



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110931237 B

(45) 授权公告日 2021.07.02

(21) 申请号 201911240408.5

(22) 申请日 2019.12.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110931237 A

(43) 申请公布日 2020.03.27

(73) 专利权人 武汉科技大学

地址 430000 湖北省武汉市和平大道947号

(72) 发明人 刘静 方海梁 王子豪 李铭扬

黄鹏威 程朝阳 彭志贤

(74) 专利代理机构 北京盛凡智荣知识产权代理

有限公司 11616

代理人 张堃

(51) Int. Cl.

H01F 41/02 (2006.01)

H01F 1/33 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101927344 A, 2010.12.29

CN 101142044 A, 2008.03.12

CN 109979701 A, 2019.07.05

JP 2013033902 A, 2013.02.14

CN 101927344 A, 2010.12.29

EP 1548148 A1, 2005.06.29

CN 103503088 A, 2014.01.08

审查员 咎晓汝

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,该方法包括如下步骤:选用粒度分布均匀合适的各类软磁合金粉末作为原始材料,尤其是通过热扩散法制备得到的FeSi梯度合金粉末,采用磷化或表层氧化法使该软磁合金或金属粉末表层形成一层厚度的致密的铁氧化物;往经过步骤(1)氧化得到的软磁金属粉末中添加0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Al粉或0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Zn粉,本发明保护一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,因此所制得的软磁铁芯材料会同时具有高机械强度和高电阻低铁损的特征。

1. 一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,该方法包括如下步骤:

(1) 选用粒度分布均匀合适的各类软磁合金或金属粉末作为原始材料,采用磷化或表层氧化法使该软磁合金或金属粉末表层形成一层厚度的致密的铁氧化物;

(2) 往经过步骤(1)得到的粉末中添加0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Al粉或0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Zn粉;

(3) 将经过步骤(2)得到的粉末搅拌混合均匀后,在800MPa-1600MPa的压力下进行模压成型,得到目标形状尺寸的软磁铁芯;

(4) 经步骤(3)得到的软磁铁芯压坯,转移入去应力退火空炉中,在惰性气体的保护下,以及在400℃-700℃区间进行去应力退火以及Mg,Al粉末或Mg,Zn粉末微区烧结,使Mg,Al粉末或Mg,Zn粉末与经过步骤(1)得到的粉末表层的氧化层间发生置换反应,生成MgO,Al₂O₃或MgO,ZnO绝缘氧化膜;

其中,经过所述置换反应过后多余的金属Mg,Al或金属Mg,Zn将富集在软磁粉末间的三角晶界处,形成微区熔融,从而形成金属键的结合,在铁磁性粉末颗粒间起到粘接剂的作用。

2. 根据权利要求1所述的一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,其特征在于:所述原始材料是通过热扩散法制备得到的FeSi梯度合金粉末。

3. 根据权利要求1所述的一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,其特征在于:所述原始材料为FeSi梯度合金粉末,所述FeSi梯度合金粉末为Fe-Si系列软磁合金粉末。

4. 根据权利要求1所述的一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,其特征在于:所述软磁粉末之间的微区具有少量Mg,Al或Zn,Mg金属,所述Mg,Al或Zn,Mg金属之间的粘接作用下形成具有微观组织结构特征。

一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种软磁粉末材料的制备方法,特别涉及一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,属于软磁铁生产技术领域。

背景技术

[0002] 各类DC直流电机或AC交流电机都在朝着小型化,高效节能化的方向发展,尤其是近年来电动汽车的广泛使用,如电动汽车充电桩以及汽车电机的机芯,发电机的机芯,变压器的铁芯,磁传感器的软磁材料对构成磁芯的软磁材料具有更高的要求,需要软磁材料具有低的铁损和高的电阻率,以及更高的磁通密度与高的机械强度,尤其是在中高频工况下。

[0003] 现在作为最为广泛使用的软磁材料为硅钢片,现有的技术是在硅钢片表面涂敷上一层绝缘的MgO涂覆层,然后相互叠加而成,传统的叠片硅钢片虽然具有的磁通密度与机械强度较高,同时低频工况下铁损较低的优点,但是MgO绝缘的叠片硅钢片机械强度所构成的磁性铁芯,在中高频工况下却铁损率非常高,这就需要更高电阻率的更低铁损的铁芯材料来满足中高频工况下的工作要求,与此同时,传统的叠片法很难制备出形状复杂的电磁元器件。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,以解决上述背景技术中提出的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,该方法包括如下步骤:

[0006] (1) 选用粒度分布均匀合适的各类软磁合金或金属粉末作为原始材料,尤其是通过热扩散法制备得到的FeSi梯度合金粉末,采用磷化或表层氧化法使该软磁合金或金属粉末表层形成一层厚度的致密的铁氧化物;

[0007] (2) 往经过步骤(1)氧化得到的软磁金属粉末中添加0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Al粉或0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Zn粉;

[0008] (3) 经搅拌混合均匀后,使用步骤(2)所得的粉末在800MPa-1600MPa的压力下进行模压成型,得到目标形状尺寸的软磁铁芯;

[0009] (4) 经步骤(3)得到的软磁铁芯压坯,转移入去应力退火空炉中,在真性或惰性气体的保护下,以及在400-700度区间进行去应力退火以及Mg,Al粉末或Mg,Zn微区烧结,使Mg,Al粉末或Mg,Zn粉末与软磁金属粉末表层的氧化层间发生置换反应,生成MgO,Al₂O₃或MgO,ZnO等绝缘氧化膜。

[0010] 作为本发明的一种优选技术方案,所述经过置换反应过后多余的金属Mg,Al或金属Mg,Zn将富集在软磁粉末间的三角晶界处,形成微区熔融,从而形成金属键的结合,在铁磁性粉末颗粒间起到粘接剂的作用。

[0011] 作为本发明的一种优选技术方案,所述Mg,Al或Mg,Zn粉末和Mg,Al或Mg,Zn粉末的

单一金属添加量分别在0.01-1wt%之间。

[0012] 作为本发明的一种优选技术方案,所述软磁粉末的表层形成有 Al_2O_3 ,MgO或MgO,ZnO氧化物绝缘层的包覆。

[0013] 作为本发明的一种优选技术方案,所述的软磁金属粉末为各类软磁合金或金属粉末,尤其是FeSi梯度合金粉末,FeSi梯度合金粉末为Fe-Si系列软磁合金粉末,铁粉末为表层经绝缘处理过后的铁粉末。

[0014] 作为本发明的一种优选技术方案,所述软磁粉末之间的微区具有少量Mg,Al或Zn,Mg金属,所述Mg,Al或Zn,Mg金属之间的粘接作用下形成具有微观组织结构特征。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法,由于软磁金属粉末外层绝缘层的MgO, Al_2O_3 和MgO,ZnO是在压制成型过后的去除应力退火过程中通过与软磁粉末表层的氧化层发生置换化学反应形成的,所以该绝缘性的保护膜具有均匀分布的特征,而置换反应后多余的Mg,Al或Mg,Zn粉末集中在软磁金属粉末的三角晶界处发生微区熔融形成合金化,起到金属粘结剂的作用,使软磁金属粉末间部分产生金属键的相互作用,因而这一特征使得制备得到的软磁铁芯材料同时具有高机械强度和高电阻低铁损。

具体实施方式

[0016] 以下对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0017] 在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值,这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说,各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间,以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围,这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

[0018] 本发明提供了一种高电阻率高机械强度的软磁粉末材料的制备方法:

[0019] 实施例一,该方法包括如下步骤:

[0020] (1) 选用粒度分布均匀合适的各类软磁合金或金属粉末作为原始材料,尤其是通过热扩散法制备得到的FeSi梯度合金粉末,采用磷化或表层氧化法使该软磁合金或金属粉末表层形成一层厚度的致密的铁氧化物;

[0021] (2) 往经过步骤(1)氧化得到的软磁金属粉末中添加0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Al粉或0.01-1wt%的Mg粉及0.01-1wt%的Zn粉;

[0022] (3) 经搅拌混合均匀后,使用步骤(2)所得的粉末在800MPa-1600MPa的压力下进行模压成型,得到目标形状尺寸的软磁铁芯;

[0023] (4) 经步骤(3)得到的软磁铁芯压坯,转移入去应力退火空炉中,在真性或惰性气体的保护下,以及在400-700度区间进行去应力退火以及Mg,Al粉末或Mg,Zn微区烧结,使Mg,Al粉末或Mg,Zn粉末与软磁金属粉末表层的氧化层间发生置换反应,生成MgO, Al_2O_3 或MgO,ZnO等绝缘氧化膜。

[0024] 其中,经过置换反应过后多余的金属Mg,Al或金属Mg,Zn将富集在软磁粉末间的三角晶界处,形成微区熔融,从而形成金属键的结合,在铁磁性粉末颗粒间起到粘接剂的作用。

[0025] 实施例二, Mg, Al或Mg, Zn粉末和Mg, Al或Mg, Zn粉末的单一金属添加量分别在0.01-1wt%之间, 软磁粉末的表层形成有Al₂O₃, MgO或MgO, ZnO氧化物绝缘层的包覆, 的软磁金属粉末为各类软磁合金或金属粉末, 尤其是FeSi梯度合金粉末, FeSi梯度合金粉末为Fe-Si系列软磁合金粉末, 铁粉末为表层经绝缘处理过后的铁粉末。

[0026] 其中, 软磁粉末之间的微区具有少量Mg, Al或Zn, Mg金属, Mg, Al或Zn, Mg金属之间的粘接作用下形成具有微观组织结构特征。

[0027] 综上, 置换反应后多余的Mg, Al或Mg, Zn粉末集中在软磁金属粉末的三角晶界处发生微区熔融形成合金化, 起到金属粘结剂的作用, 使软磁金属粉末间部分产生金属键的相互作用, 因而这一特征使得制备得到的软磁铁芯材料同时具有高机械强度和高电阻低铁损。

[0028] 以上详细描述了本发明的优选实施方式, 但是, 本发明并不限于上述实施方式中的具体细节, 在本发明的技术构思范围内, 可以对本发明的技术方案进行多种简单变型, 这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0029] 另外需要说明的是, 在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征, 在不矛盾的情况下, 可以通过任何合适的方式进行组合, 为了避免不必要的重复, 本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0030] 此外, 本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合, 只要其不违背本发明的思想, 其同样应当视为本发明所公开的内容。