



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102574129 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201080047382. 3

B03C 1/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 10. 18

C04B 5/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2009-243230 2009. 10. 22 JP

2010-214628 2010. 09. 27 JP

(56) 对比文件

JP 昭 37-6319 , 1962. 04. 06, 说明书左栏第 5 行到右栏第 28 行, 图 1-2.

JP 特开 2005-21835 A, 2005. 01. 27, 全文 .

CN 201308859 Y, 2009. 09. 16, 全文 .

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 04. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/068768 2010. 10. 18

审查员 薛林

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/049217 JA 2011. 04. 28

(73) 专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 石田匡平 西名庆晃 榎枝成治

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 庞立志 高旭轶

(51) Int. Cl.

B03C 1/30 (2006. 01)

B03C 1/00 (2006. 01)

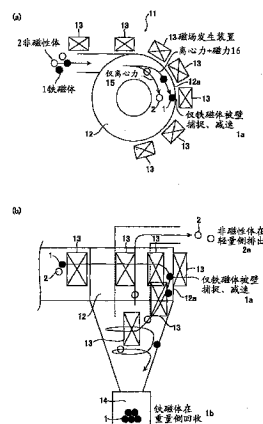
权利要求书1页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

铁磁体的分离装置

(57) 摘要

铁磁体的分离装置,其用于从含有铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体,其具备使分散有异种混合粉体的气流或水流旋转而使离心力作用于异种混合粉体的流路、与以使铁磁体在所述离心力的方向上受到磁力的方式而沿着所述流路配设了1处以上的磁场发生装置,使得离心力和磁力作用于铁磁体。



1. 铁磁体的分离装置,其为用于从含有铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体的铁磁体的分离装置,其具备使分散有异种混合粉体的气流或水流旋转而使离心力作用于异种混合粉体的流路、与以使铁磁体在所述离心力的方向上受到磁力的方式而沿着所述流路配设了1处以上的磁场发生装置,使得离心力和磁力作用于铁磁体,

其中,磁场发生装置构成为使得每隔一定期间重复增大和减小作用于铁磁体所通过的空间的磁通密度的大小,在减小导入至流路的分散有异种混合粉体的气流或水流的流速后,减小磁通密度的大小。

2. 根据权利要求1所述的铁磁体的分离装置,其中,在增大气流或水流的流速之前,增大磁通密度的大小。

## 铁磁体的分离装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及从含铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体的技术,例如被用于由炼铁工艺所产生的炉渣中分离铁成分的技术领域。

### 背景技术

[0002] 在炼铁工艺(特别是铁水预处理或转炉工序)中,产生庞大的炉渣(炼铁炉渣)。这些炉渣是为了除去铁水或钢水中的杂质或不需元素而添加的钙系添加剂发生反应所生成的物质,炉渣中不仅含有被除去的元素化合物,还含有大量铁成分。炉渣的形态多为块状,其尺寸大,还有达到数百 mm 者。

[0003] 如上所述,由于在炉渣中含有大量铁成分,因而一直以来对于其再资源化的研究很多。另外,炉渣本身作为例如含钙原材料的再利用也受到研究。

[0004] 例如,为了从炉渣中分离并回收铁成分、在转炉工序中与废料相混合而冷铁源化,首先利用被称作格筛的筛子(格筛型筛子)对数百 mm 的大型炉渣块进行形状分选。接着,由于通过了格筛型筛子的小型炉渣块中铁成分块与非铁成分块发生固结,因而利用锤式粉碎机(hammer crusher)或棒磨机(rod mill)进行粉碎(crushing)制成数百  $\mu\text{m}$ ~ 数十 mm 的大小,以促进铁成分与非铁成分的单体分离(liberation)。之后,通过磁力分选装置(magnetic separator)将铁成分与非铁成分分离。磁力分选装置可使用悬挂型(悬挂电磁铁(suspended electro magnets))或鼓型(磁鼓分离器(magnetic drum separators))、滑轮型(磁滑轮 magnetic pulleys)等。

[0005] 作为用于对铁成分进行单体分离的方法,还有对炉渣进行加热、对之后的冷却时间进行控制而进行粉碎的情况。取决于冷却时间,可以不破碎铁成分块而仅将固结的非铁成分块破碎分离。或者,可以微粒化至数十  $\mu\text{m}$  左右。

[0006] 任一方法中,自不必说的是只要微粒化进行,铁成分与非铁成分的单体分离化则进行。予以说明,对于从炉渣中区分金属粒子等的区分技术,例如在专利文献 1 或专利文献 2 中有所描述。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献 1: 日本特开 2006 - 142136 号公报

[0010] 专利文献 2: 日本特开平 10 - 130041 号公报。

### 发明内容

[0011] 发明要解决的技术问题

[0012] 为了提高来自炼铁炉渣中的铁成分的分离浓度,需要促进铁成分与非铁成分的单体分离化。如上所述,只要微粒化进行、单体分离化则进行,因而反复进行炉渣块的机械粉碎、减小粒径。或者也有通过热处理使其小粒径化的情况。

[0013] 另一方面,如图 9 所示,一般来说在以往的磁力分选装置 100 中当粒径减小时,则

易于发生在磁铁 110 与铁成分粒子(磁性粒子 101) 之间夹入非铁成分粒子(非磁性粒子 102)的包裹现象 107、或者由于干式微粒化所导致的凝集现象 108 等。而且,由于这些现象,使得易于发生非磁性粒子 102 被分离至磁性侧 (magnetic side)105、而磁性粒子 101 被分离至非磁性侧 104 的情形,因而难以提高分离浓度(分离精度)。因此,需要设法极端减慢异种混合粉体 111(图 9 中磁性粒子 101 与非磁性粒子 102 的混合粉体)向磁力分选装置的供给 103 的速度,减小异种混合粉体 111 在装置上的层厚等。但是,炼铁炉渣由于每 1 小时需要处理数吨~数十吨,因而利用只能极端减慢供给速度的磁力分选装置是不现实的。

[0014] 与之相对,专利文献 1 中公开了不粉碎炉渣块而将铁成分和非铁成分分离的技术,但分离工序变得复杂、成为处理成本增加的主要原因。

[0015] 另外,作为可以避免由于干式微粒化所导致的凝集的粒子分离方法,还考虑了专利文献 2 所公开的湿式工艺。但是,湿式工艺中废液处理费用变得巨大。

[0016] 本发明鉴于上述事实而完成,其目的在于提供例如如从微粒化的炼铁炉渣中分离铁成分时那样,在从含铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体时,可以高效地将铁磁体分离的铁磁体的分离装置。

[0017] 用于解决技术问题的方法

[0018] 如上所述,为了提高来自炼铁炉渣中的铁成分的分离浓度,首先,需要将炼铁炉渣微粒化、进行铁成分与非铁成分的单体分离化。

[0019] 接着,从微粒化的炼铁炉渣中将铁成分与非铁成分分离,但前提是炼铁炉渣为大量处理(每 1 小时数吨~数十吨)。如上所述,一般的磁力分选由于粒子的包裹现象或粒子的凝集现象,必须减慢处理速度,因而无法适用于以大量处理为前提的情况。

[0020] 因而,本发明人等为了解决上述从微粒化的炼铁炉渣中分离铁成分时等的问题、从含铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体时所产生的问题,进行了深入研究。结果想到在从含铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体时,将分散有异种混合粉体的气流或水流导入至利用根据粉体质量差异而作用大小发生变化的力(例如离心力)进行分离的分离室(质量差分离室),在该质量差分离室中,对异种混合粉体中的铁磁体,除离心力外还作用以磁力。

[0021] 即,例如在混合有 2 种粉体的异种混合粉体中,当各个种类的粉体中的 1 个粉体的质量分布存在重叠的范围时,对于该范围的粉体而言,通过质量差分离难以适当地进行分离回收,必然降低各粉体的回收量或回收率。因而,利用一方粉体为铁磁体、另一方粉体为非磁性体等的事实,对于 1 个粉体的质量分布与另外 1 个粉体的质量分布有重叠范围的铁磁体,通过除离心力之外还作用以磁力,可以适当地将铁磁体与非磁性体等分离回收。由此,可以提高回收量回收率。

[0022] 对于从混合有炉渣粒子(非磁性体)和铁粒子(铁磁体)的异种混合粉体中将铁粒子分离除去而回收高纯度的炉渣粒子的情况(和/或回收高纯度的铁粒子的情况),使用图 8 说明上述方式的分离。

[0023] 首先,如图 8 (a) 所示,观察 1 个粒子的质量分布时,质量小的 M1 范围仅为炉渣、质量大的 M3 范围仅为铁,中间的 M2 范围是炉渣和铁重叠的部分。

[0024] 此时,当要通过质量差分离来回收高纯度的炉渣时,如图 8 (b) 所示,若使质量差分离位置 T 为 M1 与 M2 的边界时,则在质量小的一侧,M1 范围的炉渣能够以纯度 100% 回收。但此时,M2 的炉渣由于被分离至质量大的一侧,因而所回收的炉渣的量有限。

[0025] 因而,为了增加炉渣的回收量,考虑到如图 8 (c) 所示,使质量差分离位置 T 向质量大的一侧仅移动  $\Delta M$ 。此时,图中的 S1 区域的炉渣也被回收至质量小的一侧,使得炉渣的回收量增加,而同时图中的 S2 区域的铁也被回收至质量小的一侧。结果,被回收至质量小的一侧的炉渣的纯度大大降低。

[0026] 而如图 8 (d) 所示,在使质量差分离位置 T 向质量大的一侧仅移动  $\Delta M$  来进行质量差分离时,若对处于  $\Delta M$  范围的铁粒子作用磁力,将处于图中 S3 区域的铁分离除去至质量大的一侧时,被回收至质量小的一侧的铁仅为图中的 S4 区域的铁。结果,可以在质量小的一侧大量地回收高纯度的炉渣。当重视在质量大的一侧被回收的铁的纯度时,例如可以使质量差分离位置 T 为 M2 与 M3 的边界,同样地作用磁力,使 M2 的铁的至少一部分回收至质量大的一侧。

[0027] 予以说明,理想的情况下,若可以使质量差分离位置 T 为 M2 与 M3 的边界、将处于 M2 范围的铁全部分离至质量大的一侧,则可以在质量小的一侧以纯度 100% 将全部炉渣回收,并且在质量大的一侧将全部的铁回收。

[0028] 基于上述想法的方法之一例是在利用了气流或水流旋转的离心分离中赋予磁力的方法。具体地,是使异种混合粉体分散于气流或水流中、形成气流或水流旋转而使离心力作用于粉体的流路,同时以使铁磁体在离心力的方向上受到磁力的方式而沿着流路配设 1 处以上的磁场发生装置,使得离心力和磁力作用于铁磁体的方法。

[0029] 即,首先利用流体(气流或水流)输送含铁磁体的异种混合粉体,由此使异种混合粉体成为分散状态。特别是,当流体为水流时,仅在水流中投入异种混合粉体、分散效果就大。当流体为气流时,通过利用扩散板或扩散压缩空气(扩散压空)等来实现分散状态。而且,在输送中利用流体(气流或水流)中的乱流效果对输送粒子(异种混合粉体)作用剪切力、实现解散了凝集的单体分离状态。而且,以输送异种混合粉末的流体进行旋转的方式形成流路、对异种混合粉体作用离心力,同时使磁力作用于离心力所作用的方向上。由此,成为分散状态(单体分离状态)的异种混合粉体的各粒子通过离心力移动至旋转的外侧,最终与流路的壁接触而被减速和捕捉,但通过作用于此处的磁力的效果,除离心力外,还选择性地仅对铁磁体施加磁力。由此,对于铁磁体的分离效果增大,连小径、即质量小的铁磁体也变得可以分离。

[0030] 如此,仅通过利用质量差异的分离时,在铁磁体与作为其它粉体的非磁性体粒子的质量相同的情况下无法进行分离。因而,通过并用磁力、仅对铁磁体成分作用磁力,本发明实现了显著提高铁磁体成分的分离效率。

[0031] 根据上述想法,本发明具有以下特征。

[0032] [1] 铁磁体的分离装置,其为用于从含铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体的铁磁体的分离装置,其具备使分散有异种混合粉体的气流或水流旋转而使离心力作用于异种混合粉体的流路、与以使铁磁体在所述离心力的方向上受到磁力的方式而沿着所述流路配设了 1 处以上的磁场发生装置,使得离心力和磁力作用于铁磁体。

[0033] [2] 上述 [1] 所述的铁磁体的分离装置,其中,磁场发生装置具备可以调节作用于铁磁体所通过的空间的磁通密度的大小的构成。

[0034] [3] 上述 [2] 所述的铁磁体的分离装置,其中,磁场发生装置构成为使得每隔一定期间重复增大和减小作用于铁磁体所通过的空间的磁通密度的大小。

[0035] [4] 上述 [3] 所述的铁磁体的分离装置,其中,在减小导入至流路的分散有异种混合粉体的气流或水流的流速后,减小磁通密度的大小。

[0036] [5] 上述 [4] 所述的铁磁体的分离装置,其中,在增大气流或水流的流速之前,增大磁通密度的大小。

[0037] 发明效果

[0038] 本发明中,在从含铁磁体的异种混合粉体中分离(离心分离)铁磁体时,由于使得在离心力方向上作用仅作用于铁磁体的磁力,因而铁磁体的分离精度显著提高,与以往那样通过磁力分选进行分离的情况相比,可以高效地分离铁磁体。结果,可大量高速地进行铁磁体的再资源化。

#### 附图说明

[0039] [图 1] 图 1 为表示本发明实施方式 1 的图。

[0040] [图 2] 图 2 为表示本发明实施方式 2 的图。

[0041] [图 3] 图 3 为表示本发明实施方式 3 的图。

[0042] [图 4] 图 4 为表示本发明实施方式 4 的图。

[0043] [图 5] 图 5 为表示本发明实施方式 4 的变体的图。

[0044] [图 6] 图 6 为表示本发明实施方式 4 的其它变体的图。

[0045] [图 7] 图 7 为表示本发明实施例 1 的图。

[0046] [图 8] 图 8 为表示本发明的基本想法的图。

[0047] [图 9] 图 9 为表示现有技术(通常的磁力分选)的问题的图。

#### 具体实施方式

[0048] 基于附图说明本发明的实施方式。

[0049] 予以说明,以下的实施方式中,是如从微粒化的炼铁炉渣中分离铁成分的情况等那样,从含铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体,但对于获得该含铁磁体的异种混合粉体的方法,以对炼铁炉渣进行微粒化的情况为例进行叙述。

[0050] 作为对炼铁炉渣进行微粒化的方法,第一微粒化方法是机械粉碎。炼铁炉渣的机械粉碎在用作粗粉碎机的锤式粉碎机或颚式粉碎机(jaw crusher)进行粗粉碎后,为了进行微粒化而使用球磨机(ball mill)、棒磨机、喷射磨(jet mill)、销棒粉碎机(pin mill)等。第二微粒化的方法是热粉碎(热处理粉碎)。将炼铁炉渣加热至 1000~1300℃左右后慢慢冷却。

[0051] 这样,可获得含铁磁体的异种混合粉体(铁磁体粒子与非磁性体粒子的混合物)。予以说明,本申请中将通过适当磁力分选而分离的粒子作为铁磁体粒子、该铁磁体粒子以外实质上可看作非磁性体粒子。

[0052] 在以下的实施方式中,将从如上所述获得的含铁磁体的异种混合粉体(铁磁体粒子与非磁性体粒子的混合物)中分离铁磁体粒子。予以说明,这里,假定如铁成分和炼铁炉渣那样,铁磁体粒子一方与非磁性体粒子相比质量(重量)更大。在相反情况中,参考下述实施方式而使磁场发生装置的位置为旋转流路的内侧等、适当地改变磁力的方向即可。

[0053] [实施方式 1]

[0054] 将本发明的实施方式 1 示于图 1。

[0055] 如图 1 (a)所示的模式平面图、图 1 (b)所示的模式立体图,本实施方式 1 所涉及铁磁体分离装置 11 具备使输送异种混合粉体(铁磁体粒子 1 与非磁性体粒子 2 的混合体)的流体(气流或水流)旋转而对铁磁体粒子 1 和非磁性体粒子 2 作用离心力的圆筒形状的旋转流路 12 ;与以使铁磁体粒子 1 在该离心力方向上受到磁力的方式而沿着圆筒形状的旋转流路 12 在多处配设的磁场发生装置 13。

[0056] 予以说明,作为圆筒形状旋转流路 12,可使用通常已知的旋风分离器(cyclone separator)。或者还可以是与其相类似形状的旋转流路。

[0057] 磁场发生装置 13 使用永久磁铁或电磁铁。磁场可以沿着圆筒形状旋转流路 12 多处发生,数量越多则效果越大,例如配置 2~6 处左右。磁场的强度可以根据分离粒径而选择 100G (高斯)~20000G (高斯)左右。

[0058] 如上所述构成的铁磁体分离装置 11 中,首先使得用流体(气流或水流)输送异种混合粉体(铁磁体粒子 1 与非磁性体粒子 2 的混合体),因而异种混合粉体处于分散状态。即,在输送中利用流体的乱流效果而对异种混合粉体作用剪切力从而实现解散了凝集的单体分离状态。

[0059] 进而,使得流过圆筒形状旋转流路 12 的流体旋转而将离心力作用于铁磁体粒子 1 和非磁性体粒子 2,同时在与离心力的作用方向相同的方向上通过磁场发生装置 13 使磁力作用于铁磁体粒子 1。因而,成为单体分离状态的铁磁体粒子 1 和非磁性体粒子 2 通过离心力而向旋转的外侧移动,最终与圆筒形状旋转流路 12 的壁 12a 接触而被捕捉,但通过作用于此处的来自磁场发生装置 13 的磁力效果,除离心力外还选择性地仅对铁磁体粒子 1 施加磁力。

[0060] 予以说明,由于铁磁体粒子 1 的质量大,因而所作用的离心力增大,因此易于接近圆筒形状旋转流路 12 的壁 12a。而由于非磁性体粒子 2 的质量小,因而所作用的离心力减小,因此会位于圆筒形状旋转流路 12 的较中央侧。

[0061] 结果,离心力和磁力两者(16)所作用的铁磁体粒子 1 与流路的壁接触而减速(1a 的状态)、被分离·回收至设于圆筒形状旋转流路 12 的下部的重量侧回收盒 14 (1b 的状态)。另一方面,仅离心力(15)作用的非磁性体粒子 2 伴随流体而被直接输送,从圆筒形状旋转流路 12 的上部被排出至轻量侧(2a 的状态)。

[0062] 另外,仅通常的离心分离时,流速和旋转直径决定离心力、从而决定分离粒径。因而,为了提高被壁 12a 捕捉的铁磁体粒子 1 的分离回收量而提高流速时,含有铁磁体粒子 1 的非磁性体粒子 2 的分离回收量也会增加,因此铁磁体粒子 1 的回收浓度(分离精度)不会提高。而在本实施方式 1 中,通过调节磁场的强度可以提高铁磁体粒子 1 的回收量,因而可以提高铁磁体粒子 1 的回收浓度。

[0063] [实施方式 2]

[0064] 将本发明的实施方式 2 示于图 2。本实施方式 2 与上述实施方式 1 的基本思路相同。但是代替实施方式 1 的圆筒形状旋转流路 12 而使用由螺旋配管所形成的旋转流路 22,并使用气体作为流体。

[0065] 即,如图 2 (a)的模式平面图、图 2 (b)的模式立体图所示,本实施方式 2 所涉及铁磁体分离装置 21 具备:使投入有异种混合粉体(铁磁体粒子 1 和非磁性体粒子 2 的混

合体)的流体(这里是气流)旋转而使离心力作用于铁磁体粒子 1 和非磁性体粒子 2 的螺旋配管旋转流路 22;与以使铁磁体粒子 1 在该离心力的方向上受到磁力的方式而沿着螺旋配管旋转流路 22 多处配设的磁场发生装置 23。

[0066] 予以说明,磁场发生装置 23 使用永久磁铁或电磁铁。磁场可以沿着螺旋配管旋转流路 22 在多处发生,数量越多则效果越大,例如配置 2~6 处左右。磁场的强度可以根据分离粒径而选择 100G(高斯)~20000G(高斯)左右。

[0067] 如上所述构成的铁磁体分离装置 21 中,首先使得用气流输送异种混合粉体(铁磁体粒子 1 与非磁性体粒子 2 的混合物),因而异种混合粉体为分散状态。即,在输送中利用气流的乱流效果来对异种混合粉体作用剪切力、从而实现解散了凝集的单体分离状态。

[0068] 进而,使得流过螺旋配管旋转流路 22 的气流旋转而使离心力作用于铁磁体粒子 1 和非磁性体粒子 2,同时在与离心力的作用方向相同的方向上通过磁场发生装置 23 使磁力作用于铁磁体粒子 1。因而,成为单体分离状态的铁磁体粒子 1 和非磁性体粒子 2 通过离心力而向旋转的外侧移动,最终与螺旋配管旋转流路 22 的壁 22a 接触并被捕捉,但通过作用于此处的来自磁场发生装置 23 的磁力效果,除离心力外,还选择性地仅对铁磁体粒子 1 施加磁力。

[0069] 结果,离心力和磁力两者(26)所作用的铁磁体粒子 1 与流路的壁接触而减速(1c 的状态)、被分离·回收至设于螺旋配管旋转流路 22 的出口的回收盒 24(1d 的状态),另一方面,仅离心力(25)作用的非磁性体粒子 2 则伴随气流而被直接输送(2c、2d 的状态)。

[0070] 另外,仅通常的离心分离时,流速和旋转直径决定离心力、从而决定分离粒径。因而,为了提高被壁 22a 捕捉的铁磁体粒子 1 的分离回收量而提高流速时,含有铁磁体粒子 1 的非磁性体粒子 2 的分离回收量也会增加,因此铁磁体粒子 1 的回收浓度不会提高。而在本实施方式 2 中,通过调节磁场的强度可以提高铁磁体粒子 1 的回收量,因而可以提高铁磁体粒子 1 的回收浓度。予以说明,还可使用液体作为流体。

[0071] [实施方式 3]

[0072] 将本发明的实施方式 3 示于图 3。

[0073] 本实施方式 3 中,使得磁场发生装置可以调节作用于铁磁体粒子所通过的空间的磁通密度(铁磁体粒子通过空间的磁通密度)的大小,可以每隔一定期间重复增大和减小该磁通密度的大小。

[0074] 如上所述,实施方式 1、实施方式 2 中使用永久磁铁或电磁铁来作为磁场发生装置 13、23,但本实施方式 3 特别地为使用其中的电磁铁的情况。

[0075] 即,如图 3(a)的模式平面图所示,本实施方式 3 中配设有 5 个电磁铁(第 1 电磁铁 301~第 5 电磁铁 305)来作为磁场发生装置 13、23。

[0076] 这样,使用电磁铁作为磁场发生装置 13、23 时具有下述优点:通过每隔一定期间重复进行电磁铁的励磁(ON)、非励磁(OFF),可以在非励磁时将吸引附着于磁场发生部的壁的铁磁体粒子 1 掸落(1e)。此时,如图 3(b)(磁场的操作规程)所示,若错开相邻电磁铁的切换时间,则可以维持在某个瞬间总是数个电磁铁运转的状态,可以同时进行铁磁体粒子 1 的掸落和磁力的作用。

[0077] 另外,这里通过每隔一定期间重复进行电磁铁的励磁(ON)、非励磁(OFF),使得每隔一定期间重复增大和减小铁磁体粒子通过空间的磁通密度的大小,但并不限定于使之完



全非励磁(OFF)。即,也可以通过每隔一定期间将电磁铁的励磁电流的大小变更至规定阈值以下,而使得每隔一定期间重复增大和减小铁磁体粒子通过空间的磁通密度的大小。以下的方式和例子中也相同。

[0078] 予以说明,为了获得相同的效果,还可将电磁铁交流驱动。频率为任意,但根据电磁铁和驱动装置的特性,在高频区域内有时磁场强度变得不足,因而在 2kW 左右的驱动电源下线圈数 1000 匝左右的电磁铁的情况,可以是 50Hz 左右。与上述的相邻电磁铁的切换方式同样,通过使相邻电磁铁的相位错开,可在某一瞬间总是数个电磁铁产生足够大小的磁场。

[0079] 进而根据情况,还可使用永久磁铁作为磁场发生装置 13、23 来进行同样的内容。此时,通过设置可调整永久磁铁位置的机构、使永久磁铁的位置接近或远离磁场发生部的壁,可以调节铁磁体粒子通过空间的磁通密度的大小,另外可以每隔一定期间重复增大和减小该磁通密度。

[0080] 予以说明,原理上来说,没有必要使励磁非励磁的间隔为一定期间,但从避免操作上的复杂化、确保稳定操作的观点出发,优选设为一定期间。其中,励磁和非励磁的期间不必是相同长度,另外每个电磁铁的励磁非励磁期间也可不同。

[0081] 磁场发生装置为了每隔一定期间重复增大和减小铁磁体粒子通过空间的磁通密度,优选具有例如记忆如图 3(b)的操作规程的记忆设备、根据该规程控制磁场发生装置(例如控制流入各电磁铁的电流或控制各永久磁铁的位置)的控制设备。

[0082] [实施方式 4]

[0083] 将本发明的实施方式 4 示于图 4~图 6。

[0084] 上述实施方式 3 中,使得每隔一定期间重复增大和减小铁磁体粒子通过空间的磁通密度的大小。但是,当在分散有异种混合粉体的流体(水流、气流)以规定的流速流动的状态下减小磁通密度的大小时,磁力所产生的附着力作用消失的铁磁体粒子通过流体力而在流体中升起,可以被回收至离心分离的轻量侧。

[0085] 因此,本实施方式 4 中,具备在暂时减小分散有异种混合粉体的流体(水流、气流)的流速后,减小铁磁体粒子通过空间的磁通密度的大小的构成。

[0086] 或者进而,具备在再次增大流体(水流、气流)的流速(返回至最初大小)之前,增大铁磁体粒子通过空间的磁通密度的大小(返回至最初大小)的构成。

[0087] 例如,如图 4(流体和磁场的操作规程)所示,当重复将磁铁励磁的状态(励磁 ON)和将磁铁非励磁的状态(励磁 OFF)时,可以重复成为以规定流速流动流体的状态(流体 ON)、和完全停止流体流动的状态(流体 OFF),使得在进行流体 OFF 后进行励磁 OFF。

[0088] 或者进而,如图 5(流体和磁场的其它操作规程)所示,在再次进行流体 ON 之前进行励磁 ON。换言之,在进行励磁 ON 后进行流体 ON。

[0089] 予以说明,代替图 4 而如图 6(流体和磁场的另一个其它操作规程)所示,可以在流体的流速上预先设置阈值,将流体的流速为阈值以上的状态设为流体 ON、将流体流速小于阈值的状态设为流体 OFF,进行流体 OFF 后进行励磁 OFF。

[0090] 另外,还可在励磁中设置阈值,基于该阈值来规定励磁 ON 和励磁 OFF(并非完全的励磁 OFF、包含使励磁为所述阈值以下的情况),进行流体 OFF 后进行励磁 OFF。

[0091] 另外,流体 ON 和流体 OFF 的切换可以通过调节流体的推力(泵、送风机)、调节设于

流体的流路的减振器的开度来进行。

[0092] 由此,本实施方式 4 中通过减小铁磁体粒子通过空间的磁通密度的大小,即便是磁力所产生的制动力变得难以作用于铁磁体粒子的状态,由于所作用的流体力减小,铁磁体粒子也不会流体中升起,使得铁磁体粒子被确实地回收至离心分离的重量侧。

[0093] 铁磁体的分离装置为了实现上述图 4~图 6 所示的操作,优选具备记忆(流体和磁场的)操作规程的记忆设备、根据该规程控制磁场发生装置的(例如控制流入各电磁铁的电流、或控制各永久磁铁的位置)控制设备、根据该规程控制流体的流速的(例如控制所述泵等的推力或减振器开度)控制设备。

[0094] 这样,在上述实施方式 1~4 中,在从含铁磁体粒子 1 的异种混合粉体中将铁磁体粒子 1 分离(离心分离)时,使得仅作用于铁磁体粒子 1 的磁力在离心力的方向上作用。因此,铁磁体粒子 1 的分离精度显著提高,与以往通过磁力分选进行分离的情况相比,可以高效地分离铁磁体粒子 1。结果可大量高速地进行铁磁体的再资源化。

[0095] 本发明中,气体、液体的任一种均适合作为流体,在大量含有 30 微米以下的微粉体时,优选使用水流。另外,本发明中,铁磁体或非磁性体的种类或粒径、异种混合粉体中的配合比等并无特别限定。即,只要是可成为离心分离对象的粉体,则可以没有特别限制地应用本发明。

## 实施例

[0096] [实施例 1]

[0097] 作为本发明例,基于所述本发明的实施方式 4,从铁磁体粒子(铁成分)和非磁性体粒子(炉渣)的混合体中将铁磁体粒子(铁成分)分离除去,进行非磁性体粒子(炉渣)的回收。炼铁炉渣(铁成分平均约 10~20 质量%)预先利用球磨机微细化至平均粒径 250  $\mu\text{m}$  左右,进行利用分离装置的处理。予以说明,装置使用图 1 所示的铁磁体分离装置 11。

[0098] 此时,如所述图 6 所示,在流体的流速中设置阈值,如图 7 所示,将流体的流速为 5m/s 以上的状态设为流体 ON、将流体的流速小于 5m/s 的状态设为流体 OFF。另外,将 2000G 的状态设为励磁 ON、将励磁停止状态设为励磁 OFF。而且,使得成为流体 OFF 后、成为励磁 OFF。流体 ON 和励磁 ON 的顺序与图 4 相同。

[0099] 予以说明,为了比较,作为以往例而使用不具备磁场发生装置的以往离心分离装置,从铁磁体粒子(铁成分)和非磁性体粒子(炉渣)的混合体中将铁磁体粒子(铁成分)分离除去,进行非磁性体粒子(炉渣)的回收。比较例中,装置构成除了磁场发生装置以外,也与图 1 所示的铁磁体分离装置 11 相同。

[0100] 结果,在以往例中,铁磁体粒子(铁成分)在轻量侧回收部的非磁性体粒子(炉渣)中的混入率以质量%计为 0.5%,而本发明例中,铁磁体粒子(铁成分)被回收至轻量侧的比例大幅度降低,铁磁体粒子(铁成分)在轻量侧的非磁性体粒子(炉渣)中的混入率以质量%计为 0.2%,分离效率显著改善。

[0101] 产业实用性

[0102] 通过本发明,可以显著提高从含铁磁体的异种混合粉体中分离铁磁体时的分离精度、且可大量高速地进行分离。因此,可以提高来自异种混合体中的铁磁体成分或非铁磁体成分的回收再资源化的效率。

- [0103] 符号说明
- [0104] 1 铁磁体粒子
- [0105] 1a 被壁捕捉的铁磁体粒子
- [0106] 1b 被回收的铁磁体粒子
- [0107] 1c 被壁捕捉的铁磁体粒子
- [0108] 1d 被捕捉并被分离·回收的铁磁体粒子
- [0109] 1e 解除了捕捉(堆积)的铁磁体粒子
- [0110] 2 非磁性体粒子
- [0111] 2a 被排出的非磁性体粒子
- [0112] 2c 被气流输送的非磁性体粒子
- [0113] 2d 被气流输送的非磁性体粒子
- [0114] 11 铁磁体分离装置
- [0115] 12 圆筒形状的旋转流路(圆筒形状旋转流路)
- [0116] 12a 圆筒形状旋转流路的壁
- [0117] 13 磁场发生装置
- [0118] 14 重量侧回收盒
- [0119] 21 铁磁体分离装置
- [0120] 22 利用螺旋配管的旋转流路(螺旋配管旋转流路)
- [0121] 22a 螺旋配管旋转流路的壁
- [0122] 23 磁场发生装置
- [0123] 24 回收盒
- [0124] 100 以往的磁力分选装置
- [0125] 101 磁性粒子
- [0126] 102 非磁性粒子
- [0127] 103 异种混合粉体的供给
- [0128] 104 非磁性侧回收部
- [0129] 105 磁性侧回收部
- [0130] 106a 粒子的升起现象
- [0131] 106b 粒子脱离升起状态者
- [0132] 107 粒子的包裹现象
- [0133] 108 粒子的凝集现象
- [0134] 109 粒子的静电吸附
- [0135] 110 磁铁
- [0136] 111 异种混合粉体
- [0137] 301 第1电磁铁
- [0138] 302 第2电磁铁
- [0139] 303 第3电磁铁
- [0140] 304 第4电磁铁
- [0141] 305 第5电磁铁

[0142] T 质量差分离位置

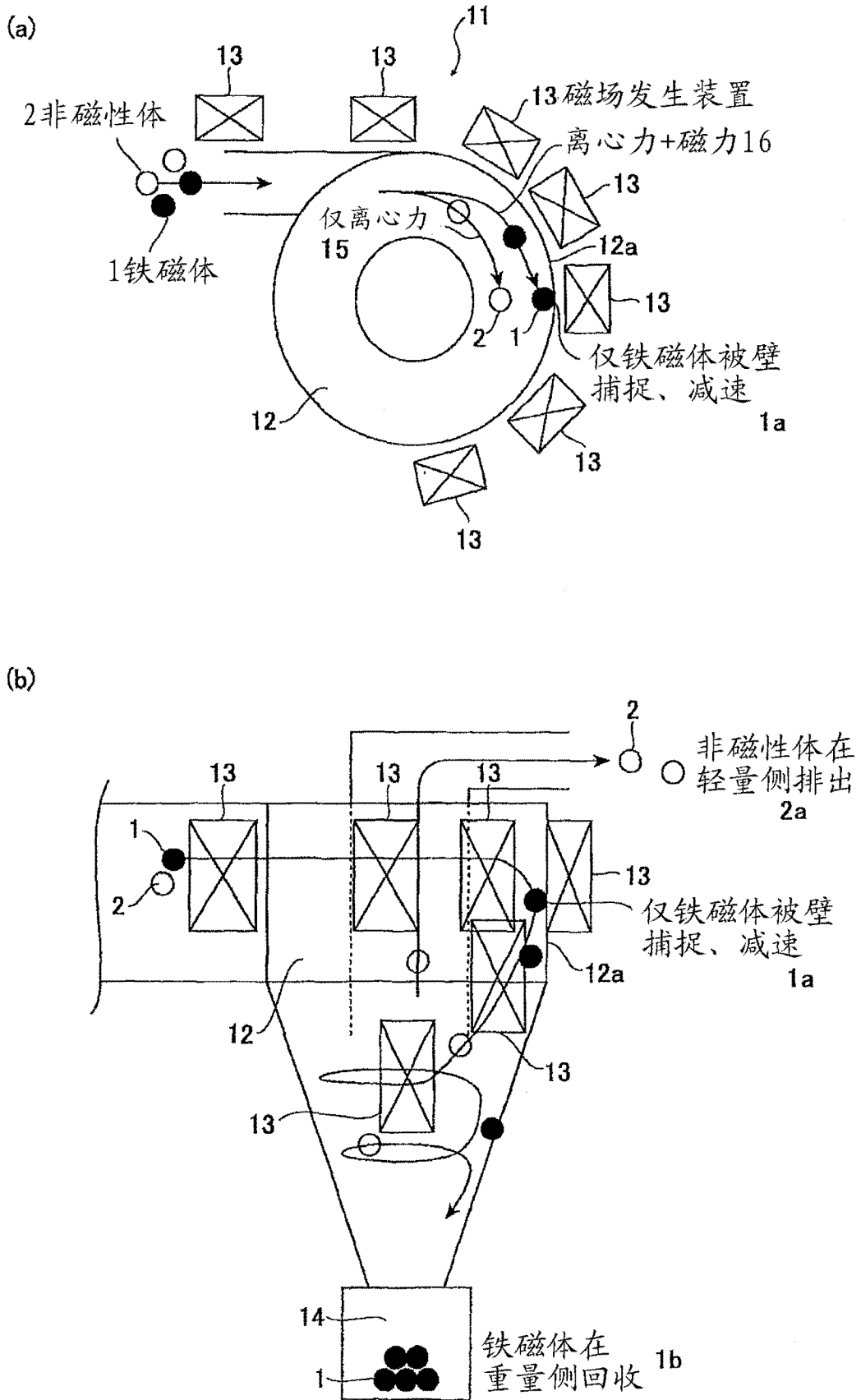


图 1

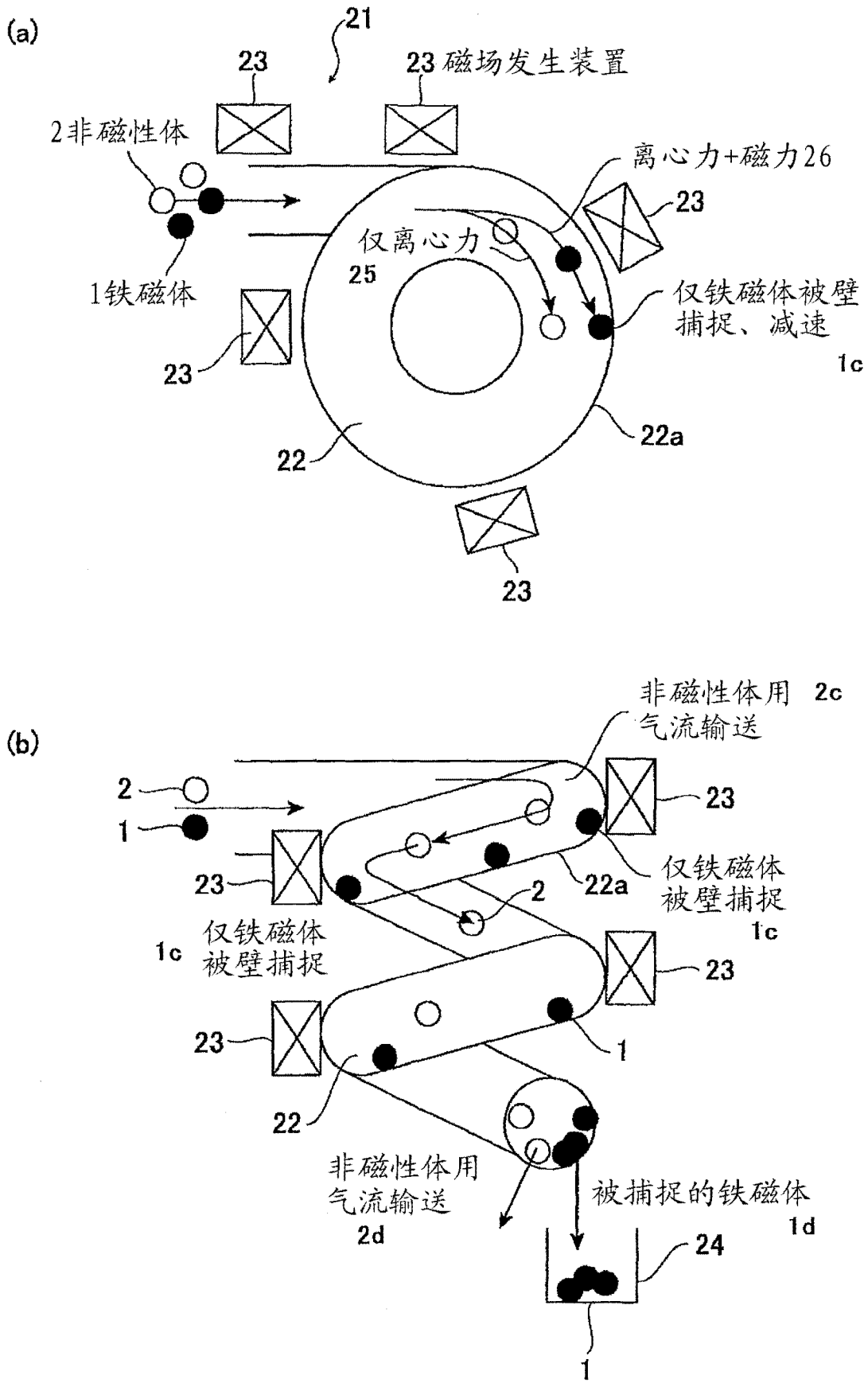


图 2

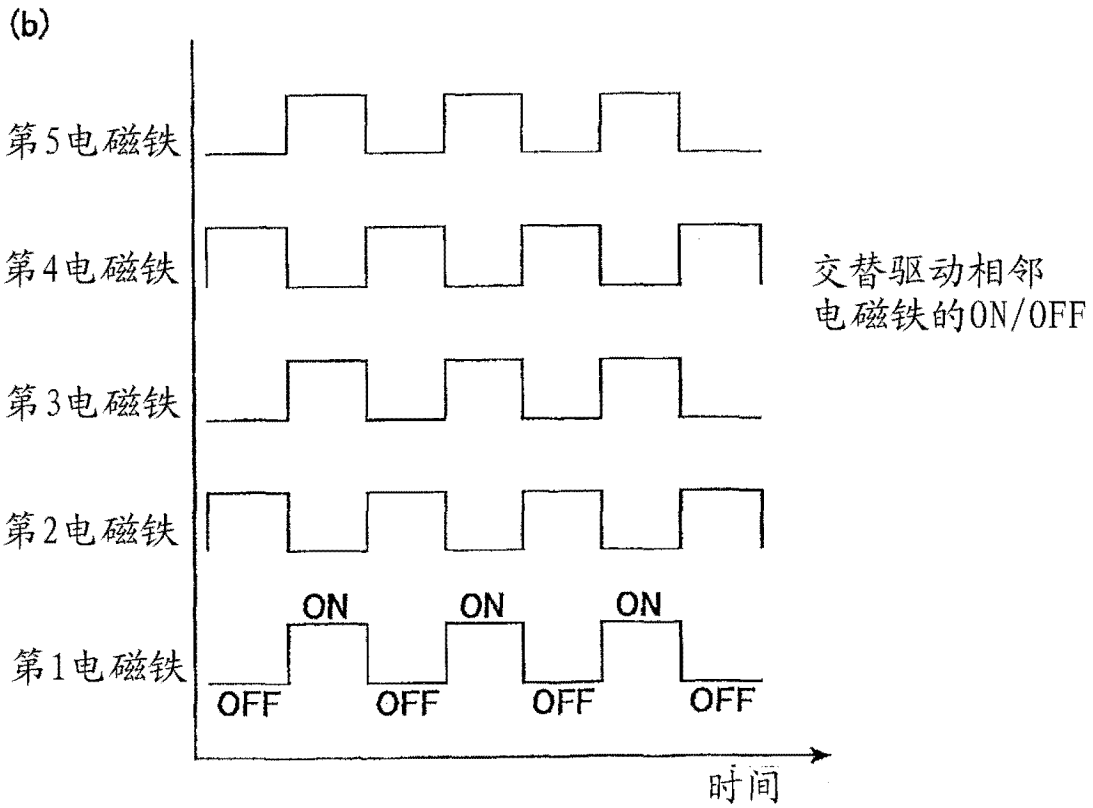
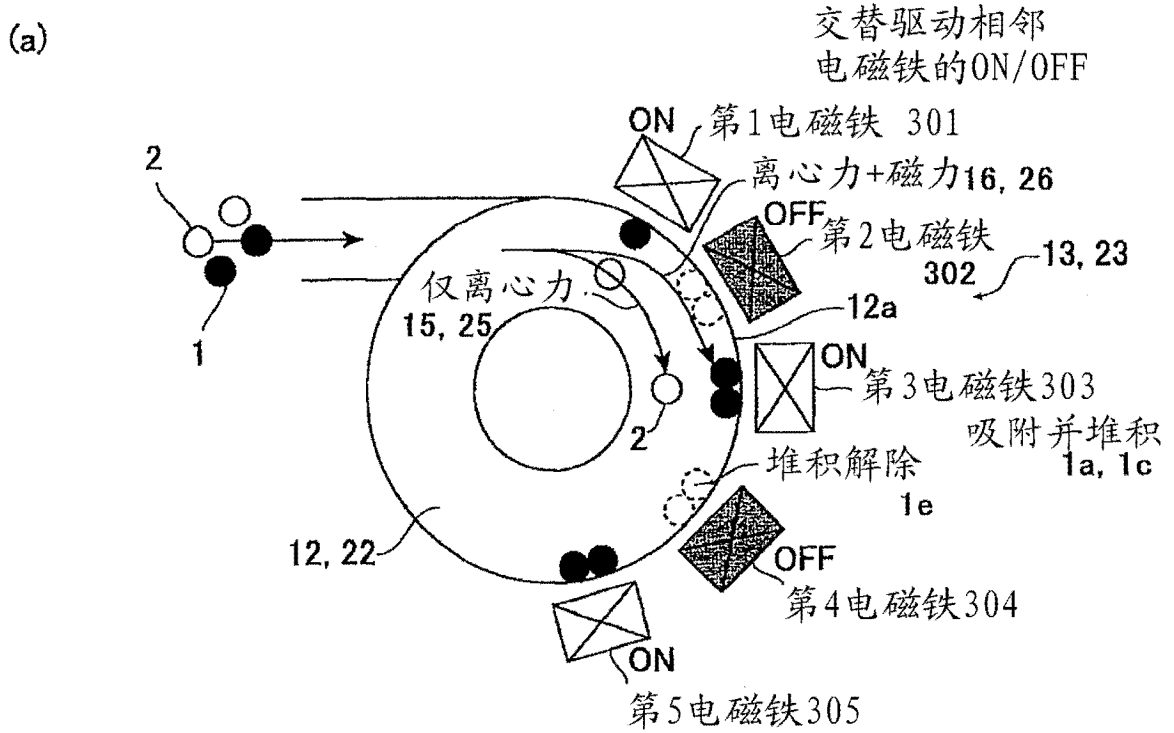


图 3

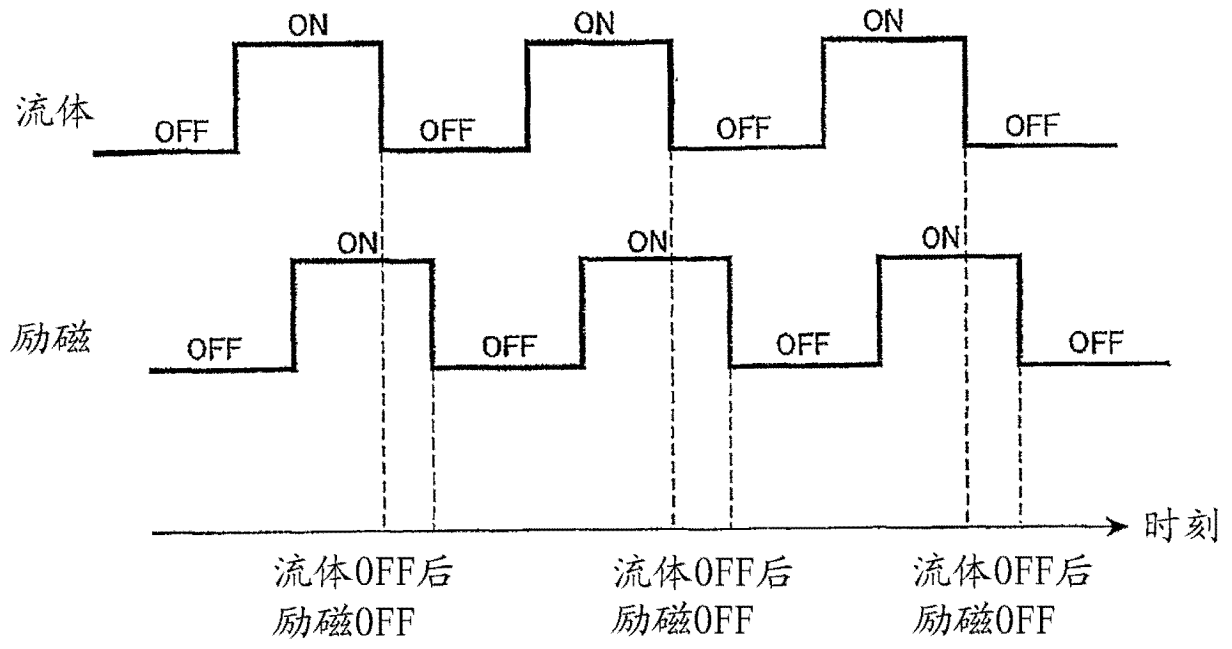


图 4

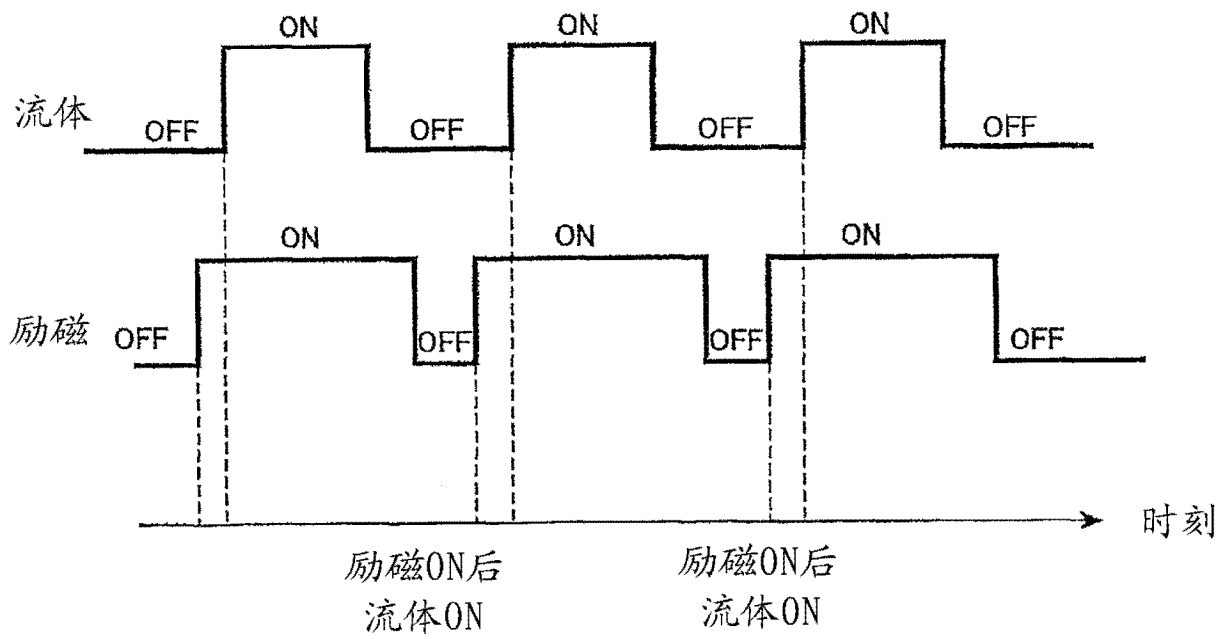


图 5



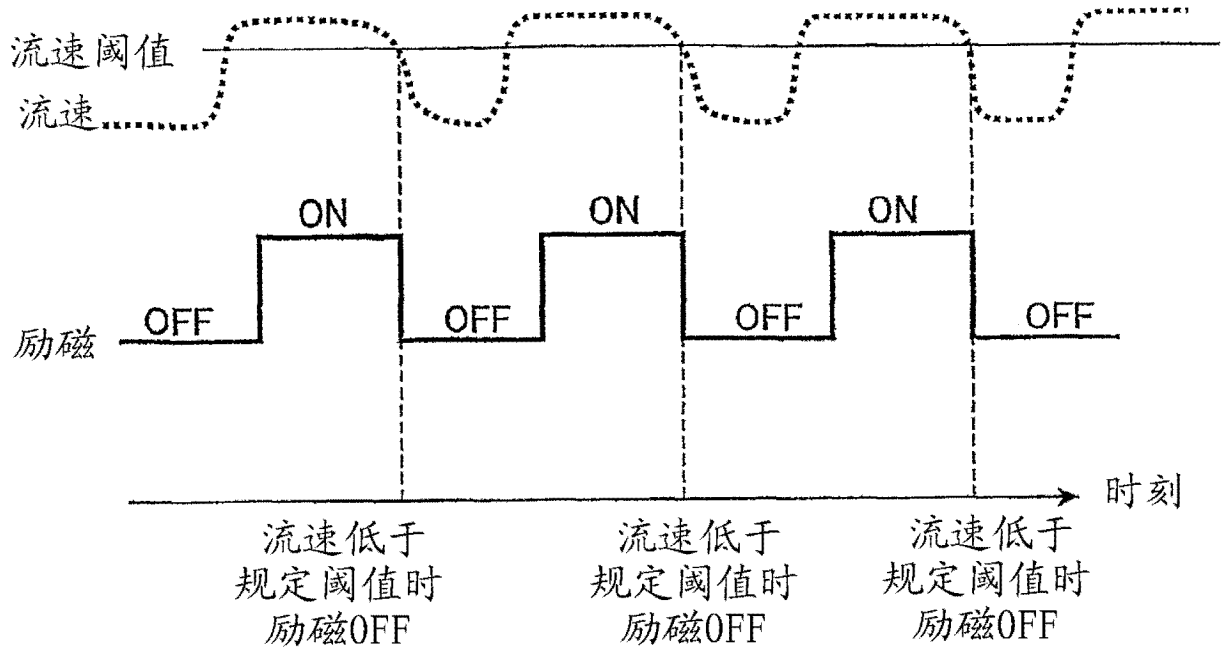


图 6

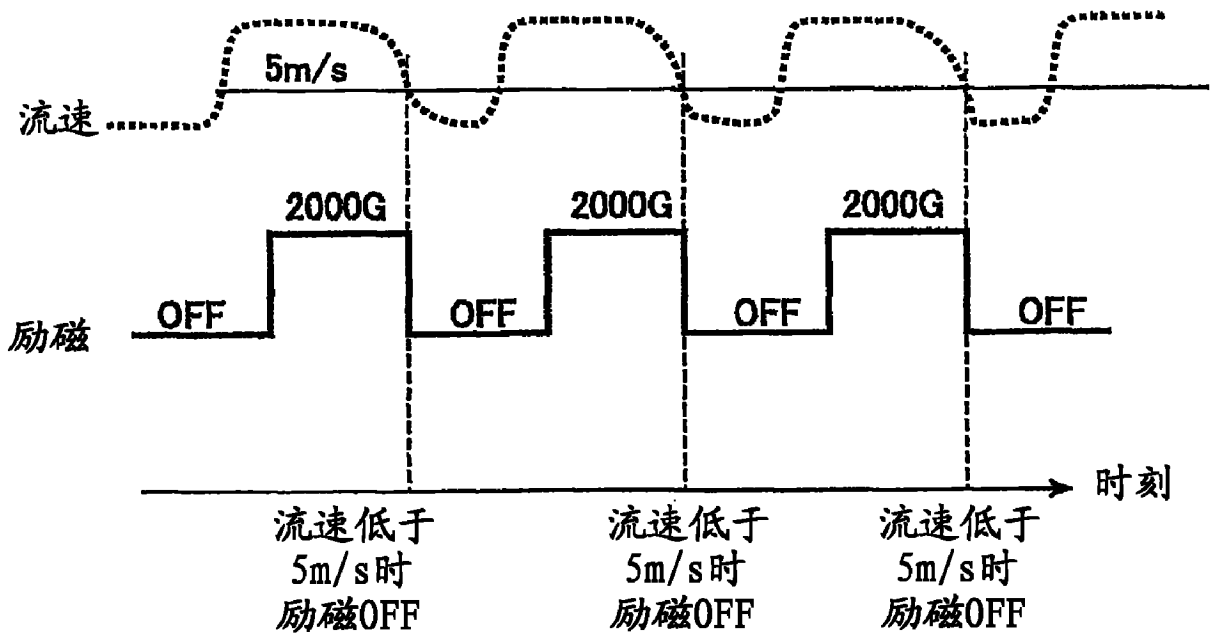


图 7

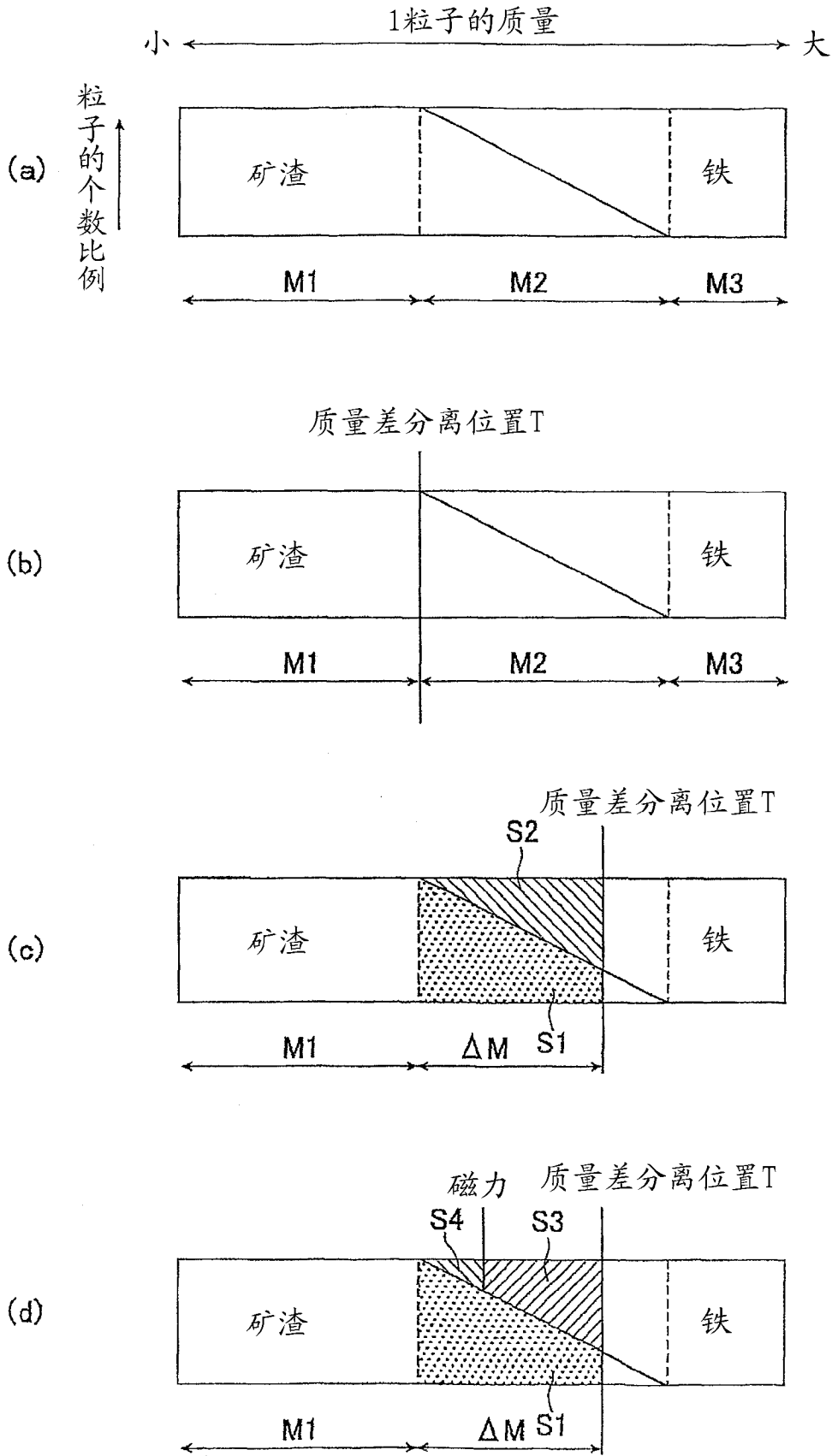


图 8

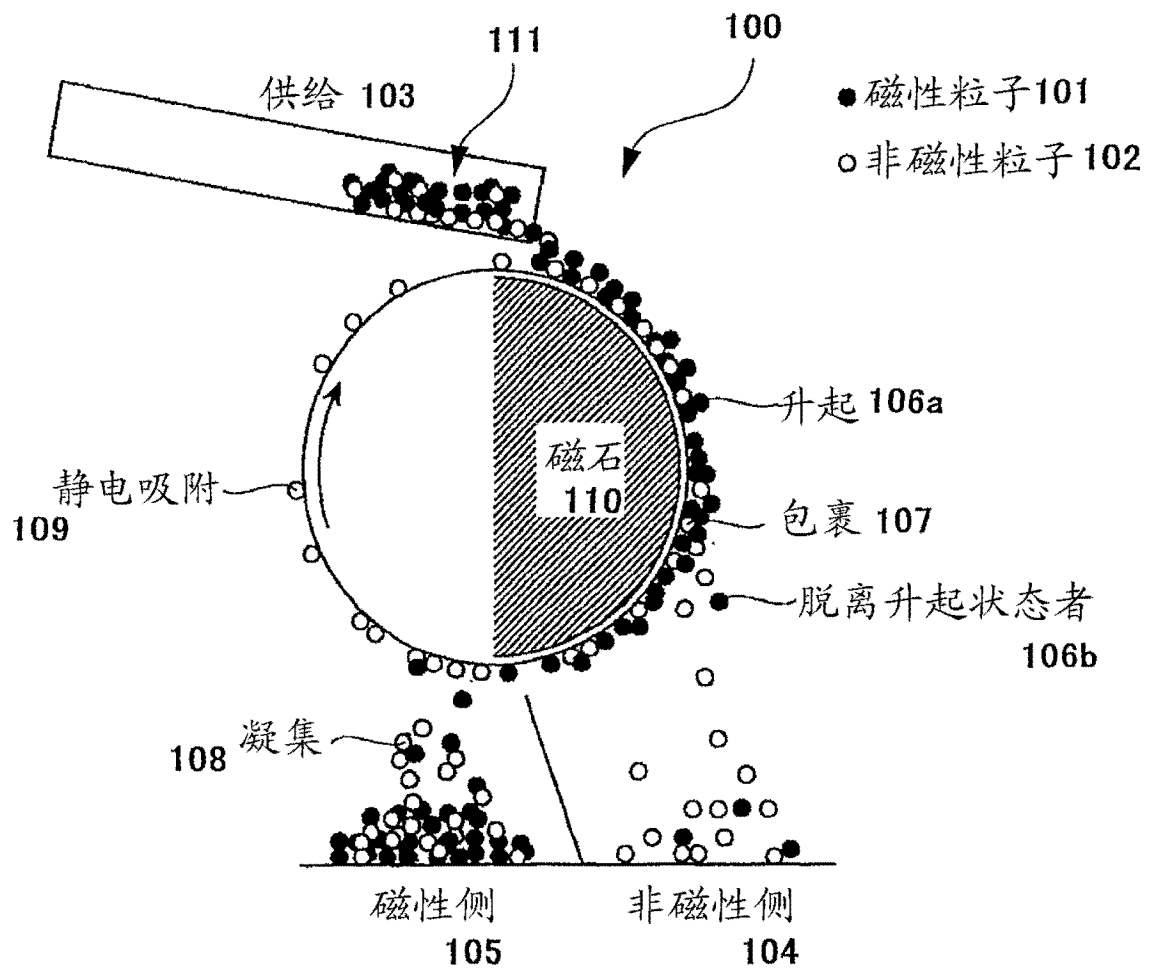


图 9