



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103157794 B

(45)授权公告日 2016.12.21

(21)申请号 201210537415.3

(22)申请日 2012.12.13

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103157794 A

(43)申请公布日 2013.06.19

(30)优先权数据  
11193247.1 2011.12.13 EP

(73)专利权人 西门子公司  
地址 德国慕尼黑

(72)发明人 A.C.厄达

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001  
代理人 胡莉莉 李浩

(51)Int.Cl.

B22F 3/16(2006.01)

H01F 41/02(2006.01)

(56)对比文件

EP 1300208 A2,2003.04.09,

EP 1300210 A2,2003.04.09,

EP 1300208 A2,2003.04.09,

EP 1300210 A2,2003.04.09,

US 2006170301 A1,2006.08.03,

WO 2005123974 A1,2005.12.29,

JP 2003318052 A,2003.11.07,

WO 2007119393 A1,2007.10.25,

JP 2005286235 A,2005.10.13,

审查员 年玉琳

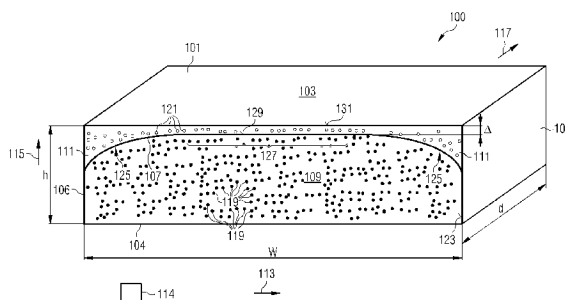
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

## (54)发明名称

用于永磁体的制造方法、造型系统和永磁体

## (57)摘要

本发明涉及用于永磁体的制造方法、造型系统和永磁体。描述的是一种用于制造永磁体的方法,其中所述方法包括通过隔离部(107、207)把模具体积隔离为第一隔室(109、209)和第二隔室(111、211);将第一材料(119、219)填充到第一隔室(109、209)中;将第二材料(121、221)填充到第二隔室(111、211)中;压实第一材料和第二材料,其中隔离部被成形为使得第一隔室的形状对应于磁体的目标形状。



1. 一种用于制造永磁体的方法,所述方法包括:  
通过隔离部(107、207)把模具体积隔离为第一隔室(109、209)和第二隔室(111、211);  
将第一材料(119、219)填充到第一隔室(109、209)中;  
将第二材料(121、221)填充到第二隔室(111、211)中;  
压实第一材料和第二材料;其中隔离部被成形为使得第一隔室的形状对应于磁体的目标形状,  
其中模具体积具有长方体形状,并且  
其中隔离部被成形为使得第一隔室具有类似具有在深度方向(117)上延伸的两个倒圆的棱边(125)的长方体的形状。
2. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:  
把隔离部放置到模具体积中,以便形成第一隔室和第二隔室。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中隔离部具有恒定的厚度。
4. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法,其中,隔离部(107、207)被成形为使得第一隔室(109、209)在高度方向(115)上的范围(h1)朝着在宽度方向(113)上的两端减少,其中高度方向和宽度方向是横向于填充方向(117),沿着所述填充方向(117),第一材料和/或第二材料被填充到相应的隔室中。
5. 根据权利要求4所述的方法,  
其中高度方向和宽度方向垂直于所述填充方向(117)。
6. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法,其中,第一材料是铁磁粉末材料,所述铁磁粉末材料具有为在第二材料的剩磁和/或矫顽力和/或磁能积的2倍到10倍之间的剩磁和/或矫顽力和/或磁能积。
7. 根据权利要求6所述的方法,  
其中第一材料是高等级的NdFeB粉末材料。
8. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法,其中,第一材料包括质量比在50%到75%之间的Fe、质量比在15%到35%之间的Nd、质量比在1%到15%之间的Dy以及质量比在0%到2%之间的B。
9. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法,其中,第二材料包括塑料材料,并且/或者  
其中,第二材料包括质量比在75%到100%之间的Fe、质量比在0%到10%之间的Nd、质量比在0%到10%之间的Dy以及质量比在0%到1%之间的B。
10. 根据权利要求9所述的方法,  
其中塑料材料是热固性或/和热塑性材料。
11. 根据权利要求10所述的方法,  
其中塑料材料是环氧树脂。
12. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法,其中,模具体积通过模具壁(103、104、105、106)被定界,其中模具壁提供用于将第一材料和/或第二材料填满到模具体积中的开口(123)。
13. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法,其中,压实包括:  
给第一材料和第二材料施加压力。
14. 根据权利要求13所述的方法,

其中经由开口(123)给第一材料和第二材料施加压力。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中,

施加压力包括:

将第一量级的压力施加到第一材料和第二材料; 接着

除去隔离部; 并且接着

将第二量级的压力施加到第一材料和第二材料,

其中, 第二量级在第一量级的2倍到50倍之间。

16. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法, 其中, 除去隔离部包括从模具体积拉出隔离部,

所述方法进一步包括:

烧结第一材料; 和/或

使第一材料磁化。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中在与填充方向(117)相反的方向上从模具体积拉出隔离部。

18. 根据上述权利要求1-3之一所述的方法, 其中, 被填充到第二隔室中的第二材料环绕被填充到第一隔室中的第一材料的外表面的30%到100%之间。

19. 一种用于制造永磁体的造型系统(100、200), 其中, 所述造型系统包括:

具有模具体积的模具(101、201), 所述模具体积具有长方体的形状;

隔离部(107、207), 用于把模具体积隔离为第一隔室(109、209)和第二隔室(111、211);

用于压实被填充到第一隔室中的第一材料且用于压实被填充到第二隔室中的第二材料的执行器(114、214);

其中隔离部被成形为使得第一隔室的形状对应于磁体的目标形状, 并且

其中隔离部被成形为使得第一隔室具有类似具有在深度方向(117)上延伸的两个倒圆的棱边(125)的长方体的形状。

20. 一种永磁体(300), 所述磁体包括:

以不同于长方体的目标形状(126)被成形的第一材料(119、219), 所述目标形状类似具有在深度方向(117)上延伸的两个倒圆的棱边(125)的长方体;

至少部分地环绕第一材料的第二材料(121、221),

其中磁体的外形是长方体(124)。

## 用于永磁体的制造方法、造型系统和永磁体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造永磁体的方法,涉及一种用于制造永磁体的造型(moulding)系统并且涉及一种永磁体,其中永磁体可以特别地被使用在发电机的转子中。

### 背景技术

[0002] 可能是已知的是,由磁粉以矩形的形状/框架/压力机(press)生产矩形磁体。在烧结矩形磁体之后,通过使用不同的切割或成形方法,所述矩形磁体被磨削/被切割为想要的磁体形状。

[0003] EP 2 017 859 A1公开了一种用于磁极的制造的方法,其中可玻璃化的基础材料粉末被填充到模具中,该模具用板被闭合,具有粉末的模具被放置在磁场中,并且板被压到粉末上以致建立压块,并且压块被烧结。

[0004] WO 2010/066251 A1公开了一种用于机器的永磁体转子以及永磁体转子的制造方法,其中永磁体被形成在第一盖与第二盖之间的套筒的内部开口中。

[0005] 已经被观察到的是,用于制造永磁体的常规制造方法要求许多昂贵的磁材料,并且要求多个成形步骤,以便实现永磁体的目标形状。

[0006] 可能存在对于永磁体、用于制造永磁体的方法和造型系统的需求,其中制造被简化并且更少的昂贵的磁材料被浪费。

[0007] 通过独立权利要求的主题,该需求可以被满足。从属权利要求详细说明本发明的特定实施例。

### 发明内容

[0008] 根据本发明的实施例,提供有一种用于制造永磁体的方法,其中所述方法包括通过隔离部(separator)把模具体积(mould volume)隔离为第一隔室和第二隔室;将第一材料填充到第一隔室中;将第二材料填充到第二隔室中;压实第一材料和第二材料,其中隔离部被成形为使得第一隔室的形状对应于磁体的目标形状。

[0009] 永磁体可以特别地是或包括钕磁体(也称为NdFeB磁体)、即钕、铁和硼的合金,以形成Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B四方晶体结构。此外,磁体可以包括在0%到10% wt之间的Dy(镝)。永磁体可以具有高的矫顽力(即耐被去磁性),并且可以具有为在1特斯拉到2特斯拉之间的高饱和磁化。永磁体可以例如被用在诸如发电机之类的机电机器中,特别是用于风力涡轮机的发电机。特别地,发电机可以是外转子发电机,在所述外转子发电机中,(随转子而旋转的)磁体从定子径向向外地被放置。

[0010] 隔离部可以是诸如弯曲的薄板、弯曲的金属件等之类的物理实体结构。隔离部可以至少部分地具有曲线形状。通过将隔离部布置在模具体积内,对模具体积进行隔离可以被实现。隔离部可以包括一个或多个隔离壁。隔离部可以适应于使第一材料局限在第一隔室内并且使第二材料局限在第二隔室内。因而,隔离部对于第一材料以及对于第二材料可以是紧密的。

[0011] 第一隔室可以具有为在第二隔室的体积的5倍到100倍之间的体积。第一隔室可以部分地由隔离部来定界,并且可以部分地由模具壁的部分来定界。可替换地,第一隔室可以完全地由隔离部来局限或定界。

[0012] 第二隔室可以部分地由隔离部来定界,并且可以部分地由模具壁来定界。磁体的目标形状可以与长方体形状不同。磁体的目标形状可以类似具有两个倒圆的棱边(rounded edge)的长方体。磁体的目标形状可以具有镜像对称。磁体的目标形状可以具有沿着深度方向的平移对称,其中(特别是平行于填充方向的)深度方向可以垂直于模具或模具体积的高度方向和宽度方向。

[0013] 第一材料可以沿着填充方向被填充到第一隔室中,所述填充方向可以沿着深度方向。第二材料可以沿着填充方向被填充到第二隔室中。

[0014] 压实第一材料和第二材料可以通过(特别是沿着填充方向)将压力施加到第一材料和材料被实现。

[0015] 第一材料也可以被称为活性的(磁)材料,其中第二材料也可以被称为假材料(dummy material),所述假材料对被完成的并且被制造的永磁体的磁性能没有贡献(或较少地在0%到20%之间贡献)。

[0016] 当第一材料被填充到第一隔室中时,第一材料可以为磁体的最后想要的目标形状(特别是当不考虑收缩时,所述收缩可以发生在压实和/或烧结期间)。因而,在压实第一材料和第二材料之后,在压实之后没有磨削、加工或其它成形工艺需要是必需的,以便获得具有想要的目标形状的永磁体。特别地,从被压实的产品中除去第一材料的一些可以被忽略。从而,材料的浪费可以被减少。此外,制造方法可以被简化,因为没有磨削或加工或成形步骤可以被要求。

[0017] 根据本发明的实施例,制造方法进一步包括把隔离部放置到模具体积中,以便形成第一隔室和第二隔室,其中模具体积特别是具有长方体形状。

[0018] 通过沿着填充方向使隔离部移位或将隔离部移动到模具体积中,隔离部可以被放置到模具体积中。隔离部可以具有至少部分地曲线的形状。隔离部的部分可以包括平坦的形状。从而,把模具体积隔离为第一隔室和第二隔室可以容易地被实现。

[0019] 根据本发明的实施例,隔离部被成形为使得第一隔室具有类似具有在深度方向上延伸的两个倒圆的棱边的长方体的形状,其中隔离部特别是具有恒定的厚度。

[0020] 第一隔室的形状可以至少部分地由隔离部的形状来限定。特别地,第一隔室可以部分地或完全地由隔离部包围或环绕。第一隔室和还有第二隔室都可以包括镜像对称,其中镜面可以被取向平行于由高度方向和深度方向所横跨的平面。特别地,镜面可以被布置在模具体积或模具的宽度方向上的范围(extent)的一半处。

[0021] 从而,要被用作发电机中的旋转磁体的具有合适的形状的永磁体可以被制造。

[0022] 根据本发明的实施例,隔离部被成形为使得第一隔室在高度方向上的范围朝着在宽度方向上的两端都减少,其中高度方向和宽度方向特别是是横向的,进一步特别是垂直于填充方向,沿着所述填充方向,第一材料和/或第二材料被填充到相应的隔室中。

[0023] 特别地,隔离部可以被成形为使得第二隔室在高度方向上的范围朝着在宽度方向上的两端都增加。特别地,第一隔室的高度与第二隔室的高度(其中最小高度特别是为模具体积的高度的1%至10%)之和跨越宽度方向可以是恒定的。从而,在中间部分,第一隔室的高

度可以是恒定的,并且在(沿着宽度方向的)外部部分,高度可以以(关于镜面)对称的方式减少。从而,当这样的隔离部被用在制造工艺中时,永磁体的适当的形状可以被实现。

[0024] 根据实施例,隔离部是由隔离部材料制成的,所述隔离部材料包括可以以简单的方式被成形的任何种类的材料。例如,塑性材料的认为层(thin layer)可以被用作隔离部材料,因为它是容易成形的。钢薄板也是选项,因为相比较于塑料薄板,该钢薄板更牢固(紧密、坚固)。隔离薄板将在烧结之前被除去,因此该隔离薄板并不需要是耐高温的材料。

[0025] 如果隔离部需要被保持在原位,那么这不得不是非磁性材料、具有接近于1的磁导率的非磁性材料。

[0026] 根据本发明的实施例,第一材料是铁磁粉末材料,特别是高等级的NdFeB粉末材料,所述铁磁粉末材料具有为在第二材料的剩磁和/或矫顽力和/或磁能积的2倍到10倍之间的剩磁和/或矫顽力和/或磁能积。铁磁粉末材料可以包括具有在1 $\mu$ m到20 $\mu$ m之间的大小的微小粒子或颗粒。铁磁粉末材料的微小粒子可以包括小晶粒。

[0027] 剩磁或剩磁磁化是在外部磁场被除去之后在铁磁材料中遗留的磁化。

[0028] 矫顽力是在铁磁粉末材料的磁化已经被驱动到饱和之后被要求把铁磁粉末材料的磁化减少到零的所施加的磁场的强度。

[0029] 因而,第一材料可以是适合作为服务于发电机的旋转磁体的高等级的钕材料。相反地,第二材料可以是低等级的材料(和/或具有更多杂质),特别是比第一材料更便宜。特别地,第二材料可以被选择,以不影响(或者在较小的范围上影响)包括第一材料和第二材料的最后产品的磁性能。

[0030] 根据本发明的实施例,第一材料包括质量比在50%到75%之间的Fe、质量比在15%到35%之间的Nd、质量比在1%到15%之间的Dy以及质量比在0%到2%之间的B。

[0031] 从而,高等级的钕永磁体可以是可制造的。第一材料可以主要影响完成的制造产品的磁性能。特别地,成品的磁性能可以从第一材料进化到在70%到100%之间。

[0032] 根据本发明的实施例,第二材料包括塑性材料、特别是热固性和/或热塑性材料、特别是环氧树脂。可替换地或附加地,第二材料包括质量比在75%到100%之间的Fe、质量比在0%到30%之间的Nd、质量比在0%到10%之间的Dy以及质量比在0%到1%之间的B。

[0033] 第二材料可以具有在0%到30%之间的Nd和特别是0%的 Dy。

[0034] 塑性材料可以包括聚合物材料。特别地,塑性材料可以包括碳水化合物。热固性材料可以在应用热时固化或交联或凝固。热塑性材料可以通过降低温度来凝固。

[0035] 从而,针对第二材料,低成本的材料可以被使用。特别地,针对第二材料,仅仅在0%到20%之间影响被制造的产品的磁性能的材料可以被使用。因而,完成的永磁体可以展现主要取决于根据隔离部(和/或模具的部分)的形状被成形为目标形状的第一材料的磁性能。

[0036] 从而,从成品中除去第二材料可以不被要求,并且同样地,在压实之后加工第一材料、抛光第一材料、磨削第一材料或使第一材料成形可以不被要求,以便实现成品的想要的磁性能。

[0037] 根据本发明的实施例,模具体积由模具壁来定界,其中模具壁提供(可闭合的)开口,用于将第一材料和/或第二材料填满到模具体积中。模具壁可以例如包括五个平坦的表面,特别是由诸如铁或钢之类的金属制成的表面。模具壁部分的平面可以被取向为彼此垂直。开口可以是宽度等于模具的宽度并且高度等于模具的高度的矩形开口。从而,分别将第

一材料填充到第一隔室中以及将第二材料填充到第二隔室中可以被简化。此外,模具可以以简单的方式被制造。

[0038] 根据本发明的实施例,压实包括给第一材料和第二材料施加压力、特别是经由(或通过)开口施加压力。

[0039] 特别地,压型器(stamp)或板可以被布置在开口中,其中板正好适合于该开口,并且通过在填充方向或深度方向上将力萃取(excerpt)到板上,压力可被施加。不同量级的压力可以被施加。此外,在预定的持续时间内,恒定的或变化的压力可以被施加。从而,第一材料和第二材料可以有效地被压实。压实可以包括形成粉末材料的微小的粒子部分地彼此粘附,使得这些粒子粘贴在一起。从而,即使隔离部被除去,被填充到第一隔室中的第一材料的形状也可以被维持。

[0040] 根据本发明的实施例,施加压力包括:将第一量级的压力施加到第一材料和第二材料;接着除去隔离部;并且接着将第二量级的压力施加到第一材料和第二材料,其中第二量级在第一量级的2倍到50倍之间。

[0041] 第一量级的压力可以正好足够高到使得铁磁粉末材料的粒子(即第一材料的粒子)粘贴在一起并且彼此粘附,以致即使隔离部被除去也维持被填充到第一隔室中的第一材料的形状。

[0042] 施加第二量级的压力可以甚至进一步把铁磁粉末材料的粒子压在一起,以致永久地(同样地当最后从模具中被除去时)维持由第一隔室来限定的形状。从而,第二量级的压力特别地被选择为使得最后得到的成品可以被用作风力涡轮发电机的磁体。

[0043] 根据本发明的实施例,除去隔离部包括从模具体积拉出隔离部,特别是在与填充方向相反的方向上拉出。

[0044] 从模具体积拉出隔离部可以沿着不改变的方向以恒定的速度被执行。从而,除去工艺可以被简化。

[0045] 在其它实施例中,隔离部可以被维持在第一材料与第二材料之间,特别是在其中隔离部包括不影响(或仅仅在较少的程度上影响)最后产品的磁性能的隔离部材料的情况下被维持在第一材料与第二材料之间。从而,制造方法可以甚至被简化。诸如电动机之类的执行器可以被用于从模具体积除去隔离部。

[0046] 根据本发明的实施例,本方法进一步包括烧结第一材料;和/或使第一材料磁化。烧结可以被执行,而不需要将附加的压力施加到第一材料和第二材料。特别地,烧结在第一材料的熔化温度之下被执行,以致维持被包括在第一材料的铁磁粉末材料中的微磁体。例如,烧结可以在10个小时到36个小时之间被执行。从而,温度可以被调整来增加到恒定的或减少,特别是以循环的方式进行。

[0047] 磁化可以特别地在烧结之后被执行。从而,经烧结的产品可以遭受跨越经烧结的产品的范围提供均匀的磁场的强磁场。

[0048] 最后产品可以被用作特别是用于直接驱动风力涡轮发电机的外部转子磁体。磁体的目标形状可以被选择为使得不想要的转矩脉动波被减少。

[0049] 根据本发明的实施例,被填充到第二隔室中的第二材料环绕被填充到第一隔室中的第一材料的外表面的30%到100%之间。

[0050] 第二材料也可以充当保护层或保护覆盖物,以保护第一材料(第一材料的至少部

分)免于腐蚀和/或氧化或第一材料的其它物理退化或化学退化。当第二材料环绕第一材料时,该保护效果可以特别地被实现。在另一方面,当第二材料仅仅部分地环绕第一材料时,第一材料可以在被暴露的区域(当被使用时为发电机中的磁体)中被保护,此外隔离部可以以简单的方式被生产。

[0051] 应该理解的是,针对用于制造永磁体的方法的单独地或以任何组合被公开的特征也可以(单独地或以任何组合)被应用于(根据本发明的实施例的)用于制造永磁体的模具系统或永磁体,并且反之亦然。

[0052] 根据本发明的实施例,提供有一种用于制造永磁体的模具系统,其中所述模具系统包括:具有模具体积的模具;隔离部,用于把模具体积隔离为第一隔室和第二隔室;用于压实第一材料和第二材料的执行器;其中隔离部被成形为使得第一隔室的形状对应于磁体的目标形状。

[0053] 模具可以是耐高压的,并且在烧结工艺期间也是耐热处理的。例如,烧结可以在500°C到1500°C之间的温度下被应用。被施加到被填充到模具体积中的第一材料和第二材料的压力或最大压力可以例如总计在50MPa到200MPa之间。

[0054] 模具系统可以包括多个不同的隔离部,所述多个不同的隔离部被不同地成形,以便制造被不同地成形的永磁体。

[0055] 与第一隔室的形状一起采取的第二隔室的形状可以具有长方体形状。被填充到第一隔室中的第一材料和被填充到第二隔室的第二材料可以被压在长方体模具内,并且接着被烧结。

[0056] 在烧结和磁化之后,没有磨削或加工可以是必需的,因为想要的活性材料形状已经由于被成形的隔离部而被形成。有利地,压长方体成形的或矩形的模具比压具有永磁体的想要的目标形状的形状的不规则成形的模具更简单。压或施加压力到长方体成形的模具可以获得第一材料的密度的最好的一致性。从而,永磁体的质量可以被改进。

[0057] 根据本发明的实施例,刮削或磨削或加工成品的侧面以形成在几何学方面想要的形状可以不再是必需的。反而,通过在矩形或长方体模具框架中使不同的粉末分层,目标形状或想要的形状在被生产的磁体的完成的长方体块之内或内部被实现。此外,涂层或保护或施加保护层到第一材料和第二材料的完成的块可以被避免,因为位于第一材料的至少部分之上的第二材料不是真正活性的(在磁意义上),并且不被用于磁通量生产。此外,由于磁体的外部层上的氧化引起的活性的第一材料的磨削可以不再是必需的,因为(由第二材料所形成的)保护性的钝化层可以至少部分地环绕活性材料。

[0058] 在第一材料与第二材料之间的隔离部被除去的情况下,两种不同材料之间的边界中的扩散可以在烧结期间发生。因而,第一材料的最后的有效形状(active shape)(在烧结之后)可以不精确地类似实际的或初始的目标形状。然而,这些差异可以通过工艺参数的选择来控制,或者例如通过在中间维持隔离部或另一隔离材料而被控制。

[0059] 根据本发明的实施例,提供有一种永磁体,特别是根据上面所述的实施例中的一个被制造的永磁体,其中所述磁体包括:以不同于长方体的目标形状被成形的第一材料;至少部分地环绕第一材料的第二材料,其中磁体的外形是长方体。

[0060] 不得不注意的是,本发明的实施例已经参照不同的主题被描述。特别地,一些实施例已经参照方法类型权利要求被描述,而其它实施例已经参照设备类型权利要求被描述。



然而,本领域技术人员将从上面的和下面的描述中推断出,除非另有通知,除了属于一种类型的主题的特征的任何组合之外,涉及不同主题的特征之间的任何组合、特别是方法类型权利要求的特征与设备类型权利要求的特征之间的任何组合也被视为与本文献一起被公开。

[0061] 本发明的上面所限定的方面和其它方面从在下文将要描述的实施例的例子中将是明显的,并且参照实施例的例子被解释。本发明在下文将参照实施例的例子被更详细地描述,但是本发明并不限于所述实施例的例子。

### 附图说明

[0062] 参照所附的附图,本发明的实施例现在被描述。本发明并不被限于所描述的或所图示的实施例。

[0063] 图1示意性地图示了根据本发明的实施例的模具系统的透视图;

[0064] 图2示意性地图示了根据本发明的另一实施例的模具系统的透视图;以及

[0065] 图3示意性地图示了通过使用根据本发明的实施例的图1或图2的模具系统被制造的永磁体的透视图。

### 具体实施方式

[0066] 图1示意性地图示了根据本发明的实施例的模具系统100的透视图。模具系统100包括由五个模具壁部分形成的模具101,在所述五个模具壁部分中只有壁部分103、104、105和106(但没有后壁部分)在图1中被图示。模具101的模具壁部分包围长方体的模具体积,所述长方体的模具体积由隔离部107划分为或隔离为第一隔室109和第二隔室111。第一壁隔室109、第二隔室111和隔离部107一起被布置在模具体积内。

[0067] 模具101在宽度方向113上延伸可以总计在例如100mm到120mm之间的范围w。此外,模具101在高度方向115上延伸到在18mm到20mm之间的量h。此外,模具101在深度方向117上延伸到例如在60mm到70mm之间的量d。

[0068] 模具101适应于制造永磁体(诸如在图3中所图示的永磁体),所述永磁体可以被利用在特别是用于风力涡轮机的外转子发电机内。

[0069] 在用于制造永磁体的第一方法步骤中,隔离部107被放置在模具101的模具体积内。

[0070] 从而,第一隔室109和第二隔室111被形成。特别地,第一隔室109具有类似或者等于要被制造的永磁体的目标形状的形状。

[0071] 在下一制造步骤中,第一材料119被填充到第一隔室109中,其中第一材料是以粉末形式被供给的钕材料。

[0072] 此外,第二材料121被填充到第二隔室111中,其中第二材料121不同于第一材料119。特别地,第二材料121可以是塑性材料或例如小的铁粒子的粉末。特别地,第一材料119和第二材料121沿着深度方向117被填充到模具101的模具体积中,所述深度方向117也可以被称为填充方向。

[0073] 因而,当活性的磁粉被填充到第一隔室109中时,非活性的哑粉(dummy powder)被填充到第二隔室111中。

[0074] 为了填满不同的材料,模具101包括开口123,所述开口123具有带有宽度 $w$ 和高度 $h$ 的矩形的形式。因而,开口123允许在横向方向(即宽度方向113和高度方向115)上跨越模具101的整个范围填满不同的材料。

[0075] 在将工具材料填充到模具101中之后,板被放置到开口123中(其中板没有在图1中被图示),并且压力(通过使用执行器114)被施加到第一材料和第二材料。

[0076] 从而,第一材料119和第二材料121的成分或粒子彼此粘贴和彼此粘附,以致维持由模具101的隔离部107和模具壁部分所限定的形状。

[0077] 特别地,隔离部具有类似具有两个倒圆的棱边125的长方体的形状。在倒圆的棱边125处,隔离部107具有曲线形状,而在部分127中,隔离部具有平坦的或平面的形状。

[0078] 被制造的磁体包括第一材料的上表面129和覆盖第一材料的表面129的第二材料的上表面131。从而,第一材料119由覆盖第一材料的上表面129的第二材料121来保护。第二材料的覆盖层的最小厚度总计为 $\Delta$ ,其中 $\Delta$ 在0.5mm到2mm之间、特别是约1mm、特别是在高度 $h$ 的1/50到1/5之间、进一步特别是在高度 $h$ 的1/20到1/10之间。

[0079] 在已经将压力施加到被填充到第一隔室109和第二隔室121中的第一材料119和第二材料121之后,烧结工艺被施加,所述烧结工艺包括在第一材料119的熔化温度下的热处理。

[0080] 后来,磁化例如在高度方向115上被施加,使得外部磁场的磁场线与高度方向115共线。

[0081] 根据另一实施例,在施加另一压力步骤之前,隔离部107在与填充方向117相反的方向上被取出。在另一压力步骤之后,烧结步骤和磁化步骤可以被施加。最后,被制造的最终产品可以从模具101中被除去,并且可以被连接到发电机的转子。

[0082] 如从图1中是明显的那样,隔离部107仅部分地环绕第一隔室109。事实上,模具壁部分104和106和105也部分地包围或环绕第一隔室109。

[0083] 图2示意性地以透视图图示了造型系统的另一实施例200。在结构和/或功能方面类似于在图1中所图示的元件或部件的元件或部件用只在第一位中不同的相同的参考符号被标明。

[0084] 在图2中所图示的模具系统200包括具有模具壁部分203、204、205、206的模具201。模具201可以具有与在图1中所图示的模具类似的大小。与在图1中所图示的造型系统100不同,在图2中所图示的造型系统200包括隔离部207,所述隔离部207在宽度方向213和高度方向215上完全地环绕第一隔室209。因而,第二隔室211也在宽度方向213和高度方向215上完全地环绕第一隔室209。

[0085] 从而,由被填充到第二隔室211中的第二材料221基本上完整地环绕或覆盖被包括或被布置或被填充到第一隔室209中的第一材料219可以被实现。从而,第一材料219可以有效地被保护免于氧化或腐蚀。根据使用在图1中所图示的模具系统100或在图2中所图示的模具系统200的制造方法最后得到的永磁体可以分别在高度方向115、215上被磁化。

[0086] 当永磁体被用作发电机的永磁体时,最后得到的永磁体的上表面229、129或上表面131、231可以与发电机的定子相反。

[0087] 从而,在第一材料119、219的上表面129、229之上的第二材料221的厚度可以总计为 $\Delta$ ,所述 $\Delta$ 可以在0.5mm到2mm之间、特别是约为1mm。这个厚度 $\Delta$ 可以是足够小的,使得永

磁体的上表面131、231与定子之间的间隙可以被维持。特别地,至少部分地覆盖第一材料119、219的第二材料可以不(或仅轻微地,例如0%至20%地)干扰或影响最后得到的永磁体的磁性能,特别地,所述磁性能可以取决于第一材料119、219的材料和形状。

[0088] 图3示意性地图示了通过使用根据本发明的实施例的图1或图2的模具系统被制造的永磁体300的透视图。

[0089] 永磁体300包括以不同于长方体的(由隔离部的表面126和模具的表面104所限定的)目标形状被成形的第一材料119和至少部分地环绕第一材料的第二材料121,其中磁体的外形是长方体124。磁体300的尺寸可以从图1或图2中被得到。特别地,(限定在第一材料119与第二材料121之间的边际或界面的)表面是弯曲的,从而提供磁体300的倒圆的棱边。

[0090] 应该注意的是,术语“包括”并不排除其它要素或步骤,并且“一”或“一个”并不排除复数。与不同的实施例相关联被描述的要素也可以被组合。还应该注意的是,权利要求中的附图标记不应该被解释为限制权利要求的范围。

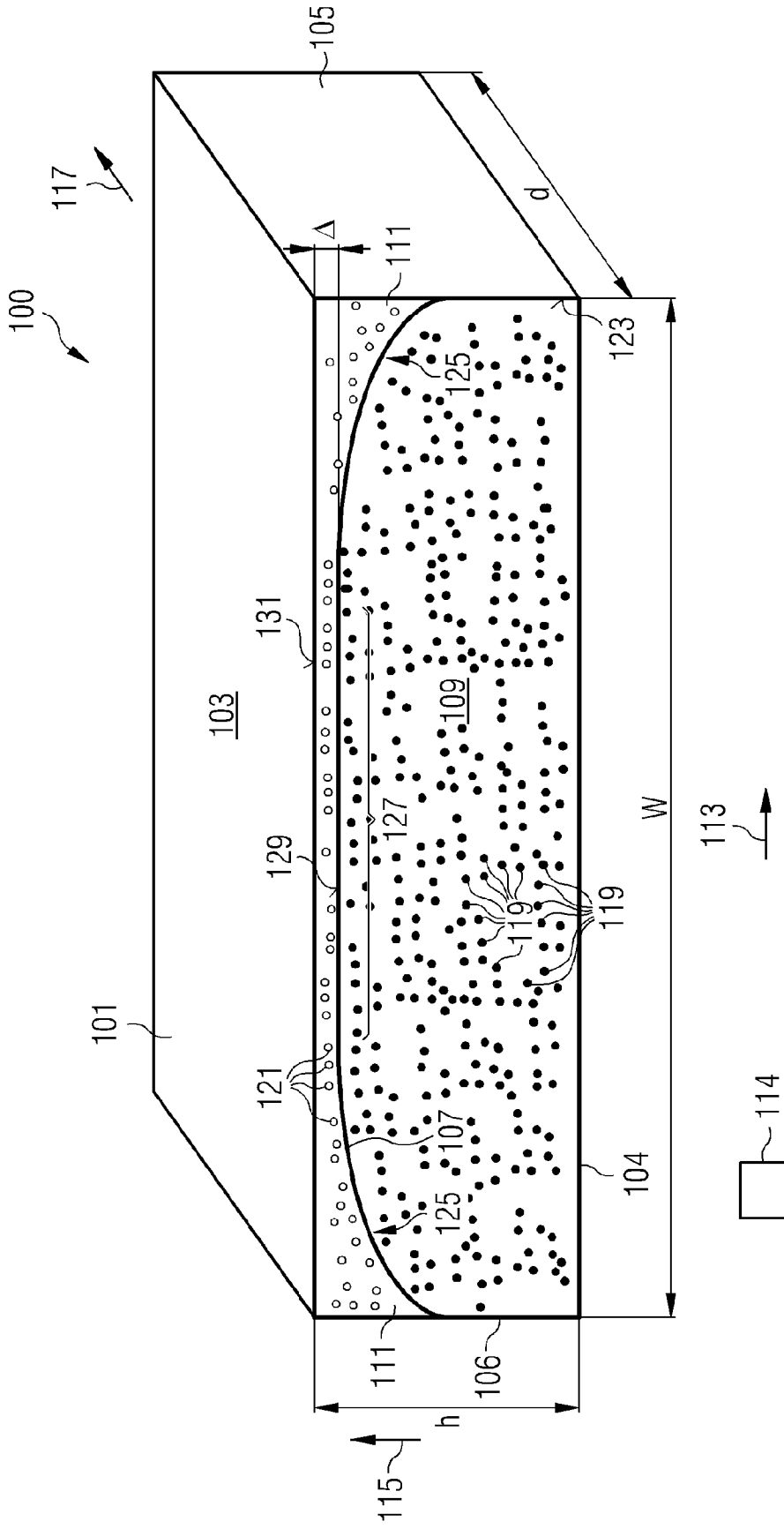


图 1

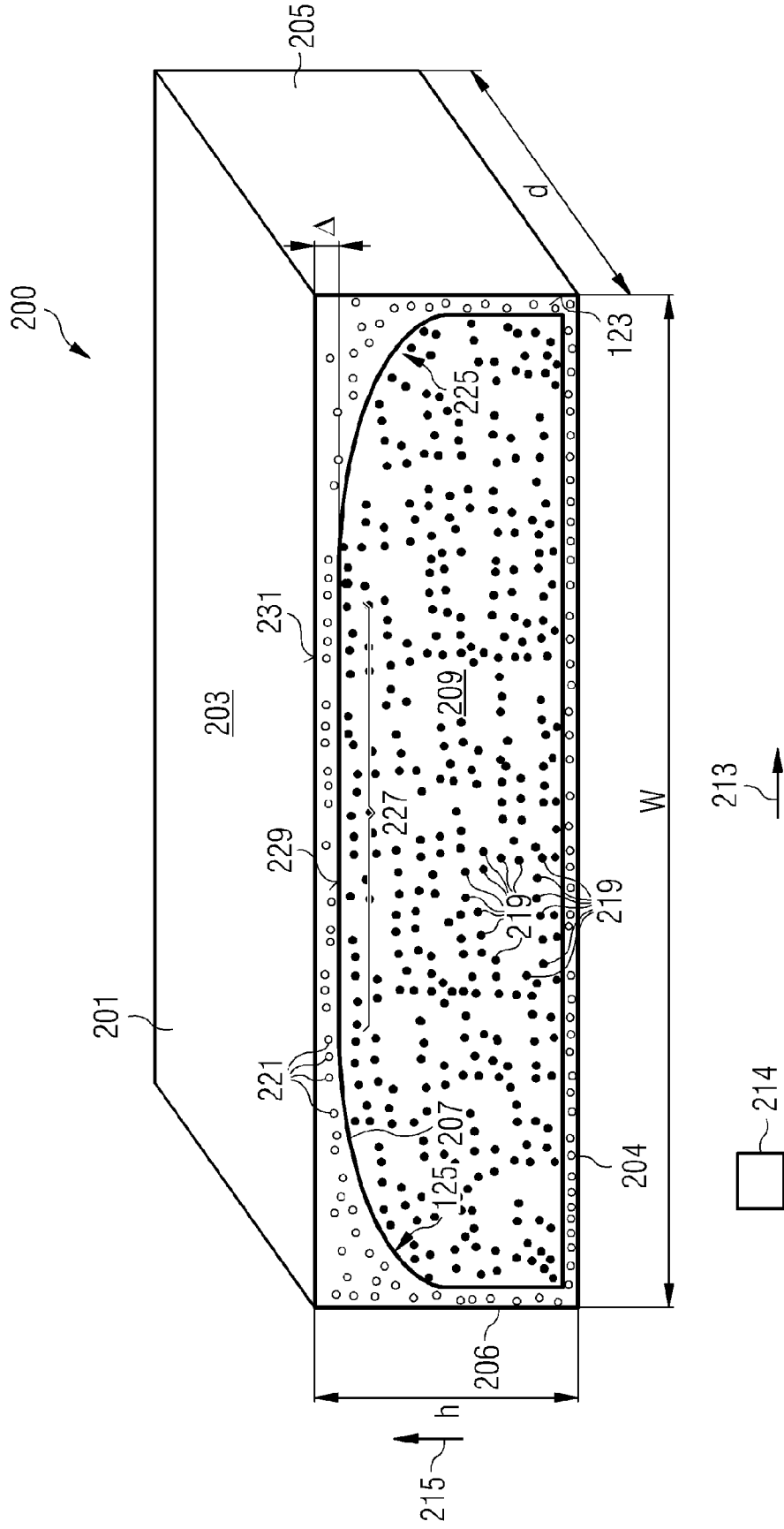


图 2

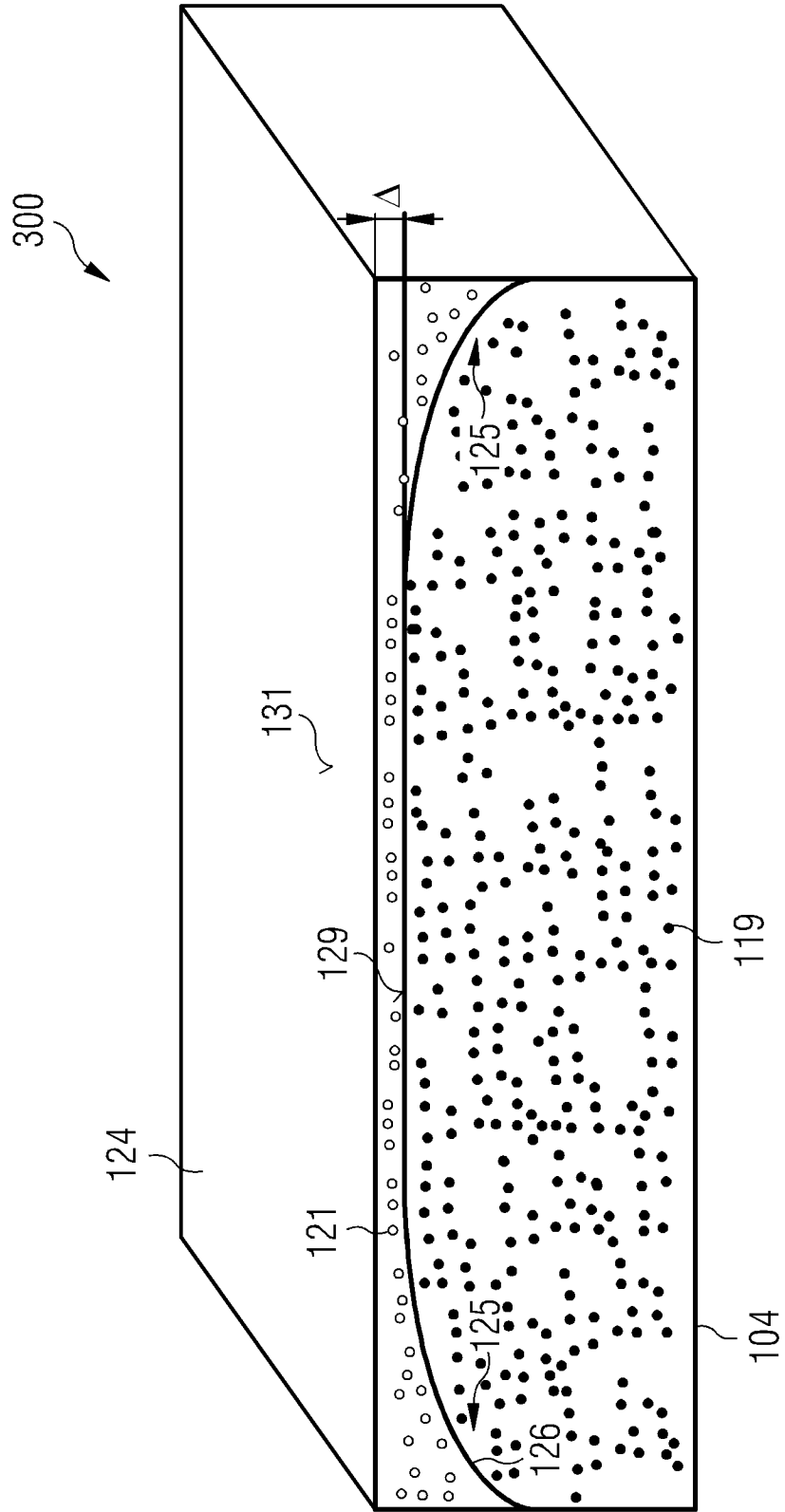


图 3