,P表示磷原子,R5、R6和R7彼此独立地表示碳原子数1~12的烷基或碳原子数6~12的芳基,R8、R9和R10彼此独立地表示氢原子或碳原子数1~12的烃基,R8和R9可以彼此接合形成环。

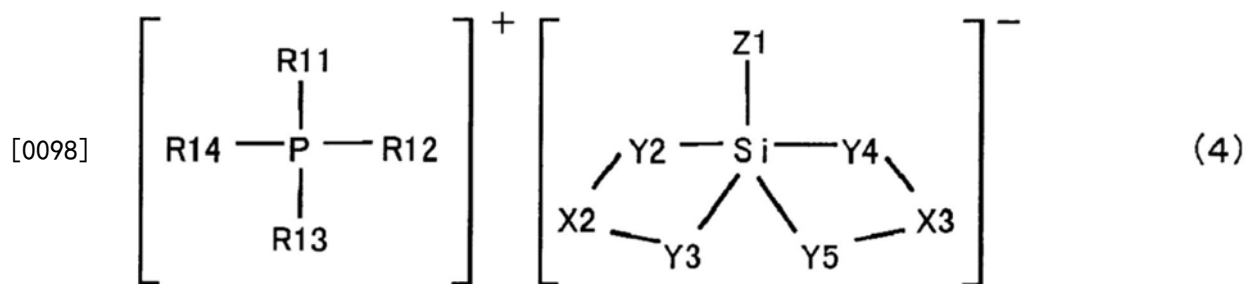
[0093] 作为磷化合物与醌化合物的加合物中使用的磷化合物,例如优选三苯基磷、三(烷基苯基)磷、三(烷氧基苯基)磷、三萘基磷、三(苄基)磷等在芳香环上无取代或存在烷基、烷氧基等取代基的磷化合物。作为烷基、烷氧基等取代基,可以列举具有1~6的碳原子数的基团。从容易获得的观点出发,优选三苯基磷。

[0094] 另外,作为磷化合物与醌化合物的加合物中使用的醌化合物,可以列举邻苯醌、对苯醌、蒽醌类,其中,从保存稳定性的观点出发,优选对苯醌。

[0095] 作为磷化合物与醌化合物的加合物的制造方法,能够通过使有机叔磷和苯醌类在能够溶解两者的溶剂中接触、混合而得到加合物。作为溶剂,优选丙酮或甲乙酮等酮类、对加合物的溶解性低的溶剂。但是并不限于此。

[0096] 在通式(3)所示的化合物中,从使固定用树脂组合物的固化物的热时弹性模量降低的观点出发,优选与磷原子结合的R5、R6和R7为苯基、并且R8、R9和R10为氢原子的化合物,即,使1,4-苯醌与三苯基磷加合而得到的化合物。

[0097] 作为能够在本发明的固定用树脂组合物中使用的磷化合物与硅烷化合物的加合物,例如可以列举下述式(4)所示的化合物等。



[0099] 在通式(4)中,P表示磷原子,Si表示硅原子。R11、R12、R13和R14彼此独立地表示具有芳香环或杂环的有机基团或者脂肪族基团,X2为与基团Y2和Y3接合的有机基团。X3为与基团Y4和Y5接合的有机基团。Y2和Y3表示质子供给性基团释放质子而得到的基团,同一分子内的基团Y2和Y3与硅原子相结合,形成螯合结构。Y4和Y5表示质子供给性基团释放质子而得到的基团,同一分子内的基团Y4和Y5与硅原子接合,形成螯合结构。X2和X3彼此相同或者不同,Y2、Y3、Y4和Y5彼此相同或者不同。Z1为具有芳香环或杂环的有机基团或者脂肪族基团。

[0100] 在通式(4)中,作为R11、R12、R13和R14,例如可以列举苯基、甲基苯基、甲氧基苯基、羟基苯基、萘基、羟基萘基、苄基、甲基、乙基、正丁基、正辛基和环己基等,其中,更优选苯基、甲基苯基、甲氧基苯基、羟基苯基、羟基萘基等具有取代基的芳香基或者无取代的芳香基。

[0101] 另外,在通式(4)中,X2为与Y2和Y3接合的有机基团。同样,X3为与基团Y4和Y5接合的有机基团。Y2和Y3为质子供给性基团释放质子而得到的基团,同一分子内的基团Y2和Y3与硅原子接合,形成螯合结构。同样,Y4和Y5为质子供给性基团释放质子而得到的基团,同一分子内的基团Y4和Y5与硅原子接合,形成螯合结构。基团X2和X3彼此相同或不同,基团Y2、Y3、Y4和Y5彼此相同或不同。这样的通式(4)中-Y2-X2-Y3-和-Y4-X3-Y5-所示的基团由质子供体释放2个质子而得到的基团构成。作为质子供体,优选分子内至少具有2个羧基或羟基的有机酸,更优选构成芳香环的碳上至少具有2个羧基或羟基的芳香族化合物,进一步优选构成芳香环的相邻的碳上至少具有2个羟基的芳香族化合物。例如,可以列举邻苯二酚、邻苯三酚、1,2-二羟基萘、2,3-二羟基萘、2,2'-联苯二酚、1,1'-双-2-萘酚、水杨酸、1-羟基-2-萘甲酸、3-羟基-2-萘甲酸、氯冉酸、单宁酸、2-羟基苄基醇、1,2-环己二醇、1,2-丙二醇和甘油等。其中,从获得原料的容易程度和促进固化效果的均衡性的观点出发,更优选邻苯二酚、1,2-二羟基萘、2,3-二羟基萘。

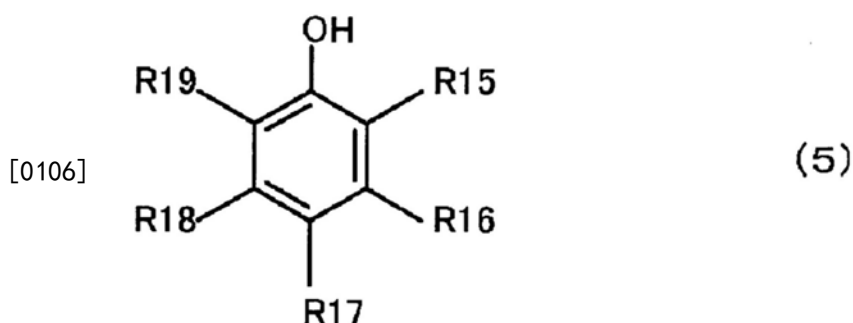
[0102] 并且,通式(4)中的Z1表示具有芳香环或杂环的有机基团或脂肪族基团,作为其具体例子,可以列举甲基、乙基、丙基、丁基、己基和辛基等的脂肪族烷基或者苯基、苄基、萘基和联苯基等的芳香族烷基、环氧丙氧基丙基、巯基丙基、氨基丙基和乙烯基等反应性取代基等,其中,从热稳定性的观点出发,更优选甲基、乙基、苯基、萘基和联苯基。

[0103] 作为磷化合物与硅烷化合物的加合物的制造方法,在装有甲醇的烧瓶中添加苯基三甲氧基硅烷等的硅烷化合物、2,3-二羟基萘等的质子供体并溶解,接着,在室温搅拌的条件下,滴加甲醇钠-甲醇溶液。再在室温搅拌下向其中滴加预先准备的在甲醇中溶解有四苯基溴化磷等四取代卤化磷的溶液,析出结晶。将析出的结晶过滤,并进行水洗、真空干燥,得到磷化合物与硅烷化合物的加合物。但是,并不限于此。

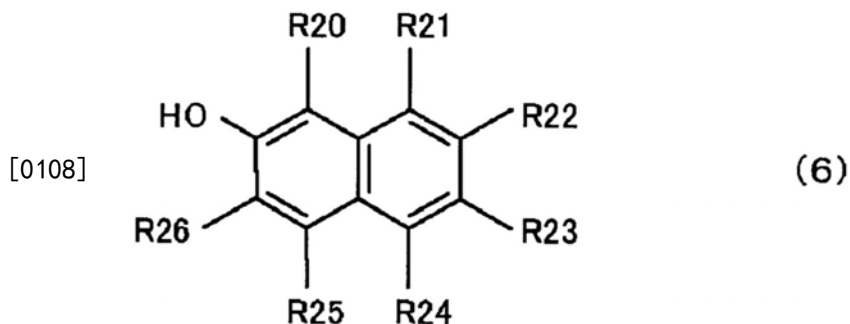
[0104] 能够在本发明的固定用树脂组合物中使用的固化促进剂(D)的含量的下限值,相

对于全部固定用树脂组合物的合计值100质量%，优选为0.1质量%以上。当固化促进剂(D)的含量的下限值在上述范围内时，能够得到充分的固化性。并且，固化促进剂(D)的含量的上限值，相对于全部固定用树脂组合物的合计值100质量%，优选为3%以下，更优选为1质量%以下。当固化促进剂(D)的含量的上限值在上述范围内时，能够得到充分的流动性。

[0105] 本发明的固定用树脂组合物中还可以含有在构成芳香环的2个以上的相邻的碳原子上分别结合有羟基的化合物(E) (以下，也有时简称为“化合物(E)”)。通过使用在构成芳香环的2个以上的相邻的碳原子上分别结合有羟基的化合物(E)，即使在使用不具有潜在性的含磷原子的固化促进剂作为促进环氧树脂(A1)与酚醛树脂系固化剂(B)的交联反应的固化促进剂(D)的情况下，也能够抑制固定用树脂组合物在熔融混炼中的反应，能够稳定地得到固定用树脂组合物。另外，化合物(E)还具有使固定用树脂组合物的熔融粘度降低、使流动性提高的效果。作为化合物(E)，能够使用下述通式(5)所示的单环式化合物或下述通式(6)所示的多环式化合物等，这些化合物可以进一步具有羟基以外的取代基。



[0107] 在通式(5)中，R15和R19的任一个为羟基，在一个为羟基的情况下，另一个为氢原子、羟基或羟基以外的取代基，R16、R17和R18为氢原子、羟基或羟基以外的取代基。



[0109] 在通式(6)中，R20和R26的任一个为羟基，在一个为羟基的情况下，另一个为氢原子、羟基或羟基以外的取代基，R21、R22、R23、R24和R25为氢原子、羟基或羟基以外的取代基。

[0110] 作为通式(5)所示的单环式化合物的具体例子，例如可以列举邻苯二酚、邻苯三酚、没食子酸、没食子酸酯或它们的衍生物。另外，作为通式(6)所示的多环式化合物的具体例子，例如可以列举1,2-二羟基萘、2,3-二羟基萘和它们的衍生物。其中，从控制流动性和固化性的容易程度出发，优选在构成芳香环的2个相邻的碳原子上分别结合有羟基的化合物。另外，在考虑混炼工序中的挥发的情况下，更优选母核为低挥发性且称量稳定性高的萘环的化合物。在该情况下，具体而言，化合物(E)例如可以为1,2-二羟基萘、2,3-二羟基萘及其衍生物等具有萘环的化合物。这些化合物(E)可以单独使用1种，也可以并用2种以上。

[0111] 化合物(E)的含量的下限值，相对于全部固定用树脂组合物的合计值100质量%，

优选为0.01质量%以上,更优选0.03质量%以上,特别优选0.05质量%以上。当化合物(E)的含量的下限值在上述范围内时,能够得到固定用树脂组合物的充分的低粘度化和流动性提高的效果。并且,化合物(E)的含量的上限值,相对于全部固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为2质量%以下,更优选0.8质量%以下,特别优选0.5质量%以下。当化合物(E)的含量的上限值在上述范围内时,引起固定用树脂组合物的固化性降低或固化物的物性降低的可能性小。

[0112] 本发明的固定用树脂组合物中,为了提高环氧树脂(A1)与无机填充剂(C)的密合性,可以添加硅烷偶联剂等的偶联剂(F)。作为偶联剂(F),只要是在环氧树脂(A1)与无机填充剂(C)之间反应、使环氧树脂(A1)与无机填充剂(C)的界面强度提高的物质即可,没有特别限定,例如可以列举环氧基硅烷、氨基硅烷、脲基硅烷、巯基硅烷等。并且,通过偶联剂(F)与上述化合物(E)并用,能够提高化合物(E)的降低固定用树脂组合物的熔融粘度、提高流动性的效果。

[0113] 作为环氧基硅烷,例如可以列举 $\gamma$ -环氧丙氧基丙基三乙氧基硅烷、 $\gamma$ -环氧丙氧基丙基三甲氧基硅烷、 $\gamma$ -环氧丙氧基丙基甲基二甲氧基硅烷、 $\beta$ -(3,4环氧环己基)乙基三甲氧基硅烷等。另外,作为氨基硅烷,例如可以列举 $\gamma$ -氨基丙基三乙氧基硅烷、 $\gamma$ -氨基丙基三甲氧基硅烷、N- $\beta$ (氨基乙基) $\gamma$ -氨基丙基三甲氧基硅烷、N- $\beta$ (氨基乙基) $\gamma$ -氨基丙基甲基二甲氧基硅烷、N-苯基 $\gamma$ -氨基丙基三乙氧基硅烷、N-苯基 $\gamma$ -氨基丙基三甲氧基硅烷、N- $\beta$ (氨基乙基) $\gamma$ -氨基丙基三乙氧基硅烷、N-6-(氨基己基)3-氨基丙基三甲氧基硅烷、N-(3-(三甲氧基甲硅烷基丙基)-1,3-苯二甲胺)等。另外,作为脲基硅烷,例如可以列举 $\gamma$ -脲基丙基三乙氧基硅烷、六甲基二硅氮烷等。也可以使氨基硅烷的伯氨基部位与酮或醛反应形成受到保护的潜在性氨基硅烷偶联剂来使用。并且,作为氨基硅烷,可以具有仲氨基。另外,作为巯基硅烷,例如可以列举 $\gamma$ -巯基丙基三甲氧基硅烷、3-巯基丙基甲基二甲氧基硅烷,除此之外,还可以列举双(3-三乙氧基甲硅烷基丙基)四硫化物、双(3-三乙氧基甲硅烷基丙基)二硫化物那样的通过热分解表现出与巯基硅烷偶联剂同样的功能的硅烷偶联剂等。另外,这些硅烷偶联剂可以配合预先使其进行水解反应而得到的物质。这些硅烷偶联剂可以单独使用1种也可以并用2种以上。

[0114] 从连续成型性的观点出发,优选巯基硅烷;从流动性的观点出发,优选氨基硅烷;从密合性的观点出发,优选环氧基硅烷。

[0115] 能够在本发明的固定用树脂组合物中使用的硅烷偶联剂等的偶联剂(F)的含量的下限值,相对于全部固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为0.01质量%以上,更优选0.05质量%以上,特别优选0.1质量%以上。当硅烷偶联剂等的偶联剂(F)的含量的下限值在上述范围内时,环氧树脂(A1)与无机填充剂(C)的界面强度不会降低,能够得到良好的耐振动性。并且,硅烷偶联剂等的偶联剂(F)的含量的上限值,相对于全部固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为1质量%以下,更优选为0.8质量%以下,特别优选为0.6质量%以下。当硅烷偶联剂等的偶联剂(F)的含量的上限值在上述范围内时,环氧树脂(A1)与无机填充剂(C)的界面强度不会降低,能够得到良好的耐振动性。并且,当硅烷偶联剂等的偶联剂(F)的含量在上述范围内时,固定用树脂组合物的固化物的吸水性不会增大,能够得到良好的防锈性。

[0116] 在本发明的固定用树脂组合物中,为了提高难燃性,可以添加无机阻燃剂(G)。其

中,从能够缩短燃烧时间的观点出发,优选通过在燃烧时脱水、吸热来阻碍燃烧反应的金属氢氧化物或复合金属氢氧化物。作为金属氢氧化物,可以列举氢氧化铝、氢氧化镁、氢氧化钙、氢氧化钡、氢氧化锆。作为复合金属氢氧化物,可以为含有2种以上金属元素的水滑石型化合物,至少一种金属元素为镁,并且其他金属元素可以为选自钙、铝、锡、钛、铁、钴、镍、铜或锌中的金属元素,作为这样的复合金属氢氧化物,氢氧化镁-锌固溶体是市售品容易获得。其中,从连续成型性的观点出发,优选氢氧化铝、氢氧化镁-锌固溶体。无机阻燃剂(G)可以单独使用,也可以使用2种以上。另外,以降低对连续成型性的影响为目的,可以利用硅烷偶联剂等硅化合物或蜡等脂肪族系化合物等进行表面处理后使用。

[0117] 本发明的无机阻燃剂(G)的含量,相对于本发明的固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为1质量%以上20质量%以下,更优选3质量%以上10质量%以下。

[0118] 在本发明的固定用树脂组合物中,离子性杂质的浓度的上限值相对于固定用树脂组合物优选为500ppm以下,更优选300ppm以下,进一步优选200ppm以下。离子性杂质的浓度的下限值没有特别限定,例如相对于本发明的固定用树脂组合物为0ppb以上,更优选为10ppb以上,进一步优选为100ppb以上。由此,在将本发明的固定用树脂组合物的固化物用于固定部件时,即使在高温、高湿的条件下进行处理也能够保持高的防锈性。

[0119] 作为本发明的离子性杂质,没有特别限定,可以列举碱金属离子、碱土金属离子、卤离子等,进一步具体而言,可以列举钠离子、氯离子等。钠离子的浓度的上限值,相对于本发明的固定用树脂组合物,优选为100ppm以下,更优选为70ppm以下,进一步优选为50ppm以下。此外,氯离子的浓度的上限值,相对于本发明的固定用树脂组合物,优选为100ppm以下,更优选为50ppm以下,进一步优选为30ppm以下。通过在上述范围内,能够抑制电磁钢板或磁铁的腐蚀。

[0120] 在本实施方式中,例如,通过使用高纯度的环氧树脂,能够降低离子性杂质。由此,得到耐久性优异的转子。

[0121] 离子性杂质的浓度如下所述求出。首先,将本发明的固定用树脂组合物以175℃、180秒成型固化,之后,用粉碎机粉碎,得到固化物的粉末。在纯水中对得到的固化物粉末以120℃处理24小时,在纯水中提取出离子,之后,使用ICP-MS(电感耦合等离子体离子源质量分析装置)进行测定。

[0122] 在本发明的固定用树脂组合物中,氧化铝的含量的上限值,相对于固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为10质量%以下,更优选7质量%以下,进一步优选5质量%以下。氧化铝的含量的下限值没有特别限定,例如,相对于本发明的固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为0质量%以上,更优选为0.01质量%以上,进一步优选为0.1质量%以上。通过使氧化铝的含量在上述上限值以下,能够提高本发明的固定用树脂组合物的流动性,实现轻量化。其中,在本实施方式中,0质量%为容许的检测界限的值。

[0123] 在本发明的固定用树脂组合物中,除了上述成分以外,还可以适当配合水滑石类或含有选自镁、铝、铋、钛、锆中的元素的氢氧化物等的离子捕捉剂;炭黑、铁丹、氧化钛等着色剂;巴西棕榈蜡等天然蜡;聚乙烯蜡等合成蜡;硬脂酸或硬脂酸锌等高级脂肪酸及其金属盐类、或者石蜡等脱模剂;聚丁二烯化合物、丙烯腈丁二烯共聚化合物、硅油、硅橡胶等硅化合物等的低应力剂。

[0124] 本发明的着色剂的含量,相对于本发明的固定用树脂组合物的合计值100质量%,

优选为0.01质量%以上1质量%以下,更优选为0.05质量%以上0.8质量%以下。通过使着色剂的含量在上述范围内,不需要除去带有颜色的杂质的工序,提高了操作性。因此,实现了成品率优异的转子。

[0125] 本发明的脱模剂的含量,相对于本发明的固定用树脂组合物的合计值100质量%,下限值没有特别限定,例如优选为0.01质量%以上,更优选为0.05质量%以上,而上限值例如优选为1质量%以下,更优选0.5质量%以下,进一步优选0.2质量%以下,特别优选0.1质量%以下。通常,在递模形成半导体芯片时,为了确保固定部件从模具脱离时的脱模性,已知添加一定量的脱模剂。但是,当脱模剂的添加量过高时,可能导致固定部件与电磁钢板的密合性降低。因此,在本发明中,优选脱模剂的含量少,特别优选为0.2质量%以下。由此,能够提高固定部件与电磁钢板的密合性,实现耐久性优异的转子。

[0126] 本发明的低应力剂的含量,相对于本发明的固定用树脂组合物的合计值100质量%,优选为0.01质量%以上3质量%以下,更优选0.05质量%以上2质量%以下。

[0127] 通过使本发明的固定用树脂组合物为以上说明的构成,能够提高固定用树脂组合物的填充特性。于是,即使在孔部与磁铁的间隙狭窄的情况下,也能够充分确保钢板与磁铁的接合面积。结果,能够赋予转子以高的机械强度。并且,即使浸渍在自动变速箱油(ATF)中,也能够将浸渍前后的重量变化率、体积变化率抑制在较小的程度,因此,具备极其适合作为汽车用途中使用的转子的特性。

[0128] 在本发明的固定用树脂组合物中,在模具温度175℃、成型压力6.9MPa、注入时间20秒、固化时间90秒的条件下,在具有宽度3mm、厚度80μm的截面形状的流路中注入固定用树脂组合物时的狭缝流动长度,其下限值优选为75mm以上,更优选为80mm以上,进一步优选为85mm以上,而上限值优选为300mm以下。通过使厚度80μm的狭缝长度在下限值以上,能够提高在宽度狭窄区域的间隙中的填充特性。通过使厚度80μm的狭缝长度在上限值以下,能够抑制转子上大量附着毛刺、在转子旋转时毛刺掉下而阻碍转子旋转的情况。

[0129] 并且,在本实施方式中,例如通过减小填充材料的粒径、降低环氧树脂和/或固化剂的软化点、减少固化促进剂的量等,能够增加上述狭缝流动长度。

[0130] 本发明的固定用树脂组合物的使用高化式粘度测定装置以测定温度175℃、负荷10kg测定时的高化式粘度,其下限值没有特别限定,优选为3Pa·s以上,更优选5Pa·s以上,进一步优选6Pa·s以上;而上限值没有特别限定,优选50Pa·s以下,更优选30Pa·s以下,进一步优选15Pa·s以下。在上述下限值以上时,能够抑制由于成型时卷入等而产生空隙。在上述上限值以下时,能够得到良好的填充性。由此,能够实现制造稳定性优异的转子。

[0131] 并且,在本实施方式中,例如通过降低环氧树脂、固化剂的软化点、使用潜在性的固化促进剂、使用熔融球形二氧化硅作为填充剂等,能够降低上述高化式粘度。

[0132] 本发明的固定用树脂组合物的175℃时的胶凝时间优选为10秒以上50秒以下,更优选15秒以上45秒以下。在上述下限值以上时,能够提高填充性。在上述上限值以下时,能够加快成型周期。

[0133] 并且,在本实施方式中,例如通过增加固化促进剂的量,能够降低上述胶凝时间。由此,能够实现制造稳定性优异的转子。

[0134] 本发明的固定用树脂组合物的螺旋流长度优选为50cm以上,更优选为60cm以上,进一步优选为80cm以上。在上述下限值以上时,能够提高填充性,特别是在垂直方向上的填



充性。作为上述螺旋流长度的上限值,没有特别限定,优选在250cm以下,更优选在220cm以下。由此,能够实现制造稳定性优异的转子。

[0135] 此外,在本实施方式中,例如通过使用熔融球形二氧化硅作为填充剂、降低环氧树脂、固化剂的软化点、减少固化促进剂的量等,能够提高上述螺旋流长度。

[0136] 本发明的固定用树脂组合物,使用硫化仪以测定温度175℃经时测定固化转矩时,将测定开始60秒后的固化转矩设为 $T_{60}$ 、将直到测定开始300秒后为止的最大固化转矩值设为 $T_{max}$ 时,测定开始60秒后的固化转矩值相对于直到测定开始300秒后为止的最大固化转矩值之比 $T_{60}/T_{max}$ (%)优选为40%以上,更优选为45%以上,进一步优选为50%以上。作为上述固化转矩值之比的上限值,没有特别限定,优选为100%以下,更优选为95%以下。在上述下限值以上时,能够提高生产性。

[0137] 并且,在本实施方式中,例如通过增加固化促进剂的量,能够增加上述固化转矩值之比。由此,能够实现制造稳定性优异的转子。

[0138] 本发明的固定用树脂组合物,首先,制作以模具温度175℃、注入压力9.8MPa、固化时间120秒的固化条件下、并且按照JIS K7162基准得到的哑铃形状的上述固定用树脂组合物的固化物。再使上述哑铃形状的上述固定用树脂组合物的固化物以175℃、4小时的条件固化,制作试验片。对上述试验片,以温度25℃、负荷速度1.0mm/min的条件进行拉伸试验,得到断裂能。其中,与JIS K7162中记载的哑铃形状相同的形状记载于ISO527-2中。

[0139] 以下,将以温度25℃、负荷速度1.0mm/min这样的条件进行拉伸试验时得到的断裂能称为断裂能a。并且将以温度150℃、负荷速度1.0mm/min这样的条件进行拉伸试验时得到的断裂能称为断裂能b。并且将断裂能a的测定条件下的断裂强度称为断裂强度a,将断裂能b的测定条件下的断裂强度称为断裂强度b。

[0140] 断裂能通过将拉伸试验时的垂直应力(stress)与垂直形变(strein)的关系制成图形化的曲线(应力-形变曲线)来计算。

[0141] 具体而言,将形变作为变量,计算从拉伸试验开始点到断裂点的应力的积分值。该断裂能越大,得到的转子芯越会具备硬度和粘性强度,耐久性越优异。其中,单位为 $\times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 。

[0142] 本发明的固定用树脂组合物的固化物(固定部件)的断裂能a优选为 $1.5 \times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 以上。具有这样范围的断裂能a,能够得到具有硬度和粘性强度的耐久性优异的转子芯。

[0143] 并且,断裂能a更优选在 $1.9 \times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 以上。通过使断裂能a在上述范围内,能够实现在高温下经过长时间高速旋转的环境下显示充分的耐久性的转子芯。其中,上限值没有特别限定,只要在 $15.0 \times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 左右即可。

[0144] 并且,断裂能b优选在 $1.2 \times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 以上。与断裂能a相比在高温下测得的断裂能b在上述范围内时,能够得到可以耐受温度变化、具备硬度和粘性强度的耐久性优异的转子。并且,断裂能b更优选在 $1.5 \times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 以上。通过使断裂能b在上述范围内,高速旋转时的耐久性进一步提高。断裂能b也与断裂能a同样,上限值没有特别限定,在 $8.0 \times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 左右即可。

[0145] 为了提高断裂能a和b,下述方法是有效的。

[0146] 首先,通过使用本发明的环氧树脂及其固化剂的组合,能够提高树脂成分的强度和粘性强度。除此之外,更优选利用硅烷偶联剂对无机填充剂的表面进行改性,提高树脂与

无机填充剂的界面的接合强度。另外,更优选通过调节无机填充剂的粒径分布,形成树脂固化体内部产生的微小裂缝难以发展的结构。

[0147] 通过将本发明的固定用树脂组合物的固化物(固定部件)的断裂强度a控制在50MPa以上的范围,能够进一步提高本实施方式的转子的耐久性。具体而言,通过使断裂强度a在该范围内,高速旋转时的耐久性进一步提高。并且,断裂强度a优选为60MPa以上。上限值没有特别限定,只要在200MPa左右即可。

[0148] 本发明的固定用树脂组合物的固化物的断裂强度b也与断裂强度a同样,通过将断裂强度b控制在15MPa以上的范围,高速旋转时的耐久性进一步提高。并且,断裂强度b优选在20MPa以上。上限值没有特别限定,只要在100MPa左右即可。

[0149] 通过将断裂强度a和b设定在上述特定的范围内,能够提供耐久性优异的转子。特别是能够提供转子高速旋转使用时永久磁铁的位置稳定性优异的转子。

[0150] 本发明的固定用树脂组合物,使用成型机,以模具温度175℃、注入压力9.8MPa、固化时间120秒的条件,将上述固定用树脂组合物注入成型,制作长度为80mm、宽度10mm、厚度4mm的上述固定用树脂组合物的成型体。再使上述成型体在175℃、4小时这样的条件下固化,得到固化物。然后,将该固化物在ATF中以150℃浸渍1000小时。将ATF浸渍前的上述固化物的重量设为X1、将ATF浸渍后的上述固化物的重量设为X2,由 $(X2 - X1) / X1 \times 100$ 算出重量变化率[%]。

[0151] 在此,ATF为通常使用的物质即可,没有特别限定,可以在基油中配合各种添加剂。在此,基油通常为矿油类基油、合成油类基油或者它们的混合物。作为添加剂成分,可以列举粘度调节剂、摩擦调节剂等。

[0152] 在本实施方式中,作为重量变化率测定用的ATF,例如可以使用自动变速油D(日产汽车株式会社制造)、自动油型T-IV(丰田汽车株式会社制造)、ATF DW-1(本田技研工业株式会社制造)等。

[0153] 本发明的固定用树脂组合物,将其固化物(固定部件)在ATF中以150℃浸渍1000小时时的重量变化率优选在0.5%以下。更优选在0.2%以下。通过使ATF浸渍前后的重量变化率在上述上限值以下,固定部件即使在高温下长时间与润滑油接触,也能够抑制固定部件由于润滑油而大幅度膨胀。

[0154] 并且,本发明的固定用树脂组合物,将其固化物在ATF中以150℃浸渍1000小时时的重量变化率优选在-0.05%以上。更优选在-0.03%以上。通过使ATF浸渍前后的重量变化率在上述下限值以上,固定部件即使在高温下长时间与润滑油接触,也能够抑制固定部件的一部分在润滑油中流出。并且,通过使ATF浸渍前后的重量变化率在上述下限值以上,能够抑制润滑油的特性降低。

[0155] 因此,通过使ATF浸渍前后的重量变化率在上述范围内,即使在高温下经过长时间高速旋转的环境下,也能将固定部件的尺寸维持恒定。结果,能够长时间将磁铁的位置维持恒定,因而能够得到长期可靠性优异的转子。

[0156] 并且,本发明的固定用树脂组合物,将其固化物在ATF中以150℃下浸渍2000小时时,将ATF浸渍后的上述固化物的重量设为X3时,由 $(X3 - X1) / X1 \times 100$ 算出的重量变化率[%]优选在-0.1%以上0.6%以下。更优选在-0.07%以上0.5%以下。当上述条件下测得的重量变化率在上述范围内时,即使在高温下经过长时间高速旋转的环境下,也能够得到

长期可靠性更为优异的转子。

[0157] 并且,本发明的固定用树脂组合物,将其固化物在ATF中以150℃下浸渍1000小时,将ATF浸渍前的上述固化物的体积设为Y1、将ATF浸渍后的上述固化物的体积设为Y2时,由 $(Y2 - Y1) / Y1 \times 100$ 算出的体积变化率[%]优选为-0.2%以上1.5%以下,更优选-0.1%以上1%以下。当上述条件下测得的体积变化率在上述范围内时,即使在高温下经过长时间高速旋转的环境下,也能得到长期可靠性更为优异的转子。

[0158] 本发明的固定用树脂组合物,例如,使用混合机等在常温下均匀混合后,根据需要,使用加热辊、捏合机或挤出机等混炼机进行熔融混炼,接着根据需要进行冷却、粉碎,由此能够调节到期望的分散度或流动性等。

[0159] 本发明的固定用树脂组合物的制造方法没有特别限定,能够如下进行。

[0160] 首先,配合规定量的热固型树脂(A)、酚醛树脂系固化剂(B)和无机填充剂(C)以及优选的其他的添加剂等,得到固定用树脂组合物。接着,例如使用混合机、喷射式粉碎机、球磨机等将配合得到的混合物在常温下均匀粉碎、混合,之后,使用加热辊、捏合机或挤出机等混炼机,加温到90~120℃左右,同时进行熔融混炼。接着,将混炼后的固定用树脂组合物冷却、粉碎,能够得到颗粒或粉末状的固态的固定用树脂组合物。本发明的固定用树脂组合物的粉末或颗粒的粒度例如优选为5mm以下。通过在5mm以下,能够抑制压片时发生填充不良、抑制片剂的质量偏差增大。

[0161] 进一步通过将得到的固定用树脂组合物的粉末或颗粒压片成型,能够得到片剂。作为压片成型所使用的装置,能够使用单发式或多连旋转式的压片机。片剂的形状没有特别限定,优选为圆柱状。压片机的阳模、阴模以及环境的温度没有特别限定,优选为35℃以下。在超过35℃时,固定用树脂组合物由于反应而导致粘度上升,可能会损害流动性。压片压力优选在 $400 \times 10^4$ 以上 $3000 \times 10^4$ 以下Pa的范围。通过使压片压力在上述上限值以下,能够抑制在片剂压片后立刻发生破损。另一方面,通过使压片压力在上述下限值以上,能够抑制因得不到充分的凝聚力而在输送中片剂破损。压片机的阳模、阴模的模具材质、表面处理没有特定限定,能够使用公知的材质,作为表面处理的例子,例如可以列举放电加工、涂覆脱模剂、镀层处理、研磨等。

[0162] 此外,本发明的固定部件的玻璃化温度(Tg)优选在130℃以上,更优选140℃以上。在上述下限值以上时,能够提高可靠性。上述玻璃化温度(Tg)的上限值没有特别限定,优选为200℃以下,更优选为190℃以下。由此,能够实现耐久性优异的转子。

[0163] 并且,在本实施方式中,例如通过提高环氧树脂、固化剂的软化点,能够提高上述玻璃化温度(Tg)。

[0164] 本发明的固定部件的150℃时的弯曲强度优选在70MPa以上,更优选在100MPa以上。在上述下限值以下时,不易产生裂纹等,可靠性提高。作为上述弯曲强度的上限值,没有特别限定,优选在300MPa以下,更优选在250MPa以下。由此,能够实现耐久性优异的转子。

[0165] 并且,在本实施方式中,例如通过对填充剂的表面进行偶联剂处理,能够提高上述弯曲强度。

[0166] 本发明的固定部件的150℃时的弯曲弹性模量的上限值优选在 $1.6 \times 10^4$ MPa以下,更优选在 $1.3 \times 10^4$ MPa以下。当在上述上限值以下时,由于应力缓和能够提高可靠性。作为上述弯曲弹性模量的下限值,没有特别限定,优选在5000MPa以上,更优选在7000MPa以上。

由此,能够实现耐久性优异的转子。

[0167] 并且,在本实施方式中,例如通过增加低应力剂的添加量、减少填充剂的配合量等,能够降低上述弯曲弹性模量。

[0168] 本发明的固定部件的25℃以上、玻璃化温度(Tg)以下的区域中的线膨胀系数( $\alpha_1$ )优选为10ppm/℃以上25ppm/℃以下,更优选15ppm/℃以上20ppm/℃以下。在上述范围内时,与电磁钢板的热膨胀差小、并且能够防止磁体掉落。由此,能够实现耐久性优异的转子。

[0169] 并且,在本实施方式中,例如通过增加填充剂的配合量,能降低上述线膨胀系数( $\alpha_1$ )。

[0170] 本发明的固定部件的25℃以上、玻璃化温度(Tg)以下的区域中的线膨胀系数( $\alpha_2$ )优选为10ppm/℃以上100ppm/℃以下,更优选为20ppm/℃以上80ppm/℃以下。在上述范围内时,与电磁钢板的热膨胀差小,并且能够防止磁体掉落。由此,能够实现耐久性优异的转子。

[0171] 并且,在本实施方式中,例如通过增加填充剂的配合量,能够降低上述线膨胀系数( $\alpha_2$ )。

[0172] (转子的制造方法)

[0173] 本实施方式的转子100的制造方法具备:准备转子芯110的工序,该转子芯设有沿着旋转轴(轴170)贯通的贯通孔的周边部配置的多个孔部150;在孔部150中插入磁铁120的工序;在孔部150与磁铁120的分离部填充固定用树脂组合物的工序;将树脂组合物固化,得到固定部件130的工序;在转子芯110的上述贯通孔中插入轴170,并且将固定轴170固定在转子芯上的工序。

[0174] 在本实施方式中,作为填充固定用树脂组合物的方法,优选使用嵌入成型。下面进行详细说明。

[0175] 首先,对嵌入成型装置进行说明。

[0176] 图2是嵌入成型所使用的嵌入成型装置的上模具200的截面图。

[0177] 作为固定部件130的形成方法的一例,采用使用片状的固定用树脂组合物进行嵌入成型的方法。该嵌入成型使用嵌入成型装置。该成型装置具备:上模具200,该上模具具有供给片状的固定用树脂组合物的罐210、和使熔融状态的固定用树脂组合物移动的流路220;下模具;对这些上模具和下模具进行加热的加热单元;和挤出熔融状态的固定用树脂组合物的挤出机构。嵌入成型装置例如还可以具备搬送转子芯等的搬送功能。

[0178] 在本实施方式中,上模具200和下模具优选与转子芯110的上表面和下表面(即,构成转子芯110的电磁钢板的一面)密合,例如优选为板状。本实施方式的上模具200和下模具,不覆盖转子芯110的整体,例如不覆盖侧面的一部分,这一点与半导体装置的制造方法所使用的通常的传递模塑成型的模具不同。传递模塑成型的模具以在由上模具和下模具构成的腔体内配置半导体芯片整体的方式构成。

[0179] 并且,罐210可以具有2个不同的流路220,也可以具有Y字状的流路220。由此,能够从1个罐210向2个孔部填充本发明的固定用树脂组合物。并且,1个罐可以具有向1个孔部填充固定用树脂组合物的1个流路,还可以具有向3个以上的孔部填充固定用树脂组合物的3个流路。其中,多个流路可以彼此独立,也可以连续。

[0180] 接着,对本实施方式的嵌入成型进行说明。

[0181] 首先,将转子芯在烘箱或者热盘上等进行预热,之后,固定在未图示的成型装置的

下模具上。接着,在转子芯的孔部中插入磁铁。接着,使下模具上升,将上模具200按压到转子芯的上表面。由此,由上模具200和下模具将转子芯110的上表面和下表面夹入。此时,上模具200中的流路220的前端部配置在孔部与磁铁的分离部上。此外,转子芯通过来自成型装置的下模具和上模具200的热传导被加热。成型装置的下模具和上模具200被温度调节为例如150℃~200℃左右,以使得转子芯达到适合固定用树脂组合物的成型、固化的温度。在该状态下,将片状的固定用树脂组合物供给到上模具200的罐210内。供给到上模具200的罐210内的片状的固定用树脂组合物在罐210内被加热,形成熔融状态。

[0182] 接着,通过柱塞(挤出机构)将熔融状态的固定用树脂组合物从罐210中挤出。于是,固定用树脂组合物在流路220中移动,填充到孔部与磁铁的分离部。其间,转子芯通过来自模具(下模具和上模具200)的热传导被加热,由此使填充的固定用树脂组合物固化,形成固定部件。此时,作为温度条件,例如可以为150℃~200℃。并且,作为固化时间,例如可以为30秒~180秒。由此,插入到孔部150内部的磁铁120被固定部件130固定。此后,将上模具200从转子芯的上表面离开。接着,在转子芯110的贯通孔中插入轴170,并且将轴170固定设置在转子芯上。

[0183] 由此,得到本实施方式的转子。

[0184] 在此,本实施方式的嵌入成型方法不需要进行脱模,这一点与半导体装置的制造所使用的传递模塑成型方法不同。

[0185] 利用嵌入成型方法,在转子芯110的上表面与上模具200密合的状态下,通过上模具200的流路向转子芯110的孔部内填充树脂。因此,转子芯110的上表面与上模具200之间不会大量填充树脂,上模具200与上表面容易装拆。

[0186] 另一方面,利用传递模塑成型方法,由于在半导体芯片与模具之间的腔体中填充树脂,因此需要将模具从成型品完好地脱模。因此,用于封装半导体芯片的树脂特别要求模具与成型品的脱模性。

[0187] 本实施方式的转子100能够搭载在混合动力车、燃料电池车和电动汽车等的电动车辆、火车以及船舶等的交通工具中。

[0188] 实施例

[0189] 下面,参照实施例详细说明本发明,但是本发明不受下述实施例的记载的任何限定。如果没有特别说明,以下记载的“份”表示“质量份”,“%”表示“质量%”。

[0190] 各实施例和各比较例中使用的原料成分如下。

[0191] (热固型树脂(A))

[0192] 环氧树脂1:联苯型环氧(三菱化学制造、YX4000K、150℃的ICI粘度:0.11泊)

[0193] 环氧树脂2:四甲基双酚F型环氧树脂(新日铁化学制造、YSLV-80XY、150℃的ICI粘度:0.03泊)

[0194] 环氧树脂3:邻甲酚线型酚醛型环氧树脂(DIC制造,EPICLON N-665、150℃的ICI粘度:3.06泊)

[0195] 环氧树脂4:具有亚苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧(日本化药制造、NC-2000、150℃的ICI粘度:1.20泊)

[0196] 环氧树脂5:具有亚联苯基骨架的苯酚芳烷基型环氧(日本化药制造、NC3000、150℃的ICI粘度:0.85泊)

[0197] 环氧树脂6:三苯基甲烷型环氧树脂(日本化药制造、E-1032H-60、150℃的ICI粘度:1.30泊)

[0198] 环氧树脂7:邻甲酚线型酚醛型环氧树脂(DIC制造、EPICLON N-670、150℃的ICI粘度:4.28泊)

[0199] 其中,150℃时的熔融粘度(ICI粘度)利用圆锥平板型粘度计CV-1S(东亚工业株式会社制造)进行测定。

[0200] (固化剂(B))

[0201] 酚醛树脂系固化剂1:线型酚醛树脂(住友电木株式会社制造、PR-HF-3、150℃的ICI粘度:1.08泊)

[0202] 酚醛树脂系固化剂2:具有亚苯基骨架的苯酚芳烷基树脂(明和化成制造、MEH-7800-4S、150℃的ICI粘度:0.73泊)

[0203] 酚醛树脂系固化剂3:具有亚联苯基骨架的苯酚芳烷基树脂(明和化成制造、MEH-7851SS、150℃的ICI粘度:0.68泊)

[0204] 酚醛树脂系固化剂4:以2-羟基苯甲醛、甲醛和苯酚的反应生成物为主的酚醛树脂(air water公司制造、HE910-20、150℃的ICI粘度:1.5泊)

[0205] 酚醛树脂系固化剂5:线型酚醛树脂(住友电木株式会社制造、PR-51714、150℃的ICI粘度:1.64泊)

[0206] (无机填充剂(C))

[0207] 球形二氧化硅1(电气化学工业制造、FB-950、平均粒径 $D_{50}$ 23 $\mu\text{m}$ )

[0208] 球形二氧化硅2(电气化学工业制造、FB-35、平均粒径 $D_{50}$ 10 $\mu\text{m}$ )

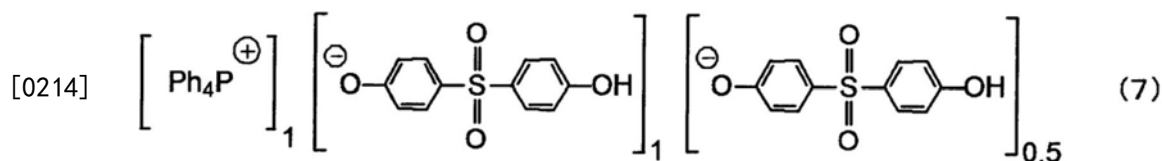
[0209] 球形二氧化硅3(Admatechs制造、SO-25R、平均粒径 $D_{50}$ 0.5 $\mu\text{m}$ )

[0210] 氧化铝(电气化学工业制造、DAW-45、平均粒径 $D_{50}$ 43 $\mu\text{m}$ )

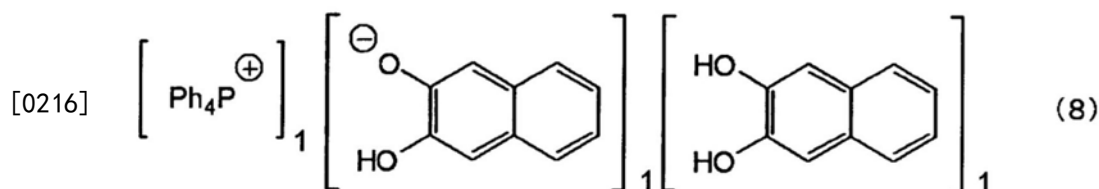
[0211] (固化促进剂(D))

[0212] 固化促进剂1:三苯基磷

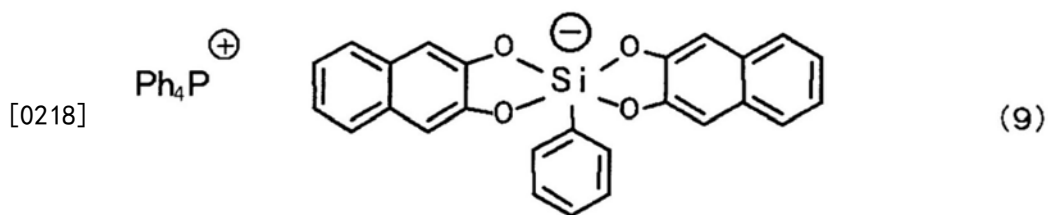
[0213] 固化促进剂2:下述式(7)所示的固化促进剂



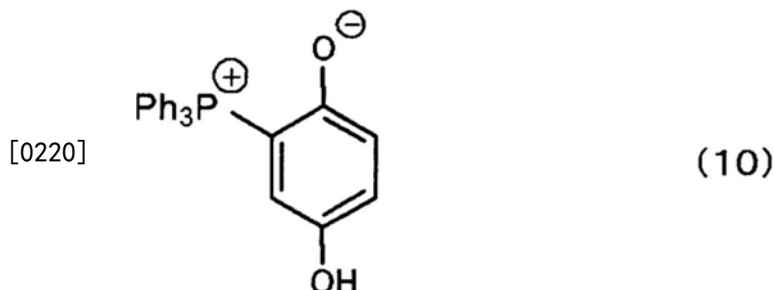
[0215] 固化促进剂3:下述式(8)所示的固化促进剂



[0217] 固化促进剂4:下述式(9)所示的固化促进剂



[0219] 固化促进剂5:下述式(10)所示的固化促进剂



[0221] (偶联剂(F))

[0222] 偶联剂1:苯基氨基丙基三甲氧基硅烷(Dow Corning Toray Co.,Ltd.制造、CF4083)

[0223] 偶联剂2:γ-环氧丙氧基丙基三甲氧基硅烷(信越化学工业株式会社制造、KBM-403)

[0224] (无机阻燃剂(G))

[0225] 氢氧化铝(住友化学制造、CL-303)

[0226] (其他添加剂)

[0227] 离子捕捉剂:水滑石(协和化学工业制造、商品名DHT-4H)

[0228] 着色剂:炭黑(三菱化学制造、MA600)

[0229] 脱模剂:褐煤酸酯蜡(Hoechst制造、Hoechst wax E)

[0230] 低应力剂1:硅树脂(信越化学工业株式会社制造、KMP-594)

[0231] 低应力剂2:硅油(Dow Corning Toray Co.,Ltd.制造、TZ-8120)

[0232] (实施例)

[0233] 关于实施例和比较例,按照表1和表2所示的配合量,配合各成分,使用混合机在常温下进行混合,得到粉末状中间体。将得到的粉末状中间体填装到自动供给装置(料斗)中,定量向80℃~100℃的加热辊供给,进行熔融混炼。之后进行冷却,接着进行粉碎,得到固定用树脂组合物。使用成型装置,对得到的固定用树脂组合物进行压片成型,从而得到片剂。

[0234] 另一方面,使用图2所示的具备上模具200的嵌入成型装置,按照下述方法制作转子。首先,将转子芯固定在成型装置的下模具上,接着,在转子芯的孔部中插入钕磁铁,之后使下模具上升,将上模具200按压到转子芯的上表面。接着,将片状的固定用树脂组合物供给到上模具200的罐210。然后,利用柱塞将熔融状态的固定用树脂组合物从罐210中挤出,将固定用树脂组合物填充到孔部与钕磁铁的分离部。接着,使填充的固定用树脂组合物加热固化,形成固定部件,得到转子。此时的成型条件为转子芯温度:160℃、固化时间:120秒。

[0235] 对于得到的固定用树脂组合物和转子,进行下述的测定和评价。其结果示于表1和表2。实施例的转子的强度优异。

[0236] (评价项目)

[0237] 螺旋流长度:将低压传递模塑成型机(Kohtaki Precision Machine公司制造、KTS-15)用于嵌入成型,在基于ANSI/ASTM D 3123-72的螺旋流长度测定用模具中,以175℃、注入压力6.9MPa、保压时间120秒的条件注入固定用树脂组合物,测定流动长度。螺旋流长度是流动性的参数,数值越大流动性越好。表1、2中的螺旋流长度的单位为cm。

[0238] 胶凝时间:将固定用树脂组合物载置于控制在175℃的热板上,用刮片以约1次/sec.的行程进行混炼。测定固定用树脂组合物由于热而溶解起直到固化的时间,作为胶凝时间。表1、2中的胶凝时间的单位为秒。

[0239] 高化式粘度:将大约2.5g的固定用树脂组合物制成片状(直径11mm、高度约15mm)之后,使用高化式粘度测定装置(岛津制作所株式会社制造、CFT-500D),以测定温度175℃、负荷10kg的条件,使用直径0.5mm、长度1.0mm的喷嘴(dies)进行测定。表1、2中的高化式粘度的单位为Pa·s。

[0240] 硫化转矩比:使用硫化仪(株式会社ORIENTEC制造、JSR Curelastometer IVPS型),以测定温度175℃经时测定固定用树脂组合物的固化转矩,将测定开始60秒后的固化转矩值设为 $T_{60}$ 、将直到测定开始300秒后为止的最大固化转矩值设为 $T_{max}$ 。将测定开始60秒后的固化转矩值相对于直到测定开始300秒后为止的最大固化转矩值之比 $T_{60}/T_{max}$ (%)作为硫化转矩比求出。硫化仪的转矩为热刚性的参数。因此,硫化转矩比越大固化性越好。

[0241] 狭缝流动长度:以模具温度175℃、成型压力6.9MPa、注入时间20秒、固化时间90秒的条件,在放射状地设置有前端开放的特定厚度的槽(狭缝)的模具中,将固定用树脂组合物注入成型,用卡尺测定流出到宽度3mm、厚度80 $\mu$ m的狭缝中的树脂的长度。单位为mm。

[0242] 转子成型性:在视作电磁钢板的模具(孔部的宽度30mm、厚度4mm、深度75mm)中插入视作磁体的金属片(宽度28mm、厚度3.8mm、长度74mm),并将其安装于成型机中,之后,在模具达到170℃时,将固定用树脂组合物注入成型,在固化时间120秒后,将模具从成型机取出。肉眼观察成型品的外观,确认是否有空隙等异常,将没有空隙等异常的评价为O,将存在空隙等异常的评价为X。

[0243] 玻璃化温度:将低压传递模塑成型机(Kohtaki Precision Machine公司制造、KTS-30)用于嵌入成型,在模具温度175℃、注入压力9.8MPa、固化时间2分钟的条件,将固定用树脂组合物注入成型,得到4mm $\times$ 4mm $\times$ 15mm的试验片。将得到的试验片以175℃固化4小时,之后,使用热机械分析装置(精工电子工业株式会社制造、TMA100),在测定温度范围从0℃到320℃的温度范围内,以升温速度5℃/分钟进行测定,由此时的图确定玻璃化温度以下的区域中的线膨胀系数( $\alpha_1$ )和相当于橡胶状的区域中的线膨胀系数( $\alpha_2$ )。此时,将 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ 的延长线的交点作为玻璃化温度。在表1、2中,玻璃化温度的单位为℃,线膨胀系数( $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ )的单位为ppm/℃。

[0244] 耐燃性:将低压传递模塑成型机(Kohtaki Precision Machine公司制造、KTS-30)用于嵌入成型,在模具温度175℃、注入压力9.8MPa、注入时间15秒、固化时间120秒的条件下,将固定用树脂组合物注入成型,制作127mm $\times$ 12.7mm $\times$ 3.2mm厚度的耐燃试验片。使用这些试验片,基于UL94垂直法的标准进行耐燃试验,判断耐燃性。表示耐燃等级等。本发明中由于阻燃性并非必要条件,所以阻燃性可以适当调节。

[0245] 断裂能a和b:基于JIS K7162,将成型为哑铃型的转子固定用树脂组合物的固化物(以下表示为试验片)以25℃或150℃、负荷速度1.0mm/min这样的条件进行拉伸试验。该拉



伸试验中,拉力机使用ORIENTEC公司制造的Tensilon UCT-30T型,形变测量仪使用共和电业株式会社制造的Type KFG-2-120-D16-11L1M2R。

[0246] 将拉伸试验中的垂直应力(stress)与垂直形变(strein)的关系制作图形化的曲线(应力-形变曲线)。接着,将形变作为变量,计算从拉伸试验开始点到断裂点的应力的积分值。其中,单位为 $\times 10^{-4} \text{J/mm}^3$ 。

[0247] 耐油性:使用成型机(Kohtaki Precision Machine公司制造、KTS-30),以模具温度175℃、注入压力9.8MPa、固化时间120秒的条件,将固定用树脂组合物注入成型,得到长度80mm、宽度10mm、厚度4mm的成型品(固化物)。对得到的成型品,以175℃进行4小时的加热处理作为后固化,得到试验片,以JIS K6911为基准,在25℃的氛围下测定弯曲强度和弯曲弹性模量。接着,将该试验片放入耐压容器中,在耐压容器中填充有ATF油(NISSAN MATIC FLUID D)的状态下,以150℃的温度浸渍1000小时,之后,按照上述同样的方法测定弯曲强度和弯曲弹性模量。相对于ATF油浸渍前的初始值,将变化率在10%以内的评价为○、超过10%的评价为×

[0248] ATF浸渍试验(1000小时):使用成型机(Kohtaki Precision Machine公司制造、KTS-30),以模具温度175℃、注入压力9.8MPa、固化时间120秒的条件,将固定用树脂组合物注入成型,得到长度80mm、宽度10mm、厚度4mm的成型品(固化物)。对得到的成型品,以175℃进行4小时的加热处理作为后固化,得到试验片,测定ATF浸渍前的重量X1、体积Y1。接着,将该试验片放入耐压容器中,在填充有ATF的状态下,以150℃浸渍1000小时。然后,从耐压容器中取出试验片,擦掉在表面附着的ATF后,测定ATF浸渍后的重量X2、体积Y2。由下式分别计算ATF浸渍前后的重量变化率和体积变化率。

[0249]  $\text{ATF浸渍前后的重量变化率}[\%] = (X2 - X1) / X1 \times 100$

[0250]  $\text{ATF浸渍前后的体积变化率}[\%] = (Y2 - Y1) / Y1 \times 100$

[0251] 其中,作为ATF,使用MATIC FLUID D(日产汽车株式会社制造)、autofluid type T-IV(丰田汽车株式会社制造)、ATF Dw-1(本田技研工业株式会社制造)。

[0252] ATF浸渍试验(2000小时):除了将ATF中的浸渍时间改变为2000小时之外,与上述ATF浸渍试验(1000小时)同样进行,分别计算ATF浸渍前后的重量变化率和体积变化率。

[0253] 无机填充剂的脱离:上述ATF浸渍试验后,过滤ATF油,用显微镜确认滤纸上是否有无机填充剂。

[0254] 表1

[0255]

[0256] 表2

		150℃的ICI粘度	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6
环氧树脂1	YK4000K	0.11	7.69		4.57			
环氧树脂2	YSLV-80YX	0.03		7.82				
环氧树脂3	N-665	3.06			4.58			
环氧树脂4	NC-2000	1.2				8.24		
环氧树脂5	NC3000	0.85					8.12	
环氧树脂6	E-1032H-60	1.3						8.16
酚醛树脂1	PR-HF-3	1.08	4.16	3.83	4.5			
酚醛树脂2	MEH-7800-4S	0.73				5.41		
酚醛树脂3	MEH-7851SS	0.68					5.68	
酚醛树脂4	HE910-20	1.5						4.59
球形二氧化硅1	FB-950		60	60	57	57	68	
球形二氧化硅2	FB-35		20	20	20	20		
球形二氧化硅3	SO-25R						10	
氧化铝	DAW-45							84
固化促进剂1			0.2					0.3
固化促进剂2				0.4				
固化促进剂3					0.4			
固化促进剂4						0.4		
固化促进剂5								
偶联剂1	CF-4083		0.4	0.4	0.4	0.4	0.25	
无机阻燃剂	CL-303		5	5	6	6	5	0.4
离子捕捉剂	DHT-4H		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
着色剂	MA600		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
脱模剂	Hoechst wax E		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
低应力剂1	KMP-594		1	1	1	1	1	1
低应力剂2	TZ-8120		1	1	1	1	1	1
螺旋流长度 (cm)			170	220	180	150	150	140
胶凝时间 (sec)			25	45	40	40	35	35
高化式粘度 (Pa.s)			8	6	10	12	12	12
硫化转矩比 (%)			60	50	55	55	55	60
转子成型性			○	○	○	○	○	○
孔部与上述磁铁的分离部的间隔 (μm)			100	100	100	100	100	100
80μm炭纤维流动长度 (mm)			150	180	110	90	90	85
玻璃化温度 (℃)			140	135	150	145	140	190
耐燃性 (3.2mm厚度)			V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	全烧
耐油性			○	○	○	○	○	○

[0257]

		150℃的ICI粘度	比较例1	比较例1
环氧树脂1	YK4000K	0.11		
环氧树脂2	YSLV-80YX	0.03		
环氧树脂3	N-665	3.06		
环氧树脂4	NC-2000	1.2		
环氧树脂5	NC3000	0.85		
环氧树脂6	E-1032H-60	1.3		
环氧树脂7	N-670	4.28	15.5	15.5
酚醛树脂1	PR-HF-3	1.08		
酚醛树脂2	MEH-7800-4S	0.73		
酚醛树脂3	MEH-7851SS	0.68		
酚醛树脂4	HE910-20	1.5		
酚醛树脂5	PR-51714	1.64	7.75	7.75
球形二氧化硅1	FB-950		30	30
球形二氧化硅2	FB-35		30	30
球形二氧化硅3	SO-25R			
氧化铝	DAW-45			
固化促进剂1			0.3	
固化促进剂2				0.4
固化促进剂3				
固化促进剂4				
固化促进剂5				
偶联剂1	CF-4083		0.2	
偶联剂2	KBM-403			0.2
无机阻燃剂	CL-303		13.65	13.55
离子捕捉剂	DHT-4H		0.1	0.1
着色剂	MA600		0.25	0.25
脱模剂	Hoechst wax E		0.2	0.2
低应力剂1	KMP-594		1	1
低应力剂2	TZ-8120		1	1
螺旋流长度 (cm)			72	78
胶凝时间 (sec)			26	44
高化式粘度 (Pa·s)			14	11
硫化转矩比 (%)			67	60
转子成型性			×	×
孔部与上述磁铁的分离部的间隔 (μm)			100	100
80μm狭缝流动长度 (mm)			43	51
玻璃化温度 (℃)			161	163
耐燃性 (3.2mm厚度)			V-0	V-0
耐油性			○	○

[0258] 表3



[0259]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6
断裂能a (25℃)[ $\times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ ]	2.2	2.3	2.0	2.4	2.5	1.9
断裂能b (150℃)[ $\times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ ]	1.7	1.7	1.6	1.8	1.8	1.6
断裂强度a (25℃)[MPa]	75	75	70	70	69	77
断裂强度b (150℃)[MPa]	25	27	30	28	24	32
ATF浸渍试验 autofluid type T-IV	1000小时后的重量变化率 (%)	0.19	0.17	0.21	0.26	0.31
	2000小时后的重量变化率 (%)	0.22	0.21	0.23	0.31	0.33
	1000小时后的体积变化率 (%)	0.62	0.55	0.62	0.71	0.81
	无机填充剂的脱离	无	无	无	无	无
	1000小时后的重量变化率 (%)	0.16	0.16	0.19	0.23	0.30
ATF浸渍试验 ATF DW-1	2000小时后的重量变化率 (%)	0.21	0.22	0.23	0.27	0.33
	1000小时后的体积变化率 (%)	0.61	0.56	0.65	0.72	0.77
	无机填充剂的脱离	无	无	无	无	无
ATF浸渍试验 MATIC FLUID D	1000小时后的重量变化率 (%)	0.19	0.17	0.21	0.27	0.30
	2000小时后的重量变化率 (%)	0.23	0.22	0.24	0.33	0.35
	1000小时后的体积变化率 (%)	0.65	0.62	0.66	0.77	0.86
	无机填充剂的脱离	无	无	无	无	无

[0260] 由实施例1~6可知,得到了填充特性、机械特性、耐油性优异、ATF浸渍试验中也表现出良好的特性的固定用树脂组合物。

[0261] 此外,在环氧树脂的ICI粘度超过3的比较例1~2中,80 $\mu$ m狭缝流动长度均低于75。由此,比较例1~2中未能得到具有充分的填充特性的固定用树脂组合物。

[0262] 当然,上述的实施方式和多个变形例,其内容可以在不抵触的范围内组合。此外,上述实施方式和变形例中,具体说明了各部分的结构等,但该结构等在满足本发明的范围内可以进行各种变更。

[0263] 符号说明

[0264] 100:转子;110:转子芯;112:钢板;114:端板;116:槽部;118a、118b:端板;120:磁铁;121:侧壁;123:侧壁;130:固定部件;140:填充部;150:孔部;151:侧壁;152:孔部;153:侧壁;154a、154b:孔部;156:孔部;160:铆接部;170:轴;200:上模具;210:罐;220:流路。

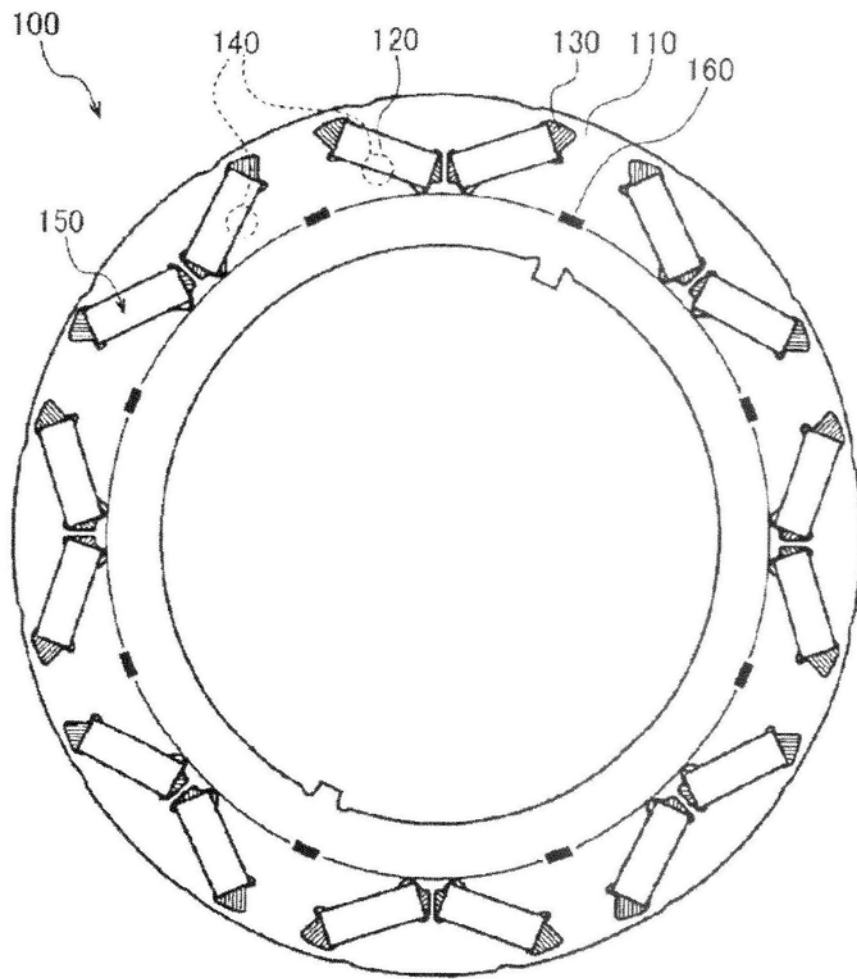


图1

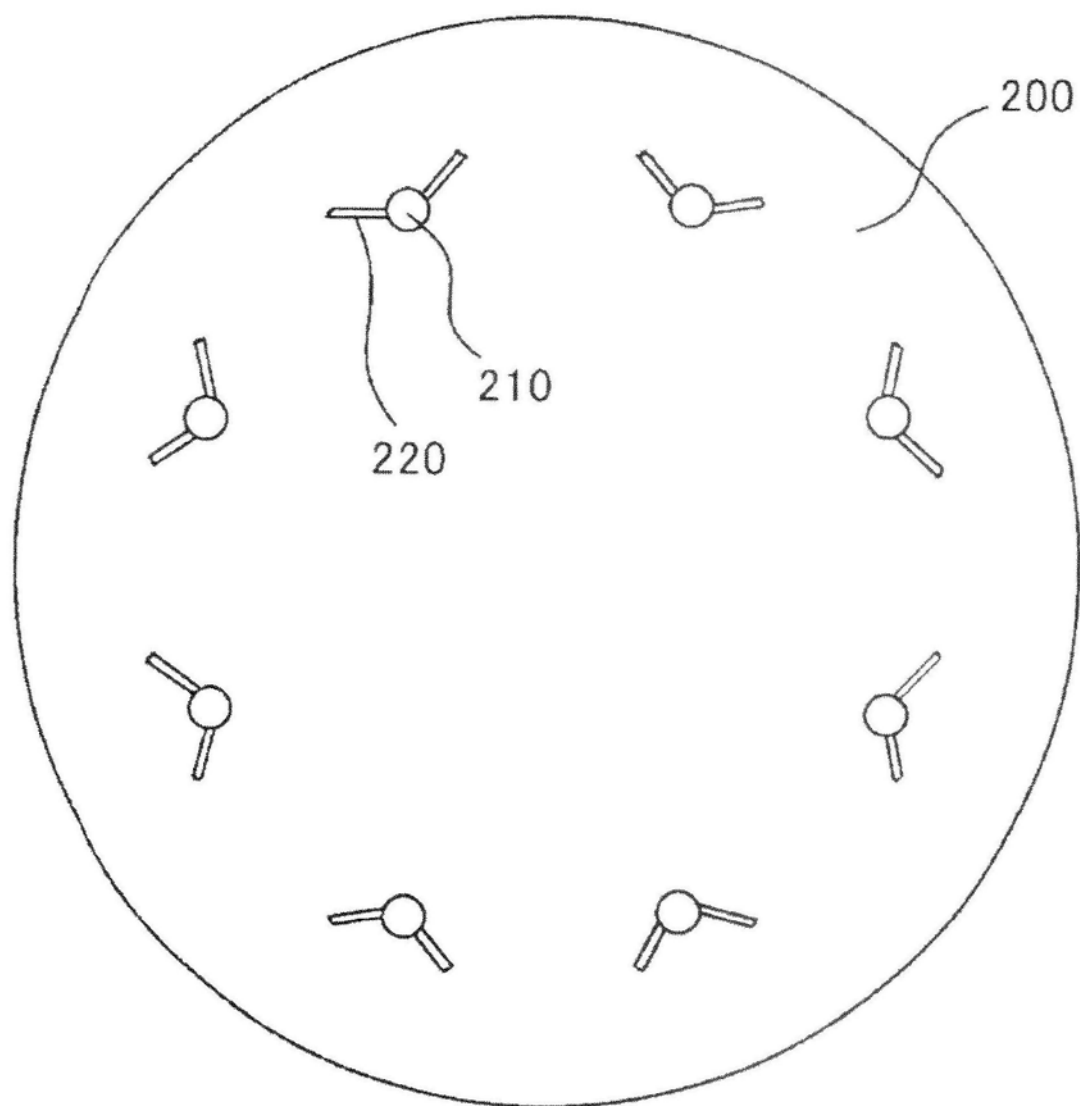


图2

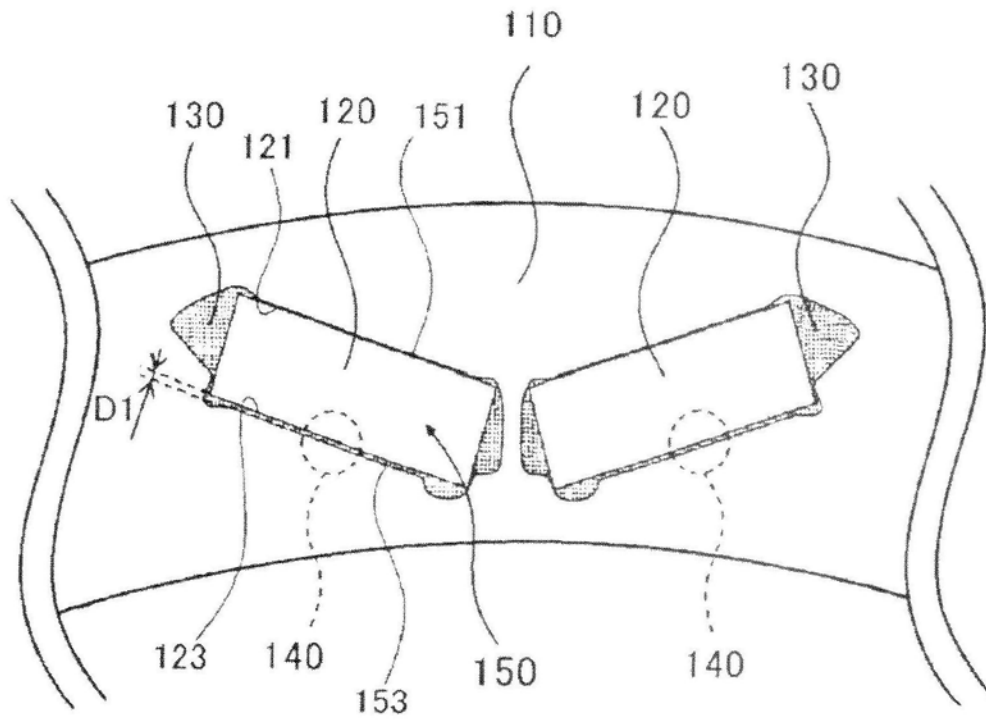


图3



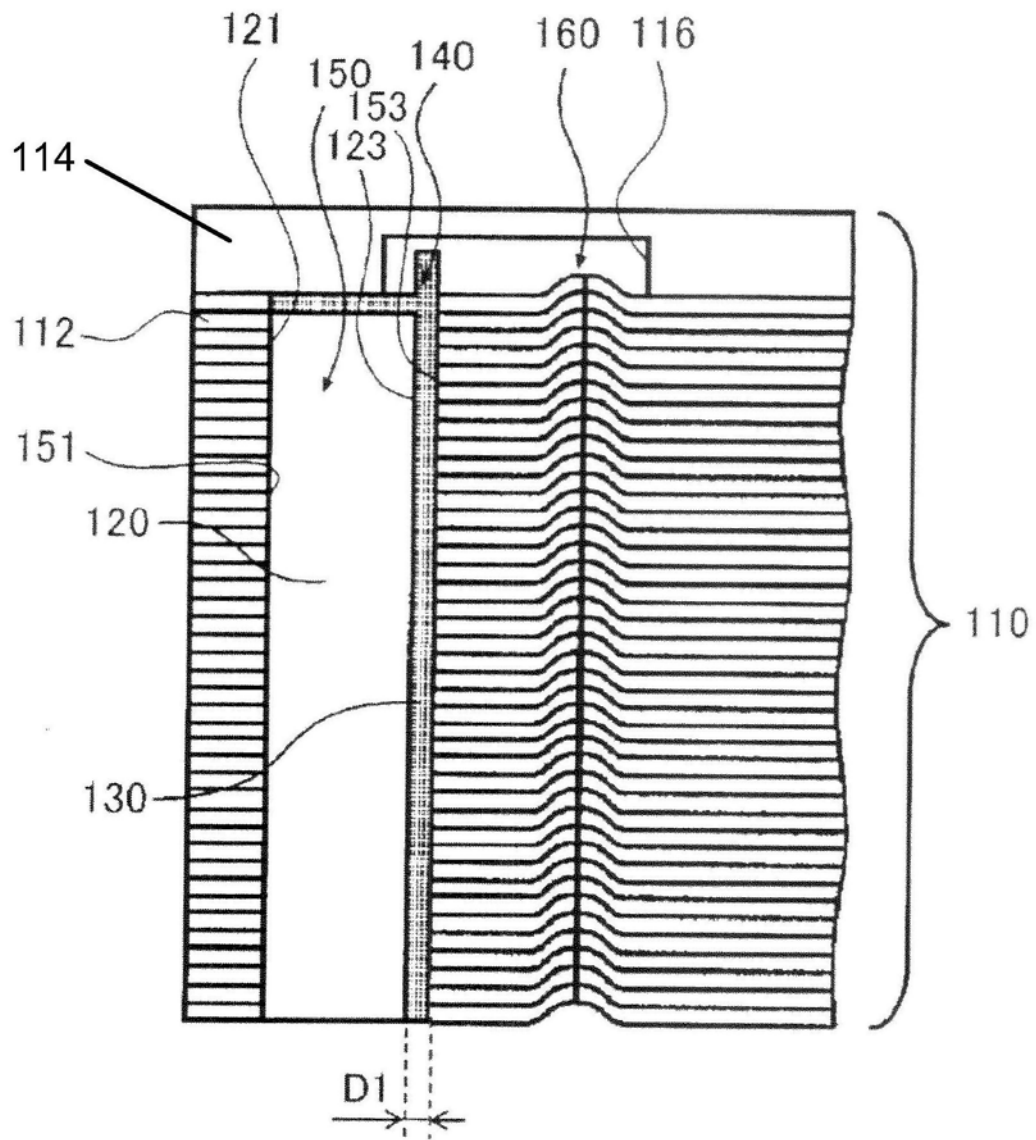


图4

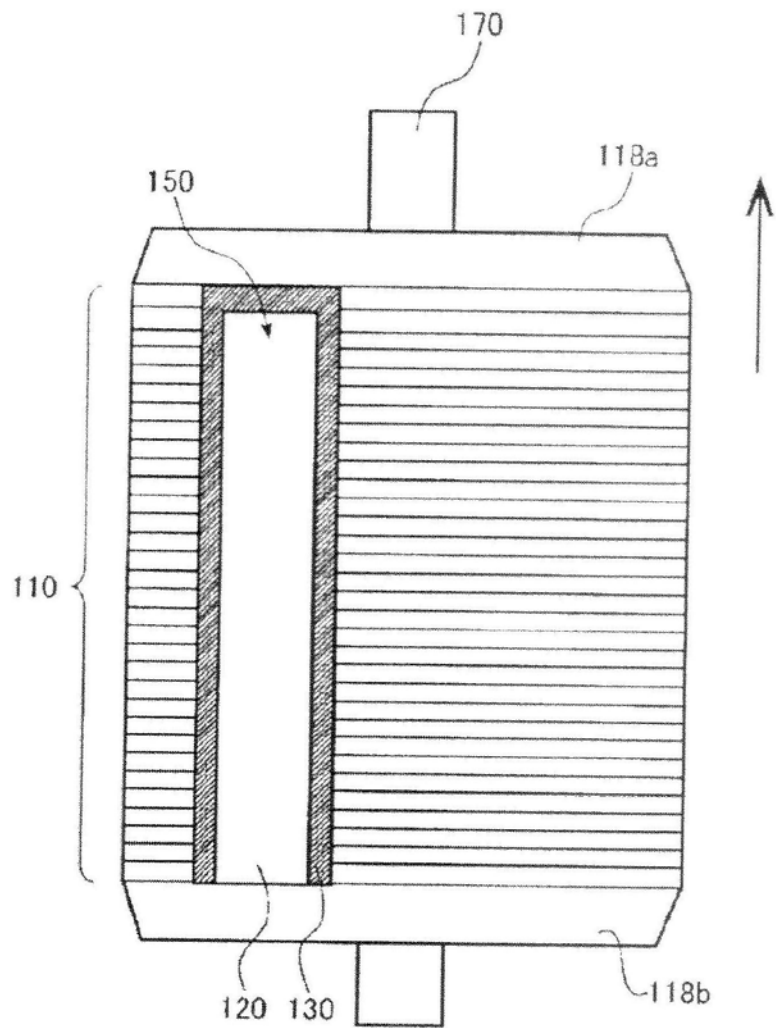


图5

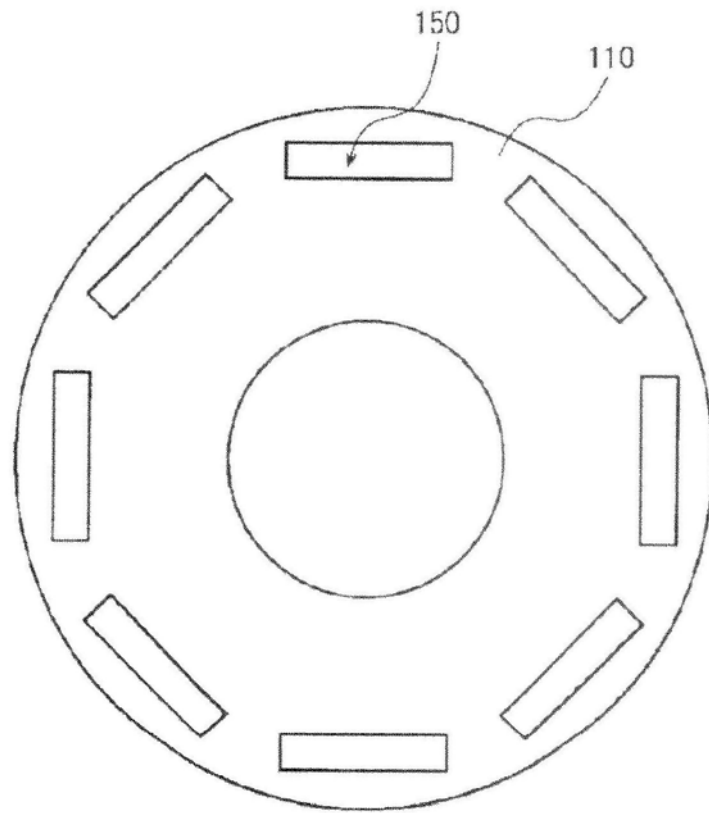


图6

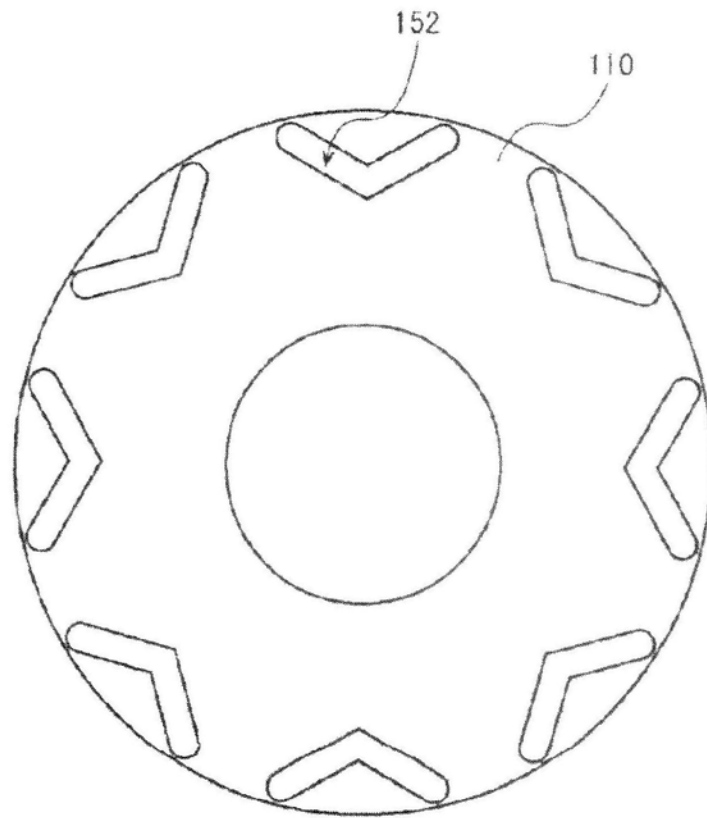


图7

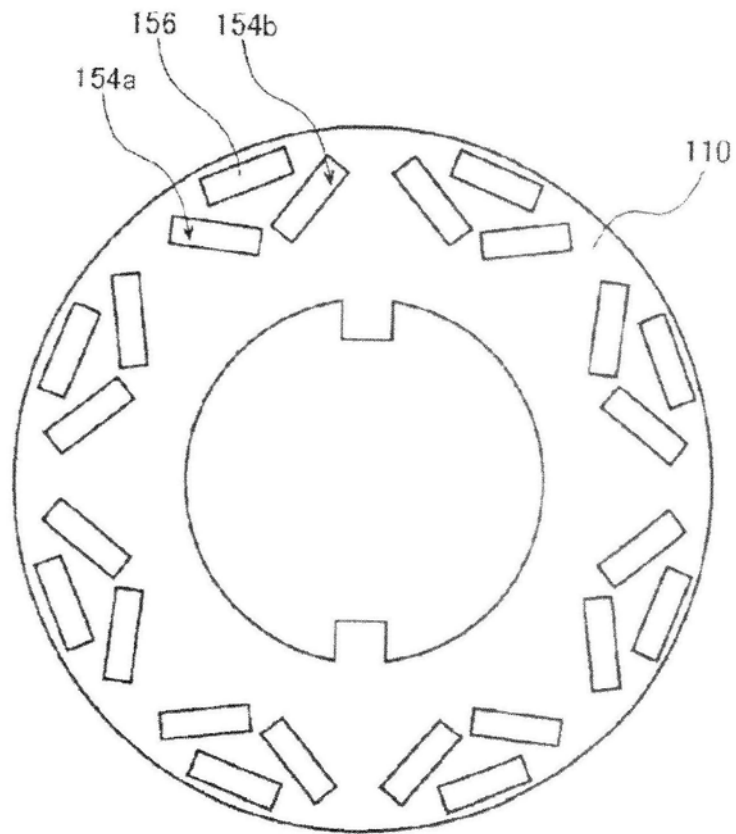


图8