



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107533912 B

(45)授权公告日 2020.03.27

(21)申请号 201680024353.2

田中慎太郎

(22)申请日 2016.04.18

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(65)同一申请的已公布的文献号

利商标事务所 11038

申请公布号 CN 107533912 A

代理人 何杨

(43)申请公布日 2018.01.02

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H01F 41/02(2006.01)

2015-092038 2015.04.28 JP

B05C 3/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B22F 3/24(2006.01)

2017.10.26

G22C 33/02(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

G22C 38/00(2006.01)

PCT/JP2016/062202 2016.04.18

H01F 1/057(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

H01F 1/08(2006.01)

W02016/175065 JA 2016.11.03

(56)对比文件

(73)专利权人 信越化学工业株式会社

US 2012139388 A1,2012.06.07,

地址 日本东京

JP 2002102998 A,2002.04.09,

(72)发明人 栗林幸弘 神谷尚吾 前川治和

审查员 晁晓汝

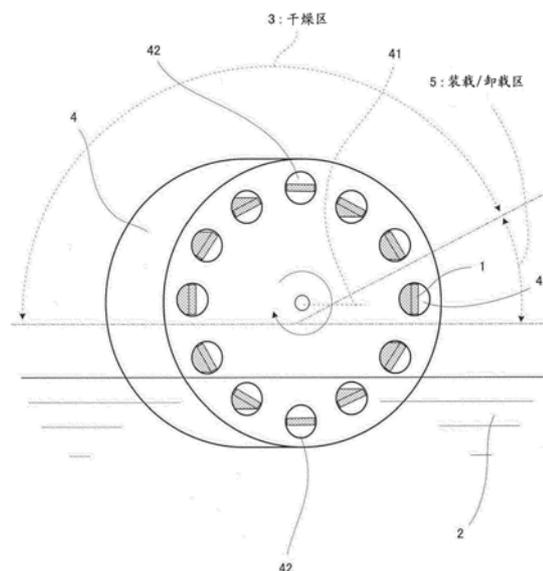
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

稀土类磁铁的制造方法和浆料涂布装置

(57)摘要

本发明提供稀土类磁铁的制造方法,其在将分散稀土类化合物粉末而成的浆料2涂布并使其干燥而将该粉末涂布于烧结磁铁体1时,通过将上述磁铁体1容纳于在一部分浸渍于浆料2的状态下进行旋转的搬运转鼓4的保持兜孔42,进行搬运,从而将该磁铁体1浸渍于浆料2,从该浆料2中提起,使其干燥而将上述粉末涂布于该烧结磁铁体1。采用该制造方法,能够均匀且有效率地涂布粉末,并且能够有效地抑制稀土类化合物的浪费,进而也能够实现实施涂布工序的设备的小面积化。



1. 稀土类磁铁的制造方法,是将含有选自 R^2 的氧化物、氟化物、氧氟化物、氢氧化物或氢化物中的1种或2种以上的粉末溶解于溶剂而成的浆料涂布于包含 R^1 -Fe-B系组成的烧结磁铁体、使其干燥而将该粉末涂布于该烧结磁铁体、对其进行热处理而使烧结磁铁体吸收 R^2 的稀土类永久磁铁的制造方法,上述 R^1 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上,上述 R^2 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上,其特征在于,使在周缘部具有沿着周向排列的多个保持兜孔的搬运转鼓在一部分浸渍于上述浆料的状态下旋转,在进入该浆料前的规定位置将上述烧结磁铁体投入上述保持兜孔,使其保持于该保持兜孔,沿着该搬运转鼓的旋转轨道搬运,将该烧结磁铁体浸渍于该浆料,从该浆料中提起后,进一步边搬运边使浸渍于该浆料的烧结磁铁体干燥而将上述粉末涂布于该烧结磁铁体,干燥处理后在再次进入上述浆料前的规定位置从上述保持兜孔将该烧结磁铁体回收,供于下一工序的热处理。

2. 根据权利要求1所述的稀土类磁铁的制造方法,其中,上述保持兜孔为沿着上述搬运转鼓的轴向贯通的圆形孔状的兜孔,以如下方式构成:在从该搬运转鼓的一侧面侧将未涂布的上述烧结磁铁体插入该保持兜孔的同时,利用该未涂布的烧结磁铁体将容纳在该保持兜孔内的涂布完的烧结磁铁体向该搬运转鼓的另一侧面侧挤出,从该保持兜孔回收,从而同时进行上述烧结磁铁体的供给和回收。

3. 根据权利要求2所述的稀土类磁铁的制造方法,其中,将多台上述搬运转鼓在使彼此的侧面接近的状态下并列设置,用各搬运转鼓进行上述粉末的涂布操作,此时,通过在将上述烧结磁铁体插入一个转鼓的保持兜孔的同时将容纳于该保持兜孔的烧结磁铁体挤出并插入另一转鼓的保持兜孔而容纳,从而重复进行多次从上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

4. 根据权利要求1~3的任一项所述的稀土类磁铁的制造方法,其中,将供给于上述保持兜孔的上述烧结磁铁体在上述搬运转鼓旋转多次后回收,重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

5. 根据权利要求1~3的任一项所述的稀土类磁铁的制造方法,其中,上述搬运转鼓的主体由框架和金属丝网或冲孔金属板形成。

6. 根据权利要求1~3的任一项所述的稀土类磁铁的制造方法,其中,向从上述浆料中被提起搬运的上述烧结磁铁体送风来进行上述干燥。

7. 根据权利要求6所述的稀土类磁铁的制造方法,其中,向上述烧结磁铁体喷射构成上述浆料的溶剂的沸点(T_B)的 $\pm 50^\circ\text{C}$ 以内的温度的空气来进行干燥。

8. 根据权利要求6所述的稀土类磁铁的制造方法,其中,向从上述浆料中被提起的上述烧结磁铁体喷射空气而将余滴除去后,喷射热风来进行干燥。

9. 稀土类化合物的涂布装置,是将含有选自 R^2 的氧化物、氟化物、氧氟化物、氢氧化物或氢化物中的1种或2种以上的粉末溶解于溶剂而成的浆料涂布于包含 R^1 -Fe-B系组成的烧结磁铁体,使该烧结磁铁体干燥而将该粉末涂布于该烧结磁铁体,对其进行热处理,使烧结磁铁体吸收 R^2 而制造稀土类永久磁铁时将上述粉末涂布于上述烧结磁铁体的涂布装置,上述 R^1 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上,上述 R^2 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上,其特征在于,该装置具备:

涂布槽,其容纳上述浆料,

搬运转鼓,其在一部分浸渍于上述浆料的状态下进行旋转,

多个保持兜孔,其在该搬运转鼓的周缘部沿着周向排列地形成,和

干燥单元,其向该保持兜孔内送风而使容纳在该保持兜孔内的上述烧结磁铁体干燥;

以如下方式构成:在进入上述浆料前的规定位置将上述烧结磁铁体投入上述保持兜孔,使其保持于该保持兜孔,沿着该搬运转鼓的旋转轨道搬运,将该烧结磁铁体浸渍于该浆料,从该浆料中提起,采用上述干燥单元使浸渍于该浆料的烧结磁铁体干燥,干燥处理后在再次进入上述浆料前的规定位置从上述保持兜孔将该烧结磁铁体回收。

10. 根据权利要求9所述的稀土类化合物的涂布装置,其中,上述搬运转鼓的主体由框架和金属丝网或冲孔金属板形成。

11. 根据权利要求9或10所述的稀土类化合物的涂布装置,其中,上述干燥单元将温风送入上述保持兜孔内而使烧结磁铁体干燥,并且具备在该干燥处理前向保持在该保持兜孔内的上述烧结磁铁体喷射空气而将余滴除去余滴除去单元。

12. 根据权利要求9或10所述的稀土类化合物的涂布装置,其中,上述保持兜孔为沿着上述搬运转鼓的轴向贯通的圆形孔状的兜孔,以如下方式构成:在从该搬运转鼓的一侧面侧将未涂布的上述烧结磁铁体插入该保持兜孔的同时,利用该未涂布的烧结磁铁体将容纳在该保持兜孔内的涂布完的烧结磁铁体向该搬运转鼓的另一侧面侧挤出,从该保持兜孔回收。

13. 根据权利要求12所述的稀土类化合物的涂布装置,其以如下方式构成:将多台上述搬运转鼓在使彼此的侧面接近的状态下并列设置,用各搬运转鼓进行上述粉末的涂布操作,通过在将上述烧结磁铁体插入一个转鼓的保持兜孔的同时将容纳于该保持兜孔的烧结磁铁体挤出并插入另一转鼓的保持兜孔而容纳,从而重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

14. 根据权利要求9或10所述的稀土类化合物的涂布装置,其以如下方式构成:将供给于上述保持兜孔的上述烧结磁铁体在上述搬运转鼓旋转多圈后回收,重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

稀土类磁铁的制造方法和浆料涂布装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在将含有稀土类化合物的粉末涂布于烧结磁铁体、热处理而使烧结磁铁体吸收稀土类元素、制造稀土类永久磁铁时,能够有效率地涂布上述稀土类化合物的粉末,有效率地得到磁特性优异的稀土类磁铁的稀土类磁铁的制造方法和该稀土类磁铁的制造方法中优选使用的稀土类化合物的涂布装置。

背景技术

[0002] Nd-Fe-B系等的稀土类永久磁铁由于其优异的磁特性,因此用途在不断地扩展。以往,作为使该稀土类磁铁的矫顽力进一步提高的方法,已知如下方法:在烧结磁铁体的表面涂布稀土类化合物的粉末,进行热处理,使稀土类元素在烧结磁铁体中吸收扩散,得到稀土类永久磁铁(专利文献1:日本特开2007-53351号公报、专利文献2:国际公开第2006/043348号),采用该方法,可以在抑制残留磁通量密度的减少的同时增大矫顽力。

[0003] 以往,对于上述稀土类化合物的涂布,一般采用如下方法:将烧结磁铁体浸渍于使包含该稀土类化合物的粉末分散于水、有机溶剂而成的浆料,或者向烧结磁铁体喷射该浆料而涂布,使其干燥。这种情况下,特别是进行浸渍涂布的情况下,考虑生产率,一般采用使用网带输送机将烧结磁铁体连续地搬运、对多个烧结磁铁体连续地进行涂布的网带输送机搬运方式。

[0004] 即,网带输送机搬运方式如图4中所示那样,通过在网带输送机c上将多个烧结磁铁体1相隔规定间隔地载置并连续地搬运,在其搬运途中在容纳于涂布槽t中的上述浆料2内通过,将浆料浸渍涂布于上述烧结磁铁体1,将从浆料2中提起的烧结磁铁体1在载置于该网带输送机c的状态下进一步搬运,通过配置了各层设备的干燥区3使其干燥,从而将浆料中的溶剂除去而涂布上述稀土类化合物的粉末。

[0005] 但是,对于该网带输送机搬运方式而言,在使烧结磁铁体1进入浆料2时、在浸渍中、从浆料2中提起时等涂布操作中烧结磁铁体1容易在输送机上移动,烧结磁铁体之间接触而在接触面容易发生涂布不良。另外,由于浆料的附着、固着,容易发生搬运系统的机械故障,进而浆料2容易被传送带汲出到涂布槽t外,容易发生无益地消耗贵重的稀土类化合物等不利情形。进而,由于采用网带输送机在水平方向上边搬运烧结磁铁体边进行从浆料涂布至干燥,因此也存在设备的设置面积容易变大的问题。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2007-53351号公报

[0009] 专利文献2:国际公开第2006/043348号

发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 本发明鉴于上述实际情况而完成,目的在于提供:在将含有选自 R^2 的氧化物、氟

化物、氧氟化物、氢氧化物或氢化物 (R^2 为选自包含Y 和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上) 中的1种或2种以上的粉末 溶解于溶剂而成的浆料涂布于由 R^1 -Fe-B系组成 (R^1 为选自包含Y和 Sc的稀土类元素中的1种或2种以上) 构成的烧结磁铁体表面、使其 干燥而将该粉末涂布于该烧结磁铁体、对其进行热处理而制造稀土类 永久磁铁时,能够将上述浆料均匀且有效率地涂布,从而将粉末均匀 且有效率地涂布,并且能够有效地抑制稀土类化合物的浪费,进而也 可以实现实施涂布工序的设备的小面积化的稀土类磁铁的制造方法和 该稀土类磁铁的制造方法中优选使用的稀土类化合物的涂布装置。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明为了实现上述目的,提供下述[1]~[8]的稀土类磁铁的制 造方法。

[0014] [1]稀土类磁铁的制造方法,是将含有选自 R^2 的氧化物、氟化物、氧氟化物、氢氧化物或氢化物 (R^2 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中 的1种或2种以上) 中的1种或2种以上的粉末溶解于溶剂而成的浆 料涂布于包含 R^1 -Fe-B系组成(或者由 R^1 -Fe-B系组成构成) (R^1 为选 自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上) 的烧结磁铁体、使 其干燥而将该粉末涂布于该烧结磁铁体、对其进行热处理而使烧结磁 铁体吸收 R^2 的稀土类永久磁铁的制造方法,其特征在于,使在周缘部 具有沿着周向排列的多个保持兜孔的搬运转鼓在一部分浸渍于上述浆 料的状态下旋转,在进入该浆料前的规定位置将上述烧结磁铁体投入 上述保持兜孔,使其保持于该保持兜孔,沿着该搬运转鼓的旋转轨道 搬运,将该烧结磁铁体浸渍于该浆料,从该浆料中提起后,进一步边 搬运边使其干燥而将上述粉末涂布于该烧结磁铁体,干燥处理后再次 在进入上述浆料前的规定位置从上述保持兜孔将该烧结磁铁体回收, 供于下一工序的热处理。

[0015] [2][1]的稀土类磁铁体的制造方法,其中,上述保持兜孔为沿着 上述搬运转鼓的轴向贯通的圆形孔状的兜孔,以如下方式构成:通过 在从该搬运转鼓的一侧面侧将未涂布的上述烧结磁铁体插入该保持兜 孔,并且,利用该未涂布的烧结磁铁体将容纳在该保持兜孔内的涂布 完的烧结磁铁体向该搬运转鼓的另一侧面侧挤出,从该保持兜孔回收, 从而同时进行上述烧结磁铁体的供给和回收。

[0016] [3][2]的稀土类磁铁的制造方法,其中,将多台上述搬运转鼓在 使彼此的侧面接近的状态下并列设置,用各搬运转鼓进行上述粉体的 涂布操作,此时,通过在将上述烧结磁铁体插入一个转鼓的保持兜孔 的同时将容纳于该保持兜孔的烧结磁铁体挤出并插入另一转鼓的保持 兜孔而容纳,从而重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布 工序。

[0017] [4][1]~[3]的任一项的稀土类磁铁体的制造方法,其中,将供给 于上述保持兜孔的上述烧结磁铁体在上述搬运转鼓旋转多圈后回收, 重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

[0018] [5][1]~[4]的任一项的稀土类磁铁的制造方法,其中,上述搬运 转鼓的主体由框架和金属丝网或冲孔金属板形成。

[0019] [6][1]~[5]的任一项的稀土类磁铁的制造方法,其中,向从上述 浆料中被提起并搬运的上述烧结磁铁体送风来进行上述干燥。

[0020] [7][6]的稀土类磁铁的制造方法,其中,向上述烧结磁铁体喷射 构成上述浆料的溶剂的沸点(T_b)的 $\pm 50^\circ\text{C}$ 以内的温度的空气来进行 干燥。

[0021] [8][6]或[7]的稀土类磁铁的制造方法,其中,向从上述浆料中被提起的上述烧结磁铁体喷射空气而将余滴除去后,喷射热风来进行干燥。

[0022] 另外,本发明为了实现上述目的,提供下述[9]~[14]的浆料涂布装置。

[0023] [9]稀土类化合物的涂布装置,是将含有选自 R^2 的氧化物、氟化物、氧氟化物、氢氧化物或氢化物(R^2 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上)中的1种或2种以上的粉末溶解于溶剂而成的浆料涂布于包含 R^1 -Fe-B系组成(或者由 R^1 -Fe-B系组成构成)(R^1 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上)的烧结磁铁体,使其干燥而将该粉末涂布于该烧结磁铁体,对其进行热处理,使烧结磁铁体吸收 R^2 而制造稀土类永久磁铁时将上述粉末涂布于上述烧结磁铁体的涂布装置,其特征在于,具备:

[0024] 涂布槽,其容纳上述浆料,

[0025] 搬运转鼓,其在一部分浸渍于上述浆料的状态下进行旋转,

[0026] 多个保持兜孔,其在该搬运转鼓的周缘部沿着周向排列地形成,和

[0027] 干燥单元,其向该保持兜孔内送风而使容纳在该保持兜孔内的上述烧结磁铁体干燥;

[0028] 以如下方式构成:在进入上述浆料前的规定位置将上述烧结磁铁体投入上述保持兜孔,使其保持于该保持兜孔,沿着该搬运转鼓的旋转轨道搬运,将该烧结磁铁体浸渍于该浆料,从该浆料中提起,采用上述干燥单元使其干燥,干燥处理后再次在进入上述浆料前的规定位置从上述保持兜孔将该烧结磁铁体回收。

[0029] [10][9]的稀土类化合物的涂布装置,其中,上述搬运转鼓的主体由框架和金属丝网或冲孔金属板形成。

[0030] [11][9]或[10]的稀土类化合物的涂布装置,其中,上述干燥单元将热风送入上述保持兜孔内而使烧结磁铁体干燥,并且具备在该干燥处理前向保持在该保持兜孔内的上述烧结磁铁体喷射空气而将余滴除去的余滴除去单元。

[0031] [12][9]~[11]的任一项的稀土类化合物的涂布装置,其中,上述保持兜孔为沿着上述搬运转鼓的轴向贯通的圆形孔状的兜孔,以如下方式构成:在从该搬运转鼓的一侧侧面侧将未涂布的上述烧结磁铁体插入该保持兜孔的同时,利用该未涂布的烧结磁铁体将容纳在该保持兜孔内的涂布完的烧结磁铁体向该搬运转鼓的另一侧面侧挤出,从该保持兜孔回收。

[0032] [13][12]的稀土类化合物的涂布装置,其以如下方式构成:将多台上述搬运转鼓在使彼此的侧面接近的状态下并列设置,用各搬运转鼓进行上述粉体的涂布操作,通过在将上述烧结磁铁体插入一个转鼓的保持兜孔的同时将容纳于该保持兜孔的烧结磁铁体挤出并插入另一转鼓的保持兜孔而容纳,从而重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

[0033] [14][9]~[13]的任一项的稀土类化合物的涂布装置,其以如下方式构成:将供给于上述保持兜孔的上述烧结磁铁体在上述搬运转鼓旋转多圈后回收,重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

[0034] 即,上述本发明的制造方法和涂布装置将烧结磁铁体容纳保持于设置于在一部分浸渍于浆料中的状态下进行旋转的搬运转鼓的周缘部的保持兜孔,进行搬运,在其搬运中从浆料中通过而涂布浆料,使其干燥而将上述粉末涂布于烧结磁铁体表面。

[0035] 发明的效果

[0036] 这样,在本发明中,在将烧结磁铁体保持于搬运转鼓的保持兜孔 的状态下将其搬运,进行浆料涂布和干燥,因此即使对于多个烧结磁 铁体连续地进行涂布操作,也不会因烧结磁铁体之间而在接触部位发 生涂布不良,能够均匀且确实地涂布浆料,均匀且有效率地涂布粉末。另外,上述搬运转鼓由于在将一部分浸渍于涂布槽中容纳的浆料的状 态下进行旋转,因此通过转鼓的旋转确实地使被该搬运转鼓汲上来的 浆料原样地返回至涂布槽,几乎不会汲出至涂布槽外,与网带输送机 搬运方式相比,能够极其有效地抑制稀土类化合物的浪费。进而,由 上述搬运转鼓产生的烧结磁铁体的搬运轨道由于通过该搬运转鼓的旋 转而成为在涂布槽的上方所形成的圆形的轨道,因此与成为水平搬运 轨道的网带输送机搬运方式相比,能够使装置小型化,使设备的设置 面积大大地变小。

[0037] 而且,采用本发明的制造方法和涂布装置,能够这样将稀土类化 合物的粉末均匀地涂布于烧结磁铁体整个面,并且能够极有效率地进 行该涂布操作,因此能够有效率地制造使矫顽力良好地增大的磁特性 优异的稀土类磁铁。

附图说明

[0038] 图1是表示本发明的一实施例涉及的涂布装置的概略图。

[0039] 图2是表示构成该涂布装置的搬运转鼓的概略立体图。

[0040] 图3是表示本发明的一实施例涉及的涂布装置的部分概略图。

[0041] 图4是表示现有的稀土类化合物的涂布装置的概略图。

具体实施方式

[0042] 本发明的稀土类磁铁的制造方法如上述那样,将含有选自 R^2 的氧 化物、氟化物、氧氟化物、氢氧化物或氢化物(R^2 为选自包含Y和Sc 的稀土类元素中的1种或2种以上)中的1种或2种以上的粉末溶解 于溶剂而成的浆料涂布于包含 R^1 -Fe-B系组成(或者由 R^1 -Fe-B系 组成 构成)(R^1 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上)的 烧结磁铁体,使其干燥,将该粉末涂布于该烧结磁铁体,对其进行热 处理,使烧结磁铁体吸收 R^2 ,制造稀土类磁 铁。

[0043] 上述 R^1 -Fe-B系烧结磁铁体能够使用采用公知的方法得到的产物, 例如能够通过按照常规方法使含有 R^1 、Fe、B的母合金粗粉碎、微粉 碎、成型、烧结而得到。再有, R^1 如上述 那样,为选自包含Y和Sc的 稀土类元素中的1种或2种以上,具体地,可列举出Y、Sc、La、Ce、 Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Yb和Lu。

[0044] 本发明中,将该 R^1 -Fe-B系烧结磁铁体根据需要通过磨削等成型 为规定形状,在 表面涂布含有 R^2 的氧化物、氟化物、氧氟化物、氢氧 化物、氢化物的1种或2种以上的粉末, 进行热处理,使其于烧结磁 铁体吸收扩散(晶界扩散),得到稀土类磁铁。

[0045] 上述 R^2 如上述那样,为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种 或2种以上,与上述 R^1 同样地可例示Y、Sc、La、Ce、Pr、Nd、Sm、 Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Yb和Lu。这种情况下,并无特别 限制,但 优选在 R^2 中的1种或多种中合计含有10原子%以上、更优选20原子% 以上、特别 是40原子%以上的Dy或Tb。从本发明的目的出发,更优 选这样在 R^2 中含有10原子%以上的 Dy和/或Tb并且 R^2 中的Nd和Pr 的合计浓度比上述 R^1 中的Nd和Pr的合计浓度低。

[0046] 本发明中上述粉末的涂布通过制备将该粉末分散于溶剂中而成的浆料,将该浆料涂布于烧结磁铁体表面并使其干燥而进行。这种情况下,对粉末的粒径并无特别限制,能够使其成为作为用于吸收扩散(晶界扩散)的稀土类化合物粉末一般的粒度,具体地,平均粒径优选100 μm以下,更优选为10μm以下。对其下限并无特别限制,但优选1nm以上。该平均粒径例如能够使用采用激光衍射法等粒度分布测定装置等作为质量平均值D₅₀(即,累计质量成为50%时的粒径或中值径)等求出。再有,使粉末分散的溶剂可以为水,也可以为有机溶剂,作为有机溶剂,并无特别限制,可例示乙醇、丙酮、甲醇、异丙醇等,这些中优选使用乙醇。

[0047] 对上述浆料中的粉末的分散量并无特别限制,但在本发明中,为了良好且有效率地使粉末涂着,优选制成分散量为质量分率1%以上、特别是10%以上、进而20%以上的浆料。应予说明,由于产生即使分散量过多也没有获得均匀的分散液等不利情形,因此上限优选规定为质量分率70%以下、特别是60%以下、进而50%以下。

[0048] 本发明中,作为将上述浆料涂布于烧结磁铁体、使其干燥而将粉末涂布于烧结磁铁体表面的方法,采用如下方法:通过用搬运转鼓搬运烧结磁铁体并使其在上述浆料中通过,从而将该烧结磁铁体浸渍于浆料而将浆料涂布于烧结磁铁体,边用该搬运转鼓进一步搬运边使其干燥。具体地,能够使用图1、2中所示的涂布装置进行粉末的涂布。

[0049] 即,图1、2为表示本发明的一实施例涉及的稀土类化合物的涂布装置的概略图,该涂布装置具备利用未图示的旋转驱动机构以水平轴41为中心进行旋转的搬运转鼓4,该搬运转鼓4成为了将其一部分浸渍于在未图示的涂布槽中容纳的浆料2的状态,图1中,以钟表文字盘来比喻的4点多~8点前的部分成为了浸渍于浆料2的状态。再有,在浆料2中的浸渍范围并不限定于图1中所示的范围,只要以至少在最下点处将后述的保持兜孔42完全地浸渍于浆料2中,并且上述水平轴41在浆料2的液面之上存在的方式设定即可。再有,本例中,示出了以搬运转鼓4以水平轴41为中心进行旋转的方式构成的例子,但本发明中的搬运转鼓的旋转轴未必为水平轴,只要以如下方式构成即可:在将搬运转鼓的一部分确实地浸渍于浆料的状态下旋转,将保持于该搬运转鼓的烧结磁铁体一度完全浸渍于浆料中,进而通过旋转将其从浆料中提起。

[0050] 在该搬运转鼓4中,等间隔地形成沿着周向排列成一列的多个(图中为12个)保持兜孔42,通过将上述烧结磁铁体1容纳保持在该保持兜孔42内并进行旋转,从而使得将该烧结磁铁体1沿着圆形轨道搬运。另外,该保持兜孔42如图2中所示那样,为沿着上述搬运转鼓4的轴向贯通的圆形孔状的兜孔,在该搬运转鼓的两侧面开口。

[0051] 就该保持兜孔42的尺寸而言,根据所容纳的上述烧结磁铁体1的尺寸、形状适当地设定,并无特别限制,该保持兜孔42的直径优选规定为将上述烧结磁铁体1的横截面中的最大径(如果为矩形,则为最大对角线)加上1~2mm左右所得的大小。由此能够顺利地进行上述烧结磁铁体1的容纳/取出,并且容纳的烧结磁铁体1不会在保持兜孔42内大幅度地移动,能够稳定地搬运。另外,根据烧结磁铁体1的大小,适当地设定保持兜孔42的进深,通常相对于烧结磁铁体1的长度,能够规定为50%以上、特别地70~90%左右的尺寸。进而,各保持兜孔42间的间隔优选规定为兜孔的直径的10%以上、特别是30%以上,如果间隔过度变大,则损害生产率,因此通常优选规定为100%以下。

[0052] 通过搬运转鼓4的旋转,上述各保持兜孔42进入了上述浆料2内时,在该保持兜孔

42内浆料2至少从两端的开口流入,以致将保持于内部的上述烧结磁铁体1浸渍于浆料2,为了浆料2在保持兜孔42内更为良好地流通、将保持于内部的烧结磁铁体1更为良好地浸渍于浆料,优选至少形成了该保持兜孔42的搬运转鼓4的主体由框架(未图示)和金属丝网或冲孔金属板形成。

[0053] 通过这样使用金属丝网、冲孔金属板形成搬运转鼓4的主体,从而不仅如上述那样可将烧结磁铁体1良好地浸渍于浆料2,而且能够使通过搬运转鼓4的旋转而被汲上来的浆料变少,更稳定地进行浆料涂布。另外,在后述的干燥工序中也能够提高干燥的效率。再有,为了浆料2、干燥用的空气良好地流通,金属丝网、冲孔金属板的网眼大小优选为1mm以上,上限只要是可稳定地保持烧结磁铁体1的范围即可。

[0054] 上述搬运转鼓4将烧结磁铁体1容纳于上述各保持兜孔42,图中顺时针地旋转,搬运该烧结磁铁体1,对该搬运转鼓4的旋转速度并无特别限制,根据该转鼓的直径设定,上述保持兜孔42的形成部位处的周速优选规定为200~2000mm/min,特别优选规定为400~1200mm/min。如果上述周速、即搬运速度不到200mm/min,则难以实现工业上足够的处理能力,另一方面,如果超过2000mm/min,则在后述的干燥区3中的处理时容易发生干燥不良,为了进行确实的干燥,需要使鼓风机大型化或者增加台数,有时产生干燥区3的规模变大等不利情形。再有,该搬运转鼓4的旋转可以是连续旋转,也可以是间歇旋转,如果考虑后述的烧结磁铁体1的更换作业的作业性,优选规定为间歇旋转。

[0055] 如图1中所示那样,将该搬运转鼓4比作钟表文字盘则相当于9点前~2点多的范围(图1中的箭头3所示的范围)成为了干燥区3,在该范围中设置有向保持兜孔42送风的干燥单元(未图示)。采用该干燥单元的送风可以是加热的温热风,也可以是常温的空气,送风的空气的温度可根据干燥时间(搬运速度、干燥区的长度)、烧结磁铁体的大小、形状、浆料的浓度、涂布量等适当地调整,并无特别限制,优选为构成上述浆料的溶剂的沸点(TB)的±50℃以内,例如使用水作为溶剂的情况下可在40℃~150℃、优选在60℃~100℃的范围内调节温热风的温度。

[0056] 在此,可以在该干燥区3的前半部分、例如将搬运转鼓4比作钟表文字盘则相当于9点~10点半左右的范围,设置喷射空气的余滴除去单元(未图示)而成为余滴除去部,在该余滴除去部向烧结磁铁体1喷射空气,将附着于表面的剩余的浆料除去后,通过上述温热风的喷射进行干燥。该余滴除去部(余滴除去单元)未必是必要的构成,也能够将其省略而用上述干燥单元与干燥同时地进行余滴除去,但如果在烧结磁铁体的表面存在着余滴的状态下进行干燥,则容易成为粉末的涂布不均,因此优选余滴除去部(余滴除去单元)确实地将余滴除去后进行干燥。再有,有时为了加速干燥,上述余滴除去单元喷射的空气也可为与上述干燥单元同样的温热空气。

[0057] 上述干燥单元、余滴除去单元都通过在搬运转鼓4的外侧沿着该转鼓的外周配设多个空气喷射喷嘴(未图示)而构成,以致由该空气喷射喷嘴喷射空气或上述温热风来进行上述干燥、余滴除去。这种情况下,各喷嘴的形状、尺寸、角度(喷射角度)等根据烧结磁铁体1的尺寸、形态、搬运转鼓4的材质(金属丝网、冲孔金属板)等适当地设定,可进行调整以致空气、温热风在上述保持兜孔42内良好地流通,良好地进行干燥、余滴除去。

[0058] 再有,从上述干燥单元、余滴除去单元的喷嘴喷射的空气、温热风的风量根据烧结磁铁体1的搬运速度、干燥区3的长度(余滴除去部的长度)、烧结磁铁体1的大小、形状、

浆料2的浓度、涂布量等适当地调节,并无特别限制,通常优选在300~2500L/min的范围内进行调节,特别优选在500~1800L/min的范围内进行调节。

[0059] 在此,虽并无特别图示,但优选设置通过用适当的腔室将包含上述余滴除去部的上述干燥区3覆盖,在该腔室内设置集尘器进行集尘,从而将余滴除去、干燥时从烧结磁铁体1的表面除去的稀土类化合物的粉末回收的集尘单元,由此能够不会浪费含有贵重的稀土类元素的稀土类化合物地进行稀土类化合物粉末的涂布。进而,通过设置这样的集尘单元,从而能够缩短干燥时间,进而尽可能地防止温热风迂回进入由涂布槽和浆料搅拌单元构成的浆料涂布部,能够有效地防止浆料溶剂因温热风而蒸发。再有,集尘器(未图示)可以是湿式,也可以是干式,为了确实地实现上述作用效果,优选选择具有比从上述余滴除去单元和干燥单元的喷嘴吹出的风量大的吸入能力的集尘器。

[0060] 如图1中所示那样,将搬运转鼓4比作钟表文字盘则相当于2点多至3点多的范围(图1中的箭头5所示的范围)成为了装载/卸载区,使得在该装载/卸载区5中将未涂布的烧结磁铁体1插入保持兜孔42并容纳于该保持兜孔42,并且将经过了浸渍处理和干燥处理的涂布完的烧结磁铁体从上述保持兜孔42中取出而回收。即,使得在该装载/卸载区5中将涂布完的烧结磁铁体与未涂布的烧结磁铁体进行更换。

[0061] 在此,就上述烧结磁铁体1的更换而言,可在将涂布完的烧结磁铁体从保持兜孔42中取出后将未涂布的烧结磁铁体插入该保持兜孔42,但也可通过在将涂布完的烧结磁铁体从搬运转鼓4的一侧面侧插入保持兜孔42的同时,用该未涂布的烧结磁铁体将容纳于保持兜孔42的涂布完的烧结磁铁体挤出至搬运转鼓4的另一侧面侧而回收,从而使得同时进行烧结磁铁体1的供给和回收。

[0062] 在此,上述烧结磁铁体1的供给和回收可通过手操作而进行,也可设置适当的供给机构、回收机构以致自动地进行,在任一情况下,为了将烧结磁铁体1以稳定姿态确实地导入上述保持兜孔42或者烧结磁铁体1以稳定姿态确实地从该保持兜孔42退出,都优选设置适当的轨道等支承构件(未图示)。

[0063] 再有,虽然图1、2中没有图示,但如上述那样,将上述浆料2容纳于上端面开放的箱型的涂布槽中,成为了使上述搬运转鼓4的一部分浸渍于该浆料2中的状态。在该涂布槽中附设有具备泵和配管的搅拌单元(未图示),通过该搅拌单元抑制上述浆料2中所含的稀土类化合物的沉淀,以致维持上述粉末在溶剂中均匀分散的状态。另外,通常,浆料2的温度可在10~40℃的范围内适当地调节,根据需要可设置温度计、加热器等温度管理单元。

[0064] 使用该涂布装置,在上述烧结磁铁体1的表面涂布含有选自上述 R^2 的氧化物、氟化物、氧氟化物、氢氧化物或氢化物(R^2 为选自包含Y和Sc的稀土类元素中的1种或2种以上)中的1种或2种以上的粉末(稀土类化合物的粉末)的情况下,首先,将使该粉末在溶剂中分散而成的上述浆料2容纳于上述涂布槽(未图示)中,通过上述搅拌单元(未图示)将浆料2适度地搅拌,维持该浆料2中的上述粉末在上述溶剂中均匀地分散的状态。在该状态下将处理对象的上述烧结磁铁体1容纳于在如图1所示一部分浸渍于该浆料2的状态下旋转的上述搬运转鼓4的上述各保持兜孔42中进行搬运。

[0065] 如上述那样,在上述装载/卸载区5容纳于各保持兜孔42的烧结磁铁体1在被保持于该保持兜孔42内的状态下通过搬运转鼓4的旋转而被搬运,进入上述浆料2,浸渍于该浆料2,历时规定时间从该浆料2中通过,从该浆料中被提起。由此对于各烧结磁铁体1连续地

涂布浆料2。

[0066] 通过搬运转鼓4的旋转将涂布了该浆料2的烧结磁铁体1进一步搬运,进入干燥区3,实施上述干燥操作而将浆料2的溶剂除去,稀土类化合物的粉末固着于烧结体10的表面,在烧结磁铁体10的表面形成由稀土类化合物的粉末构成的涂膜。此时,在干燥区3中设置了上述余滴除去部的情况下,从由浆料2中提起的烧结磁铁体1将余滴除去后实施上述干燥处理。

[0067] 这样将涂布了稀土类化合物的粉末的烧结磁铁体1进一步搬运,再次向装载/卸载区5回送。于是,在该装载/卸载区5从保持兜孔42中取出,将涂布了稀土类粉末的烧结磁铁体1回收,在该装载/卸载区5将新的烧结磁铁体1供给至该保持兜孔42。在该烧结磁铁体1的回收/供给时,如上述那样,通过在将新供给的未涂布的烧结磁铁体从搬运转鼓4的一侧面侧插入该保持兜孔42的同时,用该未涂布的烧结磁铁体将容纳于保持兜孔42的涂布完的烧结磁铁体挤出至搬运转鼓4的另一侧面侧并回收,从而能够同时地进行烧结磁铁体1的供给和回收。而且,通过连续地重复进行上述一连串的动作,从而对大量的烧结磁铁体连续地进行稀土类化合物的涂布。

[0068] 在此,通过对一个烧结磁铁体重复进行多次使用了上述涂布装置的稀土类化合物的涂布操作而反复涂布稀土类化合物的粉末,从而能够得到更厚的涂膜,也能够进一步提高涂膜的均匀性。就涂布操作的重复而言,可在1台装置中通过多次来重复进行上述涂布操作,该重复作业能够通过将烧结磁铁体1供给至搬运转鼓4后,不是旋转1圈后而是旋转多圈后回收而进行。例如,进行2次涂布的情况下,可在将烧结磁铁体1供给至搬运转鼓4后,使搬运转鼓4旋转2圈,以致在重复进行2次从在上述浆料2中的浸渍到干燥的操作后进行回收。

[0069] 再有,如果是图1、2那样具有偶数个保持兜孔42的搬运转鼓4,例如双重涂布的情况下,可每隔1次(每旋转2圈1次)地进行上述烧结磁铁体1的供给/回收,另外,如果保持兜孔42的个数为奇数个,可每隔一个(跳过一个)地进行上述烧结磁铁体1的供给/回收。

[0070] 另外,可通过将多台上述搬运转鼓4在使彼此的侧面接近的状态下并列设置,用各搬运转鼓进行上述粉体的涂布操作,在将上述烧结磁铁体插入一个转鼓的保持兜孔的同时将在该保持兜孔中容纳的烧结磁铁体挤出,插入另一转鼓的保持兜孔并容纳,从而使得重复进行多次从在上述浆料中的浸渍到干燥的涂布工序。

[0071] 例如进行双重涂布的情况下,可如图3中所示那样将与上述搬运转鼓4同样的2台搬运转鼓4a、4b并列设置,在使各保持兜孔42的位置一致的状态下使两转鼓4a、4b同步地旋转,用各个搬运转鼓4a、4b与上述同样地进行从在浆料中的浸渍到干燥的涂布工序,将用第1搬运转鼓4a进行了第1次的涂布处理的烧结磁铁体转移至第2搬运转鼓4b实施第2次的涂布处理。此时,可在将未涂布的烧结磁铁体1a插入第1搬运转鼓4a的保持兜孔42a而供给的同时,将在该保持兜孔42a中容纳的1次涂布后的烧结磁铁体1b挤出,插入并转移至第2搬运转鼓4b的保持兜孔42b,进而用该1次涂布后的烧结磁铁体1b将在保持兜孔42b中容纳的2次涂布后的烧结磁铁体1c挤出而回收。应予说明,图3中的附图标记t为容纳上述浆料2的涂布槽。

[0072] 进而,也能够将该图3中所示的将多个搬运转鼓并列设置的方法与使搬运转鼓旋转多圈而进行重复涂布的上述的方法组合。例如,在图3的装置中,通过每旋转2圈进行烧

结磁铁体的供给和回收,从而能够进行4次的重复涂布。再有,使用多台的搬运转鼓的图3的方法。如果是同一条件,则具有用1台搬运转鼓使烧结磁铁体旋转多圈的方法的2倍的处理能力,在处理效率方面是有利的。另一方面,使其旋转多圈的方法在能够使装置简化、小型化的方面是有利的。而且,通过将两者组合,必然进行4重涂布以上的多重涂布,能够将两者的优点组合而有效率地进行多重涂布。

[0073] 通过这样重复进行多次从浆料涂布到干燥的粉末涂布工序,从而能够薄地进行重复涂布而制成所需厚度的涂膜,通过薄地重复涂布,可以缩短干燥时间,提高时间的效率。

[0074] 根据这样使用上述涂布装置进行稀土类化合物的粉末的涂布的本发明的制造方法,在将烧结磁铁体1保持于上述搬运转鼓4的保持兜孔42的状态下将其搬运,进行浆料涂布和干燥,因此即使对多个烧结磁铁体1连续地进行涂布操作,也不会因烧结磁铁体1之间接触而在接触部位产生涂布不良,能够均匀且确实地涂布浆料2,均匀且有效率地涂布粉末。另外,上述搬运转鼓1在使一部分浸渍于在涂布槽中容纳的浆料2的状态下进行旋转,因此使被该搬运转鼓1汲上来的浆料2通过转鼓4的旋转原样地确实返回至涂布槽,几乎没有被汲出到涂布槽外,与网带输送机搬运方式相比能够极其有效地抑制稀土类化合物的浪费。进而,由上述搬运转鼓4产生的烧结磁铁体1的搬运轨道成为以在涂布槽的上方所形成的水平轴为中心的圆形的轨道,因此与成为水平搬运轨道的网带输送机搬运方式相比,能够使装置小型化,使设备的设置面积变得相当小。

[0075] 因此,能够将稀土类化合物的粉末均匀且有效率地涂布于烧结磁铁体表面。而且,通过对该均匀地涂布了粉末的烧结磁铁体进行热处理,使上述R²所示的稀土类元素吸收扩散,从而能够有效率地制造使矫顽力良好地增大的磁特性优异的稀土类磁铁。

[0076] 再有,使上述R²所示的稀土类元素吸收扩散的上述热处理可按照公知的方法进行。另外,也能够对上述热处理后、在适宜的条件下实施时效处理或者进一步磨削成实用形状等根据需要实施公知的后处理。

[0077] 实施例

[0078] 以下对于本发明的更具体的方案,用实施例进行详述,但本发明并不限于此。

[0079] [实施例]

[0080] 对于由Nd 14.5原子%、Cu 0.2原子%、B 6.2原子%、Al 1.0原子%、Si 1.0原子%、Fe余量组成的薄板状的合金,使用纯度99质量%以上的Nd、Al、Fe、Cu金属、纯度99.99质量%的Si、硼铁,在Ar气氛中高频熔化后,采用注入铜制单辊的所谓薄带连铸法制成了薄板状的合金。将得到的合金在室温下暴露于0.11MPa的氢化而使其吸藏氢后,边进行真空排气边加热到500℃,部分地使氢放出,冷却后上筛,制成了50目以下的粗粉末。

[0081] 对于上述粗粉末,采用使用了高压氮气的喷射磨微粉碎成粉末的重量中位粒径5 μm。边使得到的该混合微粉末在氮气气氛下在15kOe的磁场中取向,边用约1吨/cm²的压力成型为块状。将该成型体投入Ar气氛的烧结炉内,在1060℃下烧结2小时,得到了磁铁块。使用玻璃刀对该磁铁块进行了全面磨削加工后,按碱溶液、纯水、硝酸、纯水的顺序清洗,使其干燥,得到了50mm×20mm×5mm(磁各向异性化的方向)的块状磁铁体。

[0082] 接下来,将氟化镱的粉末以质量分率40%与水混合,使氟化镱的粉末充分地分散,制备浆料,使用图1、2中所示的上述涂布装置,将该浆料涂布于上述磁铁体,使其干燥,

形成了由氟化镱粉末构成的涂膜。涂布条件如下所述。

[0083] 涂布条件

[0084] 涂布槽的容量:10L

[0085] 浆料的循环流量:60L/min

[0086] 搬运速度:700mm/min

[0087] 除滴和干燥时的风量:1000L/min

[0088] 干燥时的温热风的温度:80℃

[0089] 涂布次数:1次涂布

[0090] 使用的块状磁铁体数:100个

[0091] 在对100个磁铁体进行处理的期间,拾取向涂布槽外溢出的浆料,干燥后测定重量,将其设为从涂布槽中带出去的浆料量。另外,也确认了涂布后上述块状磁铁体相互面接触的个数。将结果示于表1中。

[0092] 通过将该在表面形成了氟化镱粉末的薄膜的磁铁体在Ar气氛中、900℃下热处理5小时而实施吸收处理,进而在500℃下进行1小时时效处理并急冷,从而得到了稀土类磁铁。所有的磁铁都具有良好的磁性。

[0093] [比较例]

[0094] 与实施例同样地准备了50mm×20mm×5mm(磁各向异性化的方向)的块状磁铁。另外,将平均粉末粒径0.2μm的氟化镱以质量分率40%与水混合,充分地使其分散而制备浆料,容纳于图4中所示的现有的涂布装置的涂布槽t中。使用该现有的涂布装置,调节网带输送机c产生的搬运速度、干燥区3中的余滴除去和干燥条件等,以成为与实施例1同等的涂布条件的方式进行调整,进行了氟化镱的涂布。再有,网带输送机c中使用的网带的规格如下所述。

[0095] <网带的规格>

[0096] 种类:传送带

[0097] 形态:三角螺旋型

[0098] 螺距:8.0mm

[0099] 杆·间距:10.2mm

[0100] 杆的线径:1.5mm

[0101] 螺旋的线径:1.2mm

[0102] 与实施例同样地测定了从涂布槽中带出来的浆料量。另外,也确认了涂布后块状磁铁体之间相互面接触的状态下从干燥区3中出来的个数。将结果示于表1中。再有,就带出来的浆料量而言,将实施例1的带出量设为1而指数化。

[0103] 通过将该在表面形成了氟化镱粉末的薄膜的磁铁体与实施例同样地在Ar气氛中、900℃下热处理5小时,实施吸收处理,进而在500℃下进行1小时时效处理,进行急冷,从而得到了稀土类磁铁。

[0104] [表1]

[0105]		带出至涂布槽外的浆料量 (将实施例设为 1 时的指数)	面接触地出来的个数 (个)
	实施例	1	0
	比较例	9.19	1

[0106] 如表1所示可知:对从涂布槽带出的浆料量进行比较,则只具有 旋转的转鼓的涂布装置与连续地出入的网带输送机方式相比,少约 89%。另外,如表1所示,就涂布后上述块状磁铁体相互面接触地出来 的个数而言,在本发明(实施例)的旋转转鼓兜孔方式中完全没有, 确认了良好地进行粉末的涂布。

[0107] 附图标记的说明

[0108] 1 烧结磁铁体

[0109] 1a 未涂布的烧结磁铁体

[0110] 1b 1次涂布后的烧结磁铁体

[0111] 1c 2次涂布后的烧结磁铁体

[0112] 2 浆料

[0113] 3 干燥区

[0114] 4 搬运转鼓

[0115] 4a 第1搬运转鼓

[0116] 4b 第2搬运转鼓

[0117] 41 水平轴

[0118] 42 保持兜孔

[0119] 42a 第1搬运转鼓的保持兜孔

[0120] 42b 第2搬运转鼓的保持兜孔

[0121] 5 装载/卸载区

[0122] c 网带输送机

[0123] t 涂布槽

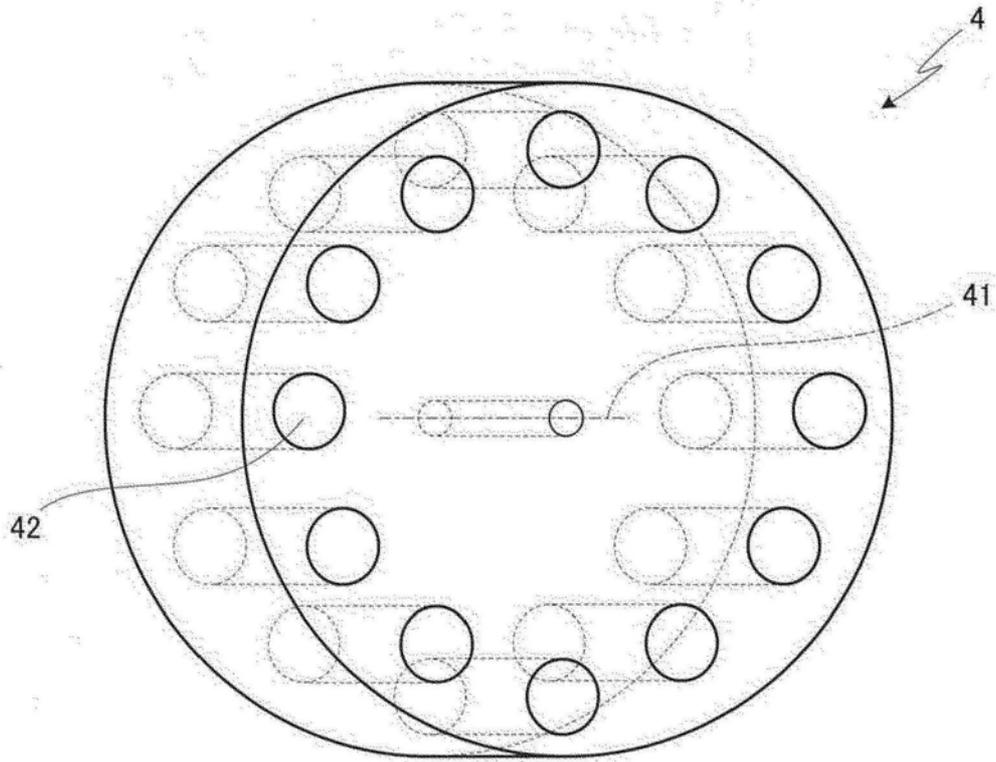


图2

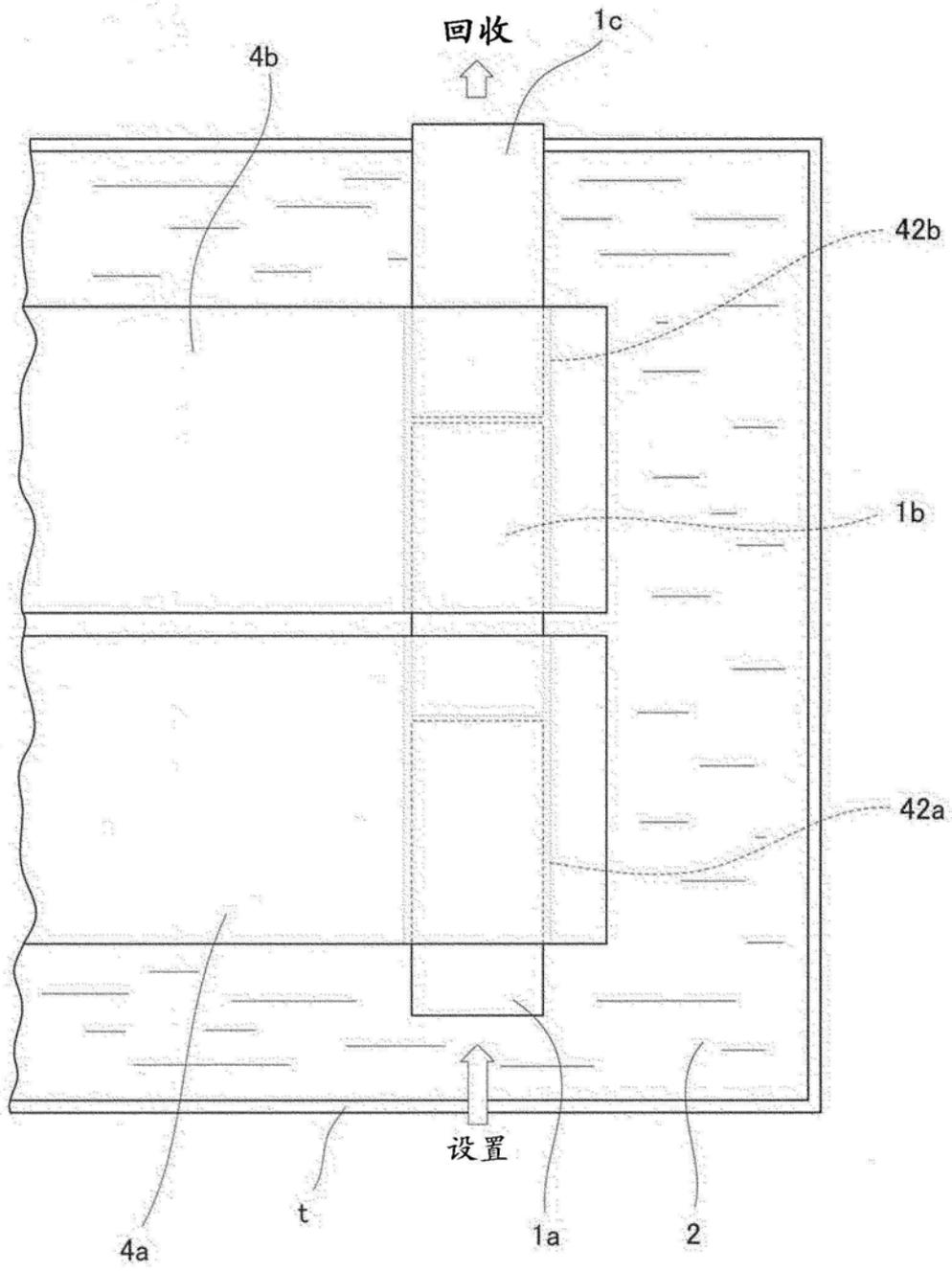


图3

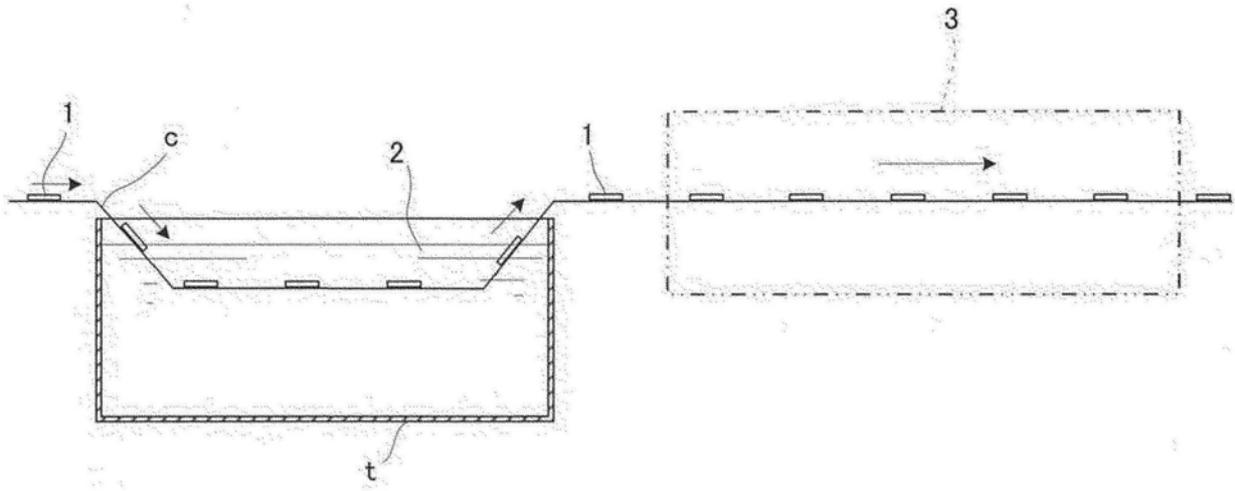


图4