[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B01D 61/48 (2006.01)
C02F 1/469 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380104669.5

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100548449C

[22] 申请日 2003.10.16
[21] 申请号 200380104669.5
[30] 优先权
[32] 2002.10.16 [33] US [31] 60/418,834
[86] 国际申请 PCT/US2003/032920 2003.10.16
[87] 国际公布 WO2004/035663 英 2004.4.29
[85] 进入国家阶段日期 2005.5.31
[73] 专利权人 阿奎泰克国际公司
地址 美国宾夕法尼亚
[72] 发明人 R·奇达姆巴兰 P·雷那
D·沙玛 N·比斯特
[56] 参考文献
US6379518B1 2002.4.30
CN2394705Y 2000.9.6
CN1220618A 1999.6.23
审查员 雷 军
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 任宗华

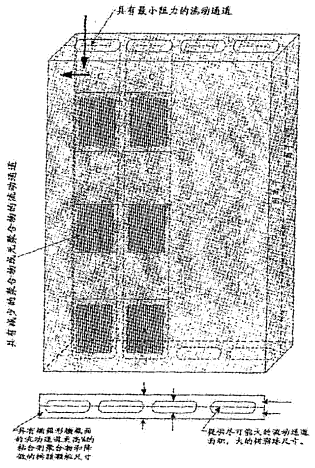
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 9 页

[54] 发明名称

离子交换介质的制备方法

[57] 摘要

本发明提供了一种离子交换介质，其包括流动通道中的多个阴离子交换区和阳离子交换区，所述流动通道包含在基本上无孔的树脂传输构架内。 在电去离子化和其它可能应用中，本发明的离子交换介质防止水在树脂－膜界面不利的分流，并能促使水在树脂－树脂界面的分流，其中水分流可有利地用于再生树脂。



1. 一种包括至少一个流动通道的离子交换介质，其中所述流动通道包括基本上无孔的树脂传输构架，所述构架包括阳离子树脂侧面和阴离子树脂侧面，其中所述侧面彼此相对；所述阳离子树脂侧面和所述阴离子树脂侧面限定至少一个流动通道，其中阳离子树脂和阴离子树脂位于流动通道内。

2. 权利要求 1 的离子交换介质，其中树脂包括树脂传输构架和流动通道内的树脂，并且可以是再生的树脂，用过的树脂或者两者的结合。

3. 权利要求 1 的离子交换介质，树脂传输构架内树脂的平均颗粒尺寸基本上小于流动通道内树脂的平均颗粒尺寸。

4. 权利要求 1 的离子交换介质，其进一步包括阴离子膜和一个阳离子膜，其中所述阳离子膜包围在外并与阳离子树脂侧面接触，所述阴离子膜包围在外并与阴离子树脂侧面接触。

5. 权利要求 4 的离子交换介质，其中所述阴离子膜与所述阴离子树脂侧面连续接触，所述阳离子膜与所述阳离子树脂侧面连续接触。

6. 权利要求 1 的离子交换介质，其中所述树脂传输构架基本上防止所有水通过所述树脂传输构架从流动通道的边界向外的流动。

7. 权利要求 1 的离子交换介质，其中所述树脂传输构架包括粘合剂，所述流动通道包括粘合剂，并且其中所述树脂传输构架中的所述粘合剂的含量高于所述流动通道中的所述粘合剂的含量。

8. 权利要求 7 的离子交换介质，其中所述树脂传输构架包括具有第一孔隙率的第一粘合剂，所述流动通道包括具有第二孔隙率的第二粘合剂，并且其中所述第二孔隙率大于所述第一孔隙率。

9. 权利要求 1 的离子交换介质，其中所述基本上无孔的树脂传输构架包围所述流动通道。

10. 一种电去离子化装置，其包括至少一个稀释室、至少一个浓缩室和至少一个电极，其中所述稀释室包括权利要求 1 的离子交换介质。

11. 一种包括基本上无孔的树脂传输构架的离子交换介质，其中所述树脂传输构架包括在界面相交的阳离子树脂侧面和阴离子树脂侧面，所述阳离子树脂侧面和所述阴离子树脂侧面限定至少一个流动通道，其中所述流动通道包括与所述无孔的树脂传输构架接触的交替的阳离子树脂区和阴离子树脂区。

12. 一种制造离子交换介质的方法，其包括以下步骤：

1）提供一个无孔的阳离子树脂侧面，其中所述无孔的阳离子树脂侧面通过以下步骤形成：

a）提供一种无孔的阳离子树脂，

b）干燥所述阳离子树脂，

c）研磨所述阳离子树脂，

d）任选地筛分所述阳离子树脂，

e）将所述阳离子树脂浸渍在粘合剂中以形成阳离子树脂混合物，

f）部分干燥所述阳离子树脂混合物，

g）将所述阳离子树脂混合物成形，和

h）完全干燥所述阳离子树脂混合物；

2）提供一个无孔的阴离子树脂侧面，其中所述无孔的阴离子树脂

侧面通过以下步骤形成:

a）提供一种无孔的阴离子树脂，

b）干燥所述阴离子树脂，

c）研磨所述阴离子树脂，

d）任选地筛分所述阴离子树脂，

e）将所述阴离子树脂浸渍在粘合剂中以形成阴离子树脂混合物，

f）部分干燥所述阴离子树脂混合物，

g）将所述阴离子树脂混合物成形，和

h）完全干燥所述阴离子树脂混合物;

3)将所述阳离子树脂侧面和阴离子树脂侧面结合以使其在一个界面相交，以形成无孔的树脂传输构架，所述传输构架包括至少一个在界面通过所述传输构架并沿着传输构架的长度纵向延伸的空隙；和

4)用多个交替的多孔的第二阳离子树脂层和多孔的第二阴离子树脂层填充所述空隙，以形成至少一个流动通道。

13. 权利要求 12 的方法，包括在填充所述空隙之前的一个附加步骤，所述附加步骤为将每一种所述阴离子树脂和阳离子树脂粘合成具有与所述空隙横截面相应形状的多个区段。

14. 一种在水的电去离子化过程中限制水分流至树脂－树脂双极性界面的方法，包括限制水的流动至一流动通道，所述流动通道包括交替的阳离子树脂区和阴离子树脂区，所述树脂区位于基本上无孔的树脂传输构架内，所述传输构架包括阴离子树脂侧面和阳离子树脂侧面，其中阴离子树脂侧面置于树脂区和阴离子膜之间，并且其中阳离子树脂侧面置于树脂区和阳离子膜之间。

离子交换介质的制备方法

在先临时申请的优先权

当前实用专利申请要求2002年10月16日提交的题为“离子交换介质的制备方法（Method for Preparing an Ion Exchange Media）”、以发明人Ravi Chidambaran，Pavan Raina和Devesh Sharma作为申请人的同时待审的美国临时专利申请系列No.60/418,834的优先权。

发明背景

1. 发明领域

本发明涉及一种制备在电去离子化工艺中使用的复合离子交换介质的方法。本发明能有效的区分稀释室内介质的不同功能，并描述了一种新的制备方法，这种方法能满足预定的功能并能提高其性能。

现已发现在稀释流室中该介质具有多种功能。例如：离子交换，将在稀释室中收集的去离子化离子传输到浓缩室。这些步骤必须在特定的速率下进行，而且动力学由流过系统的水流和靠水流传输的离子负载量决定。当水流被由系统产生的压差限制时，离子负载量也被系统的传输能力所限制，该传输能力包括将离子传送到浓缩室并再生的能力，由此可连续地生成质量稳定的水。对于每种功能（流动和传输）都有一个最佳的构型、形式和制备方法，如按照统一的设计方案则不能实现最佳的功能。如果对整个介质的设计是统一的，则只能有效地行使其中的某一个功能，而其它功能的性能将会在最佳水平之下。

本发明包括对这些功能的机理的以及其中有关的局限性逐步详细研究。通过对该介质构型的有效结合已经克服了这些局限性，其允许通过分离这些需求并通过在特定区域以有效的方式发生来运用这些功能。

发明概述

电去离子化工艺中稀释室的离子交换介质需要满足以下两个条

件:

1.通过供应待去离子化的水，有效地交换供入的离子负载；和

2.将离子传输至浓缩室,同时保持为高的再生形式。

通过几组实验我们可以清楚的看到，如果流量必须达到最大，介质就必须为流动通道提供最小的阻力。然而考虑到体系将离子传送到浓缩室的能力，这样做对厚度会有一个限制。这样将很快看到质量劣化，从而需要减少流量以维持品质。在操作过程中，当叠层（stack）开始运转或者叠层耗尽（exhaustion）后再生时，也可以从达到预定质量所需的时间看出这个问题。

同时，如果介质由精细树脂颗粒制成，则用来达到预定品质的时间证明离子传输明显改善，但是达到的流量不令人满意。

因此，以最佳比例综合考虑以上两点得到本发明的介质，以使介质控制其内部离子的流动和传输，并直至浓缩的性能在一定的基础上不会限制产品质量。

该介质大致包括两部分。多孔部分，为了易于描述称其为部分 1，和传输构架（framework），为了易于描述称其为部分 2。介质中的多孔部分有以下几点需要加以注意:

A]. 部分 1 必须尽可能地具有一致的孔形式，以使水流量能达到最大值。介质的这个部分如果尺寸减小，将会对水流产生阻力。

B]. 复合介质中的部分 1 应该形成较大的体积，以便增加流通过该体系的机会能够最大化。

C]. 部分 1 还必须保留再生，以维持离子传输的效率。因此，该介质必须一直处于可以连续不断地得到再生离子的环境中。

D]. 因此要实现上面 C 中提到的目标，所有双极性位点必须特意地在此通道中产生。

E]. 发生在树脂－树脂界面的水分流仅仅产生必要的再生离子，其可有效用于再生，在这个基础上运用所述原则，由此特意消除树脂膜界面的任何水分流。

F]. 这部分的设计通过提供一个水流分隔件（divider）作为介质

的一部分，使水沿着介质宽度均匀分布。因此，介质中水覆盖的长度取决于介质内水进入的位置或介质孔隙率的差别。由此这可不引入惰性材料就能实现。

对于传输构架部分 2 需要定义以下几点：

A]. 复合介质中部分 2 的主要功能是以能够使离子有效传输到浓缩室的方式促使离子传输到浓缩室。

B]. 介质的部分 2 在介质的部分 1 周围形成一个用于容纳流体的构架。

C]. 因为制造这部分的精细颗粒尺寸和结构的紧密性，介质的这个部分不会促进流体流动。然而，介质会变湿但仍然保持高导电离子传输的环境。

D]. 介质部分 2 保证其任何一侧面（side）都与膜离子交换表面几乎无缝地接触，而且与基础介质，即部分 1 完全接触。因此，在靠近膜的地方没有水通道，而这个问题在很多设计中都会出现。如果这个部分使用用过的(exhausted)树脂制成，出现水通道的机会就更少，因为再生使树脂膨胀而使它更紧密的压在膜表面上。

介质的部分 2 质地平滑而且柔软，因此几乎在一侧面变成了介质的一部分，在另一侧面成为多孔介质的延伸。当树脂没有完全再生时，也能完全消除水从边界层缝隙流过。

E]. 制备该介质使其具有精细的表面，以保证膜与多孔介质表面完全接触，因此没有离子运动的缝隙，而离子运动是为了在稀释室内提供连续离子交换环境。

F]. 虽然大部分构架接近于膜表面，部分构架同样延伸以形成多孔介质的流动限定通道，由此流动通道能够保持通过介质的长度而没有引入惰性介质。

G]. 附在离子交换膜上的传输构架使整个介质表面都能用于将离子穿过稀释室的传输中，并能消除降低传输效率的膜－树脂双极性位点。

H]. 最小化和最优化双极性连接，使其仅在树脂－树脂双极性表

面，因此通过阻止任何不希望的水分流来降低能耗。

因此，本发明提供：

(1) 一种包括至少一个流动通道的离子交换介质，其中所述流动通道包括基本上无孔的树脂传输构架，所述构架包括阳离子树脂侧面和阴离子树脂侧面，其中所述侧面彼此相对；所述阳离子树脂侧面和所述阴离子树脂侧面限定至少一个流动通道。

(2) 上述第(1)项的离子交换介质，其中阳离子树脂和阴离子树脂位于流动通道内。

(3) 上述第(2)项的离子交换介质，其中树脂包括树脂传输构架和流动通道内的树脂，并且可以是再生的树脂，用过的树脂或者两者的结合。

(4) 上述第(2)项的离子交换介质，树脂传输构架内树脂的平均颗粒尺寸基本上小于流动通道内树脂的平均颗粒尺寸。

(5) 上述第(1)项的离子交换介质，其进一步包括阴离子膜和一个阳离子膜，其中所述阳离子膜包围在外并与阳离子树脂侧面接触，所述阴离子膜包围在外并与阴离子树脂侧面接触。

(6) 上述第(5)项的离子交换介质，其中所述阴离子膜与所述阴离子树脂侧面连续接触，所述阳离子膜与所述阳离子树脂侧面连续接触。

(7) 一种电去离子化装置，其包括至少一个稀释室、至少一个浓缩室和至少一个电极，其中所述稀释室包括上述第(1)项的离子交换介质。

(8) 上述第(1)项的离子交换介质，其中所述树脂传输构架基本上防止所有水通过所述树脂传输构架从流动通道的边界向外的流动。

(9) 上述第(2)项的离子交换介质，其中所述树脂传输构架包括粘合剂，所述流动通道包括粘合剂，并且其中所述树脂传输构架中的所述粘合剂的含量高于所述流动通道中的所述粘合剂的含量。

(10) 上述第(9)项的离子交换介质，其中所述树脂传输构架中的所述粘合剂与所述流动通道中的所述粘合剂相同，或其中所述树脂传输构架中的所述粘合剂与所述流动通道中的所述粘合剂不同，或其中

所述流动通道中的所述粘合剂是所述树脂传输构架中的粘合剂与另外一种粘合剂的结合物。

(11) 上述第(9)项的离子交换介质，其中所述树脂传输构架包括具有第一孔隙率的第一粘合剂，所述流动通道包括具有第二孔隙率的第二粘合剂，并且其中所述第二孔隙率大于所述第一孔隙率。

(12) 一种包括基本上无孔的树脂传输构架的离子交换介质，其中所述树脂传输构架包括在界面相交的阳离子树脂侧面和阴离子树脂侧面，所述阳离子树脂侧面和所述阴离子树脂侧面限定至少一个流动通道，其中所述流动通道包括与所述无孔的树脂传输构架接触的交替的阳离子树脂区和阴离子树脂区。

(13) 一种制造离子交换介质的方法，其包括以下步骤：

1)提供一个无孔的阳离子树脂侧面，其中所述无孔的阳离子树脂侧面通过以下步骤形成：

a) 提供一种无孔的阳离子树脂，

b) 干燥所述阳离子树脂，

c) 研磨所述阳离子树脂，

d) 任选地筛分所述阳离子树脂，

e) 将所述阳离子树脂浸渍在粘合剂中以形成阳离子树脂混合物，

f) 部分干燥所述阳离子树脂混合物，

g) 将所述阳离子树脂混合物成形，和

h) 完全干燥所述阳离子树脂混合物；

2)提供一个无孔的阴离子树脂侧面，其中所述无孔的阴离子树脂侧面通过以下步骤形成：

a) 提供一种无孔的阴离子树脂，

b) 干燥所述阴离子树脂，

c) 研磨所述阴离子树脂，

d) 任选地筛分所述阴离子树脂，

e) 将所述阴离子树脂浸渍在粘合剂中以形成阴离子树脂混合物，

f) 部分干燥所述阴离子树脂混合物，

g）将所述阴离子树脂混合物成形，和

h）完全干燥所述阴离子树脂混合物；

3)将所述阳离子树脂侧面和阴离子树脂侧面结合以使其在一个界面相交，以形成无孔的树脂传输构架，所述传输构架包括至少一个在界面通过所述传输构架并沿着传输构架的长度纵向延伸的空隙；和

4)用多个交替的多孔的第二阳离子树脂层和多孔的第二阴离子树脂层填充所述空隙，以形成至少一个流动通道。

(14) 上述第(13)项的方法，包括在填充所述空隙之前的一个附加步骤，所述附加步骤为将每一种所述阴离子树脂和阳离子树脂粘合成具有与所述空隙横截面相应形状的多个区段。

(15) 一种在水的电去离子化过程中限制水分流至树脂－树脂双极性界面的方法，包括限制水的流动至一流动通道，所述流动通道包括交替的阳离子树脂区和阴离子树脂区，所述树脂区位于基本上无孔的树脂传输构架内，所述传输构架包括阴离子树脂侧面和阳离子树脂侧面，其中阴离子树脂侧面置于树脂区和阴离子膜之间，并且其中阳离子树脂侧面置于树脂区和阳离子膜之间。

(16) 上述第(1)项的离子交换介质，其中所述基本上无孔的树脂传输构架包围所述流动通道。

附图简要说明

图 1 为用于形成本发明传输构架的分开的阳离子和阴离子树脂床层的示意图。

图 2 描述了本发明一个实施方案中阳离子交换区段和阴离子交换区段的大小。单位为毫米。

图 3 为根据本发明制造的复合介质的分解图。这个实施方案表示在传输构架的阴离子部分和阳离子部分之间的四个流动通道。

图 4 为包括四个流动通道的传输构架的示意图，每个流动通道有 6 个阳离子交换区和 6 个阴离子交换区。

图 5 包括本发明离子交换介质的两种视图。

图 6 表示电去离子化叠层在没有本发明离子交换介质运行时，产

物电阻率对时间的曲线。

图 7 表示电去离子化叠层在其稀释室中包括本发明离子交换介质时，产物电阻率对时间的曲线。

图 8 表示 30 组对电去离子化叠层在其稀释室中包括本发明离子交换介质时，产物电阻率对时间的曲线。

图 9 表示具有水流分隔件的流动通道的两种视图。

发明详述

根据上面所述要求，设计了一种介质，其中所述介质由两种不同树脂构型制成。外部两个部分的传输构架由精细树脂（用粘合剂粘合）制成，其能够变湿但是不会对通过它的水有促进作用。然而，由于其封闭和紧密的构型，其在驱动力的方向能够为离子提供到达浓缩室的有效传输通道。因为传输构架中的阳离子和阴离子部分与其分别类似的阳离子或阴离子膜完全接触，这种传输构架不会产生流过界面层的分流。

为了制造介质的构架部分，无论再生的还是用过的形式的各种树脂都必须在控制的温度下干燥并研磨，以将树脂尺寸减少到 50－150 微米。将研磨后的树脂筛分以保证肯定除去较大颗粒尺寸的颗粒。然后将这种树脂浸渍在粘合介质中，并充分混合使其均匀分布。然后经过足够时间的部分干燥，从而产生面团状的混合物。

一旦该混合物变干到预期稠度水平，其能够形成任何形状或根据设计将其辗或压成传输构架的形状，然后使其完全干燥。构架的厚度可根据由稀释室的长和宽所决定的数量和大小进行调整。随后对稀释室两边的两种树脂进行这种处理，如果分隔件属于构架的一部分，则一起装入盒中。如果分隔件不属于构架的一部分，则用单独的分隔件将其在内部分开以形成流动通道区的确切形状。这些流动通道区在别处还可以称为，例如阳离子或阴离子区，区段，区块（tablet）或区域。这些用来填充盒内的空隙空间。现在整个构架可以容纳介质的第二部分，这使得在空隙空间中可得到流动通道。传输构架的这种设计能适于制造 14 毫米或更厚的不同厚度的稀释室。

流动通道中介质的制备包括：依据树脂的含水量和根据容积密度给定颗粒尺寸的树脂型号，对所需树脂体积的量进行精确计算。所用树脂为 500－650 微米的均匀粒径，并用于介质部分以处理水流。根据介质传输构架部分中纵向通道的形状和大小，该树脂可用粘合剂粘合成不同的形状。这种形状可基于为正方形、圆形、矩形或任何其它横截面。这然后形成流动通道区域的形状。流动通道的阳离子和阴离子区域或区段具有不同尺寸，并可以所需的预定量填充在构架中的空隙空间。该介质部分也可用再生或用过的形式的干燥树脂制造。在构架中，用交替的阳离子或阴离子树脂区段或区块形成预定流动通道以引导所有通过限定的横截面的水流按照纵向方向流过。这些区段可以是正方形、矩形、圆柱形或任何其它的几何形状，其根据空隙形状促进离子从水到树脂的传输。调节纵向流动通道内阳离子和阴离子的比例，以在限定的床深度实现所需的流量和双极性表面面积。根据所需的双极性面积确定和调节区段的数量。为了易于制备，介质保持为粘合形式，或者甚至可以在不使用任何粘合剂时使用。

粘合剂可为低密度聚乙烯或其混合物、天然橡胶、丁基或丁腈橡胶或其组合。但是对于所有两种形式的介质，使用丁腈橡胶可得到最好的效果。

根据传输构架的哪一侧面处于开放状态，区块在构架中封装可以在水平或垂直位置进行。然后封装盒从开口端封闭。对于从顶部或底部封装盒的封装，可使用聚酯或尼龙网。复合介质可如图 5 所示。

制造复合介质的方法可以设计成手工，半自动或自动化模式。

优点

这种构型有助于建立具有有效特征的一个设计方案，在特定情况下能够满足预期的目标，而不是使用一种通常有利于所有目的而产生缺乏对工艺不同步骤的控制引起的缺点的设计方案。与膜和介质多孔部分几乎无缝结合的传输构架，使流体、膜和介质成为一体。即使供入的水在硬质硅石含量或 TOC 值存在一些波动，这种结构有利于在开始几个小时后也能迅速达到所要求的产品质量，并且有助于维持一定

的质量不变。当树脂在稀释室再生时，构架与膜更加紧密接触，从而很大程度上消除了水通过膜表面流走的任何可能，而这种可能性在常规的介质和膜系统中可能发生。所述构架还为膜提供了柔软和连续的支撑，能提高其机械强度和使用寿命，并能够防止因暴露出原料树脂表面而导致膜表面的损坏。稀释室和浓缩室之间的压差变化方面，该方法也更加有弹性。因此这种新的复合介质能较快地再生，即使不同原料也能提供稳定质量的水，提供低硅石含量的溶液，并增加膜的机械强度和使用寿命。

实施例

在此实施例详细说明了流动通道区域、区段或区块，以及带有水流分隔件的传输构架的制备。这些元件一起组装在稀释室内，其中几个组分已经用于制造电去离子化组件。进行了各种实验，并且实验数据如图所示。

介质制备方法和各种实验详细说明如下:

实验 1

构架和区块的制备

制成了一套不同厚度（根据选定尺寸的稀释室的需要）的大小均为 200×187 毫米的模具。此处用于稀释室的介质厚度为 11.3 毫米。

将 Cl 型阴离子树脂和 Na 型阳离子树脂分别在空气中或真空中干燥，使含水量降低到 10－20％。

如图 1 所示，将 127 克阴离子树脂（基于 100％干组分）与 1－10％（优选 5－7％）的适合的粘合剂混合，制备单独的阴离子树脂床。将此面团状的混合物填充在模具内并在干燥下压紧。同样，将 169 克阳离子树脂（基于 100％干组分）与 0.5－5％（优选 3－5％）的适合的粘合剂混合，制备单独的阳离子树脂床。在一个床上阴离子和阳离子的比例保持在阳离子 35％和阴离子 65％，因此在单独的阴离子树脂床上，阳离子区段必须被切除并分离。在这种床的实施例中，阴离子区段在纵向上的尺寸为 47.5×20 毫米，阳离子区段尺寸为 47.5×10 毫米，以给出所需的比例。这些区段如图 2 所示。在一个床上，有 24

个阴离子区段和24个阳离子区段。因此从阴离子和阳离子树脂床上分别分离出24个这样尺寸的区段，制成树脂床层。

中间分离器或分离器：

阴离子和阳离子树脂经空气或真空中干燥后尺寸减小，经过筛分以收集大小在50－250微米之间（优选约150微米）的颗粒。首先，筛分的树脂与25－50％的粘合剂混合，在模具中做成2－5毫米厚（优选3毫米）的薄片。将干燥和压紧的薄片切成长180毫米的小条。按图1和图9所示，将这种180毫米小条插在阳离子床（3a）和阴离子床（3b）的位置。

构架制备：

经空气或真空干燥、研磨和筛分后大小为50－150微米的树脂颗粒用于制备构架。这种大小的树脂颗粒也可以在树脂生产过程中直接从原料分离出来。

如图2所示，将17克选定大小的阴离子树脂（基于100％干组分）与含量为18－25％的粘合剂混合，辗压面团状的混合物形成厚度在0.5－1.0毫米（优选0.7毫米）范围内的层。干燥和压紧后使其变平滑。同样，将22克阳离子树脂材料（基于100％干组分）与含量为10－20％的粘合剂混合，与阴离子相同，辗压面团状的混合物并干燥以得到厚度为0.5－1.0毫米（优选0.7毫米）的光滑表面。

如图3所示，在每一侧使用构架的阴离子部分和构架的阳离子部分，形成一个盒子，在构架的每边都有更长的分隔件以覆盖长边的两端，并根据需要产生的流动通道的数目设置在中间。或者，这些分隔件也可以作为构架的一部分直接在模具中形成。本实例中制备的介质采用3个3毫米的分隔件分成4个等距离的流动通道。用比如尼龙这样的聚合材料网孔覆盖它的顶部和底端。

如图4所示，基础构架中填满了如所述方法制成的24个阴离子和阳离子区段或区块。稍微施加压力，以使其完整的连接在一起。

六个这种小片制成一个组件：

组装：将填充床的构架按照如下方式放置在稀释室，即构架的阴

离子部分在阴离子交换膜的一侧，构架的阳离子部分在阳离子交换膜的一侧。然后，用浓缩室和电极完成组装。

当水流过介质将已经和残留床成为完整整体的构架湿润，以使构架与膜紧密接触而形成一个保持润湿并防止水流流过离子交换膜的部分，并通过与该膜紧密接触促使离子从残留床传输至该膜并进入浓缩室。该组件可以进行测试。

在制备和如上所述的组件组装好之前，还用 6 层常规种类的介质，而没有传输构架类床来制备叠层，以与常规类型床层比较基本性能。这些叠层具有同样厚度的稀释室，同样的阳离子和阴离子树脂比例，但是用基材填充成一定的厚度。常规床的设计是基于从阴离子床中除去一个圆柱形的阳离子区段。

常规叠层由此在 120－150 lts/h 操作，同时进料条件为传导率至少为 20 μs/cm，硬度为 1 ppm，并且随后硅石含量 200－300 ppb。施加的电压为 6－18 v/p。达到的产物电阻率为 10－12 兆欧厘米，硅石含量小于 20 ppb。

操作 240 小时的观察结果

在同样的叠层中，用传输构架和按照本发明所述的流动通道区域型床代替六个树脂床。叠层在如上所述硬度 1 ppm、硅石含量 200 ppb 的增加的供水传导率下运行。产品的质量立即提高。水流量在 16－18 兆欧厘米的稳定质量水平下增加了 25－30％。这种构型连续运转 500 小时以上。

如图 6 所示，叠层首先在常规床而不使用传输构架式床运行 240 小时。开始叠层稳定耗时约 40 小时，以实现大约 17.5－18 兆欧厘米的产品电阻率。然后在进料中加入相当于 200 ppb 的硅石。如图 6 所示，产品电阻率开始逐渐降低。

然后用本发明的传输构架式床代替叠层床。在 15－20 小时就使产品电阻率达到 18 兆欧厘米，并在本实验后面的 450 小时操作时间内稳定在这个值附近。

实验 2

稀释室的厚度为 10.7 毫米。将 Cl 型的阴离子树脂和 Na 型的阳离子树脂分别风干，使含水量降低到 10－20％。分开的阴离子树脂床用 125 克阴离子树脂（基于 100％干组分）制造，并与 1－10％（优选 5－7％）的适合的粘合剂混合。将此面团状的混合物填充在模具中并随着干燥压紧。同样，分开的阳离子树脂床用 165 克阳离子树脂（基于 100％干组分）制造，并与 0.5－5％（优选 3－5％）的适合的粘合剂混合。床中阴离子树脂和阳离子树脂的比例与实验 1 中相同。阴离子和阳离子区段也是相同大小。中间隔离器和构架制备也与实验 1 中类似，但是根据稀释室的厚度进行了调整。

叠层的组装完成后，此时所有的六个床层都具有传输构架和流动通道区域。叠层在以下进料条件下运行：电导率 20μs/cm、硬度 1 ppm 并且硅石含量 200 ppb。施加电压为 4 和 16 v/p。产品电阻率达到 18 兆欧厘米并且硅石含量低于 10 ppb，并在 500 小时以上的操作时间内维持不变。

如图 7 所示，叠层在进料传导率 20μs/cm、硅石含量 200 ppb 下运行。在开始的 15 小时内叠层运转稳定，在整个 700 小时的运行中，产品电阻率保持在 18 兆欧厘米左右，并且硅石含量低于 6 ppb。叠层进料在 220－440 小时之间受到了 TOC 杂质的影响，但产品质量没有下降。

从图 7 中还可以看出，在 440 小时之后有一个陡降，在这里树脂床设计成完全耗尽，发现其在此具有再生的能力并提供较低的硅石含量。并且能够看出，当使用电导率为 20μs/cm 的进料传导率继续运行时，其能够在 15－20 小时的运行时间内再生到 18 兆欧厘米的原始水平。也能使硅石含量低于 5 ppb。该组件测试了 700 小时。

实验 3:

在如上所述的带有传输构架的介质制成的更大的含有 30 组对叠层的组件进一步证实结果。将 RO 产品进料到 EDI 叠层。测试组件的产品质量和硅石含量。

操作条件如下:

进料流量 1.6 米^3/小时，压力 2.5 千克/厘米^2，进料传导率 5－15 μs/cm，pH 5.5－6.5，进料硅石含量 150－200 ppb，施加电压 10－15 v/p，电流 2＋/－0.2 A。

在实验的整个过程中产品电阻率维持在 18 兆欧厘米以上。组件运行后能在 15－20 小时内再生。观察到产品硅石含量低于 5 ppb 并能一直低到 2 ppb。在 800 小时的操作时间的数据证明可接受的结果。结果如图 8 所示。

显然，根据以上的教导可以对本发明作出各种改进和改变。因此可以理解，在附加的权利要求范围内，除非有特别说明，本发明是可行的。

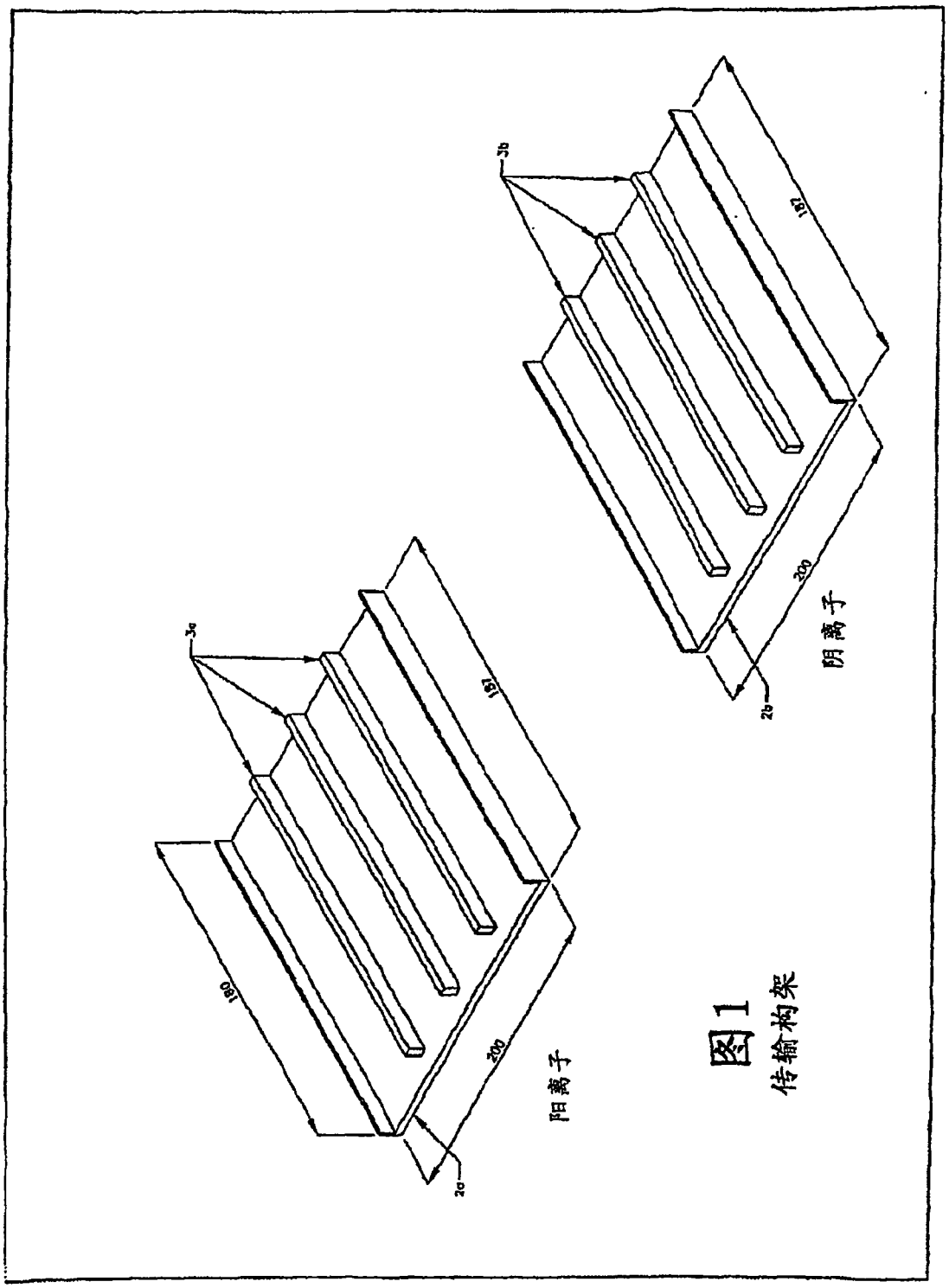


图1

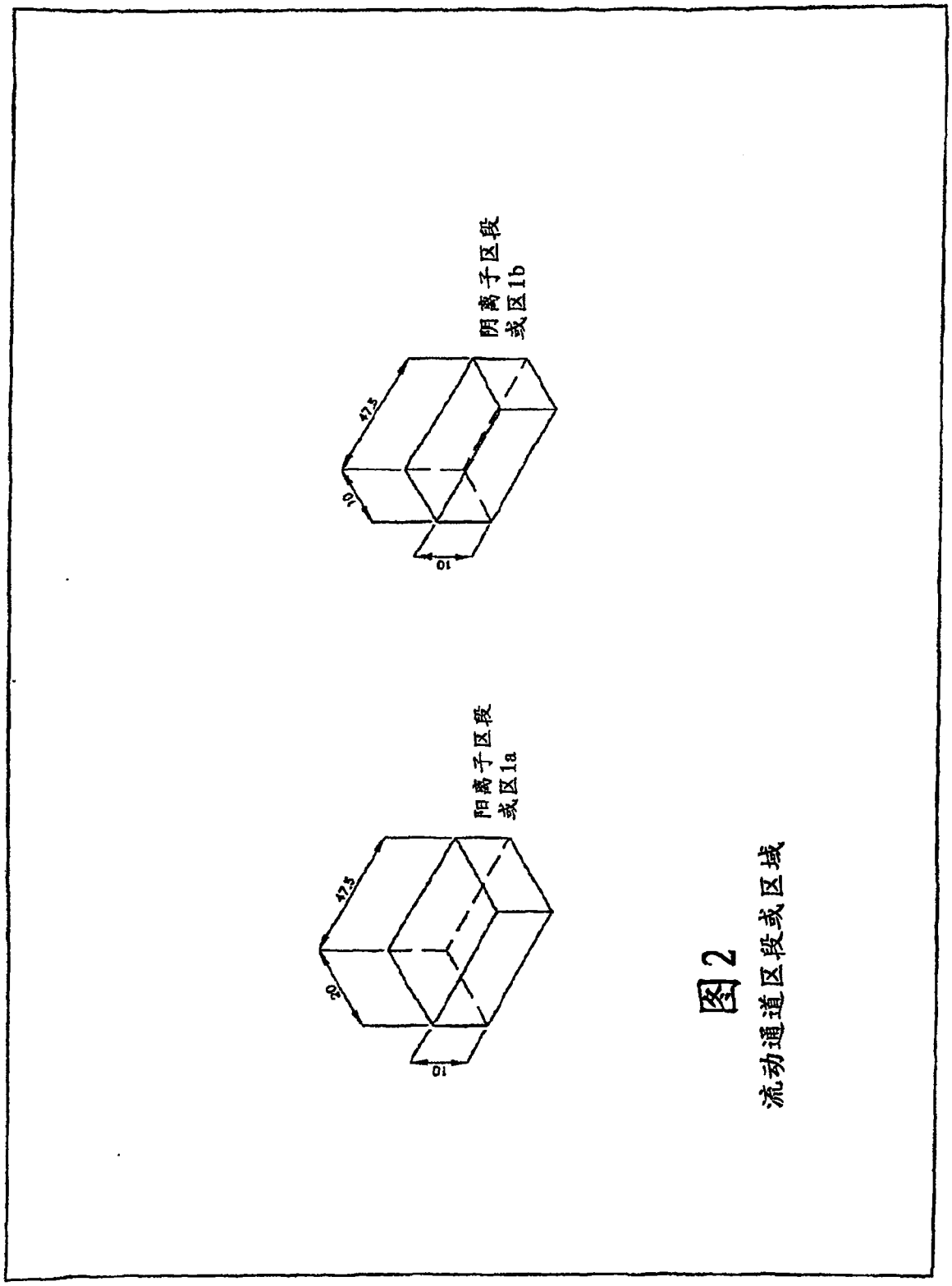


图2
流动通道区段或区域

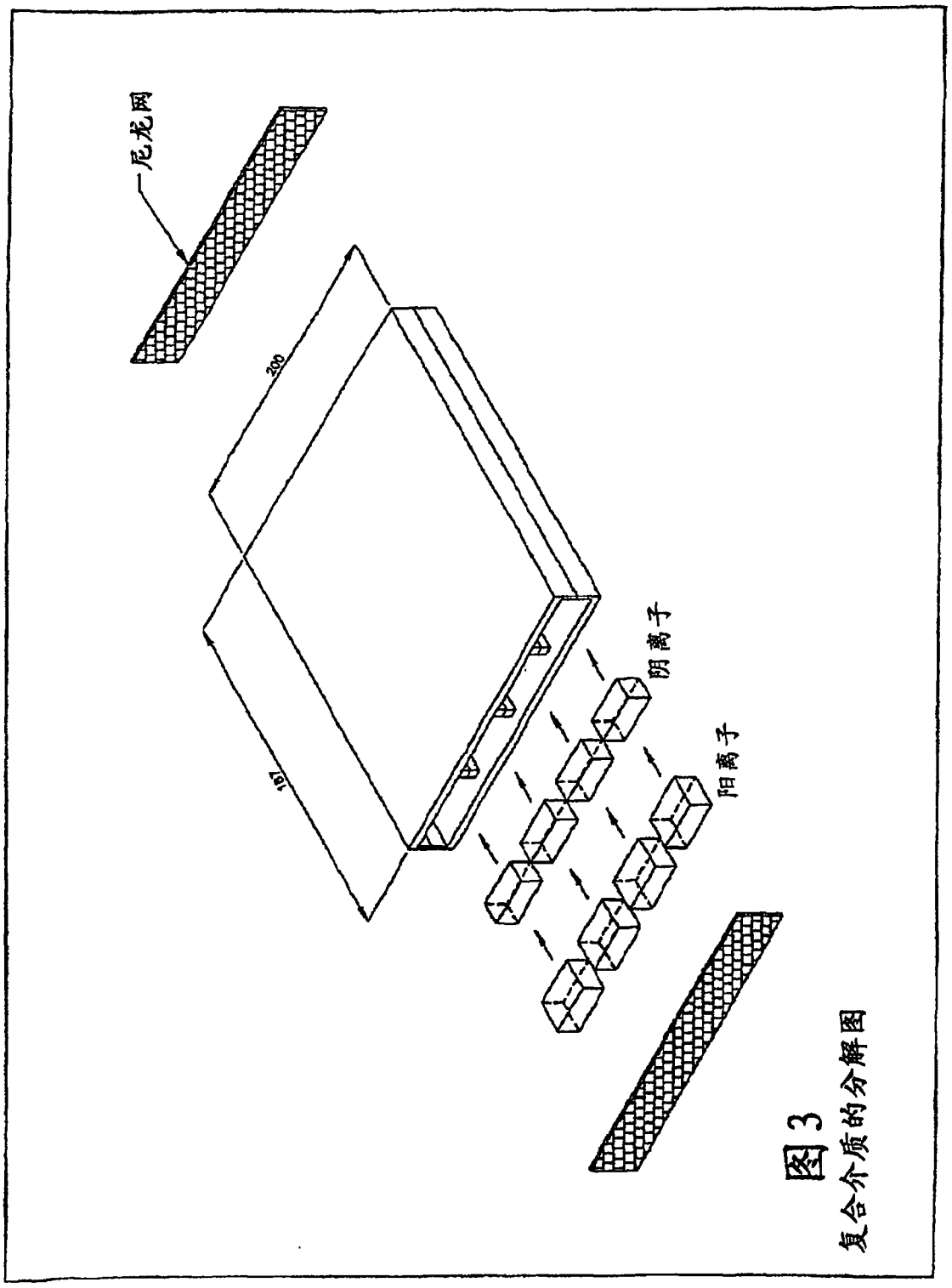


图3
复合介质的分解图

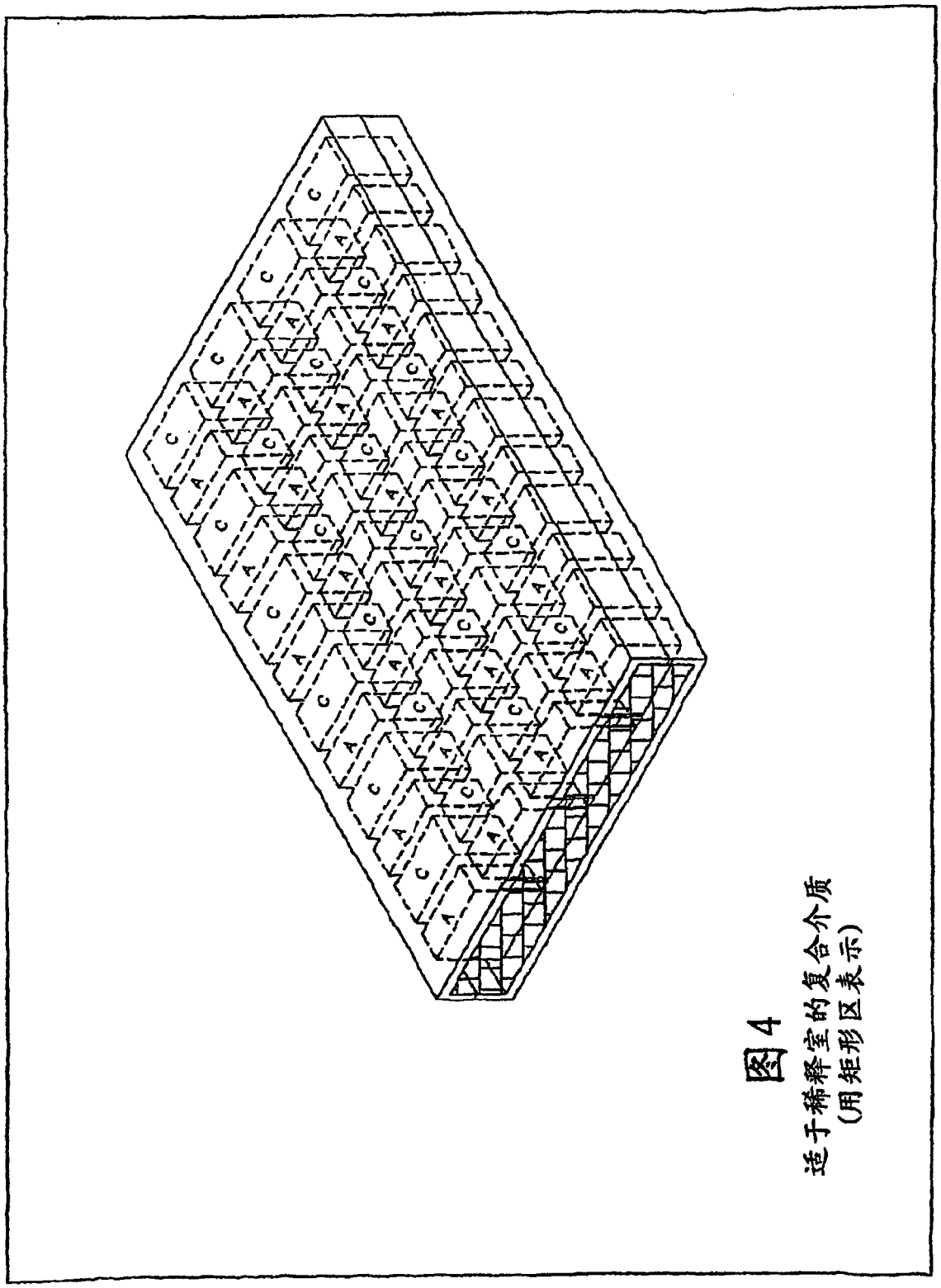


图4
适于稀释室的复合介质
(用矩形区表示)

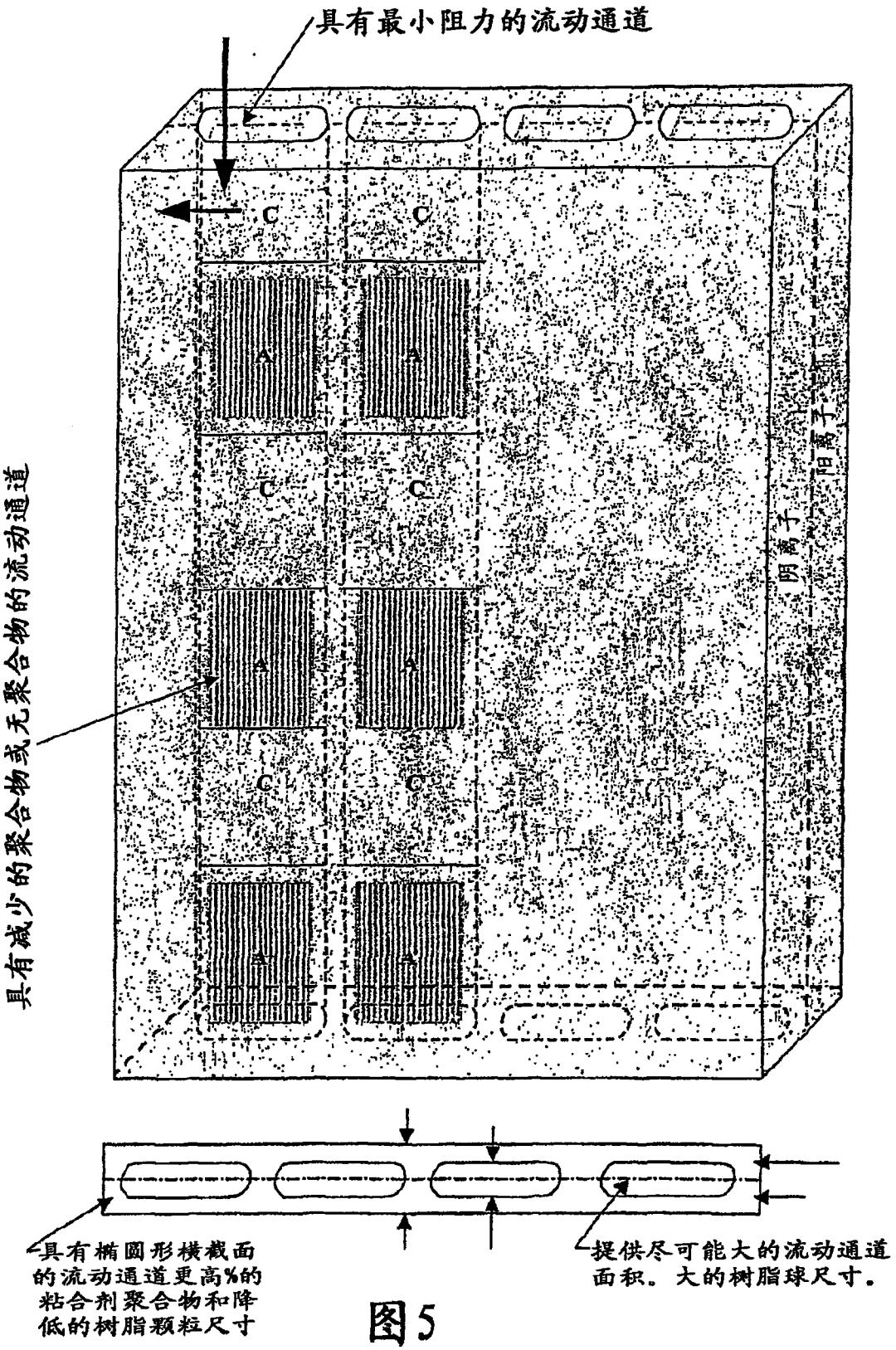

具有最小阻力的流动通道
具有减少的聚合物或无聚合物的流动通道
阴离子
阳离子
具有椭圆形横截面的流动通道更高%的粘合剂聚合物和降低的树脂颗粒尺寸
提供尽可能大的流动通道面积。大的树脂球尺寸。

图5

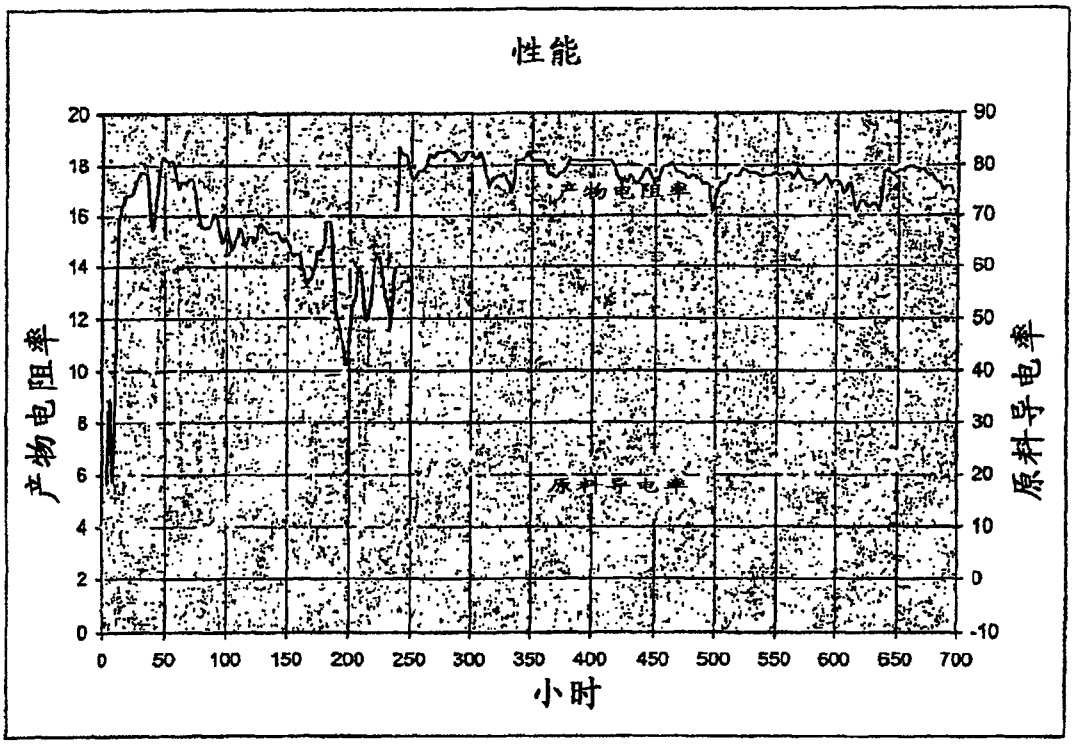

性能
产物电阻率
原料导电率
产物电阻率
原料导电率
小时
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700

图6

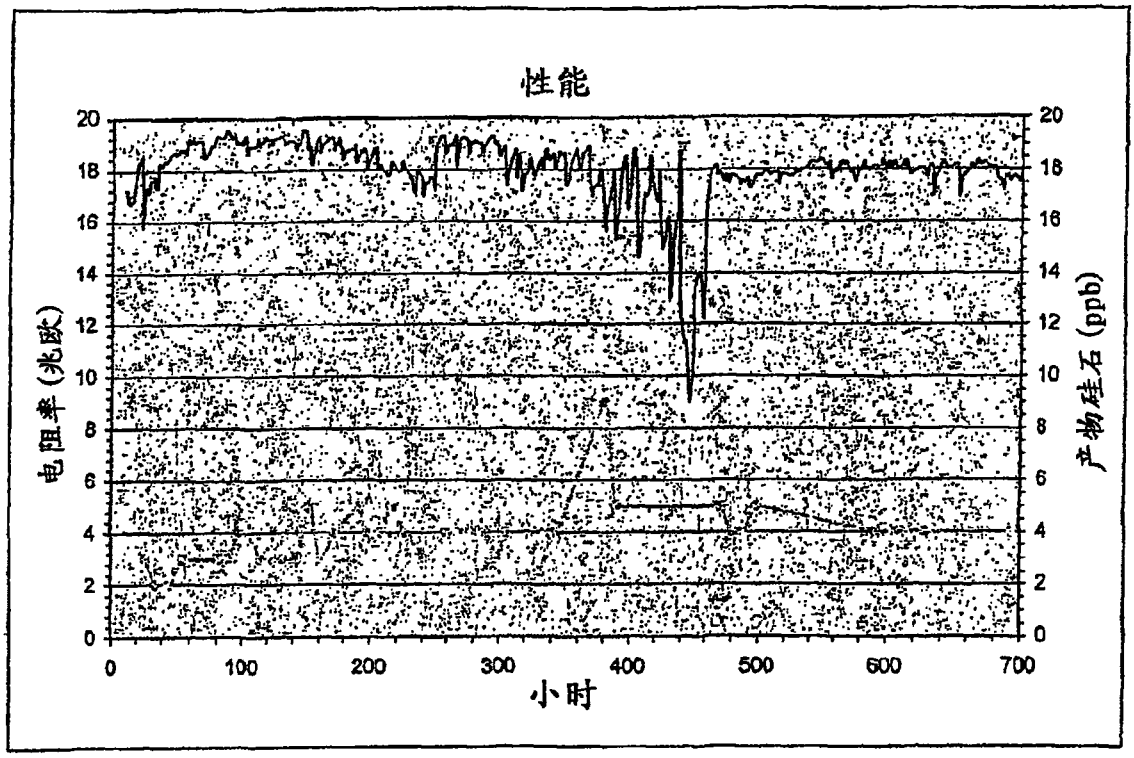

性能
电阻率(兆欧)
产物硅石(ppb)
小时
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
100
200
300
400
500
600
700

图7

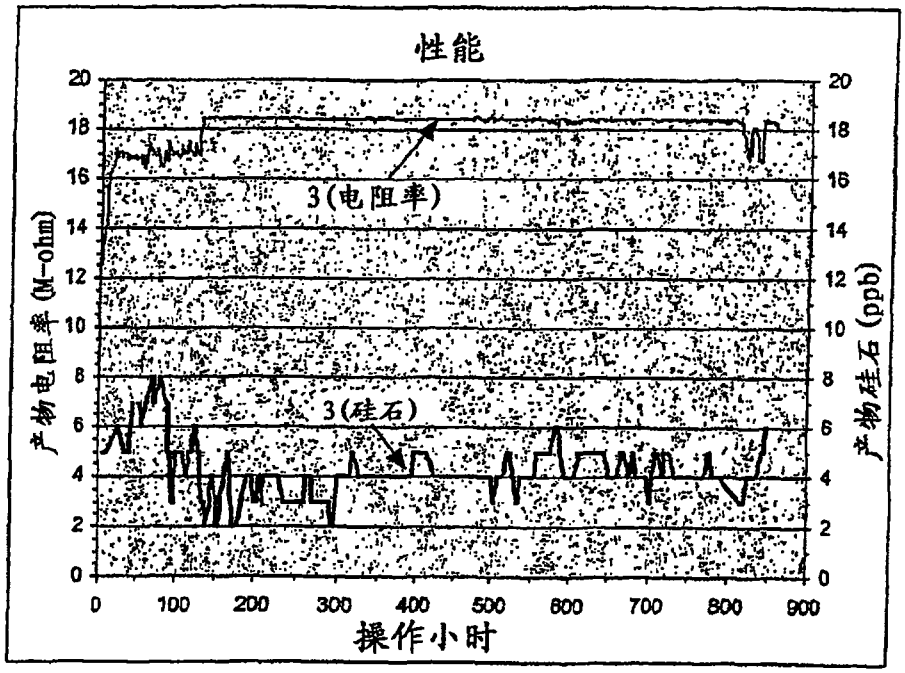

性能
3(电阻率)
3(硅石)
产物电阻率(M-ohm)
产物硅石(ppb)
操作小时
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900

图8

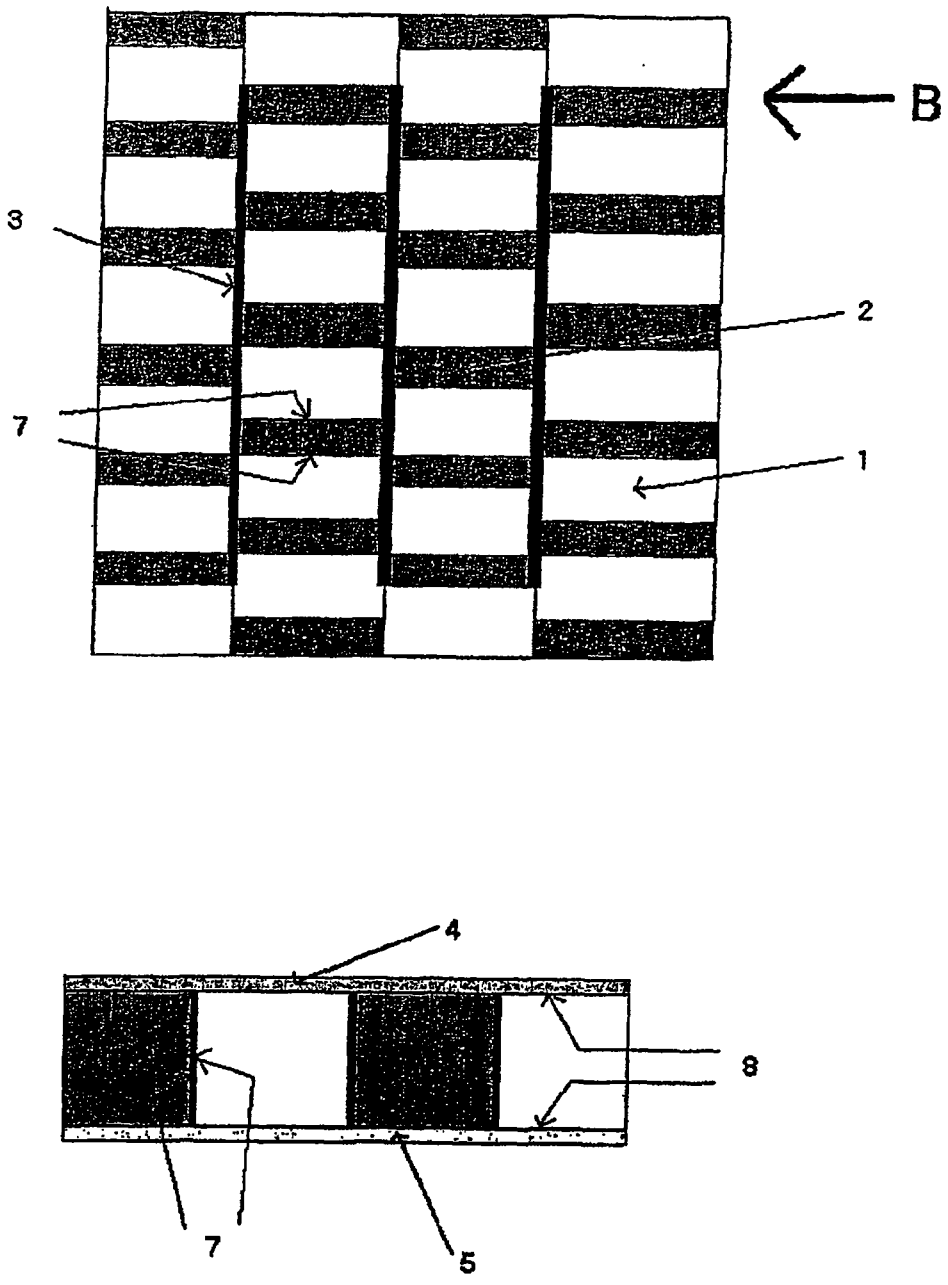


图9