

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B03C 3/45 (2006.01)

B03C 3/41 (2006.01)

B03C 3/06 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380103044.7

[45] 授权公告日 2009年10月28日

[11] 授权公告号 CN 100553786C

[22] 申请日 2003.11.11

[21] 申请号 200380103044.7

[30] 优先权

[32] 2002.11.11 [33] GB [31] 0226240.0

[86] 国际申请 PCT/GB2003/004886 2003.11.11

[87] 国际公布 WO2004/043603 英 2004.5.27

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.11

[73] 专利权人 英国国防部

地址 英国维尔特郡

[72] 发明人 詹姆斯·麦克唐纳·克拉克

蒂莫西·格雷厄姆·福特

莫里斯·达韦莱尔·沃克斯

斯蒂芬·雷·普雷斯顿

[56] 参考文献

US5214386A 1993.5.25

GB1205324 1970.9.16

US6245299B1 2001.6.12

US4670026 1987.6.2

CN1063626A 1992.8.19

审查员 胡 静

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 陈 坚

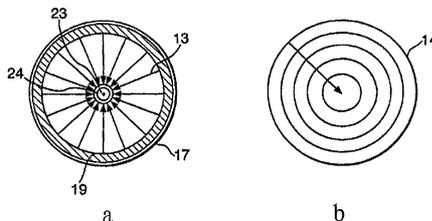
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

静电沉淀器

[57] 摘要

公开了一种静电沉淀器。该沉淀器包括用于使空气流中的颗粒流动的管道、产生大体垂直于该空气流的静电场的装置、以及能够对所述颗粒充电的离子供应源，其中该产生装置包括点电极和二维平面电极，其特征在于，该平面电极包括一离子源，该点电极包括一反电极且该反电极接地。



1、一种静电沉淀器，包括用于使空气流中的颗粒流动的管道、产生大体垂直于该空气流的静电场的装置、以及能够对所述颗粒充电的离子供应源，其中该产生装置包括点电极和二维平面电极，其特征在于，该平面电极包括一离子源，且该点电极包括一反电极且该反电极接地。

2、如权利要求1所述的沉淀器，其特征在于，所述管道包括中空柱体，且所述二维平面电极适于覆盖其内表面的至少一部分。

3、如权利要求1所述的沉淀器，其特征在于，所述管道是中空平行管，且所述二维平面电极适于作为在该管道的一个或多个内表面上的多个单极电极。

4、如前述权利要求中任一项所述的沉淀器，其特征在于，所述反电极与所述管道同轴安装。

5、如权利要求4所述的沉淀器，其特征在于，所述反电极包括导线、销或杆。

6、如权利要求1所述的沉淀器，其特征在于，所述二维平面电极包括等离子充电器。

7、如权利要求1所述的沉淀器，其特征在于，所述空气流基本不会产生湍流。

8、如权利要求1所述的沉淀器，其特征在于，还包括产生静电场的第二装置。

9、如权利要求8所述的沉淀器，其特征在于，所述第二产生装置包括与所述管道同轴安装的第二点电极。

10、如权利要求9所述的沉淀器，其特征在于，所述第二产生装置还包括环形电极。

11、如权利要求9所述的沉淀器，其特征在于，所述第二产生装置还包括多个单极环形电极。

12、如权利要求10或11所述的沉淀器，其特征在于，所述第二点电极是接地电极。

13、如权利要求12所述的沉淀器，其特征在于，还包括用于将液体分配到一个或另一个或两个点电极上的装置。

14、如权利要求13所述的沉淀器，其特征在于，所述一个或另一个或两个点电极包括液体分配通道。

## 静电沉淀器

### 技术领域

本发明涉及一种静电沉淀器。本发明尤其但并不排它地涉及这样一种静电沉淀器，其适用于收集和分析在环境中包括微生物的空气悬浮颗粒。

### 背景技术

对环境中空气颗粒的分析通常需要取样大量的空气。当前的收集技术经常依赖于将空气加速到非常高的速度，以利用颗粒和空气之间的不同动量使得颗粒撞击收集表面或液体。然而，这种撞击技术通常需要非常高的能量输入，并且它们的能力局限于分离小颗粒（ $1\mu\text{m}$ 以下）。

颗粒在静电场中的电极表面处的聚集是公知的现象，静电沉淀器利用上述现象从环境中分离灰尘和烟雾颗粒。在静电沉淀器的简单形式中，向在接地柱体的纵向轴上的导线施加高电压，通过该导线保持空气流。在该导线处形成电晕放电，且具有与该导线相同极性的离子被朝向该柱体的内表面排斥。然而，在导线和柱体之间的电场通过颗粒相对于周围空气的相对介电常数而产生畸变，从而导致离子在颗粒处的聚集，这种现象一直持续到场畸变被颗粒上的电荷所平衡为止。带电颗粒受到电场中的力作用，将它们运送到接地柱体并使它们附着在那里。通过振动或通过随后收集流体的经过可以将颗粒从柱体表面上去除。

但是，该现有技术的静电沉淀器主要涉及在工业规模上的排出气体的净化，而基本不涉及将其应用于从空气环境中优化颗粒取样的问题。实际上，大多数静电沉淀器都不适合从环境中有效地收集颗粒，甚至进行了小型化之后也是如此，这是因为柱体的收集表面相对较大，因此实际上只能获得稀释的颗粒样本。

解决从环境中有效收集颗粒的问题的一种方法是将用于小型化的静电沉淀器的收集流体量最小化 (InnovaTek, 美国)。该沉淀器包括大量具有显微加工通道的收集板, 由释放到空气流中的电子充电的颗粒优选地沉积到所述通道中。颗粒通过收集流体在通道中的流动经过而被收集。

由本申请人开发的另一种方法试图将由电晕放电场充电的颗粒紧紧聚集在一点状表面上。在该结构中, 接地电极包括环形电极, 该环形电极允许通过空气流来使得充电颗粒浮现。充电颗粒进入由一电极结构提供的附加电场, 在本领域中称其为静电透镜。在静电透镜的一种结构中, 与颗粒同极性的大量电极环在接地的、销形反电极上方同心设置, 从而提供了将颗粒约束到反电极上的电场。

然而, 该设置令人不满意之处在于, 即使当颗粒尺寸通过凝结作用而增加时, 在希望的空气流处的颗粒上产生的充电程度也是不均匀的。另外, 以希望的操作电压和空气流速作用在颗粒上的聚集场的强度经常或者不能克服牵制效应或者阻止颗粒从充电场中射出。因此, 即使聚集环 (focussing ring) 的数量得到优化, 该结构也会允许仅通过接地的反电极的部分颗粒进行聚集。

欧洲专利申请EP 0 239 865公开了用于从气体流中静电收集颗粒的装置。该装置包括第一柱形电极, 其限定了大量围绕第二柱形反电极的孔。通过与在第一柱形电极中的孔相关联的多个点电极来提供离子源。尽管第一柱形电极接地, 反电极仍保持为负电势, 从而从正点电极发射的离子被引导到反电极上。离子化的颗粒朝向反电极运动, 但在总体上被收集到设置在电极下方的收集器中。

### 发明内容

本发明的总体目的是通过提供一种改进的静电沉淀器来有效地收集并分析环境中的颗粒, 该静电沉淀器能够将颗粒有效聚集在点状表面上。

本发明首先认识到由电晕放电产生的静电场中颗粒的不均匀充电是由于在点电极和反电极之间产生了离子浓度梯度。因此, 在反电极附近的颗粒与点电极附近的颗粒相比不太可能产生电荷。因此, 提供了其中

离子浓度梯度被去除或反转的静电场的结构就可能使得颗粒聚集得到改善。

因此，本发明提供了一种静电沉淀器，其包括：用于使包含颗粒的空气流通过的管道；产生基本垂直于空气流的静电场的装置；和能够对颗粒充电的离子供应源，其中该产生装置包括点电极和二维表面电极，其特征在于，该二维表面电极包括一离子源，该点电极包括反电极且该反电极接地。

应该理解，在本发明的结构中，来自离子源的离子运送指向点电极，从而相对于大多数现有技术结构而言，降低了在二维表面电极和点电极之间的离子浓度梯度。

在本发明的优选实施例中，该二维表面电极包括在现有技术中已知为等离子充电器（plasma charger）的离子源。将等离子充电器用作离子源避免了场集中（field concentration）并使电晕风最小化，否则可导致气流中出现湍流并影响颗粒沉积。

在典型充电器中，电极包括夹在两个导电材料片（strip）之间的绝缘材料片，两个导电材料片中的一个是大体低于该绝缘片的表面区域。施加上充电器的交流电势差使得从位于或靠近较小导电片的接触边缘处的绝缘片发射离子。

优选地，该接触边缘的长度最大化，从而提供了在最大程度的管道装置上最大可能的离子浓度。在特别优选的结构中，较小导电片的接触边缘通过采用齿形结构而最大化。

等离子电极也可以构造为单电极或多个单极电极。在本发明的某些实施例中，该电极由多个电极组成。

然而，在优选实施例中，该二维表面电极包括由齿形等离子电极形成的单个中空柱体，其可以方便地设置在基本类似的截面区域的柱体管道中。在该实施例中，能够横过管道装置的大部分区域和长度保持静电场。

应理解，术语“点电极”不必被对排放离子的任何需要所限制。该术语用于表达这样的意思，即，反电极与所述二维表面电极相比提供一

低表面区域。该点电极可以例如包括导线或非锥形杆或柱体。然而优选地，该点电极包括一销。

在本发明的优选实施例中，该点电极与管道同轴安装。然而，其中电极的纵向轴线偏离管道的转动纵向轴线的其它结构也是可以的。

应理解，在静电场中颗粒的充电和作用在充电颗粒上的力由多个变量确定，包括施加到电极上的电压和空气流速。选择这些参数以使得在颗粒上产生的电荷最大化。

优选地，将颗粒充电达到它们的帕洛娃极值（pavlova limit）。更优选地，空气流中基本不产生湍流，且将作用在跨越静电场运动的颗粒上的牵制效应最小化。因此显而易见的是，这些参数的正确选择能够使得作用在充电颗粒上的力克服牵制效应，并使得颗粒朝向点电极偏转。

本发明设置为使得颗粒大多沉积在反电极上。显而易见的是，接地反电极通过消除存储电荷而提供了明显的优点，即，颗粒能够通过简单的收集装置而容易地从电极表面收集。

尽管颗粒可以通过任何适宜的装置来收集，但在本发明的优选实施例中，该反电极包括用于将液体分配到电极表面上的装置。优选地，该分配装置包括内部通道，其使得颗粒在重力作用下通过电极外部表面上液体的流动被收集。沉积的颗粒优选地以一定时间间隔被收集。

本发明提供了一种静电沉淀器，其中静电和离子场不仅导致了更均匀的颗粒充电，还使得充电的颗粒朝向反电极集中。

使得反电极接地的特征不仅便于收集沉积在点电极上的颗粒，还能够通过简单的微安计来监测二维电极。另外，需要仅是单极的高压电源。

本发明提供了一种改进的静电沉淀器，其中可以从大体减小的表面区域的电极来收集颗粒。基本上所有颗粒的均匀充电使得它们从反电极收集到很小的液体体积，从而使得在空气环境内进行颗粒的快速取样和分析。

本发明的另一个优点是可以分析空气的高输入而不必快速加速，从而使用的操作功率较低。另外，该沉淀器可以是便携的。

在本发明的某些实施例中，该沉淀器还可以包括用于产生静电场的第二装置。在这些实施例中，该第二静电场是设在第一个场下游的集中场。

在一个实施例中，该第二产生装置包括一单点电极，其与管道同轴安装在第一点电极的下游的位置处。优选地，该第二点电极也是接地电极。

在另一个实施例中，该第二产生装置还包括合适极性的电极，以使得充电的颗粒向第二点电极偏转。该电极可以是多个单极电极。然而，优选地，该第二产生装置包括与管道同轴安装的环形电极。

在本发明的另一个实施例中，该第二产生装置包括多个单极环形电极，各环形电极都与管道同轴安装。优选地，使用两个环形电极。更优选地，该环形电极具有不同的截面区域，使最小的环设置成离第一点电极最远。

沉积在第二点电极上的颗粒可以由任何适宜的装置收集，且尤其由前述用于反电极的装置收集。

#### 附图说明

以下参考多个实施例和附图来描述本发明，其中：

图1示意地显示了在点电极和平面反电极之间的静电场；

图2a和2b显示了包括点电极和柱形反电极的现有技术沉淀器的沉淀器俯视图，显示了形成的场线和等势线；

图3a和3b显示了本发明沉淀器的优选实施例的俯视图，显示了形成的场线和等势线；

图4是图3的实施例的截面图；

图5是本发明的另一个实施例的截面图；以及

图6是本发明的又一个实施例的截面图。

#### 具体实施方式

现在参见图1，在施加了高电压的点电极11和平面电极12之间产生的静电场具有场线13（虚线），该场线从点电极11向外发散。电势梯度使得在场中充电的离子和颗粒15沿着电场线13向着平面电极12输送，该电势梯度由从点电极11的等势线14（全部）的前进（progress）来表示。

图2a和2b显示了当平面电极12构成为柱形电极且点电极11与之同轴安装时产生的电场线13和等势线14。该形成了多个现有技术沉淀器基础的结构产生了其中电场线从点电极11径向发散的静电场。该静电场与电势梯度相关，其使得在电场中充电的离子和颗粒15向环形电极输送。

现在参见图4，总体由附图标记16表示的根据本发明的静电沉淀器包括中空管17，该中空管具有内表面18，该内表面上设有等离子充电器电极19。该等离子充电器19包括绝缘材料片20，其夹在两块金属板21之间，在这两块金属板之间施加很大的交流电势差。（所示出的）一块板21被齿形化，以提供与绝缘材料20的接触边缘，使得在管17的大表面区域上产生离子。

管17的一部分限定了用于与轮元件23的辐条22摩擦接合的孔。该轮元件23设置了用于与绝缘杆元件24摩擦接合的中心孔。柱形杆元件24的一部分由金属层25覆盖并作为接地反电极。该杆元件24设置成使得反电极25定位在管17中与等离子电极19相对的点处。鼓风机26与管17同轴安装并位于杆元件24的下方。

图3a和3b显示了电势差施加到等离子电极后产生的电场线13和等势线14。如图中所示，静电场受到反电极25大小的限制并与指向反电极25的势阱相关联。

在使用中，包含未充电颗粒15的空气通过鼓风机26被吸进管17中，该空气在管17中运动穿过轮元件23以进入在等离子电极19和反电极25之间的静电场中。选择施加到等离子电极的空气流和电势差，从而使得进入该场的颗粒15被快速充电至它们的最大极限，使得作用在它们之上的力克服空气流产生的牵制效应。充电的颗粒15被偏转到反电极25并在那里聚集。

现在参见图5，本发明的第二实施例包括优选实施例的特征，除了杆元件24在管17中更大程度地延伸。柱形杆元件24的第二部分由金属层27覆盖。金属层27接地并作为第二反电极。在该实施例中，在等离子电极19和第二反电极27之间存在第二静电场。在使用中，增强空气流，从而使充电的颗粒15由第二静电场偏转并沉积在第二反电极27处。

应理解，第二反电极27的精确定位在某些情况且在某种程度上取决于各静电场的强度和空气流速。

现在参见图6，本发明的又一个实施例也包括第二实施例的特征。但是，集中场此时由包括第二反电极27和多个环形电极28的结构来提供。该结构是与适合于在真空中集中电子的已知静电透镜类似的类型。然而，设置有多个环形电极28的结构并不会比包括两个环形电极28的结构更有效地集中非常大量的颗粒。因此，该实施例提供了两个不同大小的环形电极28，它们与管17一起朝向第二反电极27同轴安装。较小的环形电极28安装得最靠近反电极27，从而对于存在于第一静电场中的充电颗粒15提供了集中场。该环形电极28被充电为与充电颗粒15相同的极性，从而使得存在于第一静电场并进入第二静电场的颗粒沉积在第二反电极27上。

第二反电极27和环形电极28的精确定位在某些情况下和在某种程度上取决于各静电场的强度和空气流速。

已经结合多个简单实施例描述了本发明，并且显而易见的是，本领域中可预见的变型包括在本发明范围内。特别地，集中场可由柱形电极和点电极结构形成。另外，该沉淀器也可以包括用于控制其操作的控制电路。也可以设置微处理器，从而通过测定由在反电极处获得的电流而在特定空气流处得到的颗粒数量来计算在环境中颗粒的浓度。

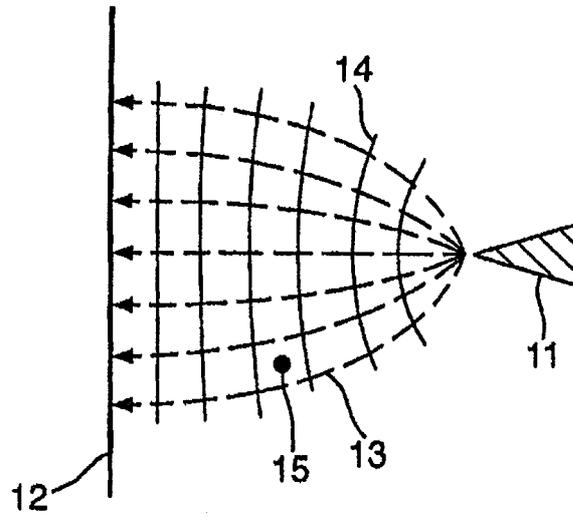


图 1

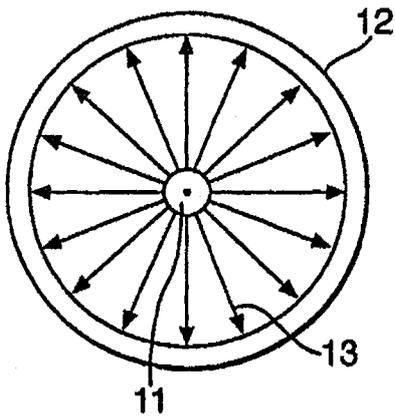


图 2a

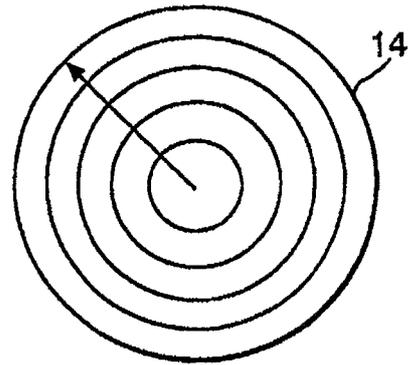


图 2b

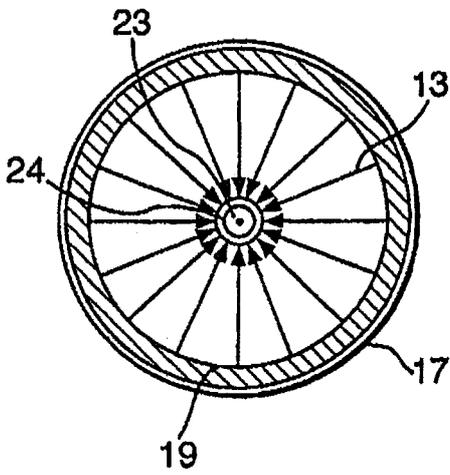


图 3a

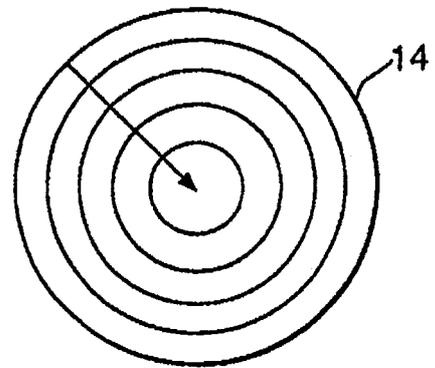


图 3b

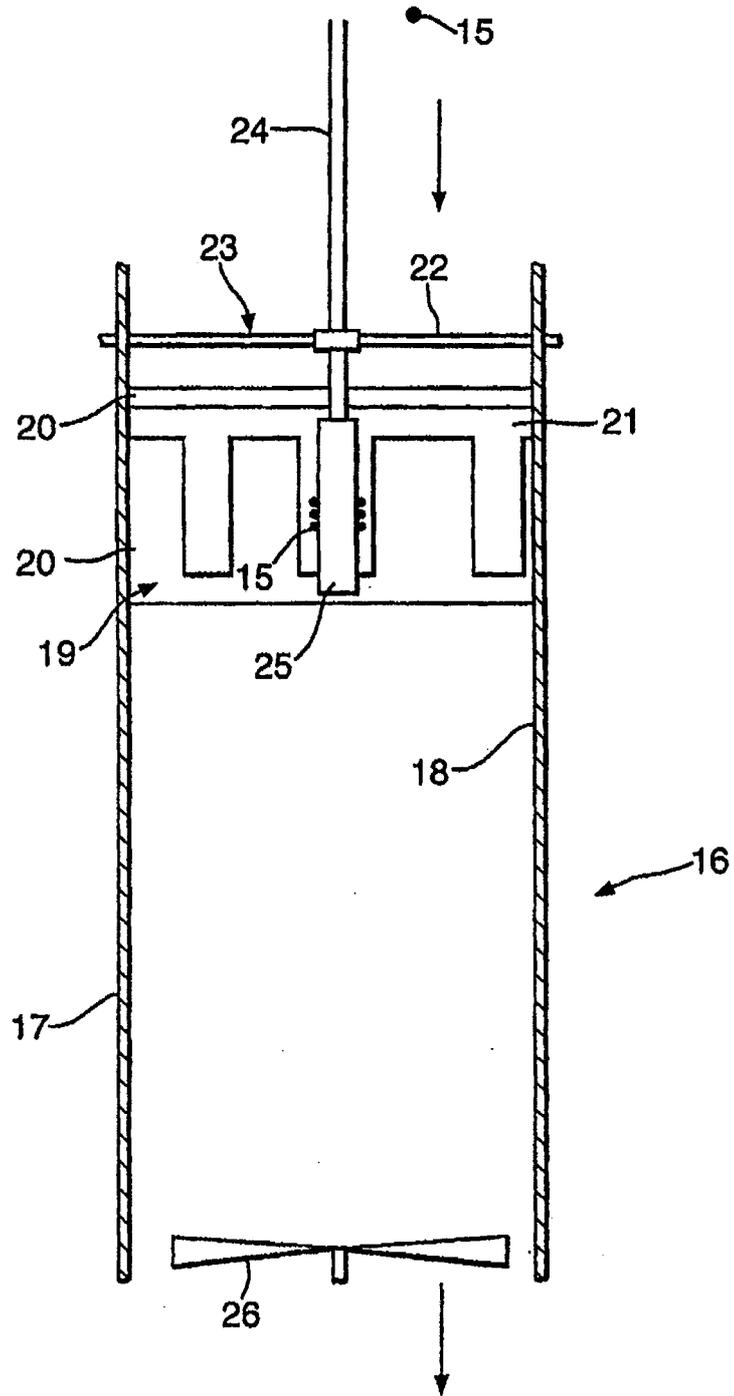


图 4

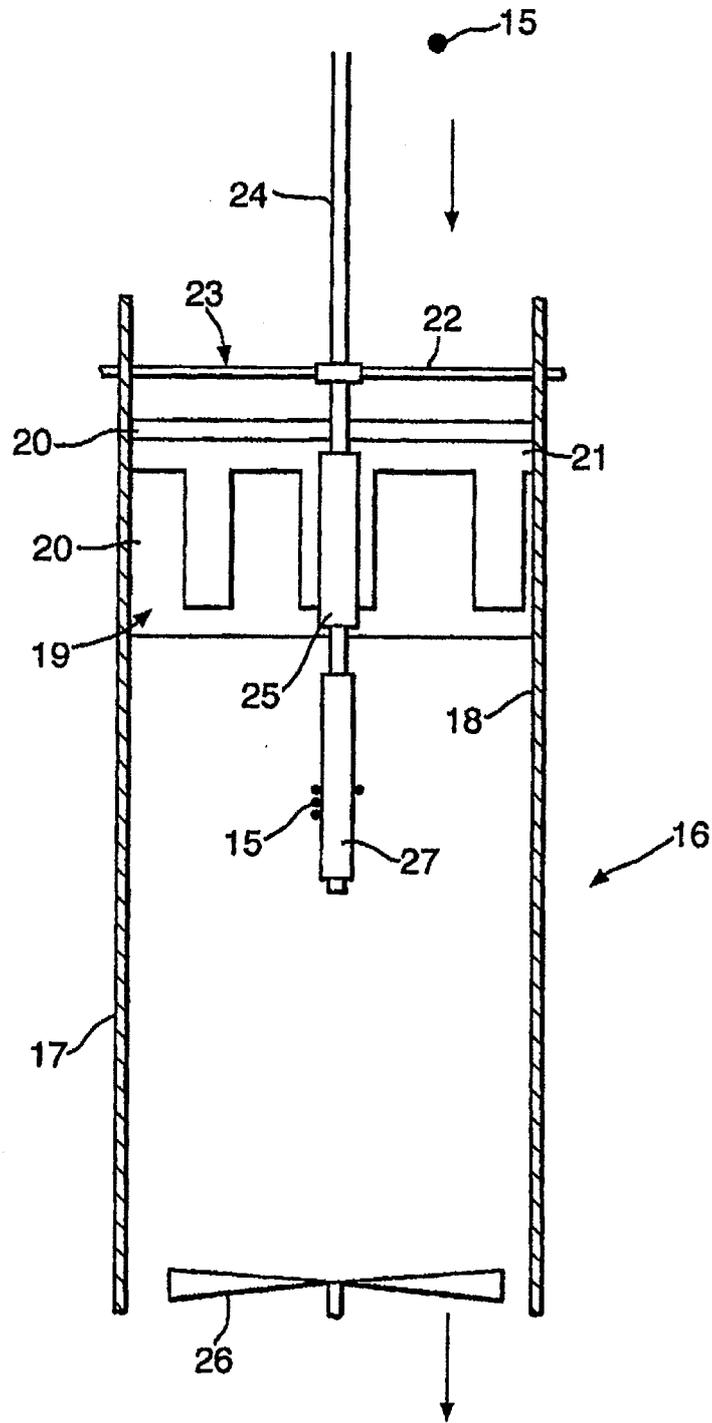


图 5

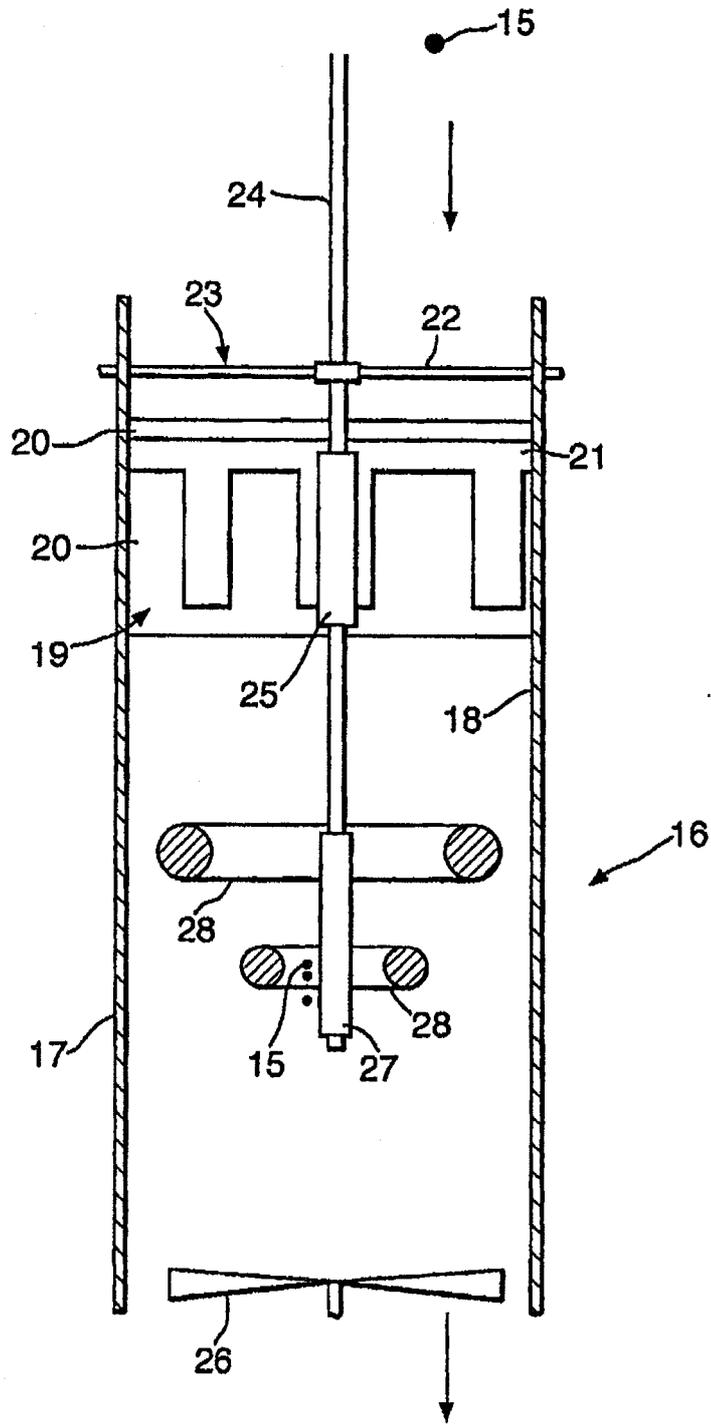


图 6