



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1959869 B

(45) 授权公告日 2010.12.08

(21) 申请号 200610142382.7

(22) 申请日 2006.10.11

(30) 优先权数据

2005-296480 2005.10.11 JP

2006-259246 2006.09.25 JP

(73) 专利权人 佳能电子株式会社

地址 日本埼玉县

(72) 发明人 浜名纯二 川田勇 丸山直昭

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 史雁鸣

(51) Int. Cl.

H01F 1/22 (2006.01)

C09J 171/00 (2006.01)

B22F 3/02 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开平 8-293411 A, 1996.11.05, 权利要求 1、说明书第 [0010]~[0011], [0029] 段.

JP 平 3-39403 A, 1991.02.20, 第 2 页 - 第 3 页左上栏.

审查员 魏静

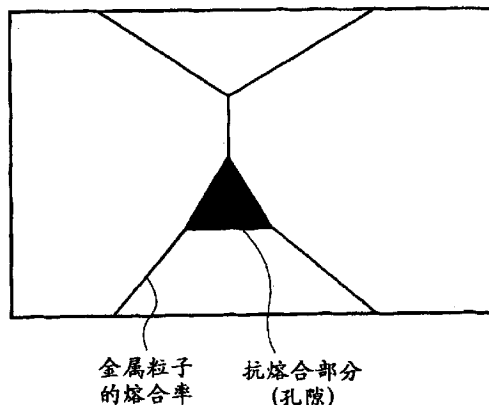
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 11 页

(54) 发明名称

复合金属成形体及其制造方法

(57) 摘要

一种压缩成形体,具有高的尺寸精度和机械强度,很难利用粉末成形法制造。特别是,包括软磁材料具有高的软磁性能的成形体,是很难制造的。根据本发明的复合金属成形体包括金属粒子和介于粒子之间的树脂碳化物。所述复合金属成形体通过以下方式制造,即,通过利用树脂被覆金属粒子,在压力下将制备的成形材料成形为预定的形状,将所制备的加压的预成形体加热,以便煅烧树脂并将粒子相互熔合。当将金属粒子的比例用 100 表示时,树脂碳化物相对于金属粒子的重量比在 0.001 至 2% 的范围内。粒子具有 10 至 80% 的熔合率。粒子优选地包括软磁材料,树脂优选地为呋喃树脂。



1. 一种复合金属成形体,所述成形体包括相互熔合的金属粒子和介于金属粒子之间的树脂碳化物,所述金属粒子包含软磁材料,其中,当金属粒子的比例用 100 表示时,树脂碳化物相对于金属粒子的重量比在 0.001 到 2% 的范围内,并且其中,金属粒子具有 10 到 80% 的熔合率。

2. 如权利要求 1 所述的复合金属成形体,其特征在于,所述树脂是呋喃树脂。

3. 一种制造如权利要求 1 所述的复合金属成形体的方法,包括以下步骤:

利用呋喃树脂被覆包含软磁材料的金属粒子,以便制备成形材料;

在压力下将成形材料成形为预定形状,以便制造加压预成形体;以及

对加压预成形体加热,以便煅烧呋喃树脂并将金属粒子相互熔合,以便制造包括金属粒子和介于金属粒子之间的呋喃树脂碳化物的复合金属成形体,

其中,对加压预成形体加热的步骤包括将软磁材料退火,以便消除其内部应变,并且,包括通过对加压预成形体加热将树脂固化,并且,对加压预成形体加热的步骤包括以 500℃ 至 1,000℃ 的范围内的温度对加压预成型体加热。

4. 一种电磁驱动元件,包括永磁体和磁轭,通过向励磁线圈通电,所述永磁体和磁轭形成磁路,其中,所述磁轭是根据权利要求 1 所述的复合金属成形体,或者是利用根据权利要求 3 所述的方法制造的复合金属成形体。

复合金属成型体及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及复合金属成型体,所述复合金属成型体包括相互熔合在一起的金属粒子以及介于金属粒子之间的树脂碳化物,并涉及制造该复合金属成型体的方法以及具有磁轭的电磁驱动元件,所述磁轭通过向励磁线圈上通电形成磁路。

背景技术

[0002] 已知一种粉末成形工艺,在该工艺中,利用树脂作为粘结材料,将金属粒子在模具内压缩成形。利用粉末成形工艺制造的成型体,具有尺寸和形状非常接近模具、并且基本上不需要任何后续加工的优点。从而,可以说粉末成形工艺是一种对于主要用于制造昂贵材料的产品或很难进行切削加工的产品而言非常有效的工艺。利用粉末成形工艺制造的成型体,由于其包括在金属粒子中作为粘结材料的树脂的结构,所以,其机械强度受到限制。从而,利用粉末成形工艺制造的成型体常常用作机械强度不是很重要的部件中。例如,利用由稀土磁体粉末作为金属粒子制造的成型磁体构件适于用作例如马达中的圆柱形转子。其应用范围进一步扩展到例如包括马达的磁轭或定子、光学仪器中的致动器的磁轭或变压器以及磁头中的芯等,所有这些部件都是利用软磁材料作为金属粒子来制造的。

[0003] 为了改进利用硬磁材料作为金属粒子成形的磁体构件的磁性能,利用尽可能高的成形压力以便将金属粒子靠在一起以实现高的磁通密度是有效的。如日本专利待审公开 No. 7-176416(1995) 所揭示的,将加压成型体加热,以便将金属粒子之间的树脂固化,然后使树脂回到环境温度,使之经受热收缩,这样做也是有效的。这可以使得粒子彼此更加靠近在一起,并由于其热收缩应力而提高了矫顽力,以达到改善的最大能积。

[0004] 还已知一种通过下述过程制造的产品,对加压成型体极端加热以便将金属粒子熔合到一起,同时根据粉末冶金烧结工艺在脱脂步骤中完全除去粘结材料,之后,对其进行精整加工,形成所需的尺寸和形状。但是,利用诸如软磁材料等受应力应变影响很大的金属粒子制成的成型磁体,由于诸如定尺寸加工等后续处理引起的加工应变,会使其软磁性恶化。并且,对于具有不对称的复杂形状的成型磁体,很可能不允许任何的这种定尺寸加工。为了克服这些不便,日本专利申请待审公开 No. 6-017103(1994) 提出了一种方法,在该方法中,通过将校正构件插入到中空压坯中,并且将该压坯置于具有凸出或凹入标志的板上,以在其端面对其进行支承,从而高精度地制造烧结产品。

[0005] 通常用作粘结磁体的粘结材料的环氧树脂,只能耐受例如 300℃ 的温度,而不能耐受对软磁材料进行消除应力退火的可能高达约 1,000℃ 的温度。任何为了消除应力而加热利用环氧树脂粘结软磁材料制造的成型磁体的企图,都会导致环氧树脂发泡或者消失,严重地降低其强度和尺寸精度。可以利用具有比环氧树脂更高的耐热性的水玻璃或者有机硅树脂作为粘结材料,但是,由于它们只有非常低的粘结金属粒子的力,所以,为了产生所需的粘结力,需要大量的粘结材料。进而,大量的粘结材料的采用在金属粒子之间形成大的间隙,使之不能实现高的磁通密度,并造成成型磁体的低的磁性。

[0006] 为了提高通过粉末成形制造的加压成型体的机械强度,提高其材料的密度是有效

的,从而,有必要采用较高的成形压力。但是,如果诸如软磁材料等其磁性会被应力和应变降低的材料的加压成形,采用增大的成形压力以便提高其软磁性,则软磁材料本身所承受的应力和应变会增大,从而降低其软磁性。

[0007] 尽管可以利用金属材料的放电加工或者线切割放电加工形成不规则形状的构件,但是,对于实际应用而言,其大批量生产率太低。尽管利用粉末冶金方法也能够形成不规则形状的构件,但是,由于在烧结过程中粘结材料的分散或者由于粒子的熔合而造成烧结产品中的大的尺寸变化,以至于要求很长的时间对其进行后续处理。即使软磁材料的产品可以允许进行定尺寸加工以对其形状进行校正,但是,其加工应变会极大地降低其软磁性能。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种包含软磁材料的复合金属成形体并提供一种制造复合金属成形体的方法,该复合金属成形体具有良好的尺寸精度和机械强度。本发明的其它目的之一是提供一种电磁驱动元件,该元件能够利用所述复合金属成形体作为用于采用移动磁体的马达的磁轭。

[0009] 本发明的第一个方面涉及复合金属成形体,所述复合金属成形体包括相互熔合的金属粒子和介于所述金属粒子之间的树脂碳化物,所述金属粒子包含软磁材料。

[0010] 在本发明中,优选地利用呋喃树脂作为用于金属粒子的粘结材料,因为,当对加压预成形体加热时,呋喃树脂不会完全烧掉,而是适当程度地保留,使得成形体能够避免像粉末冶金烧结工艺的成形体中所产生的那样的任何大的尺寸变化。当对加压预成形体加热时,金属粒子相互熔合到适当的程度,使得能够制造机械强度改善的复合金属成形体。

[0011] 根据本发明的复合金属成形体,通过对加压预成形体加热制成的成形体在尺寸或形状上与加压预成形体几乎没有不同,但提供了一种高尺寸精度的成形体,而不要求任何后续加工,并且具有良好的软磁性。这是因为在熔合在一起的金属粒子之间存在着树脂碳化物。

[0012] 根据本发明的第一个方面的复合金属成形体,当金属粒子的比例表示为 100 时,优选地,树脂碳化物相对于金属粒子的重量比在 0.001 至 2% 的范围内。更优选地,该重量比在 0.003 至 1.5% 的范围内,最优选地,在 0.005 至 1.0% 的范围内。如果树脂碳化物与金属粒子的重量比超过 2%,则成形体的密度和机械强度较低,并且由于碳化的树脂增加以及气体聚集在成形体中,所以尺寸精度较低。当重量比低于 0.001% 时,其尺寸精度也较低。树脂碳化物与金属粒子的重量比可以通过燃烧之后的红外吸收光谱来确定。基本上,碳化物的重量比的增加会导致复合金属成形体的密度和机械强度降低。另一方面,碳化物的重量比的减少会导致成形体的尺寸精度的降低。但是,碳化物的重量比过高,由于碳化的树脂的增加和气体在成形体内的集聚,也会导致尺寸精度的降低。

[0013] 包含软磁材料的金属粒子优选具有 10 至 80% 范围内的熔合率,更优选地,其熔合率在 15 至 75% 的范围内。超过 80% 的熔合率导致低尺寸精度的成形体。另一方面,低于 10% 的熔合率导致低机械强度的成形体。并且,也不能显示出良好的磁性性能。通过研磨复合金属成形体的表面并测量暴露在其表面上的金属粒子的总的外周长度 L 和熔合部的长度 C 来确定金属粒子的熔合率 R ,并用公式 $R = (2C/L) \times 100$ 表示。

[0014] 树脂碳化物相对于取值为 100 的金属粒子的重量比设定在 0.001 至 2% 的范围内,

金属粒子的熔合率设定在 10 至 80% 的范围内,这确保了高尺寸精度的复合金属成形体的制造。进而,成形体的机械强度很高,并具有优异的大批量生产率。

[0015] 确定熔合率的另外一个简单的方法基于如下事实,即,复合金属成形体中金属粒子的熔合率越高导致其电阻越低,通过测量由和复合金属成形体相同的金属形成的块体的体积电阻,并除以成形体的体积电阻,将其结果乘以 100,确定熔合率。

[0016] 另外一种方法基于以下事实,即,当粒子是软磁材料时,复合金属成形体中的金属粒子的熔合度越高,导致其电阻越低,通过测量由与复合金属成形体相同的金属形成的块体的铁心耗损,并计算成形体的铁心耗损相对于取值为 100 的块体的铁心耗损之比,确定熔合率。

[0017] 这里所采用的熔合率 R 的值是借助利用铁心耗损之比的最后一种方法获得的,尽管利用任何其它方法都可以获得类似的值。当与复合金属成形体相同的金属的块体的铁心耗损是已知的时,这种方法是所有方法中最容易的。

[0018] 熔合率的值越小,复合金属成形体的机械强度越低,该值越大,成形体的机械强度越高。但是,熔合率的值越大,成形体的尺寸精度倾向于越低。

[0019] 本发明的第二个方面涉及制造复合金属成形体的方法,该方法包括:利用树脂被覆包含软磁材料的金属粒子、以便制备成形材料的步骤;在压力下将成形材料成形为预定形状、以便制造加压预成形体的步骤;以及对加压预成形体加热、以便煅烧树脂并将金属粒子相互熔合、制造包含金属粒子和介于金属粒子之间的树脂碳化物的复合金属成形体的步骤。

[0020] 根据本发明的方法,该方法可以制造具有和加压预成形体基本上相同的尺寸和形状的复合金属成形体,因为加压预成形体的加热不会将树脂完全烧掉,而是允许其以碳化物的形式保留在金属粒子中。因为相邻的金属粒子部分地熔合在一起,所以,复合金属成形体具有高的尺寸精度以及优异的机械强度。尤其是,将提供一种具有良好的软磁性能的成形磁性元件。

[0021] 尽管用于煅烧树脂的时间和用于熔合金属粒子的时间可能相互不同,但是优选地将它们设定在相同的时刻,以避免工艺的复杂化。尽管所制造的复合金属成形体可以用作最终的成形体,但是,如果需要的话,也可以将其去毛刺、涂敷或者进行防锈处理。

[0022] 根据本发明,加压的预成形体的加热不将树脂完全烧掉,而是将其形成碳化物,并且对加压的预成形体不会导致任何像粉末冶金烧结工艺中那样大的尺寸变化。优选地,将加压预成形体在真空、还原气体或惰性气体的气氛中加热。

[0023] 关于成形材料中金属粒子和树脂的比例,树脂相对于金属粒子的较高的比例,使之难以形成高密度的加压预成形体,使得在加压预成形体被加热时,金属粒子难以熔合在一起,导致低机械强度的复合金属成形体。另一方面,较低的树脂比例导致容易破裂的低强度的加压预成形体,在加热时,使得金属粒子的熔合过度进行,造成复合金属成形体的尺寸差别很大。从而,当树脂是呋喃树脂时,在成形材料中,包含有诸如酸催化剂等添加剂的树脂相对于金属粒子的比例优选为,对于 100 份质量的金属粒子,其质量在 0.1 至 10 份的范围内。更优选地,其质量为 0.3 至 5 份,最优选地,其质量在 0.5 至 3 份的范围内。

[0024] 成形材料主要包括金属粒子和树脂。但是,优选地,所述成形材料进一步包括质量在 0.01 至 1 份的固体润滑剂,所述固体润滑剂例如选择自:金属皂、高级脂肪酸、滑石、二硫

化钼和碳氟化合物,以便制成高密度的加压预成型体,并便于从模具中取出。大量添加固体润滑剂是不理想的,因为固体润滑剂通常降低加压预成型体的机械强度。但是,对于固体润滑剂的使用没有特定的限制,所述固体润滑剂能够降低成形材料和模具之间的摩擦力并有利于其在模具中移动,以便制成高密度的加压预成型体,并且,当将加压预成型体加热以便制成复合金属成型体时,可以通过气化容易地将其从加压预成型体中除去。满足这种要求的优选的固体润滑剂是金属皂,更优选地是硬脂酸锌。

[0025] 在根据本发明的第二个方面的制造复合金属成型体的方法中,金属粒子可以包含 Fe、Ni、Co 和由主要包括任何这种元素或者这些合金的混合物的软磁合金构成的软磁材料。对加压预成型体加热以便制造复合金属成型体的步骤,优选包括将软磁材料退火以便消除其内部应变的步骤。这将使得能够获得具有更好的软磁特性的成型磁体。

[0026] 优选地,将加压预成型体在这样的温度下加热,在该温度下,使得树脂被煅烧但不会烧尽,并且使得金属粒子能够以恰当的熔合率熔合到一起。该温度取决于形成加压预成型体的一部分的树脂的量、所采用的金属粒子的种类等。当其加热温度低时,尽管树脂的煅烧只导致加压预成型体或者复合金属成型体中很小的尺寸变化,但通常不足以从金属粒子中消除应变。其结果是,金属粒子不能令人满意地熔合并制成高机械强度的成型体,当金属粒子是软磁材料时,其软磁特性不能得到改善。

[0027] 相反地,高的加热温度导致树脂经受过度的碳化,最终烧尽,形成一种经受过大的尺寸变化、导致不希望有的现象的复合金属成型体,尽管金属粒子的高的熔合率会给出较高的机械强度。从而,当热固性树脂是呋喃树脂时,使对加压预成型体加热的步骤包括在 500℃到 1,000℃的范围内的温度对加压预成型体加热将是有效的。如果加热温度超过 1,000℃,尽管成型体的机械强度较高,但是其尺寸精度较低。如果加热温度低于 500℃,金属粒子不会有效地从应变中解脱出来,也不会令人满意地熔合,导致成型体的机械强度低,不能表现出良好的机械性能。

[0028] 尽管对于为了本发明的目的能够使用的树脂没有特定的限制,但是,如果具有用于粘结金属粒子的高的粘结力、在加热时不会发泡或烧尽的话,则这样的热固性树脂是优选的,特别是,如前面所述,呋喃树脂是优选的。呋喃树脂是具有呋喃环的树脂的总称,可以采用糠醇糠醛共缩合型、糠醇型或糠醛苯酚共缩合型树脂。当然,也可以利用糠醛酮、糠醇尿素、或者糠醇苯酚共缩合型树脂。当在加热的条件下固化呋喃树脂时,优选地,利用有机或无机的酸催化剂。添加到呋喃树脂中的酸催化剂的量,优选地,对于 100 份质量的呋喃树脂而言为 0.001 到 10 份质量的催化剂,以便确保树脂的固化并避免催化剂给予金属粒子任何影响。

[0029] 本发明的第三个方面涉及电磁驱动元件,包括永磁体和磁轭,通过向励磁线圈上通电,所述永磁体和磁轭形成磁路,其中,所述磁轭是根据本发明的第一个方面的复合金属成型体或者通过根据本发明的第二个方面的方法制造的复合金属成型体。

[0030] 通过利用根据本发明的复合金属成型体作为用于电磁驱动元件的磁轭,其中,所述电磁驱动元件包括通过向励磁线圈通电形成磁路的永磁体和磁轭,可以获得例如用于光量控制器件或者具有稳定的磁性的马达等的电磁驱动元件。

[0031] 通过下面示范性的实施例(参照附图)的描述,本发明的其它特征将会变得更加明显。

附图说明

- [0032] 图 1 是根据本发明的实施例的光学仪器的光量控制器件的分解透视图；
- [0033] 图 2 是以放大的方式表示利用根据本发明的方法制造的图 1 所示的磁轭的内部结构的扫描电子显微照片；
- [0034] 图 3 是以典型的模式表示图 2 所示的磁轭的内部结构的示意图；
- [0035] 图 4 是由根据本发明的方法制造的图 1 所示的磁轭上的定位突起的扫描电子显微照片；
- [0036] 图 5 是根据本发明的另一个实施例的用于照相机的快门元件的分解透视图；
- [0037] 图 6 是根据本发明的又一个实施例的主轴马达的剖视图；
- [0038] 图 7 是图 6 所示的主轴马达的磁轭部分的俯视平面图；
- [0039] 图 8 是根据本发明的再一个实施例的圆筒形步进马达的剖视图；
- [0040] 图 9 是图 8 所示的圆筒形步进马达的分解透视图；
- [0041] 图 10 是根据本发明的又一个实施例的不同的圆筒形步进马达的剖视图；以及
- [0042] 图 11 是图 10 所示的圆筒形步进马达的磁轭部分的透视图。

具体实施方式

[0043] 现将参照图 1 详细描述本发明的一个实施例，在该实施例中，用于光学仪器的光量控制器件的电磁驱动元件，图 1 表示其分解透视图。但是，应当理解，本发明并不局限于任何这样的实施例，而是允许在权利要求中所述的本发明的概念的范围内进行各种变形和改型，当然可以应用于属于本发明的精神的任何其它技术。

[0044] 图 1 所示的用于光学仪器的光量控制元件 10，具有一对孔径光阑 11 和 12，所述孔径光阑包括根据本发明的叶片，并借助连杆臂 13 的旋转沿相互对向的方向可移动地支承，以便改变由孔径光阑 11 和 12 限定的孔径开口。在孔径光阑之一 11 上固定有 ND 滤光片 14，用于防止不能被孔径控制的过多的光量通过。孔径光阑 11 和 12 可往复运动地支承在具有用于光路的开口 15 的壳体 16 上，所述孔径光阑 11 和 12 分别具有形成在其基端的狭槽 17，其中的每个狭槽分别连接到形成在连杆臂 13 的对向端的销 18 中的一个上。轴 20 从圆筒形转子磁体 19 突出，将该轴磁化，使之具有分别沿着其圆周的两个半周的两个磁极，并且该轴具有成一体地结合到连杆臂 13 的中间的一个端部。转子磁体 19 经由嵌入到底板 21 中的图中未示出的轴承，可旋转地安装到底板 21 上。转子磁体 19 具有另外一个端部，该端部由位于盖构件 23 上的图中未示出的轴承可旋转地支承，其中，所述盖构件 23 配合到从底板 21 上突出的一对托架 22 上。

[0045] 具有用于光路的开口 24 的底板 21，具有图中未示出的突出的止动部，用于紧靠在连杆臂 13 上，以便限定其旋转的限度。以与之间隔开的方式围绕转子磁体 19 的圆筒形磁轭 25，具有一对形成在其内表面上的定位突起 26，每一个定位突起配合到配合孔 27 中，所述配合孔 27 在底板 21 的可弹性变形的托架 22 中对应的一个中形成，从而，与底板 21 的对应的托架 22 一体化。磁轭 25 由软磁材料形成，并与转子磁体 19 一起形成磁路或者根据本发明的移动磁体。用于驱动转子磁体 19 的驱动线圈 28 和用于产生与转子磁体 19 的旋转速度成比例的反电动势的阻尼线圈 29 相互位于磁轭 25 的径向方向的对向侧，其中，所述阻

尼线圈用于控制转子磁体 19 的旋转。驱动线圈 28 和阻尼线圈 29 由胶带 30 固定到磁轭 25 上,并连接到用于从外部接受信号的印刷电路板 31 上。将驱动线圈 28 和阻尼线圈 29 以这样的方式安装到磁轭 25 上,使得它们在与磁轭 25 的定位突起 26 相互面对的方向垂直的方向上相互面对。定位突起 26 还具有设定转子磁体 19 的起动转矩的磁稳定位置的功能。从而,当中断向驱动线圈 28 上提供电流时,通过磁性吸引转子磁体 19,可以驱动孔径光阑 11 和 12 并将孔径保持在其关闭的位置上。

[0046] 光量控制元件 10 中的磁轭 25 由根据本发明的复合金属成形体形成,并且下面作为例子将要描述其制造方法。

[0047] 作为金属粒子,准备以铁粉末为基础的软磁复合物 Somaloy 500(瑞典 H ö g a n Å s AB 的商标名)。然后,作为树脂准备呋喃树脂 VF303(Hitachi Kasei Kogyo Co., Ltd. 的商标名),作为酸催化剂,准备 A3(Hitachi Kasei Kogyo Co., Ltd. 的商标名)。将 100 份质量的呋喃树脂和 1 份质量的酸催化剂的混合物用丙酮稀释,将调节过粘度的稀释物喷洒到浮动的铁粒子上,以便通过将用作溶剂的丙酮挥发,用包含有酸催化剂的呋喃树脂被覆铁粒子的表面,从而生成成形材料。利用通用的工业试剂硬脂酸锌作为固体润滑剂,将 0.5 份质量的硬脂酸锌均匀地添加到成形材料中,并且利用活塞振动器,以频率 120Hz、20N 的振动力进行一秒钟的振动,将成形材料装入到模具中。然后,沿着与磁轭 25 的轴线平行的方向,向成形材料上施加预定的压力,以便制成加压预成形体。

[0048] 在所描述的工艺中使用的模具具有 6.000mm 的内径,其中心销具有 5.200mm 的外径,并且具有一个或两个形成在其外周面上半圆形的槽,以便形成(一个或多个)定位突起 26。

[0049] 将加压预成形体从模具中释放出来,置于平坦的陶瓷板上,在 180℃ 加热一小时,使呋喃树脂固化。在保持 10^{-3} Pa 的真空的同时,在 600℃ 加热一小时,使得呋喃树脂可以被分解并作为不必要的气体除去。将其加热温度从 850℃ 上升到 1,000℃,在氢还原气氛中保持一小时以进行消除应变的退火,并冷却到环境温度,以便生成作为复合金属成形体的磁轭 25。

[0050] 铁基金属的粉末冶金烧结通常采用 1,100℃ 到 1,300℃ 的温度,用于将金属粒子熔合到一起。通常达到 80% 或更高的熔合率,以便产生高机械强度的烧结成形体,但是,对于如所描述的工艺的成形体那样的厚度小的制品,会发生大的尺寸变化。当多个制品彼此接触地加热处理时,随着呋喃树脂的碳化和金属粒子的熔合,它们之间会相互发生熔合,并导致作业效率极大地下降。

[0051] 在低于 500℃ 的任何温度,不能令人满意地熔合或消除内部应变。即使通过以 500℃ 加热,也可以形成复合金属成形体,因为呋喃树脂的碳化在大约 350℃ 开始。

[0052] 通过选择烧成温度,实现允许一定量的碳化物保留在金属粒子之间的熔合率,同时不形成任何明显变形的成形体,而是形成高机械强度和磁性的成形体,本发明可以形成具有所需性质的磁轭。

[0053] 所生产的磁轭 25 的性质示于下面的表 1 中。根据例子 1,通过将 1 份质量的酸催化剂添加到 100 份质量的呋喃树脂中,并将 0.6 份质量的它们的混合物,添加到 100 份质量的铁粉末中,并对其施加 3.6 吨 /cm² 的压力,制成加压预成形体,制备成形材料。根据例子 2,通过将 4.0 份质量的上述混合物添加到 100 份质量的铁粉末中,并对其施加 3.6 吨 /cm²

的压力,制成加压预成型体,制备成形材料。根据例子 3,通过将 0.5 份质量的上述混合物添加到 100 份质量的铁粉末中,并对其施加 10.0 吨 /cm² 的压力,制成加压预成型体,制备成形材料。根据例子 4,通过将 3.0 份质量的上述混合物添加到 100 份质量的铁粉末中,并对其施加 10.2 吨 /cm² 的压力,制成加压预成型体,制备成形材料。根据例子 5,通过将 1.0 份质量的上述混合物添加到 100 份质量的铁粉末中,并对其施加 8.0 吨 /cm² 的压力,制成加压预成型体,制备成形材料。

[0054] 为了确认本发明的优点,通过在例子 1 中采用 3.2 吨 /cm² 的成形压力,制造根据比较例 1 的加压预成型体。类似地,在例子 2 中采用 3.4 吨 /cm² 的成形压力,制造根据比较例 2 的加压预成型体,通过在例子 3 中采用 15.6 吨 /cm² 的成形压力,制造根据比较例 3 的加压预成型体。根据比较例 4,对于通过将 5.0 份质量的上述混合物添加到 100 份质量的铁粉末中制备的成形材料,采用 12.5 吨 /cm² 的成形压力。根据比较例 5,按照下述方式制造。通过利用二甲苯稀释 5 份重量的弹性体或者有机硅树脂 DY35-561A/B(Dow Corning Toray Co.,Ltd. 商标名),并且将其稀释物喷洒到 100 份重量的如例子 1 中使用的铁粉末上,制备成形材料。将成形材料用和例子 5 中所使用的相同的成形压力进行成形,并且将成形体在 200℃ 加热 4 小时,使有机硅树脂固化。然后,在 600℃ 将其加热一小时,同时保持 10⁻³Pa 的真空,并将其在氢还原气氛中在上升到 850℃ 的温度下保持一小时,并冷却到环境温度,以便得到作为复合金属成形体的根据比较例 5 的磁轭。

[0055] 表 1

[0056]

	残留碳 (%)	熔合率 (%)	尺寸变化	径向抗压强度	磁性能
例 1	0.0010	10	○	○	○
例 2	1.9800	10	○	○	○
例 3	0.0012	80	○	○	○
例 4	1.9900	50	○	○	○
例 5	0.0550	65	○	○	○
比较例 1	0.0008	9	○	×	×
比较例 2	2.0100	9	×	×	×
比较例 3	0.0008	85	×	○	×
比较例 4	2.0200	52	×	○	×
比较例 5	—	4	×	×	×

[0057] 残留的碳的量通过在燃烧之后利用红外吸收光谱测定其相对于金属元素的比例来确定。通过将绕组置于磁轭上,将 796A/m 的磁场加到磁轭上,测定其在频率为 1kHz 时的

铁心耗损,并计算其相对于具有和对应的例子相同的形状但由纯铁的块体形成的磁轭的铁心耗损之比(其中,令后者的铁心耗损为100),以此来确定熔合率。

[0058] 当磁轭25的外径与模具的内径相比的误差的绝对值以及磁轭25的内径与模具中的中心销的外径相比的误差的绝对值均小于0.5%时,各成形体在尺寸变化方面定为“○”级,否则将其定为“×”级。当这种误差的绝对值小于0.5%时,磁轭25无需进行任何尺寸矫正。

[0059] 径向抗压强度通过采用材料试验机的压缩模式根据JIS Z2507说明的方法进行测定。各成形体当其径向抗压强度低于 100N/mm^2 时,定为“×”级,当其径向抗压强度等于或大于 100N/mm^2 时,定为“○”级,因为任何具有像根据所描述的实施例的每个磁轭25那样的薄的壁厚的制品,当其径向抗压强度低于 100N/mm^2 时,都有急剧增大的破裂或断裂倾向。

[0060] 通过将磁轭装入到如图1所示的光控制器件10并借助于中断电流的供应检查孔径光阑11和12的操作,对于根据例1到5和比较例1到5的磁轭25分别对磁性进行了评价。各个磁轭当孔径光阑11和12顺滑地关闭孔径时,定为“○”级,当不能顺滑地关闭或者根本不能关闭孔径时,定为“×”级。

[0061] 由表1所示的结果可以确认,作为光控制器件10的软磁构件,根据本发明的例1到5的磁轭25中的每一个都具有高的尺寸精度和高强度。

[0062] 对于根据例5和比较例5的磁轭25,通过在其上设置30圈初级和次级绕组,并利用直流磁化自动记录装置,在强度为 796A/m 的非常弱的磁场中,检查了它们的磁通密度。根据例5的磁轭25显示出1.05T的磁通密度,而根据比较例5的磁轭显示出0.23T的磁通密度。这些结果证实,根据本发明的磁轭25是优异的软磁材料,在非常弱的磁场中具有非常高的磁通密度。

[0063] 相反地,比较例1的成形体,虽然,尽管其残留的碳含量低于0.001%,而由于低的熔合率的缘故其尺寸精度令人满意,但是,因为其残留的碳含量和熔合率都很低,并未表现出令人满意的高径向抗压强度,其磁性能也不令人满意。比较例2的成形体具有高于2%的残留碳含量,由于大量碳化的树脂和聚集在成形体中的气体,而显示出不希望有的大的尺寸变化。由于其残留的碳含量和熔合率都低,所以既未显示出令人满意的高抗压强度,磁性能也不令人满意。比较例3的成形体,由于其熔合率超过80%,所以,其尺寸精度很低,不能令人满意,并且其尺寸误差显然造成孔径光阑不能顺滑地工作。比较例4的成形体具有高于2%的残留碳含量,由于大量的碳化的树脂和聚集在成形体中的气体,表现出不令人满意的大的尺寸误差,这显然造成孔径光阑不能顺滑地工作。

[0064] 将根据例5的磁轭25切割,并将其切割面光滑地抛光,并通过显微镜进行检查。其结果示于图2。图2展示出熔合在一起的金属粒子和未熔合在一起的粒子之间的孔隙。图3是图2中所示的结构的典型的代表。碳化物残留在图2和3所示的孔隙的表面上,并抑制铁粒子熔合到一起。图4是在利用稀硝酸将铁粒子腐蚀掉之后拍摄的扫描电子显微照片,并展示出具有未被腐蚀液腐蚀掉的平坦表面的呋喃树脂的碳化物。

[0065] 从而,控制复合金属成形体的残留的碳含量,其中,树脂在加热的状态下被煅烧并停留在碳化物的形式,通过保持其形状的稳定性和不引起任何明显的尺寸变化,使得能够制造尽管具有低的熔合率但是却具有高强度并且具有高精度的复合金属成形体。进而,在加热的情况下将金属粒子熔合到一起,给予成形体非常高的机械强度。当金属粒子是软磁

材料时,在加热的情况下从材料中消除内部应变,明显地改进其软磁性能。

[0066] 现将参照图 5 详细描述本发明的实施例的另一个形式,其中,复合金属成形体被用作照相机的快门器件,图 5 表示其分解透视图。快门器件 40 是所谓的镜头快门,并且在图中未示出的透镜镜筒中保持在非常窄的空间内。

[0067] 由圆筒形永磁体形成的磁体转子 43 被保持在用于快门器件 40 的壳体 41 与置于壳体 41 上的上盖 42 之间。以间隔开的方式围绕磁体转子 43 并与之形成根据本发明的移动磁体的磁轭 44,也被保持在壳体 41 与上盖 42 之间。磁体转子 43 以这样的方式磁化,即,使之具有两个分别沿着其外周的两个半周的磁极。磁体转子 43 具有旋转轴 45,该旋转轴 45 在一端延伸通过壳体 41 并通过形成在第一快门叶片 46 的基端的狭槽 47,并与形成在第二快门叶片 48 的基端的连接孔 49 成一体地配合。成一体地配合到磁体转子 43 的旋转轴 45 的一个端部周围的摆臂 50,具有驱动销 51,该驱动销从其远端突出,并且与形成在第一快门叶片 46 中、狭槽 47 的旁边的连接孔 52 成一体地配合。从而,磁体转子 43 连同其旋转轴 45 的旋转,导致第二快门叶片 48 同时旋转,而在第一快门叶片 46 旋转之前,存在着一定的时间滞后。磁体转子 43 的旋转轴 45 具有由上盖 42 可旋转地支承的另一个端部。

[0068] 形状基本上像音叉的磁轭 44 由软磁材料形成,并装配有连接到未示出的电源上的绕组 53。施加到绕组 53 上的电流的大小和方向的控制,使之能够按需要选择快门叶片 46 和 48 的操作。将面对磁体转子 43 的音叉状的磁轭 44 的部分制成这样的形状,即,使得当向绕组 53 供应的电流中断时,磁体转子 43 可以沿完全关闭快门叶片 46 和 48 的方向旋转。作为快门的另外一个功能,快门叶片必须不会因为受到任何碰撞等而被打开,而且,特别要求磁轭面对磁体转子的部分在尺寸上是可靠的。这一点将磁轭 44 与前面所描述的基本上为圆筒形的磁轭 25 区别开来。

[0069] 为了获得快门器件 40 的稳定的性能,确保形成磁体转子 43 的对向磁极的磁轭 44 的平坦度以及磁体转子 43 与磁轭 44 之间的间隙的尺寸精确度是很重要的。

[0070] 从而,试图利用根据本发明的工艺制造磁轭 44。通过采用对应于磁轭 44 的形状的模具,利用和例 5 中相同的成形材料及 $9.0 \text{ 吨}/\text{cm}^2$ 的成形压力,形成加压预成形体。控制成形材料的量和模具的上部和下部冲头作用到成形材料上的力的程度,使得当从模具中脱出时,成形的磁轭在其形成磁体转子 43 的对向的磁极的部分中可具有 $4,000\text{mm}$ 的直径和 2.0mm 的厚度。

[0071] 将加压预成形体在 180°C 加热,令其呋喃树脂固化,然后在和例 1 到 5 相同的条件下,作为复合金属成形体,生成根据本发明的例 6 的磁轭,该磁轭具有基本上类似音叉的形状。

[0072] 根据比较例 6,将具有 1.00mm 厚度的纯铁平板压成磁轭 44 的形状,并且在 850°C 、在氢气氛中加热处理 1 小时,制成压制的磁轭。

[0073] 根据比较例 7,向 100 份重量的铁粉末、例如前面提到的 Somaloy500 中,添加 1.5 份重量的作为粘合剂的聚酰胺树脂,制备烧结材料。将其置于和例 6 中采用的相同的模具中,并经受 $9.0 \text{ 吨}/\text{cm}^2$ 的成形压力,控制烧结材料的量和模具的上部和下部冲头作用到烧结材料的力的程度,使得当从模具中脱出时,成形体可具有 2.00mm 的厚度。将成形体置于炉子中,在环境气氛中保持在 220°C ,使聚酰胺树脂脱脂,然后,在 $1,100^\circ\text{C}$,在氢气氛下经受 1 小时的烧结处理,制成烧结的磁轭。

[0074] （对于尺寸精度的评价）

[0075] 分别根据例 6 以及比较例 6 和 7 各准备 10 个磁轭，测定它们的形成磁体转子 43 的对向的磁极的部分的平均直径及其标准偏差，用于比较它们的尺寸精度。但是，在比较例 6 中，只对一个成形体进行测量。通过将其置于基座上，测量其间的最大间隙，将该间隙除以磁轭的厚度，并乘以 100，以便将其用百分数表示，由此计算各磁轭的平直度。该数值是 10 个磁轭的平均值。其结果示于表 2。

[0076] 表 2

[0077]

	平均直径 (mm)	标准偏差 (mm)	平坦度 (%)
例 6	3.998	0.006	0.25
比较例 6	4.005	0.036	6.20
比较例 7	3.922	0.056	2.13

[0078] 如可以从表 2 中显然看出的那样，本发明的例子显示出即使对于音叉形的构件，也可以制造在其端部只有非常小的程度的间隙变形、并且具有高的平直度以及很高的尺寸精度水平的复合金属成形体，所述尺寸精度很高，使得其尺寸非常接近模具的尺寸。比较例 6 的成形体显然具有大量的由于纯铁的加压产生的不均匀的应变，其平直度会由于热处理而降低。比较例 7 的成形体，由于在 1, 100℃ 进行热处理，结果，金属粒子具有 80% 或更高的熔合率，其平直度被显著降低。

[0079] （对于快门性能的评价）

[0080] 将如图 5 所示的通过将绕组 53 置于在根据本发明的例 6 的磁轭 44 上制造的快门器件 40，放置于图中未示出的透镜镜筒中。通过不向绕组 53 上提供任何驱动电流、而利用由永磁体和磁轭 44 形成的磁体转子 43 的吸引力保持快门叶片 46 和 48 关闭，并使该透镜镜筒从 2.0m 的高度上落下，使快门器件 40 经受下落冲击试验。关于快门器件 40 所要求的性能，不仅当不提供电流时要求快门叶片 46 和 48 保持关闭，而且即使在向包括该快门器件的任何光学仪器上施加给定的冲击之后，也要求其保持关闭。在包含有根据本发明的例子和比较例的磁轭的所有快门器件 40 中，当不提供电流时，发现快门叶片 46 和 48 保持关闭。关于下落冲击试验的结果，发现在包含根据本发明的磁轭的器件中快门叶片 46 和 48 保持关闭，但是，在包含有根据比较例的磁轭的器件中，由于弱的保持力，发现有时快门叶片会打开。

[0081] （材料强度试验）

[0082] 在根据本发明例 6 和比较例 6 和 7 的磁轭的每一个上，沿着其基本上为槽形的端部开口变窄的方向上，施加负荷，以便测定其抗弯强度。关于根据比较例 6 的压制的磁轭，对于两个相互叠起来的磁轭进行测试。所有根据本发明和比较例的磁轭，都表现出基本上相同的抗弯强度，所述强度足够高，能够耐受正常的处理。

[0083] 尽管上面已经描述了利用铁粉末作为软磁材料的情况，但是，本发明也可以利用其它任何软磁材料或者任何其它合适的金属材料 and 树脂制造高尺寸精度和机械强度的复

合金金属成形体。

[0084] 根据本发明的成形体不仅可以用作如上所述的用于光控制器件的电磁驱动器件的磁轭,也可以用作任何其它电磁驱动器件的磁轭,例如各种类型的马达。例如,本发明可适用于如图 7 所示的具有多个呈放射状延伸的线圈保持器 55a 的磁轭 55,所述磁轭用于图 6 所示的主轴马达 54,所述主轴马达例如用于打印机。磁轭 55 的线圈保持器 55a 保持绕于其上的线圈 56,环形永磁体 57 围绕磁轭 55,并且能够随主轴 58 旋转。从磁轭 55 的圆筒形主体 55b 呈放射状延伸的线圈保持器 55a 具有改进的平直度并且和例 6 的情况一样,确保良好的旋转精度。

[0085] 图 8 和 10 表示步进马达 59,每个步进马达都具有成一整体地固定到主轴 60 上的永磁体 61 和一对分别保持线圈 62 并配合到衬套 64 内的定子 63。定子 63 具有高的尺寸精度,这种精度例如通过普通的加压成形是不能达到的,因为它们是和例 1 到 5 的成形体的形状类似的具有薄的壁厚的构件并且具有如图 9 和 11 所示的锯齿突起 63a 的环形排列。从而,步进马达 59 的步进精度和转矩特性是十分优异的。

[0086] 从而,作为复合金属成形体,本发明提供了具有高的尺寸精度和强度的不对称或薄壁的制品,所述制品包括马达定子、变压器和磁头铁心等。

[0087] 尽管参照例示的实施例对本发明进行了描述,但是,应当理解,本发明并不局限于所揭示的例示实施例。下面的权利要求的范围给出了最广泛的解释,从而包括所有的改型和等价的结构和作用。

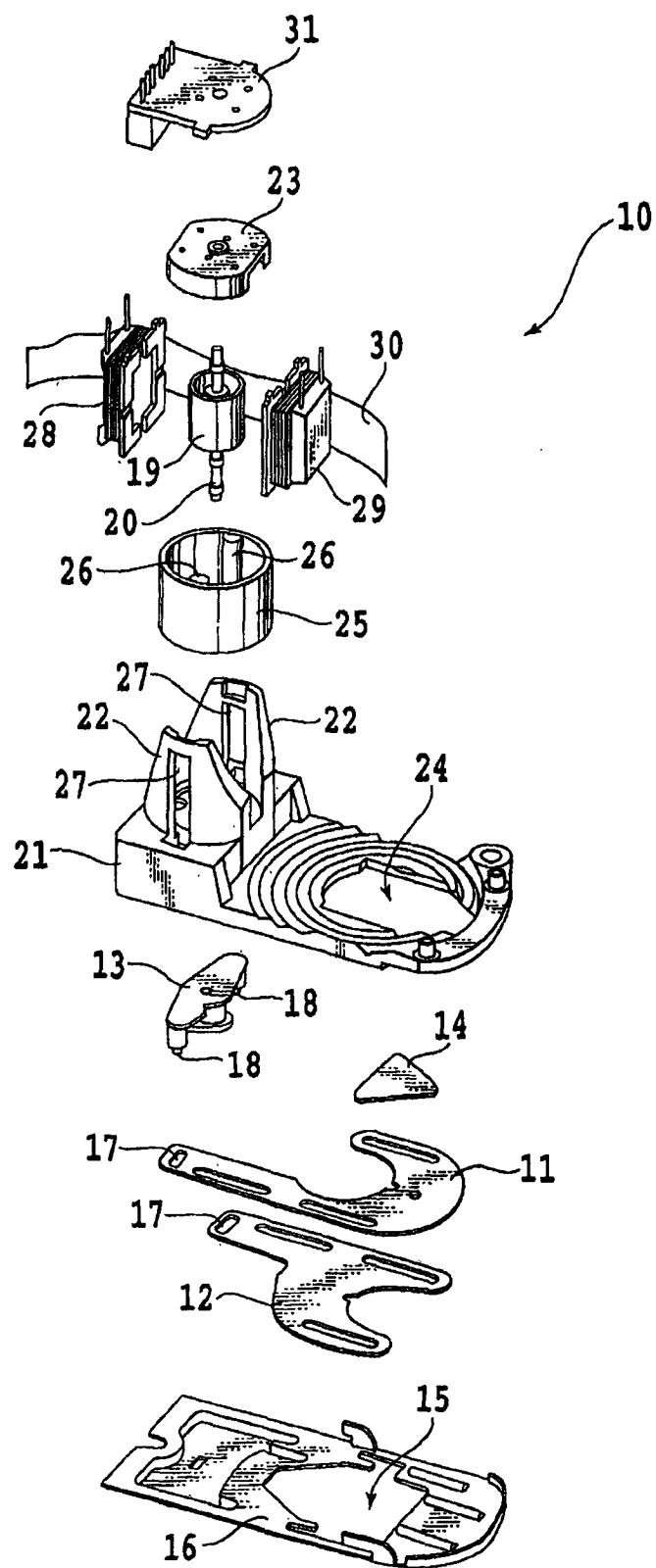


图 1

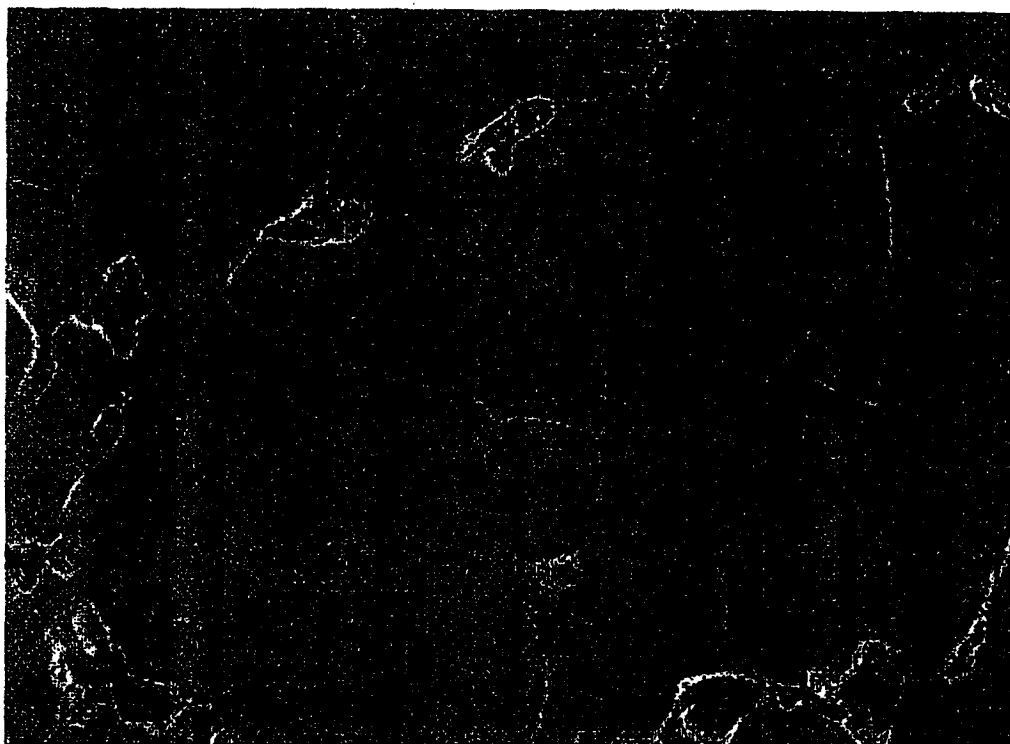


图2

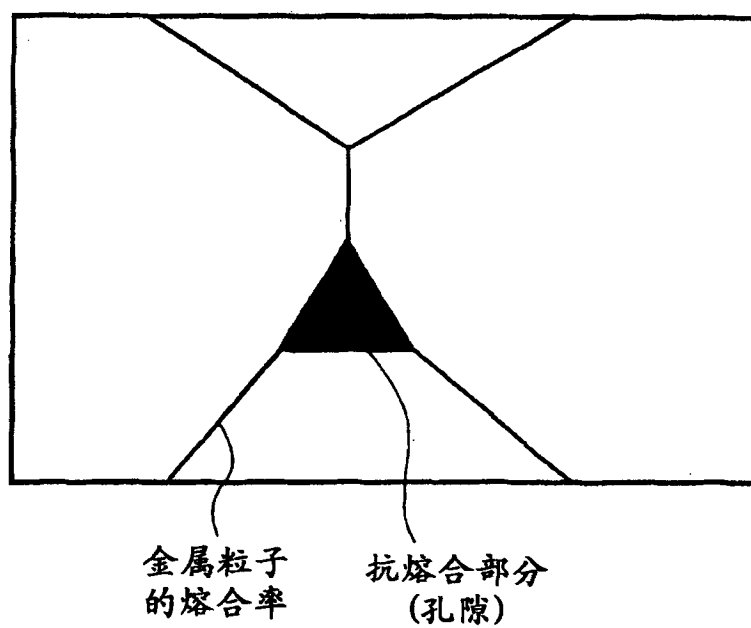
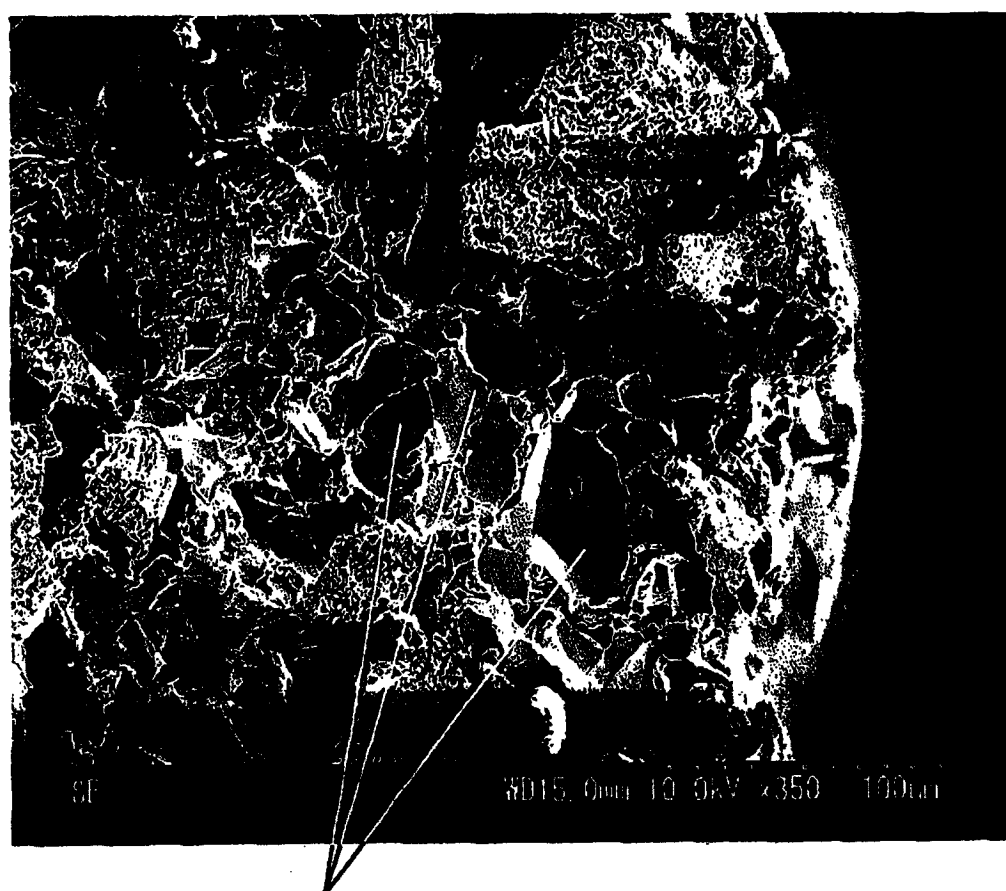


图 3



树脂碳化物

图 4

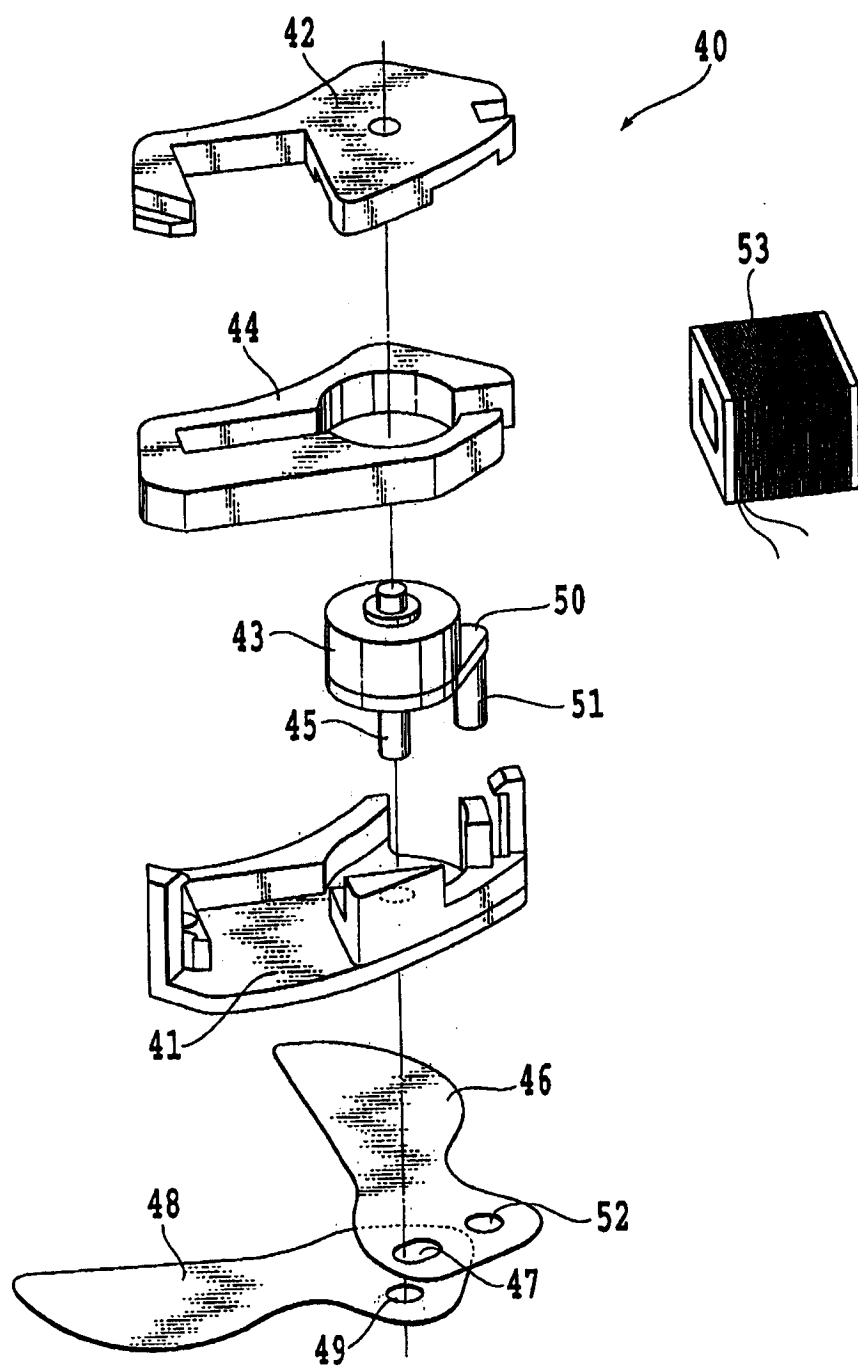


图 5

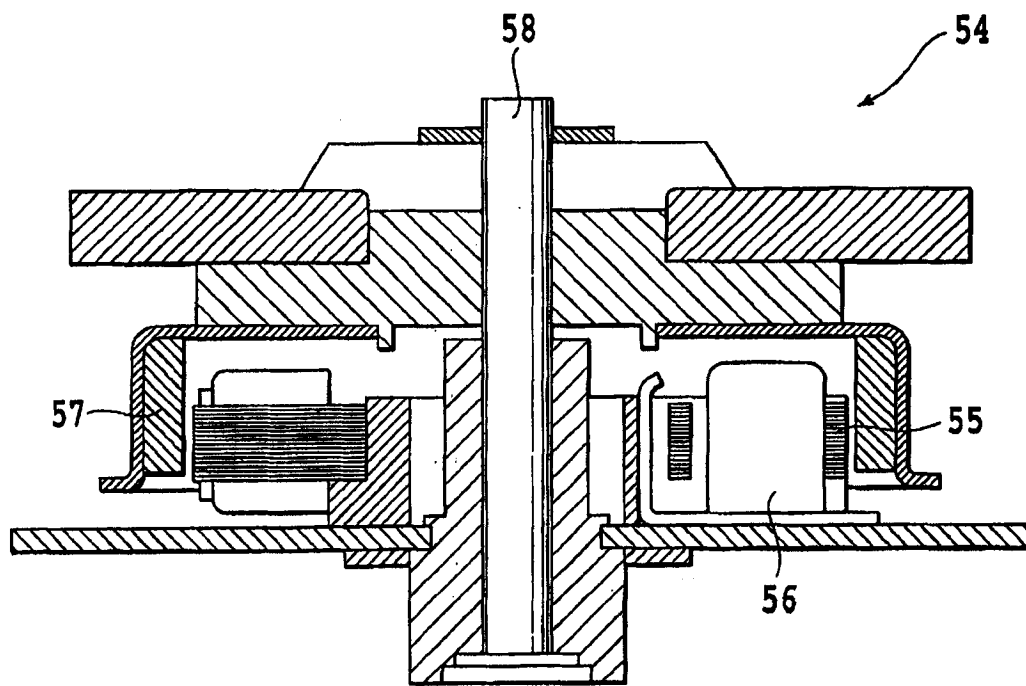


图 6

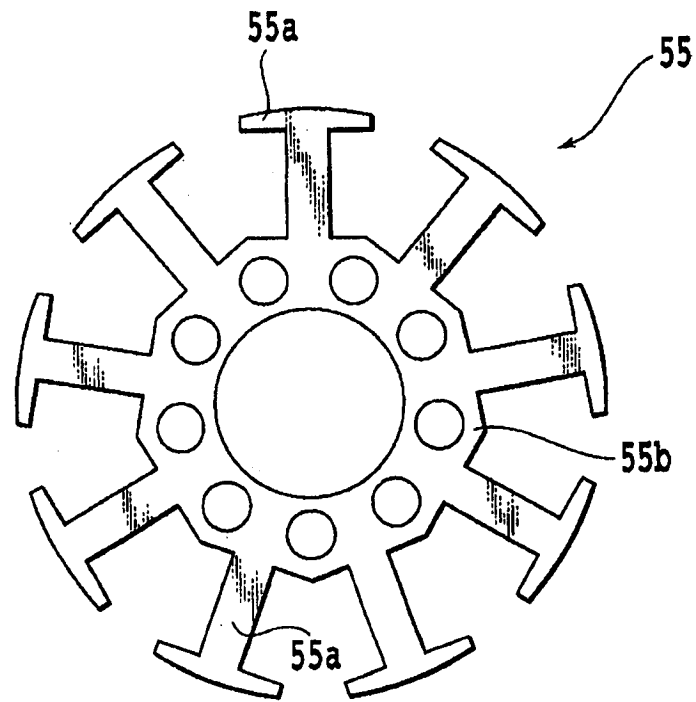


图 7

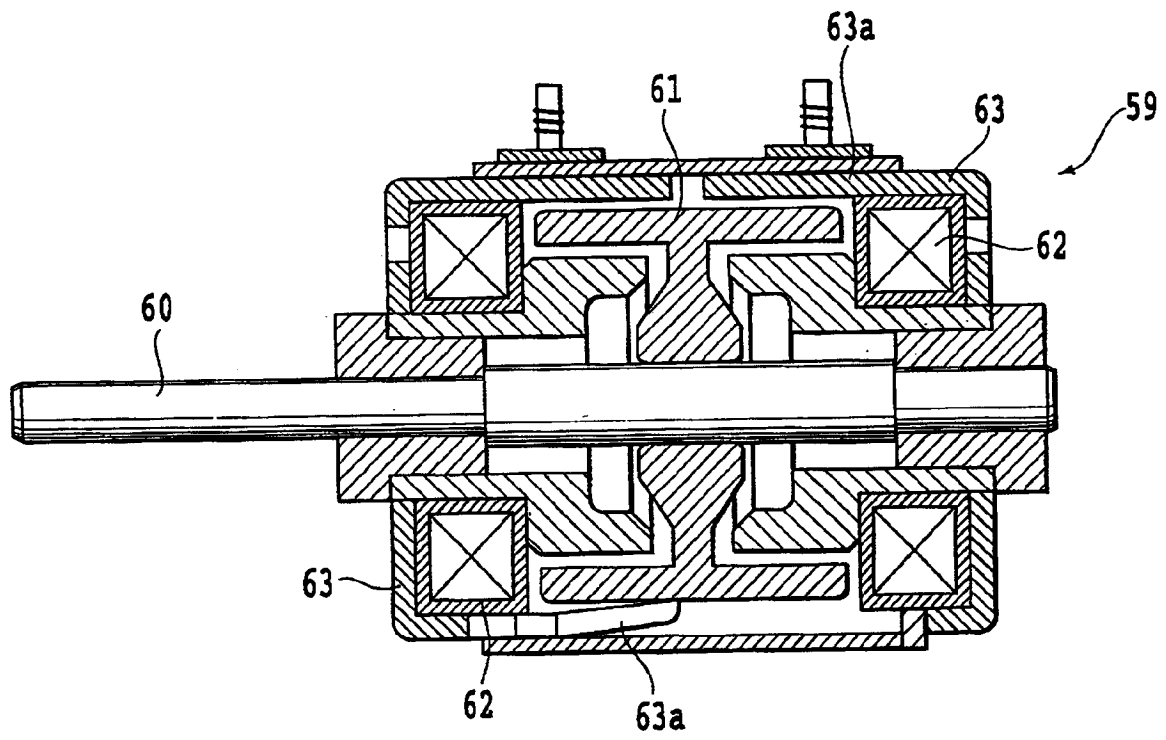


图 8

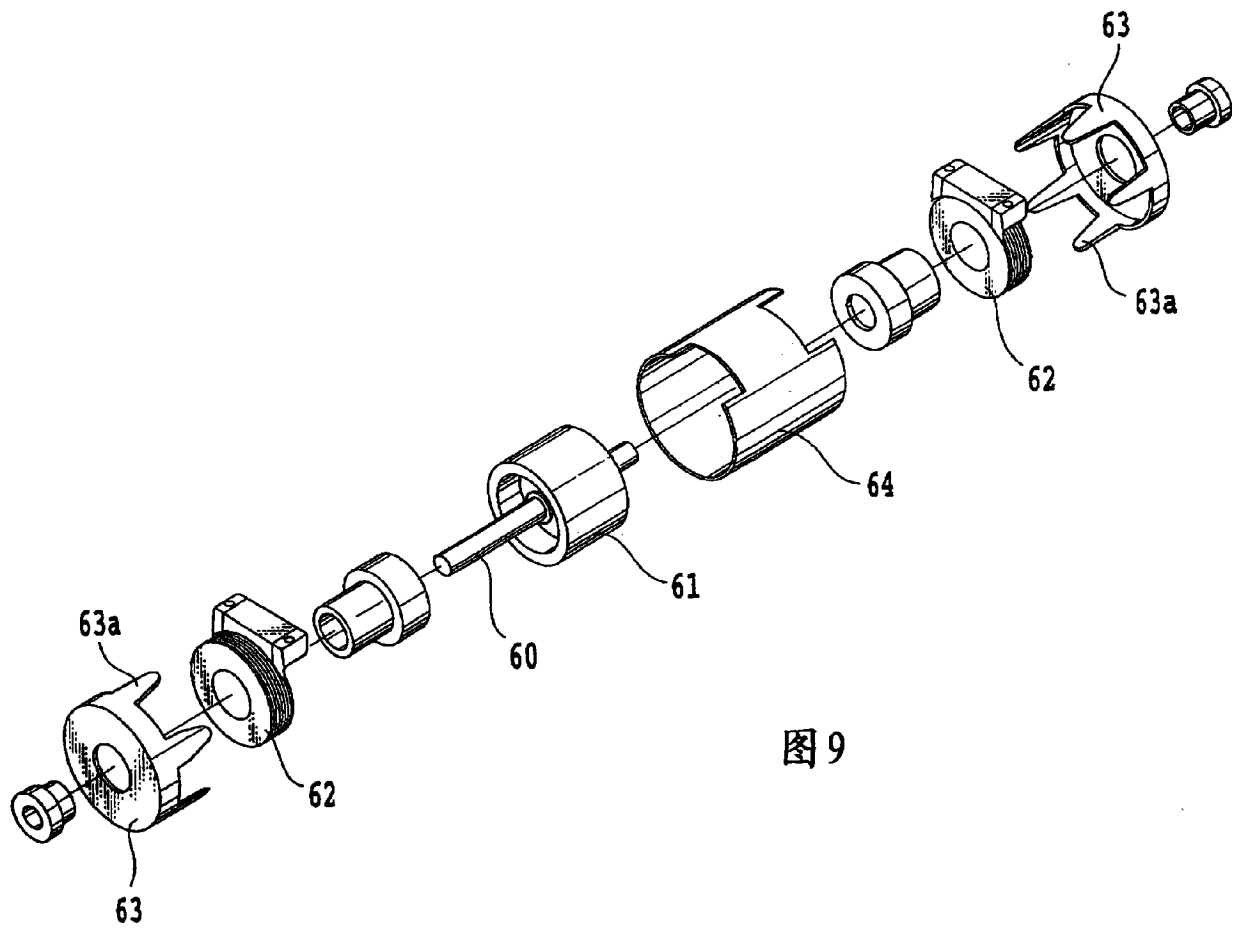


图 9

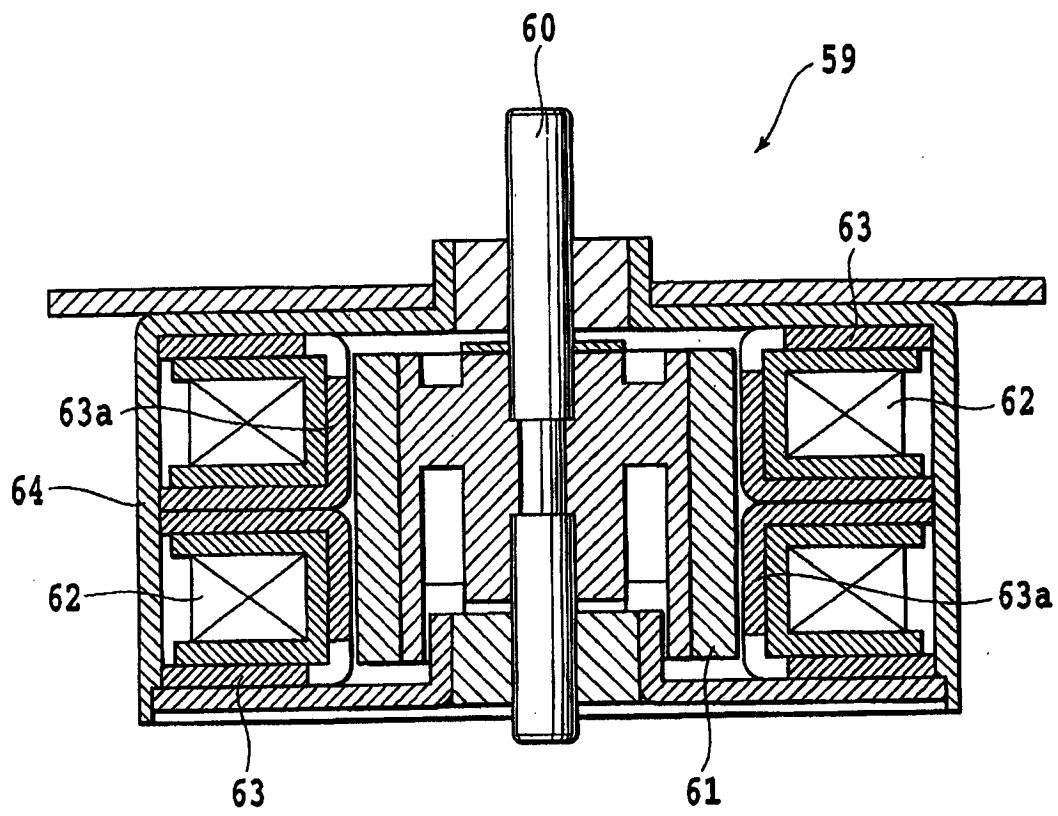


图10

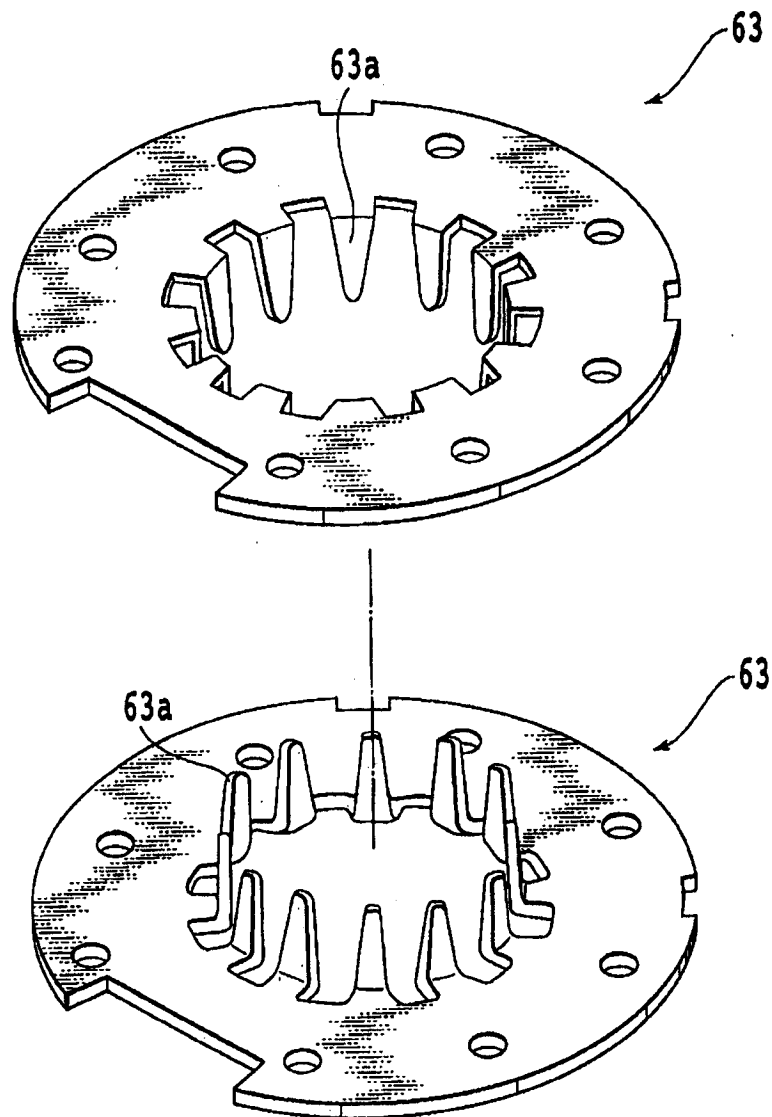


图 11