



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105408026 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201480040133. X

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司 11285

(22) 申请日 2014. 07. 11

代理人 郑建晖 杨勇

(30) 优先权数据

102013011723. 2 2013. 07. 15 DE

(51) Int. Cl.

B03C 5/00(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 01. 14

B03C 5/02(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/DE2014/100246 2014. 07. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/007270 DE 2015. 01. 22

(71) 申请人 不来梅大学

地址 德国不来梅

(72) 发明人 M·鲍恩 杜飞 J·索明

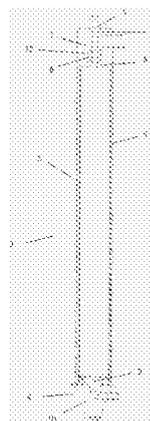
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

用于分离包括导电材料和非导电材料的混合物的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于分离包括导电材料 (16) 和非导电材料 (17) 的混合物的设备, 包括 :a) 一个管 (2) ;b) 一个叉指电极系统, 其包括叉指电极, 该叉指电极的多个指状物 (5) 被附接在该管 (2) 的内壁上和 / 或内壁内 ;c) 一个入口系统 (3), 其被附接到该管 (2) 的上开口, 该入口系统包括一个外入口 (6) 和一个内入口 (7), 该外入口 (6) 被近似同心地布置在该内入口 (7) 周围 ;以及 d) 一个收集系统 (4), 其被附接到该管 (2) 的下开口, 该收集系统包括一个内收集设备 (9) 和一个外收集设备 (10), 该外收集设备 (10) 被近似同心地布置在该内收集设备 (9) 周围。本发明还涉及一种用于将包括导电材料 (16) 和非导电材料 (17) 的混合物分离的方法。



1. 用于分离包括导电材料 (16) 和非导电材料 (17) 的混合物的设备, 包括:
 - a) 一个管 (2);
 - b) 一个叉指电极系统, 其包括叉指电极, 该叉指电极的多个指状物 (5) 被附接在该管 (2) 的内壁上和 / 或内壁内;
 - c) 一个入口系统 (3), 其被附接到该管 (2) 的上开口, 该入口系统包括一个外入口 (6) 和一个内入口 (7), 其中该外入口 (6) 被近似同心地布置在该内入口 (7) 周围; 以及
 - d) 一个收集系统 (4), 其被附接到该管 (2) 的下开口, 该收集系统包括一个内收集设备 (9) 和一个外收集设备 (10), 其中该外收集设备 (10) 被近似同心地布置在该内收集设备 (9) 周围。
2. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中该管 (2) 具有的内部直径在 1cm-100cm、优选地 5cm-50cm 的、特别优选地 7cm-20cm 的范围内。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备, 其中该内入口的周长与该外入口的周长的比是至少 2/3。
4. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中该叉指电极的多个指状物 (5) 各自具有 1mm 到 10mm、优选地 1mm 到 5mm、更优选地 1mm 到 3mm、特别优选地近似 2mm 的直径, 和 / 或所述指状物 (5) 与该叉指电极的各自最接近的指状物 (5) 具有 0.5mm 到 10mm、优选地 1mm 到 5mm、更优选地 1mm 到 3mm、特别优选地近似 2mm 的距离。
5. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中该叉指电极的指状物 (5) 平行于该管的纵向轴线延伸, 其中该纵向轴线从该管的上开口的中点延伸到该管的下开口的中点。
6. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中该叉指电极的指状物 (5) 是棒形的且具有基本上圆形的截面。
7. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中该叉指电极的每个指状物或每隔一个指状物 (5) 交替地包括绝缘涂层, 该绝缘涂层优选地选自绝缘合成材料的组和 / 或选自金属氧化物的组。
8. 根据权利要求 7 所述的设备, 其中该叉指电极是金属电极, 优选地是钛电极和 / 或铝电极, 且该绝缘涂层是金属氧化物, 该金属氧化物优选地选自由 TiO_2 、 Al_2O_3 、 $BaTiO_3$ 以及其混合物组成的组。
9. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中该导电材料 (16) 包括导电金属, 优选地是金和 / 或其他贵金属, 和 / 或该非导电材料 (17) 包括金属氧化物, 优选地是二氧化硅和 / 或岩石混合物。
10. 一种用于将包括导电材料 (16) 和非导电材料 (17) 的混合物分离成第一部分和第二部分的方法, 其中该第一部分具有的导电材料 (16) 的浓度高于该混合物, 且该第二部分具有的导电材料 (16) 的浓度低于该混合物, 该方法包括:
 - a) 提供根据前述权利要求中的一项所述的设备 (1);
 - b) 通过穿过内入口 (7) 引入流体来创建管 (2) 内的第一流 (18);
 - c) 通过穿过外入口 (6) 引入混合物来创建管 (2) 内的第二流 (19), 其中该第一流 (18) 和该第二流 (19) 彼此接触;
 - d) 通过叉指电极系统创建该管 (2) 内的非均匀电场; 以及
 - e) 用外收集设备 (10) 收集该第一部分和用内收集设备 (9) 收集该第二部分。

11. 根据权利要求 1 到 9 中的一项所述的设备 (1) 从包括导电材料 (16) 和非导电材料 (17) 的混合物分离浓缩的混合物的用途, 该浓缩的混合物具有的导电材料 (16) 的浓度高于该混合物。

12. 根据权利要求 11 所述的用途, 其中该导电材料 (16) 包括金和 / 或电子废物。

用于分离包括导电材料和非导电材料的混合物的方法和设备

[0001] 本发明涉及用于分离包括导电材料和非导电材料的混合物的设备和方法,从而获得富含导电材料的混合物。

[0002] 使用熟悉的方法开采矿山中的金与许多缺点(尤其是重环境负担和高成本)相关联。当前主要通过氰化法来实现矿山中金的分离。在此过程中,目前全世界每年以很大程度上不受控制的方式释放大约 182,000 吨氰化物。

[0003] 在氰化法的背景下,金溶解在含氧的氰化钠溶液中。含金属的沙子被研磨得细若粉末,被堆积,且在滴流过程中它们与提取溶液混合,并有自由空气进入。随后将发现贵重金属化学地键合在高毒性渗透水中。在过滤和用锌粉末沉淀之后,获得褐色矿浆,在洗涤和干燥之后,通过还原该褐色矿浆转变成粗金。

[0004] 虽然在此使用过的氰化物液被用在循环过程中,但是有毒的氢氰酸以及无毒性的盐、氰化物逃逸到环境中。此类型的金开采留下具有微量氰化物的巨大废矿石堆和粉末。尤其是因为以下事实出现环境损害,在环境监控水平低的国家,浆料以不受控制流动的方式排出或浆料池溃决。

[0005] 除与氰化法相关联的环境破坏之外,此方法此外还与高成本相关联。由于环境法规的收紧,尤其是在门槛国家和发展中国家中,预期在未来几年内这些成本将显著增加。

[0006] 在现有技术(Du 等人, Separation Science and Technology, 2008, 15, 3842-3855 ;CN 201728058U, W02012/019446A1) 中,描述了一种用于基于介电泳效应分离金的方法。通过所公开的方法,可以从沙子混合物隔离或浓缩较少量的元素金。然而,使用现有技术中所描述的此方法,仅可以获得少量的金(含有金的混合物的吞吐量是一天近似若干克)。以此方式不可以实现更大的吞吐量,例如,在每天若干吨的范围内。

[0007] 因此,本发明的目的是提供将导电材料(尤其金和/或其他贵金属)从具有非导电材料(诸如例如,沙子)的混合物分离的设备和方法,所述设备和方法克服了现有技术的缺点,且尤其是使得能够有可能在工业规模上环境友好且低成本地富集金。

[0008] 此目的是通过一种用于分离包括导电材料和非导电材料的混合物的设备解决的,该设备包括:a) 一个管;b) 一个叉指电极系统,其包括叉指电极,该叉指电极的多个指状物被附接在该管的内壁上和/或内壁内;c) 一个入口系统,其被附接到该管的上开口,该入口系统包括一个外入口和一个内入口,其中该外入口被近似同心地布置在该内入口周围;以及 d) 一个收集系统,其被附接到该管的下开口,该收集系统包括一个内收集设备和一个外收集设备,其中该外收集设备被近似同心地布置在该内收集设备周围。

[0009] 导电材料在本发明的含义中将被理解为在室温(25°C)下具有至少 10^4 S/m、优选地 10^5 S/m、更优选地 10^6 S/m 的导电率的材料。在本发明的含义中,如果一种材料具有的导电率低于导电材料的导电率,则该材料是非导电材料。

[0010] 在一个优选实施方案中,将通过根据本发明的设备分离的且包括导电材料和非导电材料的混合物此外可以含有液体,特别优选水。

[0011] 管在本发明的含义中将被理解为优选地圆的、细长的中空主体,该中空主体在两

端处敞开且该中空主体的长度基本上大于其直径。即使该管的圆形横截面形状是更优选的,根据本发明同样可以设想其他横截面形状,诸如例如,椭圆形、多边形,尤其是矩形等。

[0012] 术语“管的上端或上开口”以及“管的下端或下开口”仅在下述情况下字面地理解为上和下:借助于根据本发明的方法主要由重力驱动引导混合物和液体通过根据本发明的设备。在由其他力(例如,通过使用合适的泵)引导混合物和液体通过根据本发明的设备的实施方案中,上端和下端将仅被理解为区分管的端部的术语。

[0013] 原则上,可以任意选择制造包括在根据本发明的设备中的管的材料。优选地,设想的是该材料是非导电材料,更优选地非导电合成材料,优选地合成材料选自聚丙烯、聚乙烯、聚碳酸酯等。

[0014] 叉指电极在本发明的含义中由突出到彼此内的两个指状(梳状)电极组成。以此方式,可以实现电极之间的非常小的距离。在本申请的含义中,所述电极的突出到彼此内的各个部分应被理解为叉指电极的指状物。

[0015] 除了啮合到彼此内的指状电极(叉指电极),根据本发明的叉指电极系统还包括产生非均匀电场的装置,尤其是电流源,诸如例如,功能发生器、连接电缆等。

[0016] 本发明的叉指电极系统因此包括第一梳状电极和第二梳状电极。第一梳状电极的指状物和第二梳状电极的指状物突出到彼此内。该叉指电极系统此外包括使得能够创建非均匀电磁场的电流源。

[0017] 优选地是,叉指电极的指状物平行于管的纵向轴线延伸,其中该纵向轴线从该管的上开口的中点延伸到该管的下开口的中点。

[0018] 同样地设想的是,叉指电极的指状物是棒状的且具有基本上圆形的截面。

[0019] 根据本发明,在此设想的是,叉指电极的指状物被附接在管的内壁上或内壁内,优选地基本上平行于混合物的流动方向。这尤其意味着叉指电极的指状物尽可能靠近地布置到管的内壁。如果在叉指电极指状物和管的内壁之间存在间隙,则该间隙应尽可能小。优选地是,叉指电极指状物直接接触管的内壁。根据本发明,同样可设想的是,管的内壁具有适合容纳叉指电极部件的一部分的凹槽,例如在叉指电极的指状物是圆的、凹槽为半圆形的情况下,其中优选地该半圆形具有的直径与叉指电极的指状物的直径相同。根据本发明,同样地可设想的是,叉指电极被加工到管自身内。

[0020] 优选地,在此设想的是,除了根据 b) 所描述的叉指电极系统,该叉指电极系统的电极被布置在管的内壁上或内壁内,该设备不包括创建均匀电场和/或非均匀电场的任何其他叉指电极或其他装置。

[0021] 尤其当使用如下叉指电极指状物时:所述叉指电极指状物是棒形的,具有圆形底面(截面),在管的上开口的中点和管的下开口的中点之间平行于流动方向,换言之平行于管的纵向轴线延伸,并具有一个绝缘物且尤其作为创建根据本发明的设备内的非均匀电场的唯一装置存在,可以以特别有利的方式实现根据本发明的效果,即,分离混合物中的导电材料和非导电材料。

[0022] 入口系统优选地由第一管件和第二管件组成,其中第一管件具有的直径大于第二管件且第二管件被近似同心地布置在第一管件内。在此,第二管件形成内入口且第一管件和第二管件之间的空间形成外入口。该内入口和该外入口分别连接至一个管道系统,可以通过该管道系统将尤其液体和/或根据本发明待要分离的混合物引入到第一入口内或引

入到第二入口内。

[0023] 同样地优选地是,管具有在 1cm-100cm、优选地 5cm-50cm、特别优选地 7cm-20cm 的范围内的内部直径。

[0024] 同样地优选地是,内入口的周长与外入口的周长的比是至少 2/3。

[0025] 尤其优选地是,外入口尽可能小,因此内入口的周长与外入口的周长的比尽可能高。然而,必须记住的是,外入口至少足够大以使得材料流能够以充足的量有效率地进入。由于本领域技术人员的专业知识和常规实验,能够容易找到外入口的周长与内入口的周长之间的合适的比,该合适的比考虑了尽可能小的外入口和尽管如此但是有效率的材料流入之间的用于分离的最佳平衡。

[0026] 内收集设备的周长与外收集设备的周长的比被定向在内入口的周长和外入口的周长的选定的比上,以使得能够有效率地收集分离的材料流。

[0027] 此外优先地是,叉指电极的多个指状物各自具有 1mm 到 10mm、优选地 1mm 到 5mm、更优选地 1mm 到 3mm、特别优选地近似 2mm、优选地 2mm 的直径,和 / 或所述指状物与该叉指电极的各自最接近的指状物具有 0.5mm 到 10mm、优选地 1mm 到 5mm、更优选地 1mm 到 3mm、特别优选地近似 2mm、优选地 2mm 的距离。

[0028] 同样地优选地是,叉指电极的每个指状物或每隔一个指状物交替地包括绝缘涂层,该绝缘涂层优选地选自绝缘合成材料的组和 / 或选自金属氧化物的组。

[0029] 在此特别优选地是,叉指电极是金属电极,优选地钛电极和 / 或铝电极,且绝缘涂层是金属氧化物,该金属氧化物优选地选自自由 TiO_2 、 Al_2O_3 、 $BaTiO_3$ 以及其混合物组成的组。

[0030] 根据本发明,可以基本上任意选择所述电极的形状或叉指电极的指状物的形状。根据本发明,例如设想棒电极、中空电极等。

[0031] 此外优选地是,导电材料包括导电金属,优选地金和 / 或其他贵金属,和 / 或非导电材料包括金属氧化物,优选地二氧化硅和 / 或岩石混合物。

[0032] 根据本发明,术语岩石混合物应包括任何种类的矿石或沙子,或一般而言最多多样化的岩石材料,诸如,氧化物、硫酸盐、碳酸盐、磷酸盐等。

[0033] 该目的同样地通过一种用于将包括导电材料和非导电材料的混合物分离成第一部分和第二部分的方法来解决,其中该第一部分具有的导电材料的浓度高于该混合物,且该第二部分具有的导电材料的浓度低于该混合物,该方法包括:a) 提供根据本发明的设备;b) 通过穿过内入口引入流体来创建管内的第一流;c) 通过穿过外入口引入混合物来创建管内的第二流,其中该第一流和该第二流彼此接触;d) 通过叉指电极系统创建管内的非均匀电场;以及 e) 用外收集设备收集该第一部分和用内收集设备收集该第二部分。

[0034] 根据本发明的方法是基于由介电泳效应触发的、叉指电极和待要分离的混合物中含有的导电材料之间的相互作用。通过该相互作用,导电材料被保持在该电极上。由于由流过的介质(因此尤其是混合物和液体)施加在粘附到电极的材料上的力,这些材料缓慢地朝向该管的下端移动,在该下端处它们被捕获且被收集在收集系统内,尤其是在外收集设备内。

[0035] 在此优选地是,液体——根据本发明其代表分散介质且通过内入口其被引入到根据本发明的设备内以产生第一流——选自水、醇类、油类(诸如,硅酮油)或其混合物,且优选地是水。

[0036] 尤其在其中液体是水的更优选实施方案中,必须的是,第一梳状电极的指状物和/或第二梳状电极的指状物是绝缘的,所述指状物包括在叉指电极系统中。此外,在此优选实施方案中,绝缘物应以尽可能低的层厚度存在于所述电极上。

[0037] 在此优选实施方案中,优点尤其是由以下事实产生的,在此实施方案中,执行根据本发明的方法所使用的场强度频率小于 500kHz,优选地近似 50Hz-500kHz,更优选地 50Hz-500Hz,特别优选地 50Hz-200Hz 且所使用的电源电压是近似 100V-500V,优选地 200V-300V,特别优选地 200V-250V,最优选地 250V(以产生非均匀电场)。

[0038] 频率、电压、绝缘物的层厚度以及绝缘物的材料之间的关系由图 1 中示意性地示出的高通滤波效应表明。

[0039] 在根据本发明的方法的一个优选实施方案中,可以以串联布置和/或并联布置使用另外若干个根据本发明的设备。

[0040] 根据本发明的方法尤其是基于根据介电泳效应分离导电材料和非导电材料。通过这样,有可能将一种或多种导电材料与一种或多种非导电材料分离。

[0041] 一种方法是特别优选的,其中导电材料包括一种或多种导电金属,尤其是金。

[0042] 此外特别优选地是,所述导电金属或所述多种导电金属(优选地金)与基本上由矿山废物(尤其是沙子)组成的非导电混合物分离。

[0043] “分离”在本发明的含义中应被理解为不仅意味着基本上完全分离,还意味着混合物中的导电材料的浓缩。因此,通过根据本发明的方法获得浓缩的混合物时存在根据本发明的分离,该浓缩的混合物具有的导电材料的浓度高于待要通过根据本发明的方法和根据本发明的设备分离的包括导电材料和非导电材料的混合物。

[0044] 最后,解决该目的是通过使用根据本发明的设备以从包括导电材料和非导电材料的混合物分出浓缩的混合物,该浓缩的混合物具有的导电材料的浓度高于该混合物。

[0045] 在此优选地是,导电材料包括金。

[0046] 根据本发明的设备或根据本发明的方法的优选用途尤其在金工业中呈现,例如如在氰化法的情况下在用氰化物处理之前实现金的富集以实现金的提纯。通过根据本发明的方法和根据本发明的设备,有可能将在近似一吨非导电矿山废物中的几克金的混合物浓缩成近似 1kg 的矿山废物中的几克金的混合物。以此方式,可以大大减小与氰化法相关联的环境负担且可以显著减小金开采的成本(尤其是由安全限制导致的那些成本)。

[0047] 此外,根据本发明的方法和根据本发明的设备的用途是出于从电子废物中回收导电金属(例如,稀土族)的目的而设想的。在此,可以以简单的方式且在工业规模上将巨大花费提纯的稀土金属,例如来自使用过的移动电话,与非导电成分(诸如例如,塑料)分离。

[0048] 发明人出人意料地发现,根据本发明的设备以及其在根据本发明的方法中的使用使得能够分离导电材料和非导电材料,这使得能够在工业规模上(例如,在金工业中)使用,显著减少环境污染且大大减少成本。出人意料地,分离是为每天若干吨的矿山材料的量建立的。

[0049] 此外,出人意料地发现,根据本发明的设备在根据本发明的方法中的使用,尤其是通过在该设备的中间引入液体流,引起该设备的冷却,这在基于介电泳效应的方法中显著减少了对设备的有害加热,这是从现有技术已知的。

[0050] 从对优选实施方案的以下详细描述,尤其以实施例和附图为背景,得出根据本发明的方法的附加特征和优点,其中

[0051] 图 1 示出根据本发明的设备的示意性表示;

[0052] 图 2 示出根据本发明的入口系统的示意性表示;

[0053] 图 3 示出通过根据本发明的方法分离导电材料和非导电材料的示意性表示;

[0054] 图 4 示出在根据本发明的设备中在根据本发明的方法期间产生的流的示意性表示;以及

[0055] 图 5 示出在根据本发明的方法中使用的用于产生非均匀电场的电压和频率与电极的指状物的绝缘物的材料 (a) 和其厚度 (b) 的依赖关系。

[0056] 参考图 1,在下面,将使用一个优选实施方案的实施例解释根据本发明的设备。图 1 示出根据本发明的设备 1,该设备可以用在根据本发明的方法中。它尤其包括管 2、入口系统 3 以及收集系统 4。此外,在根据本发明的设备 1 中包括一个叉指电极系统,该叉指电极系统的多个指状物 5 尽可能紧密地附接到管 2 的内壁或直接接触管 2 的内壁。图 1 示出这样的一个优选实施方案,在该实施方案中,指状物 5 被附接成平行于管 2 的纵向轴线。

[0057] 在图 2 中以示意性放大方式示出的入口系统 3 包括外入口 6 和内入口 7。外入口 6 被近似同心地布置在内入口 7 周围。优选地,该入口系统此外可以包括端结构 8,该端结构优选地具有大致倒置漏斗的形状,且该倒置漏斗使得能够分离通过外入口 6 和内入口 7 引入到管 2 内的流。

[0058] 收集系统 4 包括内收集设备 9 和外收集设备 10。与入口系统的布置类似,外收集设备 10 被同心地布置在内收集设备 9 周围。

[0059] 入口系统 3 被布置在管 2 的上端处,同时收集系统 4 被布置在管 2 的下端处。

[0060] 优选地是,入口系统 3 由第一管件 11 和第二管件 12 组成,其中第一管件 11 具有的直径小于第二管件 12,且第二管件 12 被近似同心地布置在第一管件 11 周围。此外可以优选地被设想的是,内管件 11 或更为总体地外入口 6 和内入口 7 之间的边界 (Grenze) 11 具有的横截面形状与管 2 和 / 或外入口 6 的外界限 (Begrenzung) 12 (例如,外管件 12) 相同。

[0061] 在一个替代优选实施方案中,可以设想的是,内入口 7 和外入口 6 之间的边界 11 具有的横截面形状不同于外界限 12 的形状和 / 或管 2 的形状。

[0062] 可以设想的是,外入口 6 的外界限 12 具有的直径小于管 2 且外入口 6 被同心地布置在管 2 中。

[0063] 同样地可以设想的是,外入口 6 的外界限 12——换言之在上文所描述的优选实施方案中的第二管件 12——具有的形状和尺寸与管 2 相同,且被直接地且固定地连接到管 2 的上端。在此,可以通过胶合、熔化、夹紧、焊接等实现外入口 6 的外界限 12 和管 2 之间的连接。

[0064] 在另一个优选实施方案中,包括内收集设备 9 和外收集设备 10 的收集系统 4 由第一漏斗 13 和第二漏斗 14 组成,其中第一漏斗 13 具有的横截面直径大于第二漏斗 14,且第二漏斗 14 优选地被同心地布置在第一漏斗 13 中。第一漏斗 13 和第二漏斗 14 分别被连接到管道系统 15,这使得能够向外运输收集的材料。

[0065] 参考图 3 和图 4,将在下面使用一个优选实施方案的实施例解释根据本发明的方

法。该方法用于将含有导电材料 16 和非导电材料 17 的混合物分离成两个部分,其中所述部分中的一个富含导电材料 16。为此,在根据本发明的设备中产生两个流;在一方面,通过穿过内入口 7 将流体引入到管 2 内产生第一流 18,且在另一方面,通过穿过外入口 6 引入包括导电材料 16 和非导电材料 17 的混合物产生第二流 19。在此,第一流 18 和第二流 19 彼此接触,使得来自第一流 18 的材料可以被运输到第二流 19 内,且反之亦然。

[0066] 通过借助于叉指电极系统,尤其是借助于叉指电极系统的指状物 5,来创建管 2 内的非均匀电场,这引起导电材料 16 被引导朝向叉指电极的指状物 5 且因此朝向管 2 的内壁。同样地,通过创建非均匀电场,这引起非导电材料 17 在管 2 的中间方向上被转向远离叉指电极的指状物 5 且因此远离管 2 的内壁。

[0067] 以此方式,在两个部分中混合物存在于管的一端处,所述部分中的一个富含导电材料 16 的部分且另一部分是富含非导电材料 17 的部分。通过外收集设备 10 收集富含导电材料 16 的部分,同时通过内收集设备 9 收集富含非导电材料 17 的部分。

实施例

[0068] 在根据本发明的设备中,该设备包括一个直径为 10cm 且长度为 120cm 的管,通过对应于图 3 的示意性表示的入口系统,首先通过该内入口将水引入到该设备内,且随后通过外入口将包括按重量百分比计 50% 的水的悬浮液中含有金的岩石混合物(其中金含量约为 4g/t) 放入。

[0069] 为了产生管中的非均匀电场,使用直径为 2mm 的钛电极。所述电极被涂覆有二氧化钛的绝缘层。在每种情况下,所述电极的个体指状物彼此以 2mm 的间隔布置。为了产生非均匀介电场,使用 $200V_{eff}$ 的电压和 200Hz 的频率。

[0070] 在施加的非均匀介电场中,导电金颗粒朝向叉指电极的指状物移动,沿其向下滑动且通过根据本发明的收集系统(即,通过外收集设备)而被收集。

[0071] 通过在此所描述的结构,有可能实现分离率为 90% 的每天一吨的吞吐率。换言之,出于分离目的填充到该设备内的含金的岩石混合物中的 90% 的颗粒稍后被包含在通过外收集设备收集的浓缩物中。

[0072] 为了在本发明的多个实施方案中实现本发明,在上文的描述中、在权利要求书中以及在附图中公开的本发明的特征无论单独地还是任意结合都是必不可少的。

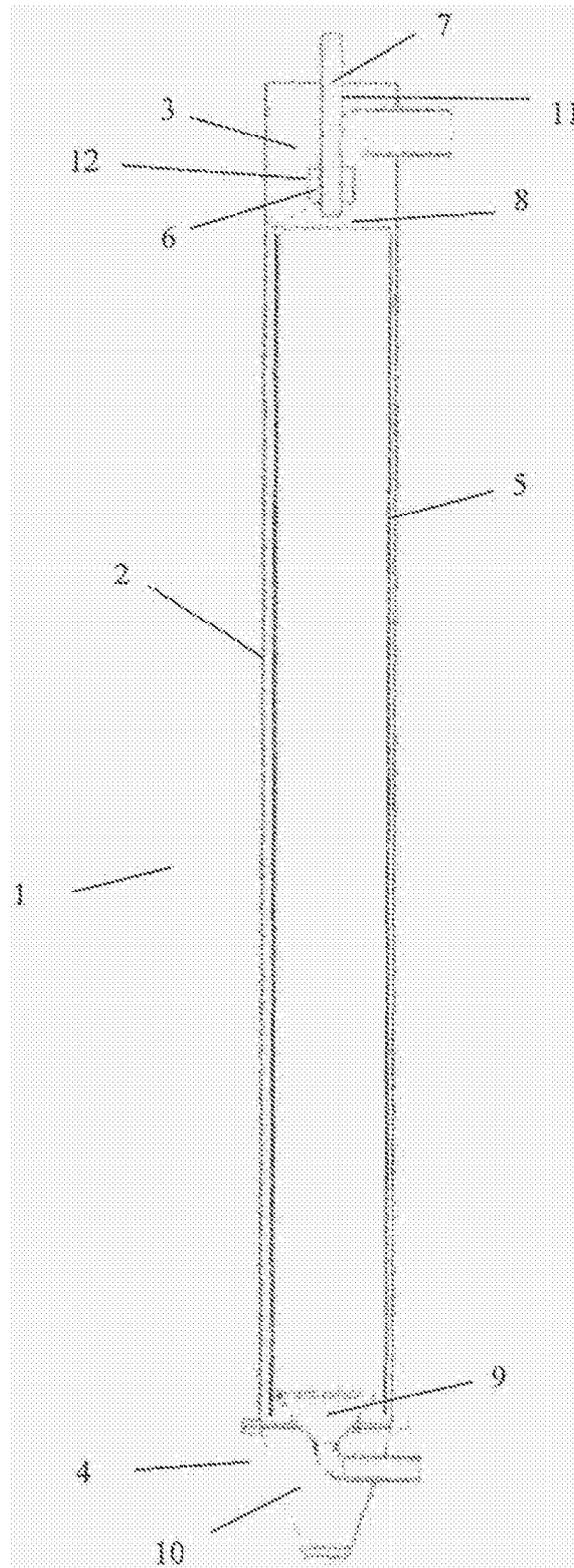


图 1

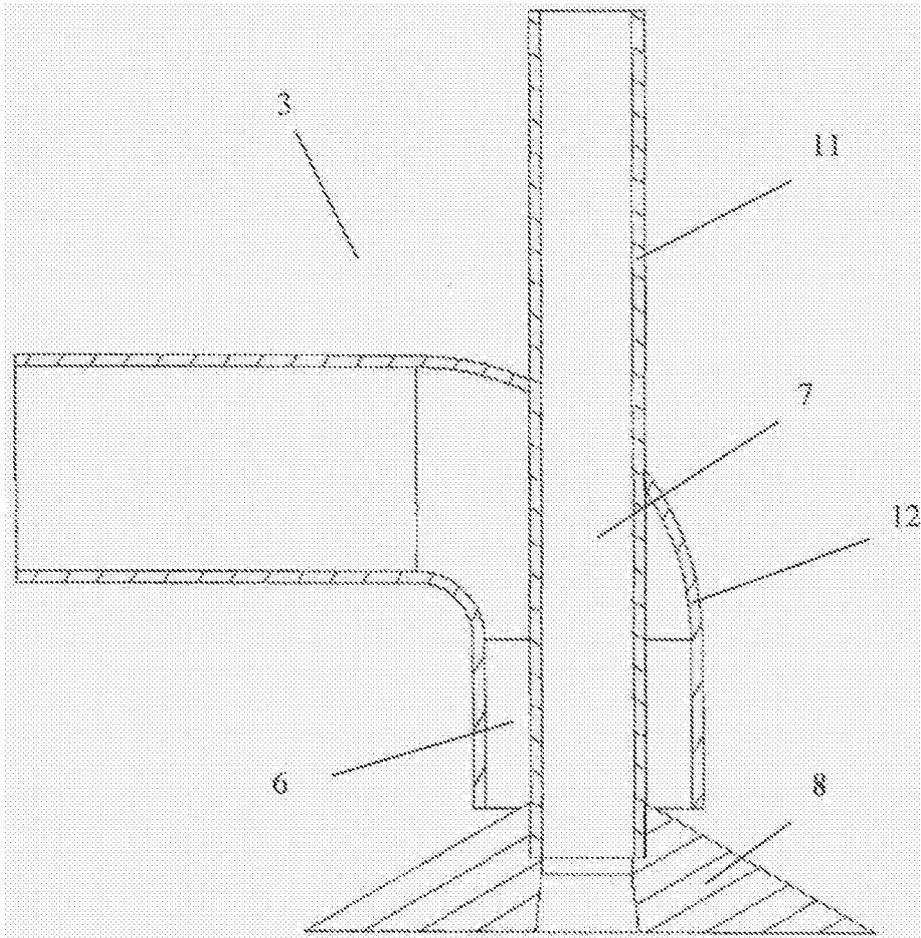


图 2

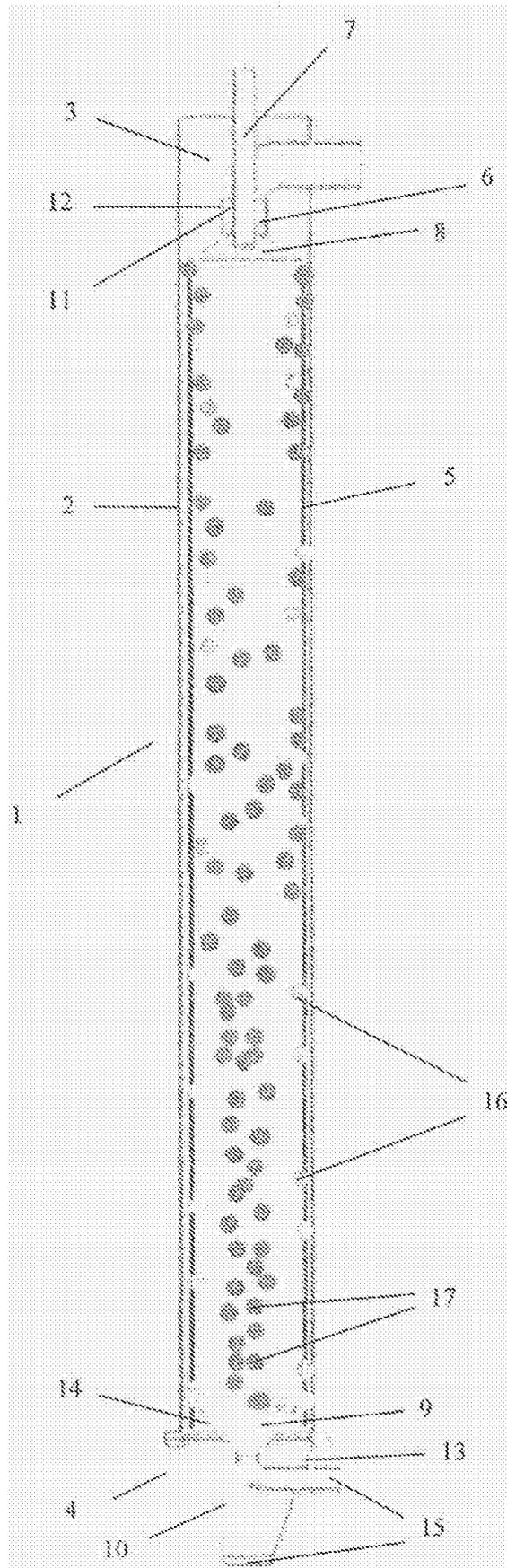


图 3

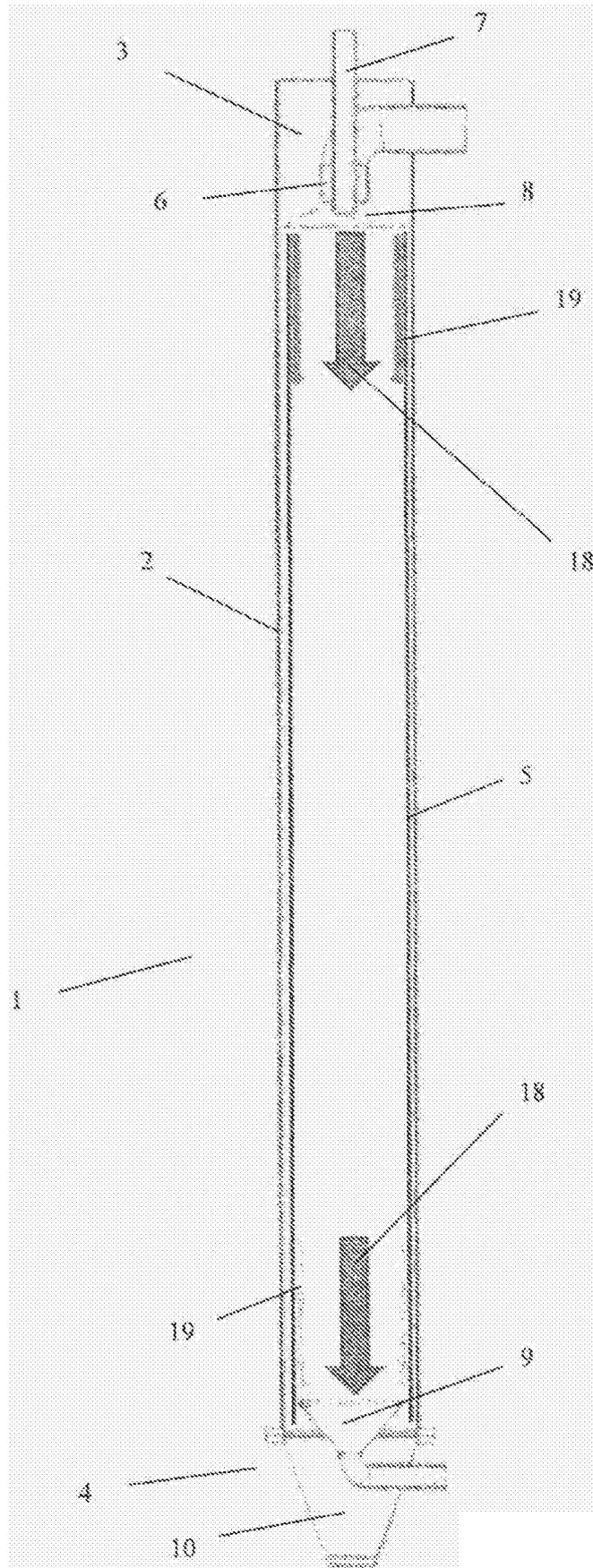


图 4

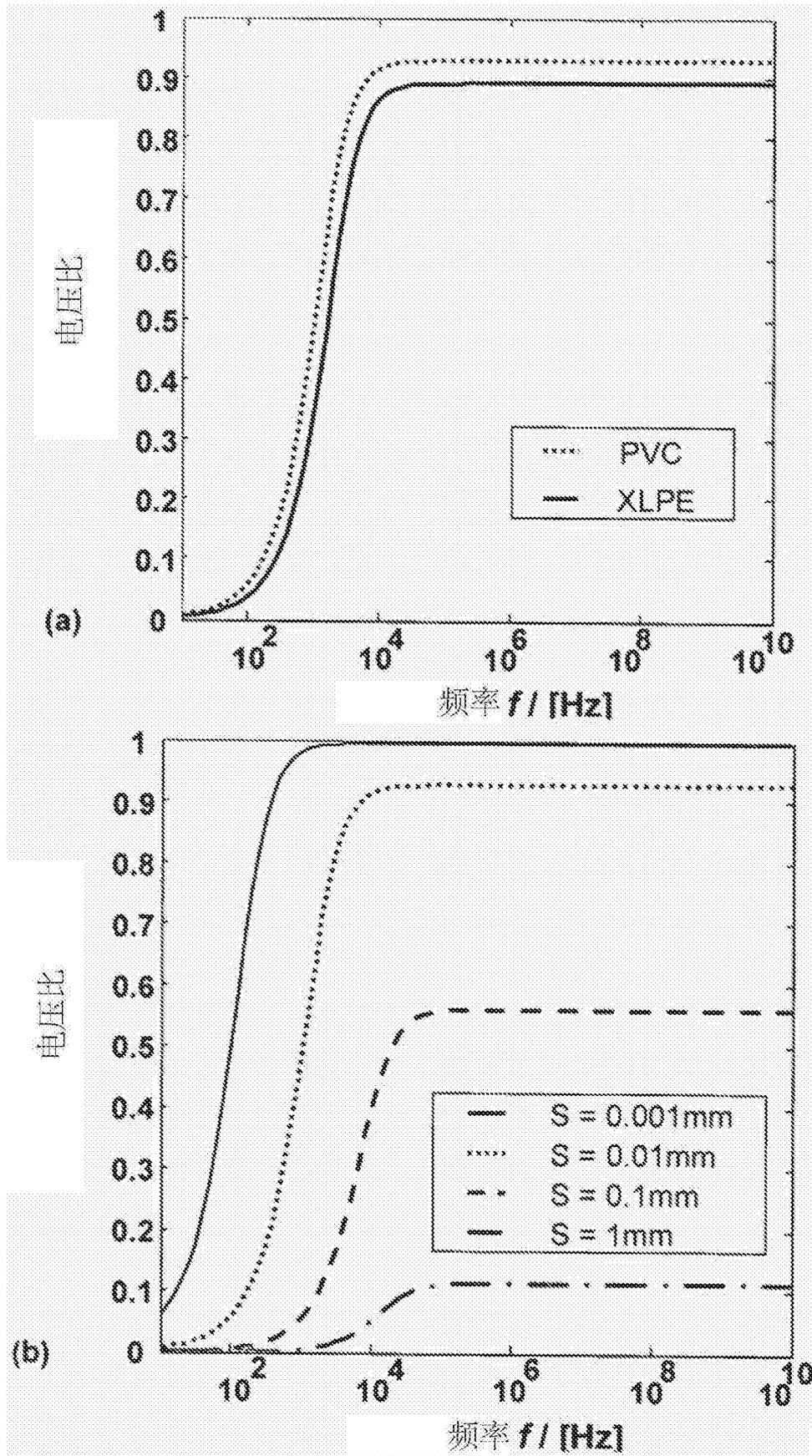


图 5