

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>6</sup>

C02F 3/10

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98103191.9

[43]公开日 1999年1月13日

[11]公开号 CN 1204625A

[22]申请日 98.7.2 [21]申请号 98103191.9

[30]优先权

[32]97.7.2 [33]JP [31]177269/97

[71]申请人 科学技术振兴事业团

地址 日本埼玉县

[72]发明人 前川孝昭 黑岛光昭

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 齐曾度

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 磁性微生物固定载体,生产这种载体的方法以及处理废水的方法

[57]摘要

本发明涉及一种磁性载体,在处理废水过程中,微生物固定在其生长所需的载体上,本发明还涉及一种生产该载体的方法以及处理废水的方法。本发明提供了一种用于废水处理的固定有大量微生物的微生物固定载体,通过磁力控制它在处理室中的运动。此外,本发明还提供了一种容易的生产上述载体的方法,以及有效地处理废水的方法。

(BJ)第 1456 号

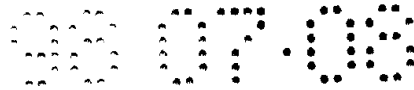
## 权 利 要 求 书

1、一种由超-顺磁体和裹在聚合物胶中的微生物组成的磁性微生物固定载体，上述聚合物胶选自聚丙烯酰胺胶和聚乙烯醇胶。

5 2、如权利要求1所述的磁性微生物固定载体，其特征在于上述聚合物胶是聚丙烯酰胺胶。

3、一种生产如权利要求2所述的磁性微生物固定载体的生产方法，其特征在于该方法包括使含有丙烯酰胺、凝胶促进剂、藻酸钠和超-顺磁体的水溶液(A)，从双管喷嘴的外管和内管之间流过，上述双管喷嘴由外管和插入上  
10 述外管的内管组成，使微生物悬浊液(B)穿过上述内管流动，使上述水溶液(A)在双管喷嘴的顶部与上述悬浊液(B)相混合形成液滴，将上述液滴滴入含有甲酸钙的水溶液(C)中。

4、一种处理废水的方法，其特征在于使用如权利要求1所述的磁性微生物固定载体处理水。



## 说 明 书

### 磁性微生物固定载体、其生产 方法以及处理废水的方法

5

本发明涉及一种磁性载体，在处理废水过程中，微生物固定在其生长所需的载体上，本发明还涉及一种生产该载体的方法以及处理废水的方法。

在废水处理方面，已广泛使用固定微生物载体的方法。然而，这种方法暴露出一些缺陷，如在载体悬浮室搅拌会引起载体和微生物损耗，在固定床生物  
10 膜室中的压力损失，在流化床生物膜室中载体的外流，以及载体中生成气体引起的载体飘浮。为了克服这些缺陷，通过使用磁力可以有效地控制载体的移动，使预定量的载体稳固地留在处理室中。

已经对磁性载体进行了研究，通过外部磁力迅速分离并回收固定的物质，例如生物活性物质如酶等和动物细胞等。例如，JP-A1102/1990 和 JP-  
15 B16164/1993 都公开了固定用的磁性载体，其中首先形成含有磁体的晶核，然后在其外侧形成聚合物层，通过吸附法、共价键法、离子键法、夹裹法以及交联法等，将生物活性物质等固定在磁性载体的聚合物层上。对这种磁性载体，有报告说聚合物层的厚度应当减少到小于或等于整个载体直径的 30%，以使载体内侧的超一顺磁体有效地工作（JP-B16164/1993）。然而，对于用于废水处  
20 理磁性微生物固定载体，如果聚合物的厚度被限制在小于或等于 30%，那么就限制了被固定在其上的微生物量，因此，具有这种厚度的聚合物层就不能有效地工作。

此外，还要对这些传统的磁性载体进行分离和回收，由此生产这些磁性载体的过程包括调节超一顺磁体的含量，调节比重，形成聚合物层等，因此生产  
25 过程很复杂。另一方面，固定微生物用磁性载体的分离和回收是废水处理的第二目的，因此，为了去掉这些复杂步骤，需要一种简单而经济的生产方法。

本发明的目的是提供一种用于废水处理的固定有大量微生物的微生物固定载体，通过磁力控制它在处理室中的运动。

本发明另一个目的是提供有效生产上述载体的方法。

30 本发明的再一个目的是提供一种有效处理废水的方法。

本发明涉及一种由超 - 顺磁体和被聚丙烯酰胺胶裹住的微生物组成的磁性微生物固定载体。可使用其它聚合物胶如聚乙烯醇 ( PVA ) 胶代替上述聚丙烯酰胺胶。

此外, 本发明涉及一种如权利要求 1 所述的磁性微生物固定载体的生产方法, 其中包括使含有丙烯酰胺、凝胶促进剂、藻酸钠和超 - 顺磁体的水溶液 ( A ) 从双管喷嘴的外管和内管之间流过, 上述双管喷嘴由外管和插入上述外管的内管组成, 同时, 使微生物悬浊液 ( B ) 穿过上述内管流动, 使上述水溶液 ( A ) 在双管喷嘴的顶部与上述悬浊液 ( B ) 相混合形成液滴, 将上述液滴滴入含有甲酸钙的水溶液 ( C ) 中。

此外, 本发明还涉及一种处理废水的方法, 其中使用上述磁性微生物固定载体处理水。

图 1A - 1C 表示的是将本发明的磁性微生物固定载体用于废水间歇处理法的简要示意图。

图 2A 和 2B 表示的是将本发明的磁性微生物固定载体用于废水流化床处理法的简要示意图。

图 3A 和 3B 表示的是将本发明的磁性微生物固定载体用于废水流化床处理法的简要示意图。

图 4A 和 4B 表示的是将本发明的磁性微生物固定载体用于废水固定床处理法的简要示意图。

图 5A - 5C 表示的是将本发明的磁性微生物固定载体用作废水处理改进物质或接种物质的简要示意图。

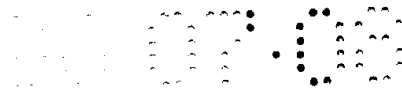
图 6 表示的是将本发明的磁性微生物固定载体用于废水处理混合培养系统的简要示意图。

图 7 表示的是将本发明的磁性微生物固定载体用于挤压成形的处理室来处理废水的简要示意图。

图 8 表示的是在分别采用多孔的固定有反硝化菌的磁性载体和没固定的反硝化菌的情况下, 硝酸盐氮的去除率随时间变化的曲线图。

图 9 表示的是在采用多孔的固定有反硝化菌的磁性载体的情况下, 硝酸盐氮的去除率随时间变化的曲线图。

图 10 表示的是采用多孔的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体, 硝酸盐氮的



浓度随时间变化的曲线图，上述载体含有 10g/l（干基）的反硝化菌和 15g/l 的铁矿石。培养时用氮气进行脱气。

图中符合的含义如下：1：磁性载体、2：处理室、3：磁铁、4：磁性线圈、5：金属心、6：培养室、7：电磁铁、8：隔板、9：永磁体。

5 下面详细描述本发明的内容。

本发明的磁性微生物固定载体由超一磁体和裹在聚丙烯酰胺胶中的微生物组成。当在有凝胶促进剂存在，在水溶液中聚合丙烯酰胺单体的情况下，它们能形成多孔的聚丙烯酰胺胶。得到的胶用作载体，它能够固定大量的微生物，并具有适合微生物生长以及使生成气体释放的形状，因而在废水处理等方面有许多优点。

为了替代上述聚丙烯酰胺胶，还可以将含有 PVA 胶的磁性微生物固定载体用于同一目的。可用 PVA 代替上述丙烯酰胺单体生产这种磁性载体。在这种情况下，如果通过下述冷冻法形成小球，则无需使用凝胶促进剂。

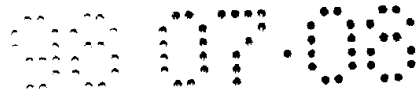
与铁磁体和铁淦氧磁体的细小颗粒一样，超一顺磁体是一种磁体，即使被  
15 放置在磁场中也没有剩余磁化强度。因而，与常规磁体不一样，在将它们从磁场中取出后，它们不会相互吸引。该特性对废水处理很有好处，这种超一磁体包括氧化铁如铁矿石、铁素体等的细小粉末。通常优选地它们颗粒的粒径为大约 100 埃— $1\mu\text{m}$ 。

对微生物没有特别的限定，只要能用于废水处理就行。例如，活性污泥或  
20 厌氧消化污泥都可以使用。例如可从污水处理厂收集这种污泥。

当将本发明的磁性微生物固定载体用于固定床处理法或流化床处理法中时，优选地载体可以是小球形。在这种情况下，优选地小球的直径为 2.0—5.0mm。

例如，采用由外管和插入上述外管的内管构成的双管喷嘴，通过下列方式  
25 可生产出均匀直径的小球形的磁性微生物固定载体。

使含有丙烯酰胺、凝胶促进剂、藻酸钠和超一顺磁体的水溶液 (A) 从双管喷嘴的外管和内管之间流过。同时，使微生物悬浊液 (B) 流过双管喷嘴的内管。在喷嘴的出口，它们瞬时混合形成液滴。优选地外管出口的内径为 2.0—3.0mm。优选地内管出口的内径为 1.0—1.5mm。优选地外管内径和  
30 管外径之间的差至少为 0.3mm。控制水溶液 (A) 和悬浊液 (B) 的流速，使它们



在喷嘴的出口形成液滴。优选地例如通过使用滚子泵，将供应的悬浊液 (B) : 水溶液 (A) 的体积比控制在大约 3:1—5:4 的范围，更优选地控制在大约 5:2.5—5:3 的范围内。

加到水溶液 (A) 中的凝胶促进剂包括如 N,N'-乙烯一双-丙烯酰胺等的交联剂，和如 N,N,N',N'-四乙基 1,2-乙二胺等的聚合引发剂。它们可单独使用或联合使用。特别是，优选地将 N,N'-乙烯一双-丙烯酰胺与 N,N,N',N'-四乙基 1,2-乙二胺联合使用。优选地丙烯酰胺单体在水溶液 (A) 中的浓度为 15—17% (w/v)。并且优选地使用 N,N'-乙烯一双-丙烯酰胺的重量占 100 份丙烯酰胺的 4.0—5.5 份。优选地 N,N,N',N'-四乙基 1,2-乙二胺的使用量占 100 份丙烯酰胺重量的 6.0—7.0 份。

在水溶液 (A) 中加入藻酸钠，以便当将上述液滴滴入含有甲酸钙的水溶液 (C) 中时，瞬时形成藻酸钠膜从而生成小球。优选地在水溶液 (A) 中藻酸钠的浓度为 0.5—0.9% (w/v)。

根据所采用的聚合物类型和成形方法，改变加到水溶液 (A) 中的超一顺磁体的量。当用聚丙烯酰胺胶作聚合物时，优选地在水溶液 (A) 中超一顺磁体的浓度为 1—3% (w/v)。当采用 PVA 胶作聚合物时，优选地在小球中超一顺磁体的最终浓度为 10—50g/l。

例如，悬浊液 (B) 含有带挥发飘浮物质的浓缩污泥，含量大约为 0.5—4.0%，优选地大约为 1—3%，该污泥是通过对从污水处理厂收集到的活性污泥进行离心沉淀而得到的。

在喷嘴出口形成的液滴滴入含有甲酸钙的水溶液 (C) 中。优选地在水溶液 (C) 中甲酸钙的浓度为 2.0—4.0% (w/v)。为了强化小球上的膜，优选地在水溶液 (C) 中加入过硫酸铵等。在使用过硫酸铵的情况下，优选地水溶液 (C) 中过硫酸铵的浓度为 0.3—0.6% (w/v)。当液滴滴落时，瞬时形成藻酸钙膜从而得到粒状小球。在被上述藻酸钙膜裹住的水溶液 (A) 和悬浊液 (B) 的混合物中，丙烯酰胺单体与如 N,N'-乙烯一双-丙烯酰胺等的交联剂交联，聚合形成胶体，将超一顺磁体和微生物裹在胶体中。通常在大约 30 分钟到 1 小时的时间内就能完成该反应。用这种方式，可得到本发明的裹在藻酸钙膜中的磁性微生物固定载体。

如果用 PVA 胶代替聚丙烯酰胺胶作聚合物，将液滴滴入水溶液 (C)，形

成球形小球，立即冷冻形成的小球，并照这样保存，由此可使聚合物交联，并将固定的微生物包裹住。该方法称作冷冻法，且该方法是本专业普通技术人员公知。如果使用了冷冻法，就无需使用凝胶促进剂。

5 通过将形成在载体外侧的藻酸钙膜在磷酸盐缓冲液等中进行溶解，可将此膜除去，由此可改进载体的孔隙率。

在生产磁性微生物固定载体的过程中，优选地将水溶液（A）和水溶液（C）预先冷却到大约 3—5℃，以便防止由化学反应热引起的对微生物的伤害。

10 在生产出本发明的磁性微生物固定载体之后，最初将微生物保留在载体的内侧。然而，随着废水处理等的进行，微生物会附着并生长在载体的多孔表面。当处理效率达到稳定状态时，会在载体表面形成均匀的微生物膜。

15 通过采用本发明的磁性微生物固定载体，能有效地处理废水。但对废水处理方法没有特别的限制，可以包括多种传统方法，如间歇处理法、固定床处理法和流化床处理法。在任何传统方法中都可以有效地使用本发明的磁性微生物固定载体。

20 例如，如果将本发明的磁性微生物固定载体用于间歇处理法，通过从处理室的底部施加磁场，可在短时间内使悬浮在间歇处理室中的磁性载体凝聚，如下面的实施例 3 所示。由此可明显地降低凝聚/沉淀步骤的时间。此外，还可预先确定处理后水或污泥的排放量。用这种方式，可省去复杂的处理步骤，如处理后水和污泥的管理以及固—液分离，通常这取决于管理者的经验。

25 此外，例如，如下面的实施例 4 和 5 所示，通过从处理室的外侧施加磁场，无需在处理室内搅拌上述磁性载体，就可使本发明的磁性微生物固定载体运动。由此，可防止由搅拌叶片或水流剪切强度等引起的对载体和微生物的伤害。因此，尽管载体通常需要有很强的物理强度，使其能抵抗对悬浮载体的搅拌，但是对本发明的载体无需这样高的强度。此外，通过使载体连续或短间歇地运动，可形成流化床生物膜。借助于磁性线圈产生的向下的磁力，也可将磁性载体牢固地保留在处理装置中。由此，可避免由载体流出引起的管线堵塞、泵故障等问题。

30 此外，例如，如下面的实施例 6 所述，通过以预定的间隔，振动本发明磁性微生物固定载体的固定床，可防止形成废水短路，并可改进处理效率。通过

这种振动，还可以振掉污泥残余物，由此防止发生固定床堵塞以及压力损失。

此外，例如，如下面实施例 3 和 4 所述，通过从处理室的外侧施加磁场，迫使磁性载体浸没在处理水中，可促使生成的气泡从载体中分离出来。由此，可防止单个载体或整个生物膜飘浮。

5 此外，例如，如下面实施例 7 所述，如果当进行培养时，用于废水处理的磁性微生物固定载体积聚在任一培养室中，如果需要可通过使用强电磁铁等，容易地回收磁性载体。通过将回收的磁性载体输送到另一现有处理室，可改进处理效率，此外，载体还可用作另一处理室的接种材料。

10 此外，例如，如下面实施例 8 所述，本发明的载体还可用于混合培养系统的水处理中。有时采用混合微生物培养系统处理废水。在某种情况下，最好将微生物的混合比调整到合适的比例。通过分别在处理室 1 和 2 中，用适当比例不同种类的固定微生物培养磁性载体，并有意控制特定的微生物处理速率，与传统的混合培养系统相比，可改善处理效率。

15 此外，例如，如下面的实施例 9 所述，本发明的大量磁性载体可牢固地附着在永磁体板上，上述永磁体板设置在挤压成形的处理室中，因而，即使被处理的水以很高的速度流过，微生物也能保持很高的密度，从而可改进处理效率。

本发明的磁性微生物固定载体上固定有大量的微生物。此外，通过施加磁场，可很容易地控制载体的运动。因此，可高效率地进行废水处理。此外，根据本发明，可容易地生产这种磁性微生物固定载体。

## 20 实施例

下面通过实施例详细描述本发明的内容，然而，实施例不应限制本发明的保护范围。

### 实施例 1

#### 磁性微生物固定载体的生产

25 将 12.5g 丙烯酰胺单体、0.6g N, N' - 乙烯 - 双 - 丙烯酰胺、1ml N, N, N', N' - 四乙基 1, 2 - 乙二胺和 0.5g 藻酸钠溶解在蒸馏水（最终体积为 75ml）中，并使 1 - 3 %（w/v）的磁性粉末悬浮在生成的溶液中，由此制备水溶液（A）。

另一方面，通过离心分离沉淀从污水处理厂收集到的污泥，并进行浓缩，使挥发飘浮物质的含量大约占 1 - 3 %，得到微生物悬浊液（B）。

30 使水溶液（A）流过双管喷嘴的外管（外管出口的内径：2.0mm，内管出





口的内径: 1.5mm, 内管出口的外径: 1.7mm), 而悬浊液 (B) 则流过内管, 使水溶液 (A) 和悬浊液 (B) 在喷嘴顶部瞬时混合形成液滴。预先将水溶液 (A) 冷却到 4°C。通过使用滚子泵, 控制悬浊液 (B): 水溶液 (A) 的体积比大约是 5:2.5—5:3。然后使在双管喷嘴顶部形成的液滴滴入含有 3% 甲酸钙和 0.5% 过硫酸铵的水溶液 (C) 中。预先将水溶液 (C) 冷却到 4°C。当液滴滴入水溶液 (C) 中时, 瞬时形成藻酸钙膜, 得到粒状小球。使小球在水溶液 (C) 中滞留 30 分钟, 通过丙烯酰胺单体与如 N, N'-乙烯-双-丙烯酰胺等交联剂之间的交联完成凝胶, 并将超-顺磁体和微生物裹在胶体中, 水溶液 (A) 和悬浊液 (B) 的混合物被藻酸钙膜裹住。用这种方式可得到被藻酸钙膜裹住的, 具有适当强度的小球形磁性微生物固定载体。

用水冲洗得到的磁性载体, 然后为了形成小孔更多的磁性载体, 将其浸没在 0.05M 的磷酸钾中, 以便从表面层析出藻酸钙。用这种方式可得到平均粒径大约为 3mm 的小球形的磁性微生物固定载体。

#### 实施例 2

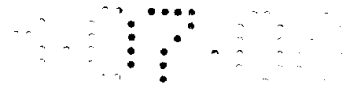
用于去除  $\text{NO}_3^-$ -N (硝酸盐氮) 的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体的生产用下列方式可制备出代替聚丙烯酰胺胶的含有 PVA 胶的磁性微生物固定载体, 用反硝化菌作微生物 (下文称作“固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体”)。

将磁性粉末悬浮在含有 0.8% 藻酸钠的 12% 的 PVA 水溶液中, 使小球中磁性粉末的最终浓度为 15g/l, 由此制备出水溶液 (A)。

另一方面, 通过离心分离将反硝化菌培养物浓缩到大约 50g/l (干基重量), 得到微生物悬浊液 (B)。

用与实施例 1 相同的方式, 采用双管喷嘴形成球状小球。在这种情况下, 通过滚子泵控制悬浊液 (B): 水溶液 (A) 的体积比, 使得在小球中磁铁矿石的含量为 15g/l, 反硝化菌的浓度为 10g/l (干基重量)。将液滴滴入水溶液 (C) 得到的球形小球冷冻到 -20°C, 照这样滞留 24 小时。通过这种处理, 完成通过交联反应的凝胶, 并将超-顺磁体和反硝化菌裹在得到的胶体中。用这种方式可得到被藻酸钙膜裹住的, 具有适当强度的小球形固定有反硝化菌的 PVA 载体。

用水冲洗得到的磁性载体, 然后为了形成小孔更多的磁性载体, 将其浸没在 0.05M 的磷酸钙中, 以便从表面层析出藻酸钙。用这种方式可得到平均粒径



大约为 3mm 的小球形的多孔的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体。

### 实施例 3

将磁性微生物固定载体用于间歇处理法

将在实施例 1 中得到的多孔磁性微生物固定载体 1 的废水悬浊液放入处理室 2 中（见图 1A）。然后，通过放置在处理室 2 下部的磁铁 3 施加一向上的磁场，迫使磁性载体 1 聚集和沉淀（见图 1B）。然后抽走上清液作为处理后的水（见图 1C）。

在随后的间歇培养中，将留在处理室 2 中的磁性载体 1 用于接种。此外，保留在磁性载体 1 中的微生物量几乎是恒定的，因此，可将废水的进水量与响应的处理后水的排出量设定为一恒定值。

### 实施例 4

将磁性微生物固定载体用于流化床处理法（1）

如图 2A 所示，将在实施例 1 中制成的多孔磁性微生物固定载体 1 的废水悬浊液放入处理室 2 中，处理室 2 设置有环绕它的四个磁性线圈 4。随后，通过给处理室下部的两个磁性线圈 4 接通电流，产生磁场，由此磁性载体 1 向下运动（见图 2A）。然后，通过给处理室上部的两个磁性线圈 4 接通电流，产生磁场，由此磁性载体 1 向上运动（见图 2B）。通过重复这种交替的运行，可使磁性载体 1 运动，形成流化床。

### 实施例 5

将磁性微生物固定载体用于流化床处理法（2）

将在实施例 1 中制成的多孔磁性微生物固定载体 1 的废水悬浊液放入处理室 2 中，在处理室 2 的中心设置有金属心 5 和环绕它的磁性线圈 4。随后，通过给磁性线圈 4 接通电流，产生磁场，由此使磁性载体 1 聚集在金属心 5 的周围（见图 3A）。当中断电流时，磁性载体 1 会分散开（见图 3B）。通过重复这种交替的运行，可使磁性载体运动，形成流化床。

### 实施例 6

将磁性微生物固定载体用于固定床处理法

将在实施例 1 中制成的多孔磁性微生物固定载体 1 的废水悬浊液放入处理室 2 中，在处理室 2 的两侧设置有磁性线圈 4 和 4'。随后，通过只给处理室 2 外的左侧磁性线圈 4 接通电流，产生磁场，由此使磁性载体 1 聚集在处理室 2

的左侧（见图 4A）。然后，中断进入左侧磁性线圈 4 的电流，通过给右侧的磁性线圈 4' 接通电流，产生磁场，由此使磁性载体 1 聚集在处理室 2 的右侧（见图 4B）。通过从状态 A 转换到状态 B，然后以几秒的间隔立即从状态 B 转换到状态 A，由此可防止形成废水短路，以及固定床堵塞。

5 实施例 7

利用磁性微生物固定载体作改进处理效率的物质或接种物质

将在实施例 1 中制成的多孔磁性微生物固定载体 1 放入培养室 6 中，在最适合微生物生长的状况下培养微生物。培养室内储存着其上固定有大量微生物的磁性载体（见图 5A）。然后将强电磁铁 7 插入培养室 6，用以回收磁性载体  
10 1（见图 5B），将回收到的磁性载体 1 引入处理室 2，作为改进处理物质或接种物质（见图 5C）。

实施例 8

将磁性微生物固定载体用于混合培养处理法

分别在处理室 2 和 2' 中，保存和培养根据实施例 7 所述方法储存的固定有  
15 产酸菌的磁性载体 1 和固定有产甲烷菌的磁性载体 1'（见图 6）。由于产甲烷菌的生长速率明显低于产酸菌的生长速率，大量的固定有产甲烷菌的载体 1 被引入处理室 2'。通过给位于处理室 2 和 2' 上部的磁性线圈 4 接通电流，施加一向上的磁场。然后中断进入磁性线圈 4 的电流，通过给磁性线圈 4' 接通电流，施加一向下的磁场。通过以几秒的间隔，用这种方式转换磁场的方向，可在每  
20 一室中形成流化床或固定床。借助于隔板 8 上部设置的凹槽，可使废水定量地从处理室 2 溢流到处理室 2'。

实施例 9

将磁性载体用于挤压成形的处理室

图 7 是设置有多个永磁体 9 的处理室 2 的顶部断面图。这些磁铁呈波纹状，  
25 以增大表面积，它们还起隔板的作用。通过使大量的磁性载体 1 吸附在具有大表面积的永磁体 9 上，并将它们保持住，可使处理室 2 中保持很高的微生物浓度。废水沿箭头所示方向沿伸长的路径流过处理室，在这一过程中，固定在磁性载体 1 上的微生物对废水进行处理。由于磁力的作用，磁性载体 1 牢固地保持在处理室中，即使废水以很高的流速流过，载体也不会流出。

30 实施例 10



用除去  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  (硝酸盐氮) 的固定有反硝化菌的磁性载体, 用间歇处理法除去硝酸盐氮

用与实施例 1 相同的方式生产多孔的固定有反硝化菌的磁性载体。用多孔的固定有反硝化菌的磁性载体处理浓度为  $30\text{mg}/1$  的含氮 (以  $\text{NO}_3^-$  计) 废水, 测量硝酸盐氮去除率随时间的变化。作为比较实施例, 以同样的方式, 用没固定在载体上的反硝化菌处理同样的废水, 来测量硝酸盐氮去除率随时间的变化。图 8 显示了硝酸盐氮去除率随时间的变化情况, 其中分别采用了多孔的固定有反硝化菌的磁性载体和没有固定在载体上的反硝化菌。从图 8 可以看出, 本发明的固定有反硝化菌的磁性载体的硝酸盐氮去除率比没有固定的反硝化菌的硝酸盐氮去除率高大约 4 倍, 这表明了处理效率。

#### 实施例 11

用除去  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  (硝酸盐氮) 的固定有反硝化菌的磁性载体, 用固定床处理法除去硝酸盐氮

用与实施例 1 相同的方式生产多孔的固定有反硝化菌的磁性载体。通过连续处理法, 用多孔的固定有反硝化菌的磁性载体处理浓度为  $90\text{mg}/1$  的含氮 (以  $\text{NO}_3^-$  计) 废水, 测量硝酸盐氮去除率随时间的变化。图 9 显示出采用多孔的固定有反硝化菌的磁性载体时, 硝酸盐氮去除率随时间的变化情况。从图 9 可以看出, 本发明的磁性载体在运行开始后大约 40 小时具有高处理率。在这种连续处理法中, 平均水利停留时间为 24—30 小时。

#### 实施例 12

用除去  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  (硝酸盐氮) 的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体, 用间歇处理法除去硝酸盐氮

用在实施例 2 中制成的多孔的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体处理浓度大约为  $85\text{mg}/1$  的含氮 (以  $\text{NO}_3^-$  计) 废水, 测量硝酸盐氮去除率随时间的变化。通过在  $300\text{ml}$  锥形烧瓶中放入  $200\text{ml}$  上述废水, 和  $20\text{g}$  上述多孔的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体, 然后用搅拌器以  $200\text{rpm}$  的转速搅拌该混合物, 由此进行上述处理。

图 10 显示出采用多孔的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体, 硝酸盐氮去除率随时间的变化情况。从图 10 可以看出, 多孔的固定有反硝化菌的 PVA 磁性载体在运行开始后大约 40—50 小时具有高处理率。



说明书附图

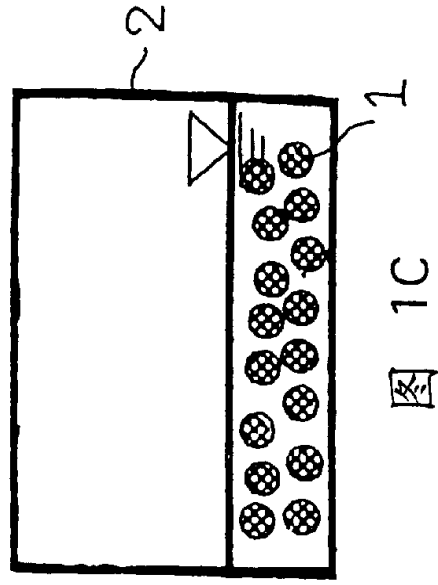


图 1C

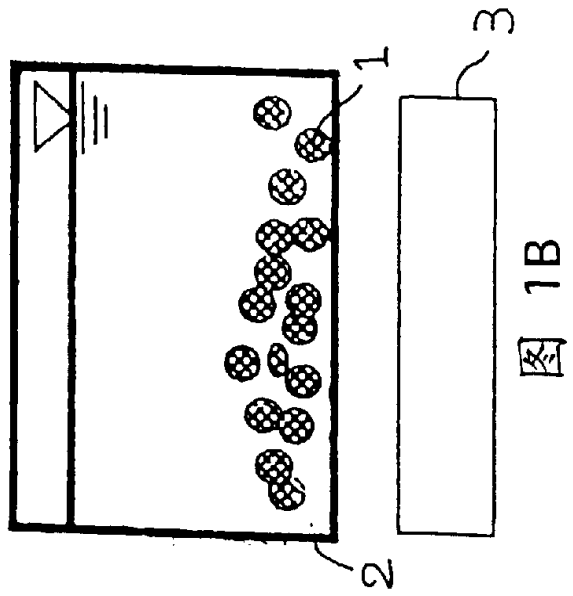


图 1B

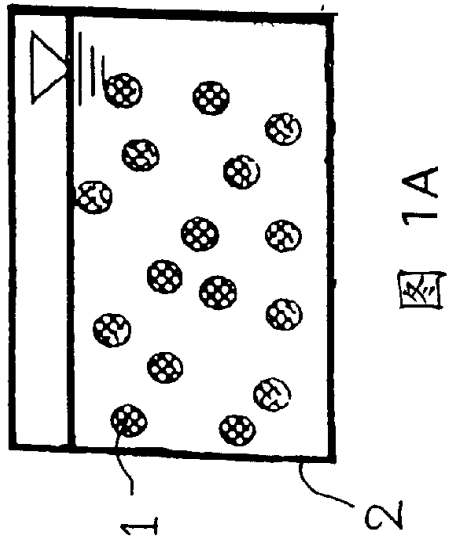


图 1A

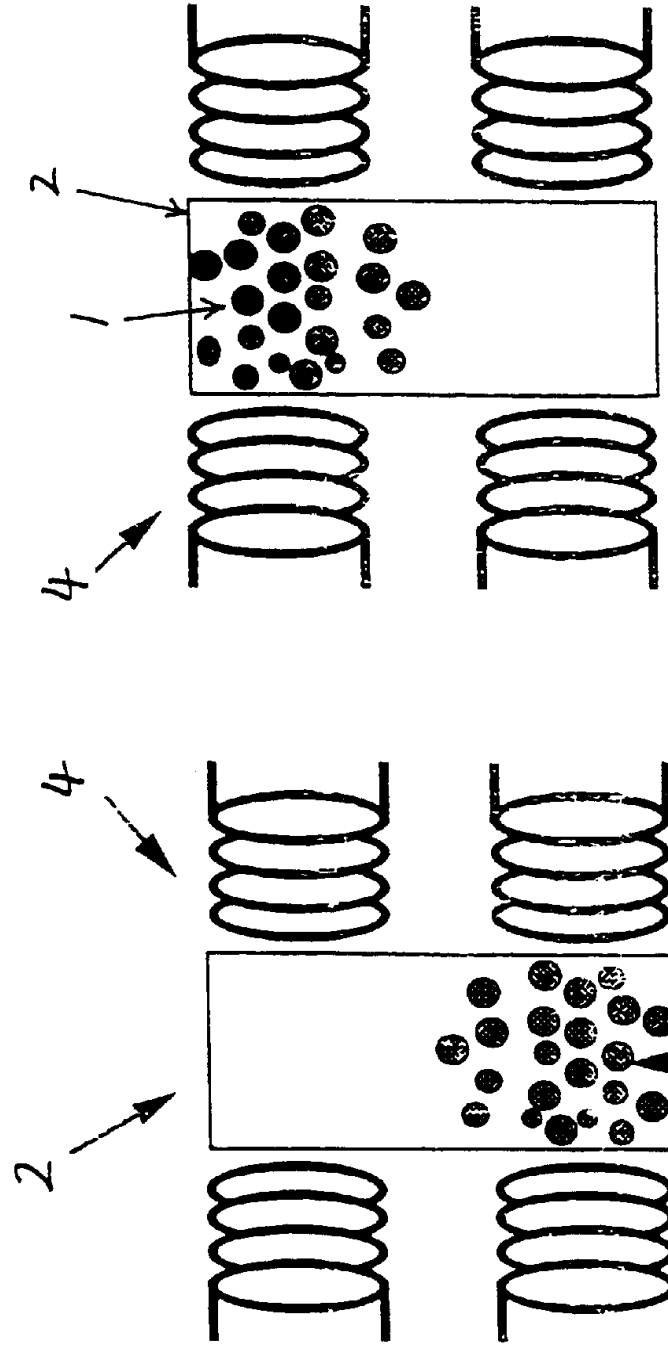


图 2B

图 2A

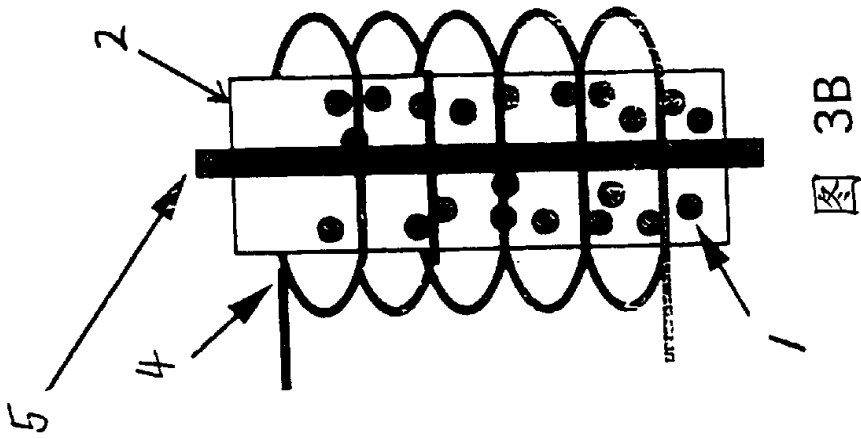


图 3B

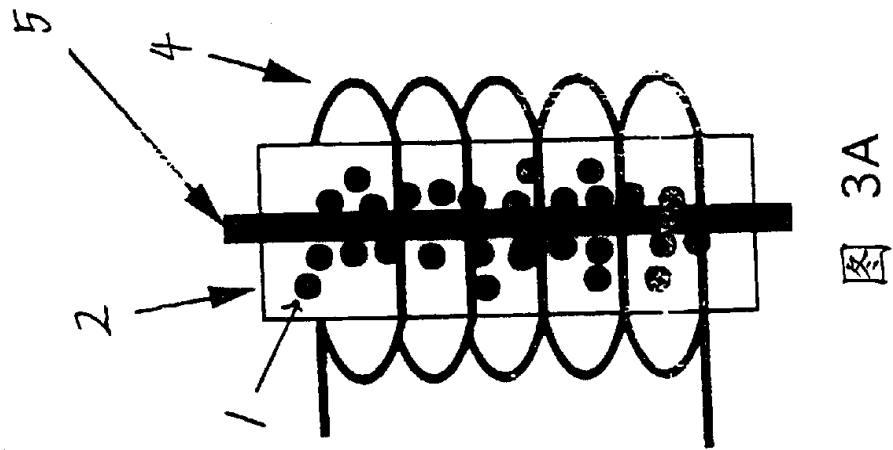


图 3A

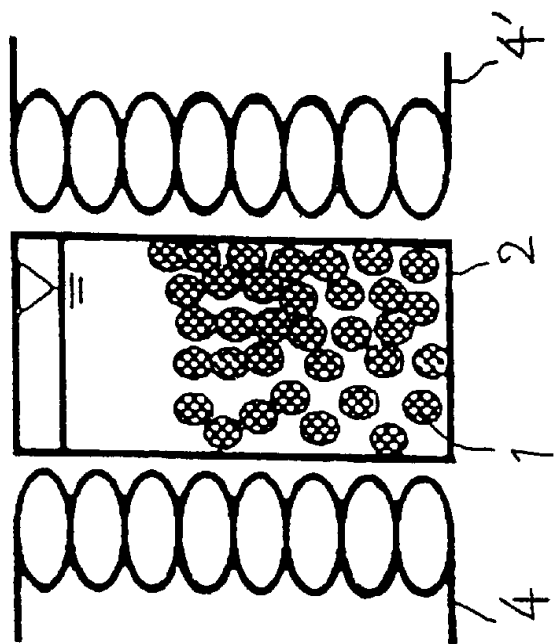


图 4B

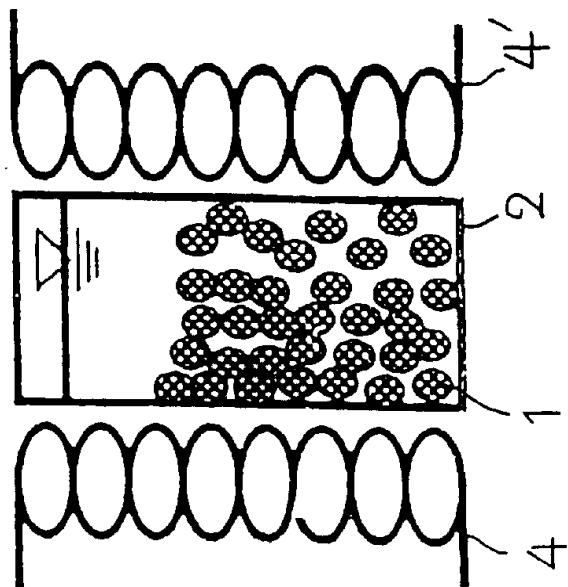


图 4A



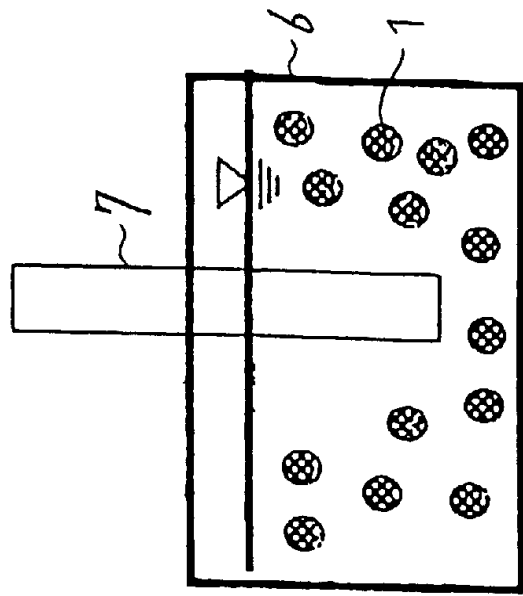


图 5C

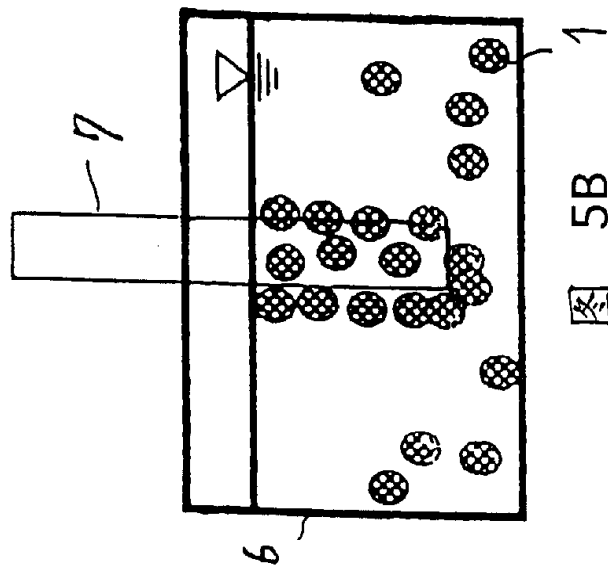


图 5B

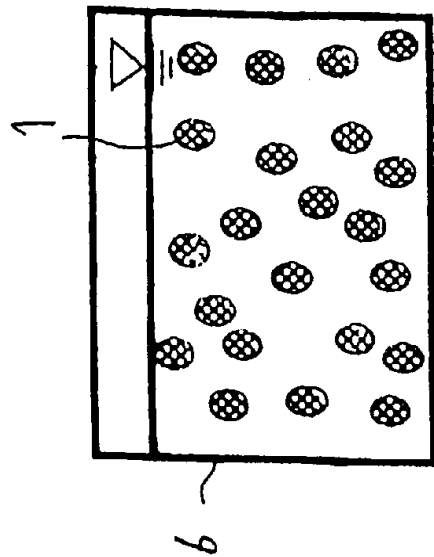


图 5A

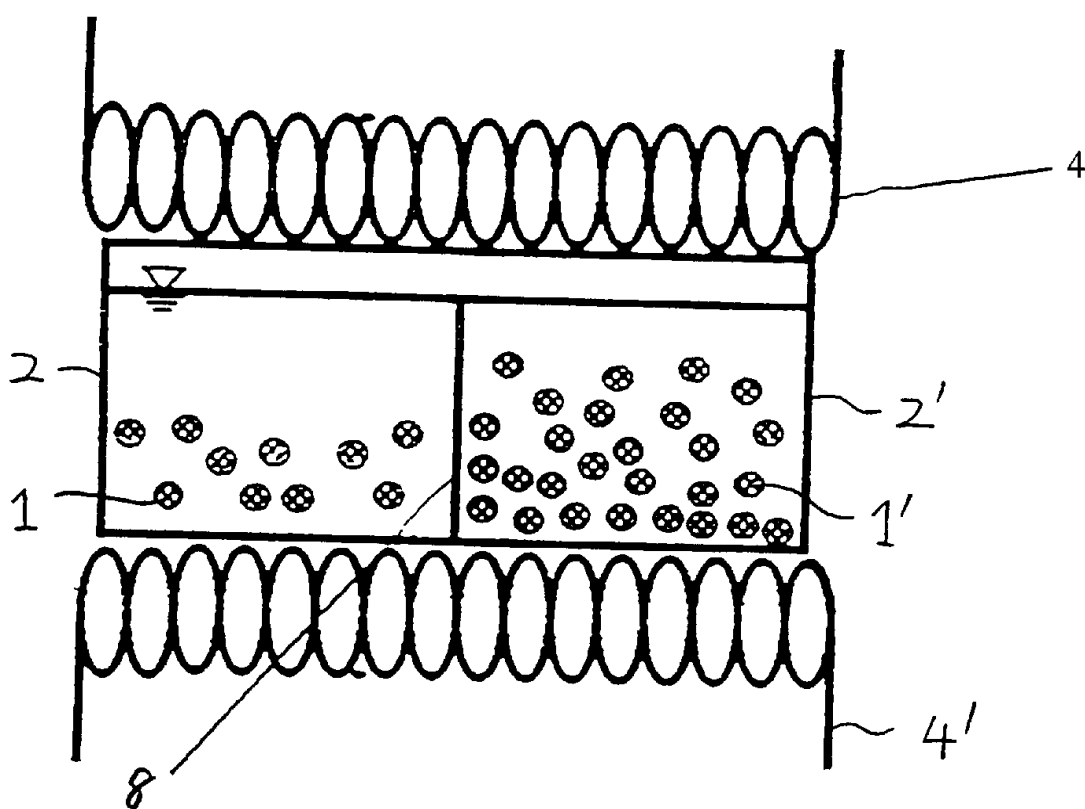
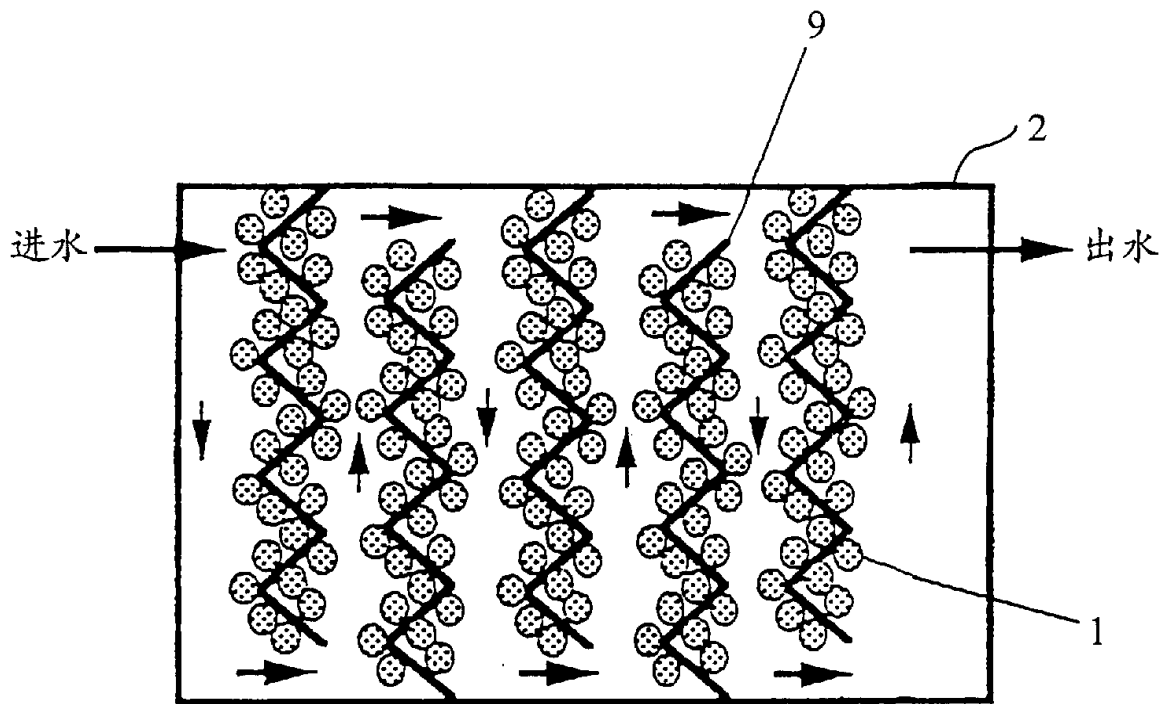


图 6



处理室的顶部截面图

图 7

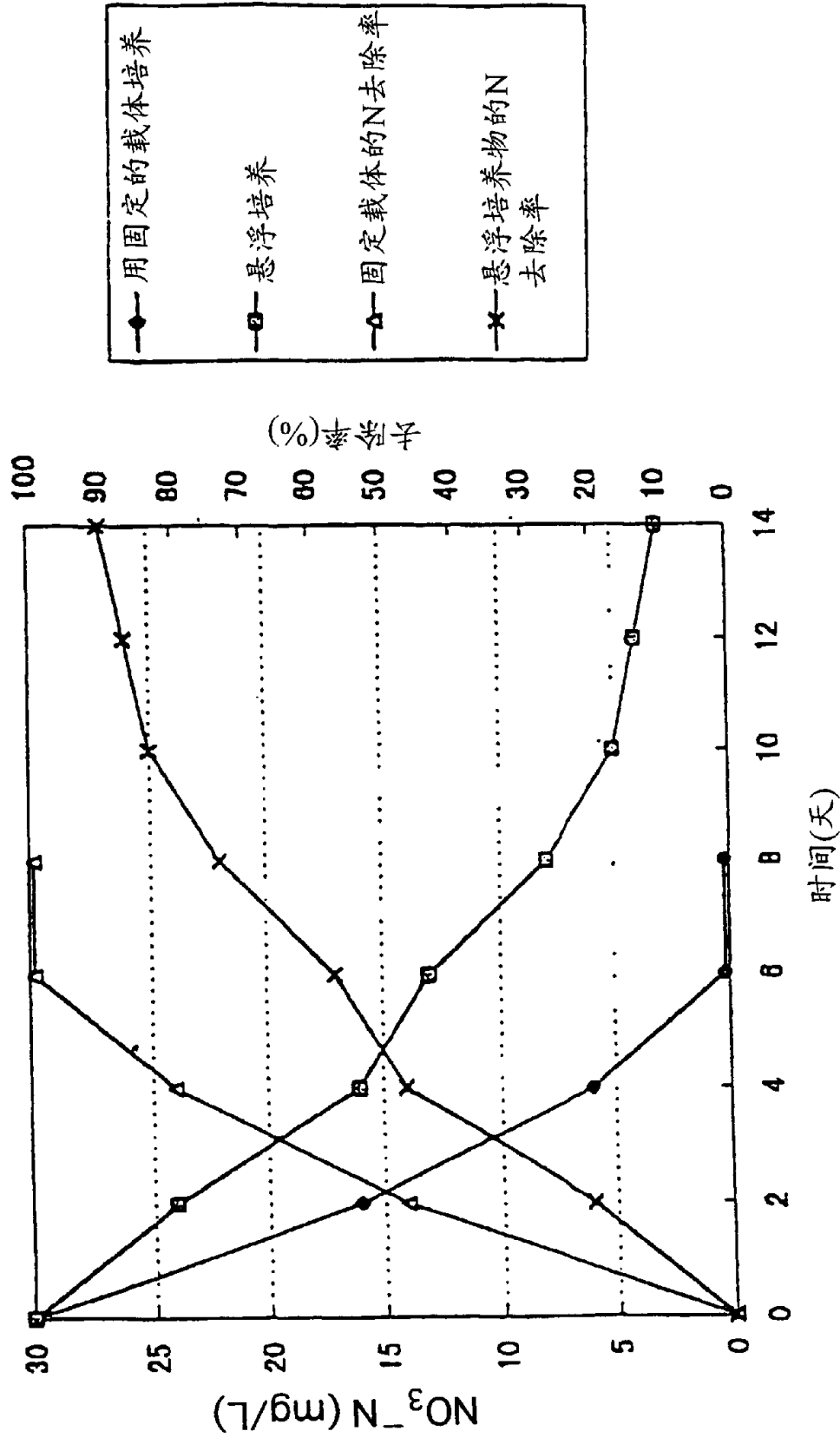


图 8

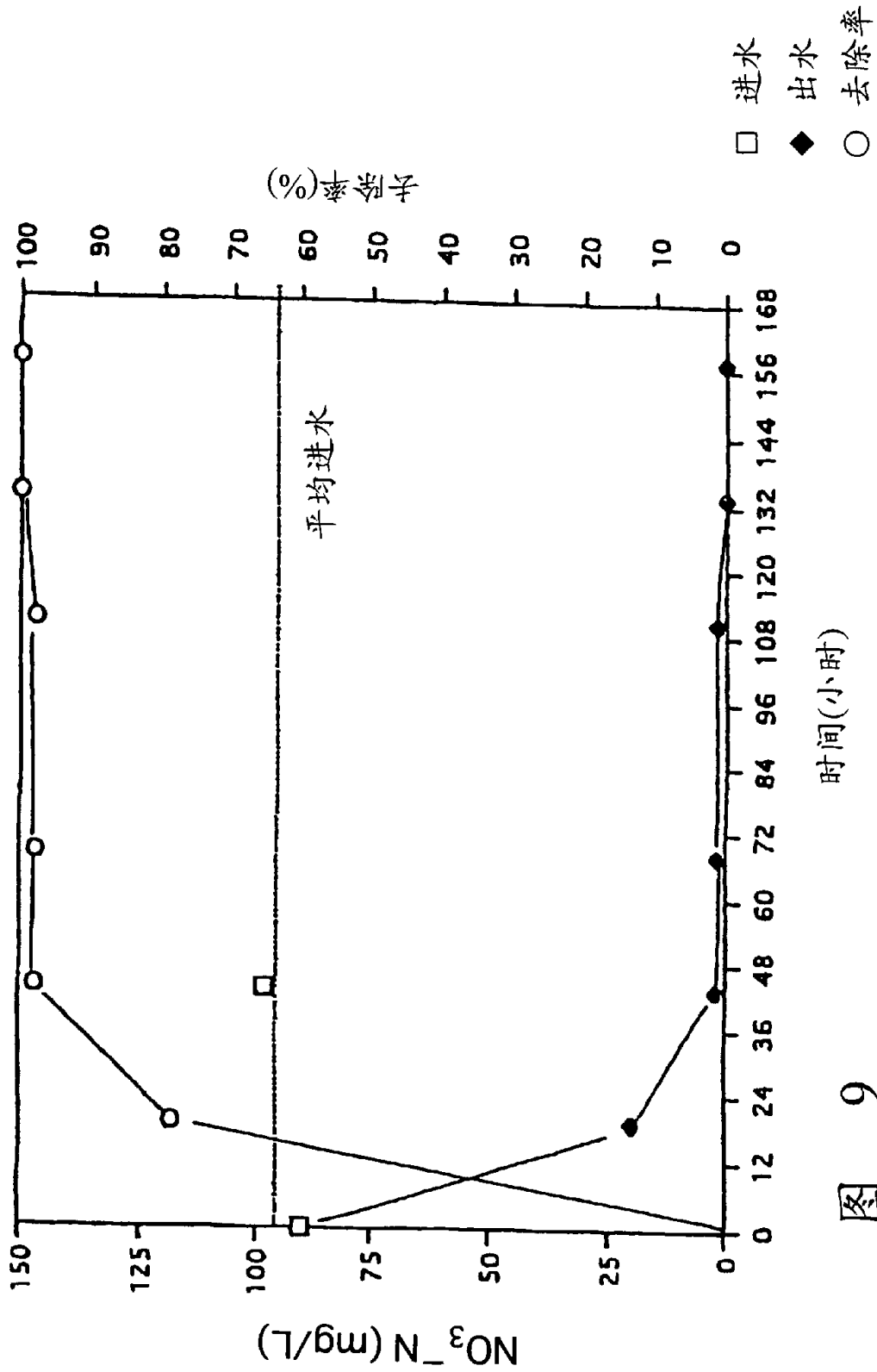


图 9

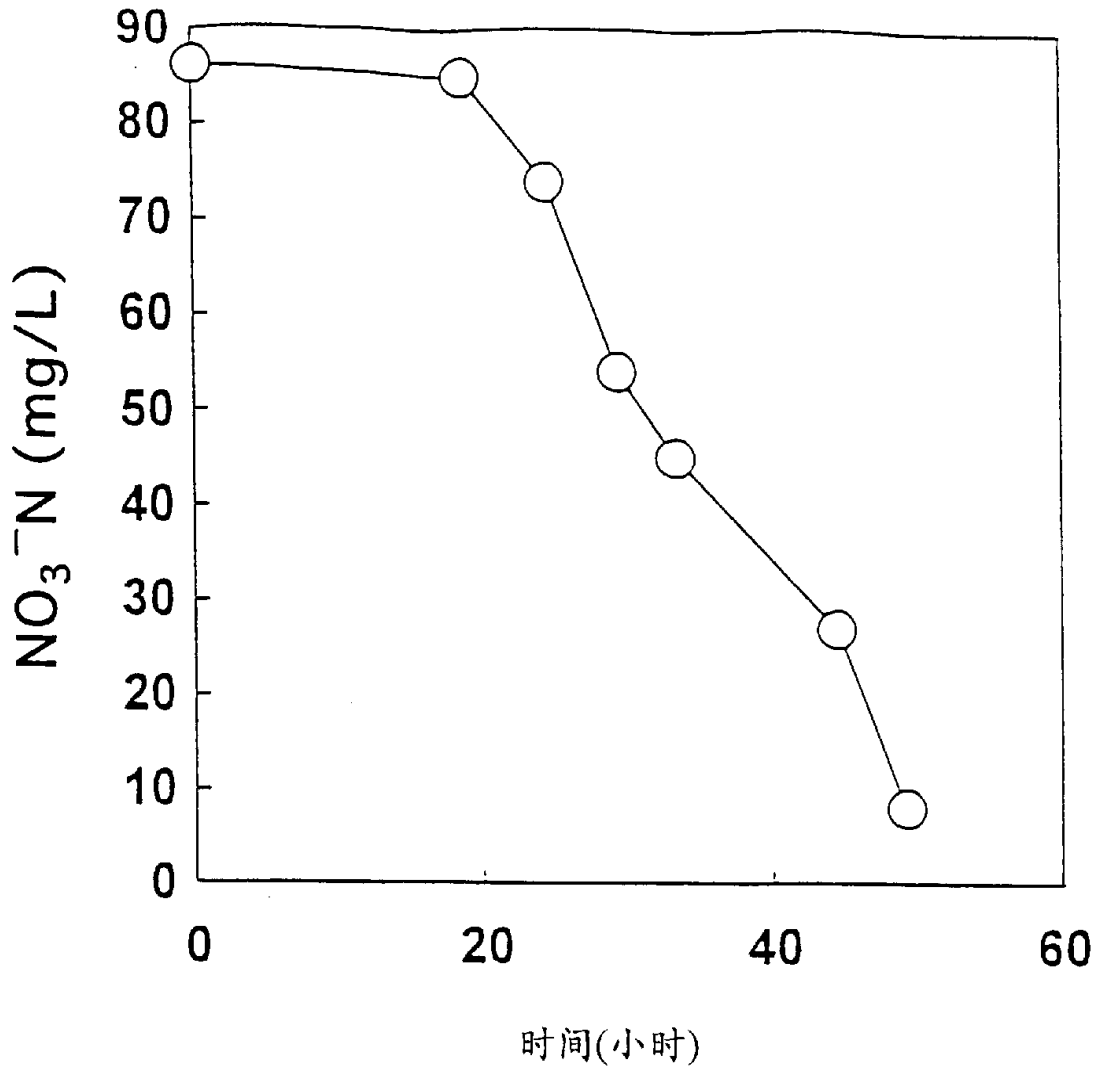


图 10