[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 1/469 (2006.01)
C02F 1/42 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03806488.X

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 100337932C

[22] 申请日 2003.1.22 [21] 申请号 03806488.X

[30] 优先权

[32] 2002.1.22 [33] US [31] 60/351,046

[32] 2003.1.9 [33] US [31] 10/339,381

[86] 国际申请 PCT/US2003/002030 2003.1.22

[87] 国际公布 WO2003/062150 英 2003.7.31

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.20

[73] 专利权人 埃克塞基技术公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 F·P·莱因哈德

[56] 参考文献

US 6306282B1 2001.10.23

CN 23756257 2000.4.26

WO 00705082A1 2000.12.14

US 6309532B1 2001.10.30

US 5316637A 1994.5.31

审查员 王海才

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨 凯 张志醒

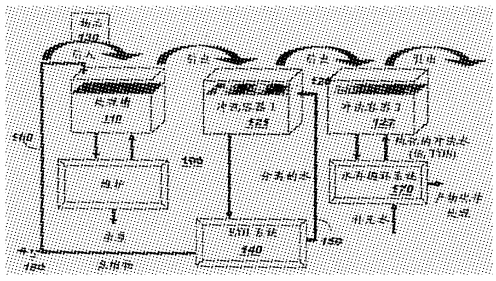
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于液体再循环的先进的电去电离

[57] 摘要

本发明涉及电去电离系统，它包括：过滤器，用以接收冲洗液体，从所述冲洗液体中去除所选的化学成分或污染物；至少一个电去电离单元，它连接到所述过滤器，所述电去电离单元从所述冲洗液体中回收化学成分并将所述回收的化学成分和所述冲洗液体分隔开。 本发明还涉及从用于具有处理槽和冲洗容器的系统的冲洗水中回收化学成分的方法，它包括：接收含有化学成分或污染物的所述冲洗水；利用所述电去电离单元处理所述冲洗水，以边从所述冲洗水中回收所述化学成分，从而将所述回收的化学成分和所述冲洗水分隔开，以便将所述化学成分返回到所述处理槽中。



1. 一种系统，它包括:

过滤器，用以接收冲洗液体，从所述冲洗液体中去除所选的化学成分或污染物;

至少一个电去电离单元，它连接到所述过滤器，所述电去电离单元从所述冲洗液体中回收化学成分并将所述回收的化学成分和所述冲洗液体分隔开。

2. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于: 所述电去电离单元通过第一处理管线输出所述冲洗液体并且通过第二处理管线输出所述回收的化学成分的浓缩物。

3. 如权利要求 2 所述的系统，其特征在于: 所述电去电离单元通过所述第二处理管线将所述浓缩物提供到处理槽。

4. 如权利要求 2 所述的系统，其特征在于: 所述电去电离单元通过所述第一处理管线将所述冲洗液体送回到冲洗容器。

5. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于: 所述回收的化学成分是金属。

6. 如权利要求 5 所述的系统，其特征在于: 所述回收的化学成分是镍。

7. 如权利要求 5 所述的系统，其特征在于: 所述回收的化学成分是锌。

8. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于: 所述回收的化学成分是镍、铜、锌、铬、镉、银和金之一的溶解金属。

9. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述电去电离系统包括:

至少两个离子交换膜片; 以及

插入所述至少两个离子交换膜片之间的多个离子交换层。

10. 如权利要求 9 所述的系统，其特征在于: 所述离子交换膜片

中至少两个包括(i)多个薄膜片和(ii)插入所述多个薄膜片中的至少两个薄膜片之间的分隔片，所述分隔片包括垫圈，所述垫圈为以所选锐角对角编织的网镶边。

11. 如权利要求 9 所述的系统，其特征在于：所述锐角在 40 度到 50 度的范围内。

12. 如权利要求 9 的系统，其特征在于还包括:

通过管道连接到所述过滤器的泵,所述泵将所述冲洗液体输出到所述过滤器；以及

连接到所述电去电离单元的整流器。

13. 一种系统，包括:

泵;

至少一个过滤器，其通过第一管道连接到所述泵，以接收来自所述泵的液体;

至少一个电去电离单元，其通过第二管道连接到所述过滤器，所述电去电离单元从所述液体中回收化学成分；以及

整流器,它连接到所述电去电离单元以控制所述电去电离单元的工作。

14. 如权利要求 13 所述的系统，还包括第一液体储存容器以将所述液体以所选流速提供到所述泵。

15. 如权利要求 14 所述的系统，还包括第二液体储存容器以从所述电去电离单元接收稀释液。

16. 如权利要求 15 所述的系统，其中，所述电去电离单元将所回收的化学成分的浓缩液提供给第三液体储存容器。

17. 如权利要求 13 所述的系统，可以通过串行设置的至少两个电去电离单元来工作，其中，第一电去电离单元在第二电去电离单元不工作时是工作的。

18. 如权利要求 13 所述的系统，其特征在于还包括过滤系统，用以在所述泵接收所述液体之前从所述液体中过滤所选的化学成分

和污染物。

19. 如权利要求 18 所述的系统，其特征在于：所述过滤系统包括过滤器和泵。

20. 一种从用于具有处理槽和冲洗容器的系统的冲洗水中回收化学成分的方法，所述方法包括：

接收含有化学成分或污染物的所述冲洗水；

利用所述电去电离单元处理所述冲洗水，以边从所述冲洗水中回收所述化学成分，从而将所述回收的化学成分和所述冲洗水分隔开，以便将所述化学成分返回到所述处理槽中。

用于液体再循环的先进的电去电离

本申请要求 2002 年 1 月 22 日提交的美国专利申请 No.60/351,046 的优先权。

技术领域

本发明的实施例涉及电去电离(EDI)系统领域以及与其关联的改进操作。

背景技术

目前，电去电离(EDI)系统使用许多交替的阳离子和阴离子选择薄膜以及混合床离子交换树脂，例如 U.S.Pat.No. 2,815,320 所述的 EDI 系统。在这种系统中，仅仅使用 EDI 单元来产生高纯水。U.S.Pat.No.Re.24,865 中说明的离子交换薄膜的开发迅速导致了传统的高性能 EDI 系统的发展，如 U.S.Pat.No.4,632,745 和 4,465,573 中所描述的。这些传统的 EDI 系统仅适用于净化反渗透渗透液(reverse osmosis permeate)，为电力、电子和半导体行业产生高纯水。

但目前使用传统 EDI 系统有许多缺点。例如，传统 EDI 系统要求在原料流中有低浓度的离子负荷。较高的浓度会在 EDI 系统的树脂或薄膜的外表面上淀积不希望有的层而堵塞 EDI 单元并需要非常频繁地进行化学清洗和恢复。第二，传统 EDI 系统仅仅以间接方式用低总溶解固体量(TDS)水平例如盐类用来净化反渗透渗透液。EDI 系统从未设计也从未直接用来处理危险的化学成分。

因此，可以设想：改进 EDI 系统的工作就可使 EDI 系统除净化反渗透渗透液外有新的应用。

发明内容

按照本发明的第一方面，提供一种系统，它包括：过滤器，用以接收冲洗液体，从所述冲洗液体中去除所选的化学成分或污染物；至少一个电去电离单元，它连接到所述过滤器，所述电去电离单元从所述冲洗液体中回收化学成分并将所述回收的化学成分和所述冲洗液体分隔开。

按照本发明的第二方面，提供一种基于本发明第一方面的系统，其中，所述电去电离单元通过第一处理管线输出所述冲洗液体并且通过第二处理管线输出所述回收的化学成分的浓缩物。

按照本发明的第三方面，提供一种基于本发明第二方面的系统，其中，所述电去电离单元通过所述第二处理管线将所述浓缩物提供到处理槽。

按照本发明的第四方面，提供一种基于本发明第二方面的系统，其中，所述电去电离单元通过所述第一处理管线将所述冲洗液体送回到冲洗容器。

按照本发明的第五方面，提供一种基于本发明第一方面的系统，其中，所述回收的化学成分是金属。

按照本发明的第六方面，提供一种基于本发明第五方面的系统，其中，所述回收的化学成分是镍。

按照本发明的第七方面，提供一种基于本发明第五方面的系统，其中，所述回收的化学成分是锌。

按照本发明的第八方面，提供一种基于本发明第二方面的系统，其中，所述回收的化学成分是镍、铜、锌、铬、镉、银和金之一的溶解金属。

按照本发明的第九方面，提供一种基于本发明第一方面的系统，其中，所述电去电离系统包括：至少两个离子交换膜片；以及插入所述至少两个离子交换膜片之间的多个离子交换层。

按照本发明的第十方面，提供一种基于本发明第九方面的系统，其中，所述离子交换膜片中至少两个包括(i)多个薄膜片和(ii)插入所述多个薄膜片中的至少两个薄膜片之间的分隔片，所述分隔片包括垫圈，所述垫圈为以所选锐角对角编织的网镶边。

按照本发明的第十一方面，提供一种基于本发明第九方面的系统，其中，所述锐角在40度到50度的范围内。

按照本发明的第十二方面，提供一种基于本发明第九方面的系统，还包括：通过管道连接到所述过滤器的泵，所述泵将所述冲洗液体输出到所述过滤器；以及连接到所述电去电离单元的整流器。

按照本发明的第十三方面，提供一种系统，包括：泵；至少一个过滤器，其通过第一管道连接到所述泵，以接收来自所述泵的液体；至少一个电去电离单元，其通过第二管道连接到所述过滤器，所述电去电离单元从所述液体中回收化学成分；以及整流器，它连接到所述电去电离单元以控制所述电去电离单元的工作。

按照本发明的第十四方面，提供一种基于本发明第十三方面的系统，还包括第一液体储存容器以将所述液体以所选流速提供到所述泵。

按照本发明的第十五方面，提供一种基于本发明第十四方面的系统，还包括第二液体储存容器以从所述电去电离单元接收稀释液。

按照本发明的第十六方面，提供一种基于本发明第十五方面的系统，其中，所述电去电离单元将所回收的化学成分的浓缩液提供给第三液体储存容器。

按照本发明的第十七方面，提供一种基于本发明第十三方面的系统，它可以通过串行设置的至少两个电去电离单元来工作，其中，第一电去电离单元在第二电去电离单元不工作时是工作的。

按照本发明的第十八方面，提供一种基于本发明第十三方面的系统，还包括过滤系统，用以在所述泵接收所述液体之前从所述液体中过滤所选的化学成分和污染物。

按照本发明的第十九方面，提供一种基于本发明第十八方面的系统，其中，所述过滤系统包括过滤器和泵。

按照本发明的第二十方面，提供一种从用于具有处理槽和冲洗容器的系统的冲洗水中回收化学成分的方法，所述方法包括：接收含有化学成分或污染物的所述冲洗水；利用所述电去电离单元处理所述冲洗水，以边从所述冲洗水中回收所述化学成分，从而将所述回收的化学成分和所述冲洗水分隔开，以便将所述化学成分返回到所述处理槽中。

附图说明

本发明的特征和优点从以下对本发明实施例的详细说明中就可一目了然，附图中：

图 1 示出在金属或电子涂敷中用于回收和维护的系统的示范实施例。

图 2A 和 2B 为电去电离(EDI)系统的第一示范实施例。

图 3A 和 3B 为电去电离(EDI)系统的第二示范实施例。

图 4 为电去电离(EDI)系统的第三示范实施例。

图 5 是图 2A－图 4 的 EDI 单元的示范实施例，图解说明 EDI 单元中树脂床、薄膜分隔片和电极的布置。

图 6 是图 5 的离子交换薄膜的示范实施例。

图 7 是图 6 的离子交换薄膜一部分的分隔片的示范实施例。

具体实施方式

本文中，本发明的实施例涉及电去电离(EDI)系统及其改进的操作。本文说明的实施例并不是唯一的，而仅仅是提供对本发明的透彻理解。而且，众所周知的元件就不再详细列出以免不必要地使本发明模糊不清。

在以下的说明中，使用了某些术语来说明本发明的特征。例如，

“物品”指需要清洗和/或表面涂敷(例如金属或非金属镀或涂敷操作)的任何产品。产品类型可各不相同，例如电子硬件(例如，印刷电路板、半导体晶片、封装的半导体组件等)、汽车零件、航天零件，水龙头以及各种制造的夹具。“管道”指将液体从一个位置传送到另一位置的通路。管道可以是任何种类的塑料管材、塑料或金属管道等。

“分隔片”一般定义为在两个邻近的薄膜片之间提供一定间距供液体在其中流动的装置。“薄膜片” 一般定义为材料薄片，它允许某种化学成分从一侧渗透到另一侧，而其它成分则不能穿透所述薄膜片。“化学成分”的实例包括阳离子(正电荷离子)和阴离子(负电荷离子)。当然，化学成分可更具体地分类为金属、非金属、周期表元素的某些族(例如，碱金属、碱土金属等)等。

例如，利用本发明的 EDI 系统的一个实施例涉及能进行与反渗透无关的化学回收应用的能力。本发明的另一实施例改进了弱电离化学成分的传送、有害化学成分的回收和处理以及从液体中去除弱离解离子(例如处理冲洗水)的效率。此外，本发明的另一实施例提供了低维护的化学成分再循环应用以及更经济实惠的冲洗水再循环应用。而且，通过在所建议的结构中使用 EDI 技术，可以增强离子交换树脂床的再循环和恢复。

利用 EDI 系统再循环冲洗水和化学成分的新应用包括但不限于下述各项：(1)用于内层的印刷电路板(PCB)清洗线冲洗水；(2)PCB 多焊接线冲洗水；(3)来自半导体操作的处理冲洗水；(4)光亮镀镍(Watt 浴槽)冲洗水；(5)氨基磺酸盐镀镍冲洗水；(6)化学镀镍冲洗水；(7)铬转换涂敷冲洗水；(8)镀铬冲洗水；(9)贵金属(Nobel Metal)表面处理槽；(10)阳极化表面涂敷冲洗水(含铬，磷酸盐，硫)；(11)镀锌冲洗水；以及(12)镀镉冲洗水；(13)E-Cote 冲洗水。

参阅图 1，图 1 示出在金属和电子涂敷中用于回收和维护的系统的示范实施例。系统 100 包括处理槽 110 和至少一个冲洗容器 120。

为便于说明，示出两个冲洗容器 121 和 122。

在本发明的此实施例中，最初将物品 130 放在处理槽 110 中进行金属涂敷。然后，物品 130 从处理槽 110 中取出，放入第一冲洗容器 121 中。在这里去除多余的化学成分和污染物，如下述。

第一冲洗容器 121 连接到一个或多个化学/水分离系统，例如电去电离(EDI)系统 140。EDI 系统 140 将液体中(例如，一种水溶液，例如冲洗水“稀释液”，其总溶解固体少于 400/百万)回收的化学成分分离出来，再将此液体通过处理管线 150 返回。所述“处理管线”150 包括有助于传送液体的任何装置，包括或不包括管道。

此外，回收的化学成分(称为浓缩物)通过处理管线 160 返回到处理槽 110 中。所述浓缩物可以由处理槽 110 再利用进行金属涂敷(例如涂敷、镀敷等)。或者，如虚线 180 所示，浓缩物可以回收用于再循环，而不是直接返回到处理槽 110。

如果使用第二冲洗容器 122，那么，第二冲洗容器 122 中的液体(例如，诸如处理水等水溶液)可以由水再循环处理系统 170 清洗。这种清洗可以使 TDS 很低的已纯化冲洗水返回到第二冲洗容器 122，而产出的化学成分可回收和处理，以便安全处置。

总之，EDI 系统 140 配置成去除化学成分和污染物以便返回基本纯化的水、返回浓缩物、或甚至参与后续定位系统的操作。因此，EDI 系统 140 通过去除会降低系统总体效率的化学成分和污染物而改进了系统 100 的总体效率。这些化学成分和污染物可以分成五类，如以下表 A 所示：

表 A

类别	化学成分/污染物类型	实例
1	悬浮固体	碎屑，沉淀物，石墨等
2	溶解金属	镍(Ni)；铜(Cu)；锌(Zn)；铬(Cr)，镉(Cd)，银(Ag)，金(Au)等
3	硬物	碱土金属成分例如钙(Ca)；镁(Mg)；

		锶(Sr)；钡(ba)
4	有机物	苯二磺酸，苯三磺酸，苯磺酰胺，糖精，甲醛，香豆素,3-羟基丙腈,丁炔二醇,硫脲，糊精，烷基芳基乙氧酯，diisooxtyl sulfosuccinate，烷基磺酰胺
5	脂膏/油和溶剂	矿物油基脂肪和油脂，机油，氯化碳氢化合物类

例如，去除碱土金属元素是因为它们易于沉淀，从而堵塞 EDI 系统 140。同理，去除有机物是因为如果不从处理冲洗水中将它们去除，它们或易于沉淀或会堵塞 EDI 系统 140 的树脂或薄膜。

现参阅图 2A 和 2B，图中示出用作 EDI 系统的化学/水分离系统 140 的第一示范实施例。在此实施例中，EDI 系统 140 包括泵 210、过滤器 220、EDI 单元 230、互连这些组件的管道 290 以及整流器 250。整流器 250 给 EDI 单元 230 供电，而管道 290 使液体能在系统 140 的一些组件之间传送。管道 290 可以是各种直径并支持不同 psi(压力/平方英寸)流速的聚氯乙烯(PVC)管。

此处，泵 210 适应第一管道 211，管道 211 将液体(例如处理水)输送到过滤器 220。工作时，泵 210 不停地运行，这种输送就可连续进行。或者，用阀 212 调节泵 210(定期接通/断开)，将液体流动调节到较慢的流速。

过滤器 220 配置成从输入的液体中去除有害的化学成分或污染物，然后由 EDI 系统 230 接收。在一个实施例中，过滤器 220 去除悬浮固体、溶解的金属或脂膏/油溶剂。在一个实施例中，过滤器 220 是活性碳和粒子过滤器，用于去除有机添加剂，例如增亮剂、加湿剂、催化剂和稳定剂。

由相应的 EDI 进料泵 260 和任选过滤器 261 对过滤后的液体进行流速调整并将其泵入 EDI 单元 230。如图所示，EDI 单元 230 配置

成通过图 1 的处理管线 150 提供纯化液体(例如纯化水或稀释液)或将其用作电极冲洗。再循环的化学成分以浓缩物通过管线 160 返回。

现参阅图 3A 和 3B，图中示出用作 EDI 系统的化学/水分离系统 140 的第二示范实施例。在此实施例中，EDI 系统 140 包括进料容器 200、泵 210、过滤器 220、至少两个 EDI 单元 230 和 240、整流器 250、EDI 进料泵 260 和稀释液容器 270。除整流器 250 外，其它所有组件都通过管道连接在一起。在 EDI 系统 140 的机架中这些组件的总布局示于图 3A。但可以认为进料容器 200 等效于图 1 的第一冲洗容器 121，不必用图示的单独的容器。不过，用单独的容器也是一种变通方案。

泵 210 适应管道 211，管道 211 将液体(例如处理水)从进料容器 200(或图 1 的处理槽 110)输送到过滤器 220。工作时，泵 210 不停地运行，这种输送就可连续进行。或者，可以用节流阀调节泵 210(定期接通/断开)，以便将液体的流动调节到较慢的流速。

在一个实施例中，过滤器 220 是活性碳和粒子过滤器，可去除有机添加剂，例如增亮剂、催化剂和稳定剂。通过相应的 EDI 进料泵 260 调节过滤后的液体的流速并且将其泵入一个或两个 EDI 单元 230 和/或 240。

在有一个以上的 EDI 单元时，EDI 单元 230 和/或 240 可配置成并联或串联工作。例如第一 EDI 单元 230 配置成提供纯化液体(例如纯化水或稀释液)到容器 270，随后返回到处理管线冲洗系统中(例如经由图 1 的处理管线 150 到第一冲洗容器 121)。随后，第二 EDI 系统 240 进一步纯化产品。再循环水以及电镀或处理槽化学成分通过管线 160 返回到主处理管线。

一般来说，整流器 250 控制着 EDI 单元 230 和 240 的工作，整流器 250 以特定的电流量(例如每分钟每 3－5 加仑(“gpm”)6－12 安培)和电压(例如 300－380 伏)向 EDI 单元供电。这种电流量和电压高于用作反渗透渗透液纯化的传统 EDI 系统。

在图 4 所示的另一实施例中，可以使用带有处理泵 280 的辅助过滤系统 290 来过滤接收的处理水，然后再将处理水提供给 EDI 进料泵 210。详细地说，过滤系统 290 可配置成一个或多个以下系统：(1)阳离子交换系统(去除阳离子，如溶解的金属，硬物等)；(2)阴离子交换系统(去除有机物，阴离子)；(3)阳离子交换系统和阴离子交换系统的组合；(4)含有离子选择树脂的阳离子交换系统(去除特定的二价金属，如 Ni，Cu，Zn 等)；(5)电渗析系统(纯化具有较多溶解固体的处理水，这些溶解固体随后由 EDI 系统 140 去除)；(6)反渗透系统；(7)含有特殊产品离子交换树脂的过滤器，从水中去除有问题的离子；(8)多介质过滤器，包括沙、碳和氧化铝)；(9)含有吸收剂材料，例如氧化铝、黏土、硅藻土、氧化铁、海绵、海绿石砂、吸收剂树脂、沸石以及类似的化学化合物的过滤器；和(10)水软化器。

在接收到来自过滤系统 290 的过滤处理水之后，泵 210 将水提供到过滤器 220，过滤器 220 对水进行附加过滤，并以图 3A 和 3B 所示的方式输送水。

现参阅图 5，图中示出图 2A、2B、3A、3B 和图 4 的 EDI 单元的示范实施例。每个 EDI 单元(例如 EDI 单元 230)包括薄膜片堆叠 300，在此实施例中，所述堆叠包括离子交换床 310 和 320，它们夹在离子交换膜片 330 和 340 之间。两个端面板 350 和 360 连接到薄膜片堆叠 300。每个端面板 350 和 360 分别包括电极 351 和 361。这两个端面板 350 和 360 用任何夹紧机件(例如螺栓/螺母，液压箝等)结合在一起，通过这两个端面板在物力上稳定堆叠 300。

在此实施例中，离子交换床 310 和 320 可以是混合床，可以从待处理的输入液体中同时去除阴离子和阳离子。或者，离子交换床 310 和 320 可以是特定的阳离子树脂床、阴离子树脂床或两种类型床的组合。同理，离子交换膜片 330 和 340 可以是特定离子型的(例如阳离子膜片或阴离子膜片)或是混合的阳离子/阴离子膜片。

如图 6 所示，离子交换膜片 330 包括至少两个薄膜片 331 和 332，由分隔片 333 分隔开。分隔片 333 是在两个邻近薄膜片 331 和 332 之间提供恒定距离的一种装置，它提供用于一定量的混合床离子交换树脂的容积以及供液体在薄膜片 331 和 332 之间流动的空间。更具体的说，分隔片 333 可以是标准的隔离片，或是具有如图 7 所示的对角编织网的隔离片。任选的垫圈 334 围绕分隔片 333 的网 335 的外周。

分隔片 333 优化了薄膜片 331 和 332 之间的液体分布、离子交换反应的保持时间以及质量传递的线性液体速度。质量传递发生在由薄膜片 331 和 332 以及离子交换树脂分隔的两种液体之间。离子传送的驱动力是电极 351 和 361 之间的电位，由图 2A，2B，3A，3B，和图 4 的整流器 250 建立。基本上，分隔片 333 提供了显著改善的流体动力学以及较高的质量传递性能。

输入液体(例如冲洗水) 370 配置成流过 EDI 单元 230 的第一离子交换树脂混合床 310。阴离子(Cl^-)被阳极 361 从液体 370 中吸引出来，通过阴离子交换膜片 340，最终聚集在阳极 361 周围。同时，阳离子(例如 Ni^+)从液体 370 中被吸引出来，通过阳离子交换膜片 330 后聚集在阴极 351 周围。液体 370 第二次通过离子交换树脂层 320，产生基本上纯化的液体 371，例如可返回到图 1 的冲洗容器 121。

随后，具有特定阳离子浓度的液体 380(例如一个实施例中的镍浓缩冲洗水)在阴极 351 附近、然后沿阳极 361 流动，产生金属浓缩液 381((例如，镍浓缩冲洗水)。将结果金属浓缩液 381 排出，以便补充图 1 的处理槽 110 的化学成分或被送出用于再循环。

在此实施例中，相对于每个分隔片，有一个流入通道和一个流出通道，且将交错的薄膜片分隔开。每隔一个薄膜片/分隔片组合(称为 EDI “单元”)其设计方式相同，流入通道和流出通道都彼此连接。液体或处理水流入和流出每个分隔片，进入交错的薄膜片。而且，液体或处理水流入另一交错的分隔片，从交错的薄膜片排出。所有

流入和流出具有共用的流入进料通道，因此所有交错连接的单元将液体提供到一个通道内。

如图7所示，将特定配方的聚合物材料垫圈334作在分隔网片335的周围，形成“单片式”产品。垫圈材料也改进了整个薄膜片堆叠300的密封性能，解决了在EDI系统工作时常遇到的泄漏问题，并在垫圈334和网材料335之间的界面提供了良好的机械和稳定性性能。

所述说明性设计的结果提供属于EDI单元的许多特征，这些特征的一部分如下述：

（1） 巧妙地设计的和优化的性能，如电流密度(A/ft^2)；即，分隔片包括对角编织网，可提供优化的流动特性，而设计成很薄的EDI单元为优化的传导和高的质量传递速率作好准备。

（2） 优化的液体分布和流量，用于高的离子分离效率；即，斜角网设计(40－55度方向，例如40-50度方向)提供了较高的质量传递性能。而且，对于各种工业应用，整个分隔片设计的厚度可以不相同，以便获得特定的系统性能和机械稳定性。

（3） 优化的单元室和工作条件为高电流、高质量传递和高性能作好准备。例如，使薄膜片之间维持小距离，就可有改进的离子传输速率和低扩散阻力。而且，优化的流体动力学和高流动速度在单元室中提供了高离子浓度。高离子浓度允许有通过薄膜片的高迁移率，故而有高性能和高效率。

虽然已对某些示范实施例作了说明并在附图中作了图示，但是，显然，这些实施例仅仅是说明性的，是为了对本发明有透彻的理解。而且，已知的电路未详细说明，以免不必要地模糊了本发明。

图 1

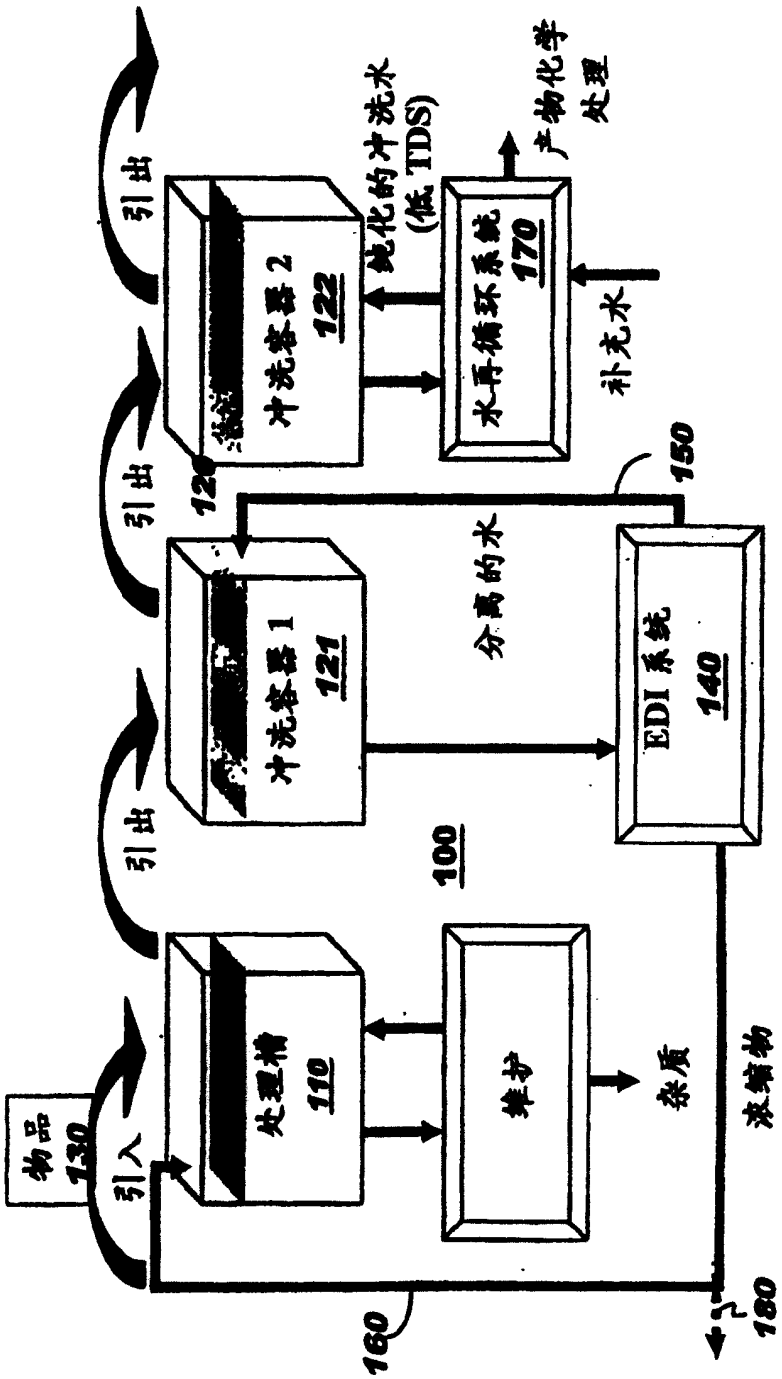

物品
130
引入
处理槽
110
维护
杂质
浓缩物
100
160
180
引出
冲洗容器 1
121
分离的水
EDI 系统
140
150
引出
冲洗容器 2
122
120
纯化的冲洗水
(低 TDS)
水再循环系统
170
补充水
产物化学
处理
引出

图 2A

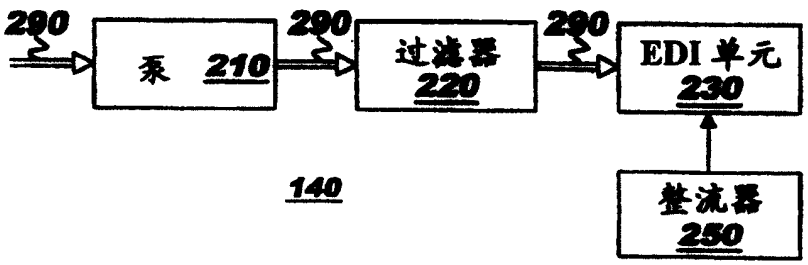


图 2B

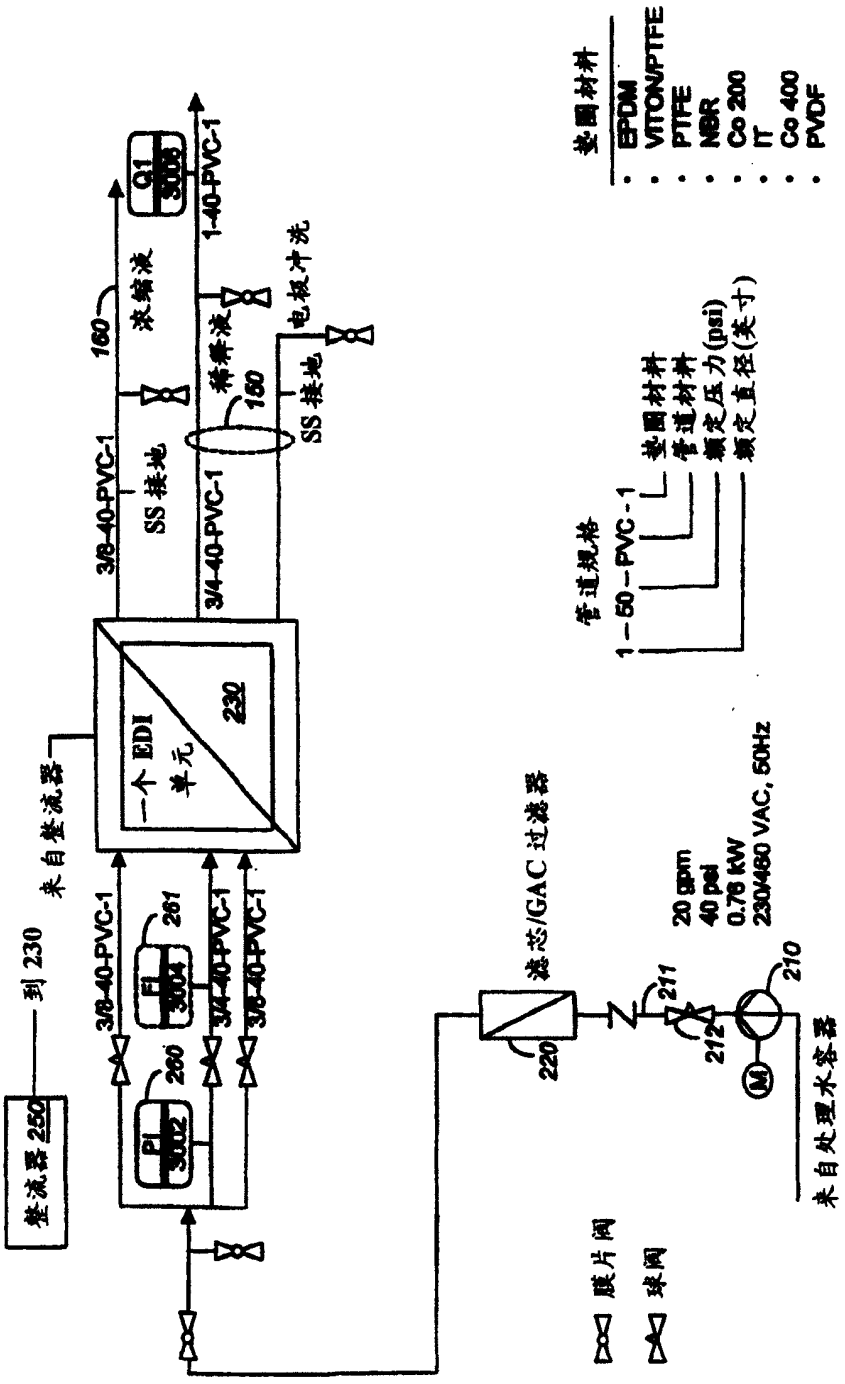

整流器 250
到 230
来自整流器
一个 EDI 单元
230
3/8-40-PVC-1
3/4-40-PVC-1
PI 3002
260
FI 3004
261
SS 接地
浓缩液
稀释液
160
Q1 3006
1-40-PVC-1
电极冲洗
滤芯/GAC 过滤器
220
211
212
20 gpm
40 psi
0.76 kW
230/460 VAC, 50Hz
M
210
来自处理水容器
膜片阀
球阀
垫圈材料
EPDM
VITON/PTFE
PTFE
NBR
Co 200
IT
Co 400
PVDF
管道规格
1-50-PVC-1
垫圈材料
管道材料
额定压力(psi)
额定直径(英寸)

图 3A

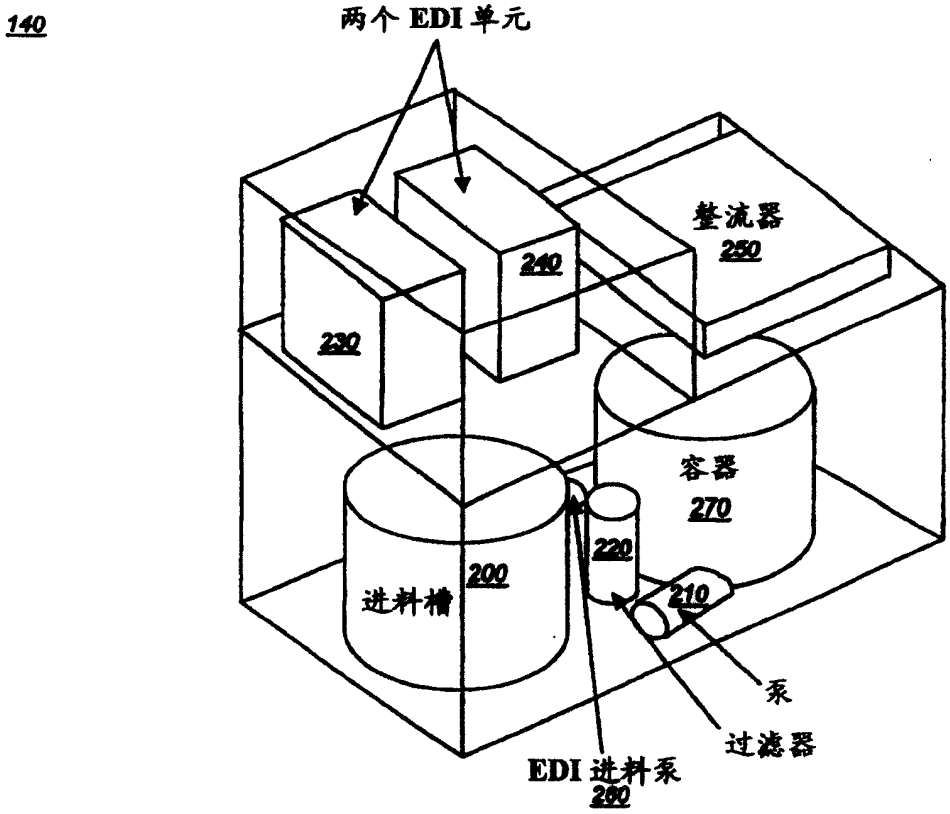

140
两个 EDI 单元
整流器
250
240
230
容器
270
220
200
进料槽
210
泵
过滤器
EDI 进料泵
260

图 3B

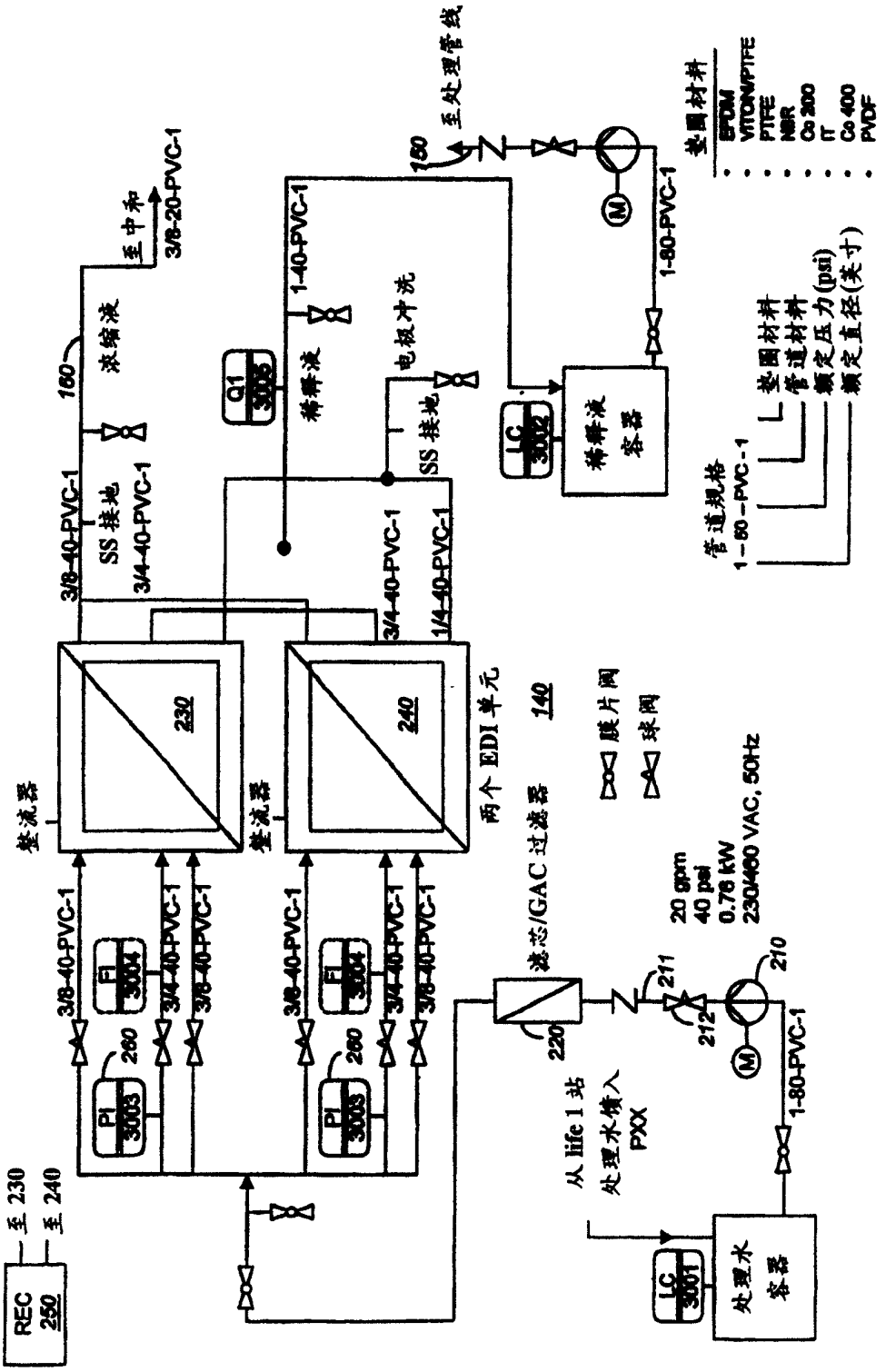

至处理管线
至中和
3/8-20-PVC-1
浓缩液
稀释液
电极冲洗
SS 接地
3/8-40-PVC-1
3/4-40-PVC-1
1/4-40-PVC-1
1-40-PVC-1
1-80-PVC-1
稀释液容器
LC 3002
Q1 3005
垫圈材料
EPDM
VITON/PTFE
PTFE
NBR
Co 200
IT
Co 400
PVDF
管道规格
1-80-PVC-1
垫圈材料
管道材料
额定压力(psi)
额定直径(英寸)
整流器
230
240
两个 EDI 单元
140
膜片阀
球阀
滤芯/GAC 过滤器
220
211
212
210
20 gpm
40 psi
0.76 kW
230/460 VAC, 50Hz
从 life 1 站
处理水储入
PXX
处理水容器
LC 3001
FI 3004
PI 3003
260
至 230
至 240
REC 250

图 4

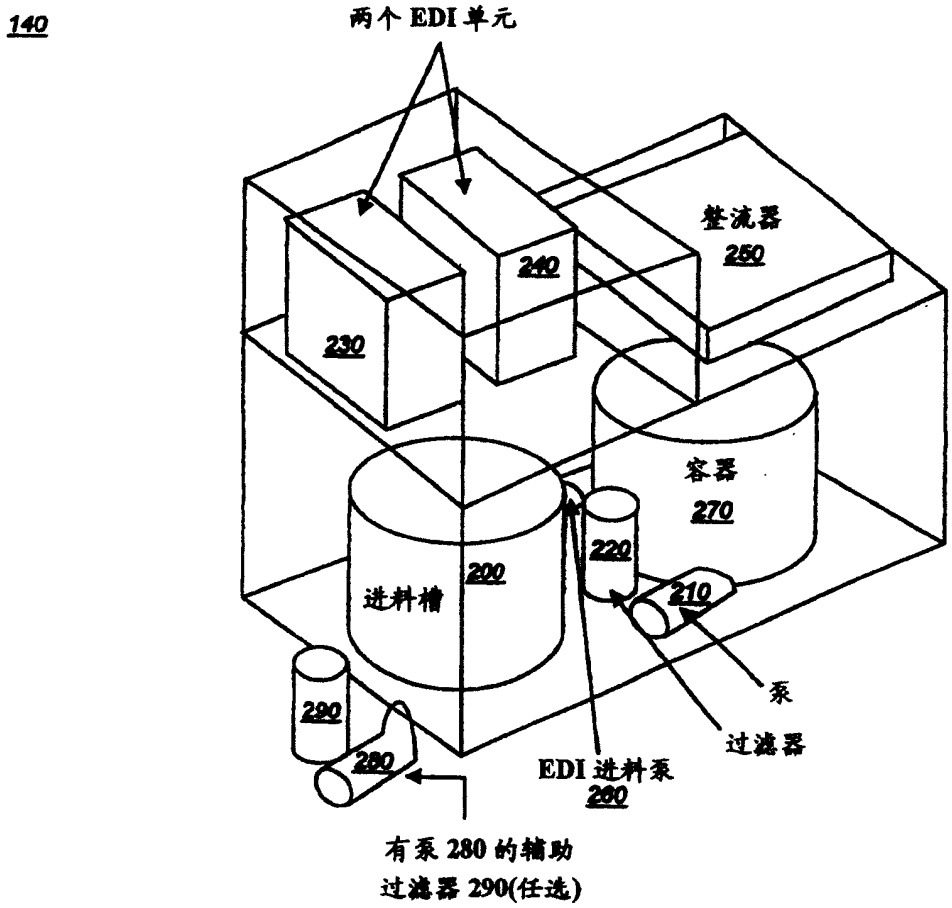
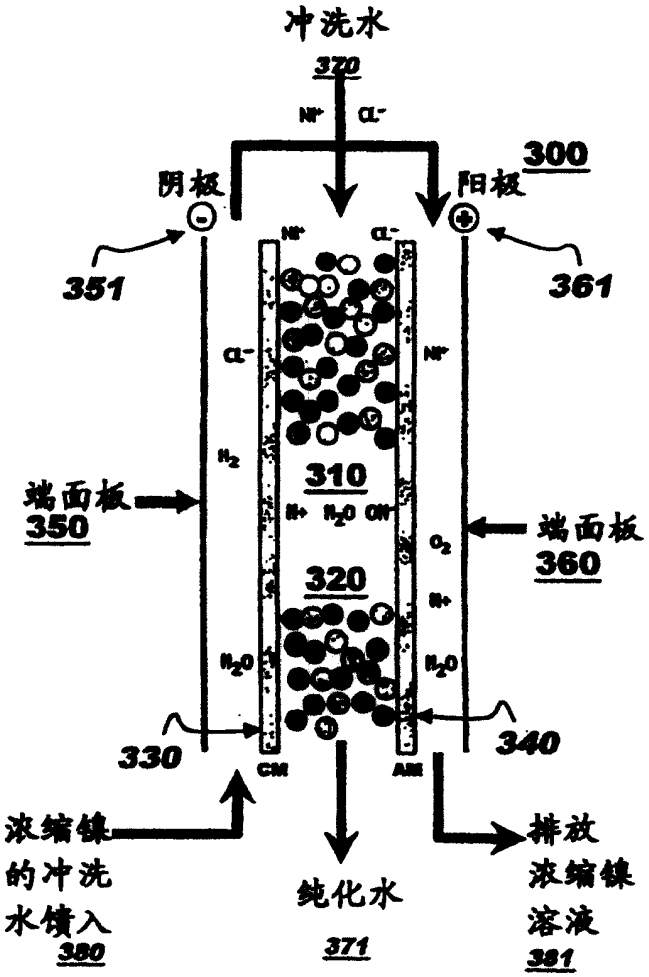

140
两个 EDI 单元
整流器
250
240
230
容器
270
220
200
进料槽
210
泵
过滤器
290
280
EDI 进料泵
260
有泵 280 的辅助
过滤器 290(任选)

图 5


冲洗水
370
阴板
阳板
300
351
361
端面板
350
端面板
360
310
320
330
340
CM
AM
浓缩镍
的冲洗
水馈入
380
纯化水
371
排放
浓缩镍
溶液
381

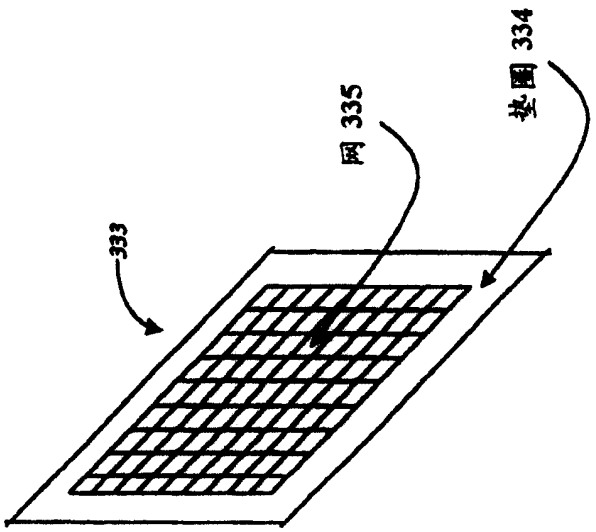


图 7

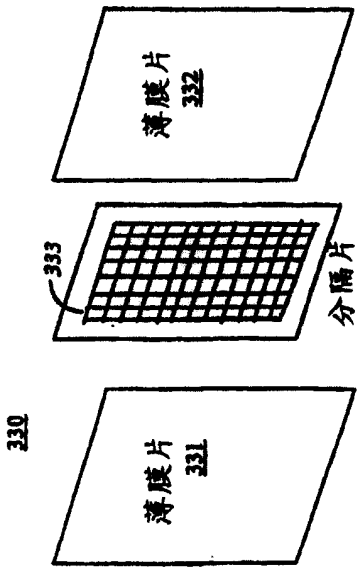


图 6