

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01D 61/52

B01D 61/48 B01D 61/58

C02F 1/469



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99809282.7

[45] 授权公告日 2003 年 11 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 1128657C

[22] 申请日 1999.6.25 [21] 申请号 99809282.7

[30] 优先权

[32] 1998.8.3 [33] US [31] 09/127,975

[86] 国际申请 PCT/CA99/00594 1999.6.25

[87] 国际公布 WO00/07700 英 2000.2.17

[85] 进入国家阶段日期 2001.2.2

[71] 专利权人 E-CELL 公司

地址 加拿大安大略省

[72] 发明人 戴维·弗洛里安·泰西耶

汤姆·科瑟 史蒂夫·西韦恩斯

马克·菲利普·许纳尔格德

罗伯特·格莱格

审查员 刘天佐

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

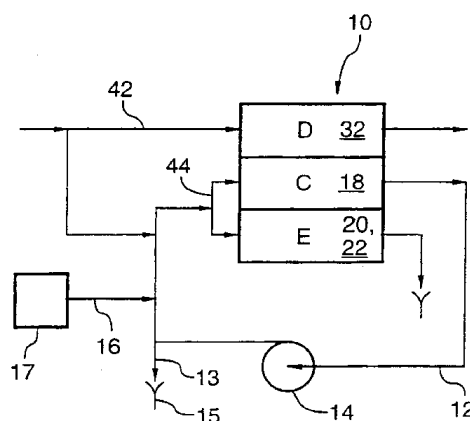
代理人 朱登河 顾红霞

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称 减少电去电离作用系统中结垢的方法

[57] 摘要

一种水处理用的电去电离作用系统(10)或反渗透/电去电离作用组合系统(62, 10)中的抑制水垢形成的方法及设备, 更特别地, 用于增加对进入电去电离作用装置(10)中的给水硬度的耐受性, 以抑制给水所含的阳离子沉淀, 并且增加电去电离作用装置的效率。须纯化的水通过电去电离作用装置(10), 其中循环通过浓缩室(18)及阳极室和阴极室(20, 22)的浓缩流(12)中含有有效量的阻垢剂以抑制水垢沉淀。优选地, 与电去电离作用装置(10)形成系列的一个或多个初级反渗透装置(62, 72, 74, 90, 100, 110, 120, 130, 140)接受浓缩流(12, 44)中的一部分阻垢剂。给入反渗透装置(62)中的水中的阻垢剂可以补充和调整。可通过反渗透的产品向电去电离作用装置的浓缩流(44)提供电解质。



ISSN 1008-4274

1. 一种在用于水去电离作用的电去电离作用装置中抑制水垢形成的方法，所述电去电离作用装置的一端设有一阳极室，相对的一端
5 设有一个阴极室，以及在所述阳极室与阴极室之间设有多个交替间隔设置的稀释室与浓缩室，该方法包括：

须去电离作用的给水通过稀释室；

从给水中获得离子的水或水溶液通过浓缩室，并通过阳极室及阴
极室；

10 在所述阳极与所述阴极之间施加电压，从而给水中的离子迁移到浓缩室的水或水溶液中；

从阳极室及阴极室中收集并排出水溶液；

将浓缩室中的水或水溶液作为浓缩流通过浓缩室并通过阳极室及
阴极室进行循环；以及

15 向通过浓缩室以及通过阳极室阴极室循环的浓缩流中注入有效量的阻垢剂以抑制浓缩室以及阴极室中的水垢形成。

2. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，浓缩流中的阻垢剂有效量为 1-400ppm。

20

3. 权利要求 2 中所述的方法，其特征在于，阻垢剂选自硫酸、盐酸、聚丙烯酸、聚丙烯酸与磺酸盐共聚物的衍生物、磷酸型阻垢剂以及六甲基磷酸钠、EDTA 与 CDTA 复合药剂、氨基琥珀酸螯合剂、以亚硫酸钠为代表的非氧化杀生物药剂以及其组合。

25

4. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，阻垢剂为约 500-0.5ppm 的硫酸或约 365-0.4ppm 的盐酸。

30

5. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，阻垢剂为约 5-200ppm 的六甲基磷酸钠。

6. 权利要求 1 中所述的方法,其特征在于,阻垢剂为约 25-100ppm 的六甲基磷酸钠。

5 7. 一种在反渗透装置中用于水纯化和去电离作用以抑制水垢形成的方法,所述反渗透装置包括一个或多个串联的级,在电去电离作用装置中,须纯化及去电离作用的水通过反渗透装置制备一个渗透流和一个滞留物排出流,并且所述电去电离作用装置的一端设有一阳极室,相对的一端设有一个阴极室,以及在所述阳极室与阴极室之间设有多个交替间隔设置的稀释室与浓缩室,该方法包括:

10

须纯化和去电离作用的给水通过反渗透装置;

透过反渗透装置的渗透流通过去电离作用装置的稀释室;

从给水中获得离子的水或水溶液通过浓缩室,并通过阳极室及阴极室;

15 在所述阳极与所述阴极之间施加电压,从而给水中的离子迁移到浓缩室的水或水溶液中;

从阳极室及阴极室中收集并排出水溶液;

将浓缩室中的水或水溶液作为浓缩流通过浓缩室并通过阳极室及阴极室进行循环;

20 向通过浓缩室以及通过阳极室阴极室的循环浓缩流中注入有效量的阻垢剂以抑制浓缩室以及阴极室中的水垢形成;

分流一部分含阻垢剂的浓缩流;

所述含一定量阻垢剂的那部分浓缩流分流与给水合并后通过反渗透装置;调整进入反渗透装置中的水中的阻垢剂含量,提供有效量的阻垢剂以抑制反渗透装置中形成水垢,且使渗透流通过去电离作用装置的稀释室。

25

8. 权利要求 7 中所述的方法,其特征在于,进入反渗透装置中的水中的阻垢剂量调整为 1-75ppm 以有效抑制水垢形成。

30

9. 权利要求 8 中所述的方法，其特征在于，至少一个或多个级的一部分渗透流加入浓缩流，通过浓缩室并通过阳极室和阴极室，向其中加入电解质，而增强导电性。

5 10. 权利要求 7 中所述的方法，其特征在于，所述给水经由反渗透装置进入多个通道，每一个通道包括一个或多个级，其中至少一个级或一个通道的渗透流与浓缩流合并进入浓缩室并通过阳极室和阴极室，向其中加入电解质，而增强导电性。

10 11. 权利要求 10 中所述的方法，其特征在于，除了第一反渗透通道，至少一个级的滞留物与浓缩流合并进入浓缩室并通过阳极室和阴极室，向其中加入电解质而增强导电性。

15 12. 权利要求 8 中所述的方法，其特征在于，阻垢剂选自硫酸、盐酸、聚丙烯酸、聚丙烯酸与磺酸盐共聚物的衍生物、磷酸型阻垢剂、六甲基磷酸钠、EDTA 与 CDTA 复合药剂、氨基琥珀酸螯合剂、以亚硫酸钠为代表的非氧化杀菌剂以及其组合。

减少电去电离作用系统中结垢的方法

发明背景

(i) 技术领域

本发明涉及一种抑制水处理用的电去电离作用系统或反渗透/电去电离作用组合系统中结垢的方法及设备，更具体地，用于增加对进入电去电离作用装置中的给水硬度的耐受性，以抑制给水所含的阳离子沉淀，并且增加电去电离作用装置的效率。

(ii) 背景技术

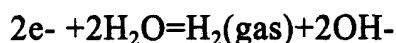
液体纯化在许多工业领域中具有极为重要。特别地，许多工业都须采用纯水，诸如，在制备半导体芯片的工艺中，在电厂中，在石油化学工业中以及许多其它用途。

一直采用离子交换树脂、反渗透过滤以及电渗析技术来降低液体中的离子浓度。

近来，更多地采用电去电离作用装置来降低液体中的离子浓度。术语“电去电离作用”通常涉及下述纯化液体的设备及工艺，其组合利用离子交换树脂、离子交换膜以及电来纯化液体。电去电离作用模块包括交替设置的阳离子渗透膜和阴离子渗透膜，而其间构成室。交替排列的室中填设有离子交换树脂珠。这些室为稀释室。那些不含离子交换树脂的室通常为浓缩室。通电后，离子将通过离子交换树脂珠和离子渗透膜从稀释室进入浓缩室。流经浓缩室的液体被丢弃或部分循环使用，并且流经稀释室的纯化后液体作为去矿物质的液体产品得到回收利用。

令人关注的是电去电离作用装置的结垢降低了膜效率并污染了电

极表面。结垢经常发生于电去电离作用装置的局部区域，特别是在那些高 pH 值的地方。这些地方包括阴离子交换膜的浓缩室一侧的表面，原因在于稀释室中的再生水分解产生的羟基离子流。高 pH 值的局部区域通常在阴极表面，原因在于阴极电极反应所产生的氢气及其副产物羟基离子：



在这些局部区域的高 pH 值条件下，将形成对电去电离作用装置的工作性能不利的水垢。一般地，这些水垢在多价金属阳离子存在的情况下产生，多价金属阳离子诸如： Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 及其类似物，可在局部高 pH 条件下沉淀，比如以氢氧化物、硫酸盐、磷酸盐、氧化物形式，以及在碳酸盐、重碳酸盐或二氧化碳存在时以碳酸盐、混合氧化物诸如尖晶石、混合碳酸盐形式，以及当氟化物存在时以氟化物形式沉淀。由于此类化合物产物溶解度较低，即使浓缩流中痕量的此类金属阳离子与反离子也足以导致不利的沉淀。

公开号为 0839762 的欧洲专利披露了一种在电去电离作用装置中减少结垢的方法，其中再循环的浓缩流通过电解处理以增强浓缩流的酸性，从而减少了电去电离作用装置中结垢。日本公开专利 No.62168508、No.57171485 及美国专利 No.3,003,940 都公开了涉及在电渗析装置中直接注入或加入阻垢剂以阻止结垢的方法。

在反渗透中，由于浓缩流与渗透流之间的压差驱使水通过渗透膜，浓缩流的浓度大为提高并且超过了所溶解离子的盐类溶解度的极限，导致 $CaCO_3$ 及其它固体的沉淀成为水垢。此处的水垢形成机理根本不同于电去电离作用过程，在电去电离作用装置中是由于稀释室中水分解形成的羟基离子迁移，从而使阴离子膜表面(浓缩室一侧)保持在活性的高 pH 值。

采用阻垢剂可阻止产生此类水垢。这类方法有数种机理，包括：
a)抑制水垢颗粒的晶核形成，相对于水垢形成离子通常使用次化学计

量的阻垢剂；b)抑制水垢颗粒的生长，相对于水垢形成离子通常使用次化学计量的阻垢剂；c)水垢离子的溶液络合，从而降低了水垢形成的热力学趋势(吉布斯自由能变化)，相对于水垢形成离子通常使用化学计量的阻垢剂(螯合剂)。由于一般在反渗透给水中离子浓度相对较高，a)和 b)的效果通常受到反渗透给水中所加入阻垢剂的影响。通常还采用降低反渗透给水 pH 值的方法。其基本效果是使反渗透系统工作的回收率高于其它可能的方法。

尽管向反渗透中加阻垢剂为公知技术，但尚未见到向电去电离作用装置加阻垢剂以减少水垢形成。Yoram Oren 等通过阿姆斯特丹的 Elsevier Science Publisher B.V.在 Desalination, 86(1992)155-172 发表一篇名为 Studies on Polarity Reversal with Continuous Deionization 的论文，该文认为，在连续的去电离作用过程例如电去电离作用，可以通过降低钙和镁的浓度(软化)或酸化来降低敏感区的 pH 值，或加入阻垢剂与钙离子或镁离子形成化合物或阻止沉淀，可最大限度地减少水垢的形成。但是，需要进一步说明的是，所有技术方案都向水中加入了不利的化学物质并且需要设备来导入该化学物质。

发明简述

广而言之，本发明的方法在用于水去电离作用的电去电离作用装置中抑制水垢形成，所述电去电离作用装置的一端设有一阳极室，相对的一端设有一个阴极室，以及在所述阳极室与阴极室之间设有多个交替间隔设置的稀释室与浓缩室，该方法包括：须去电离作用的给水通过稀释室；从给水中获得离子的水或水溶液通过浓缩室，并通过阳极室及阴极室；在所述阳极与所述阴极之间施加电压，从而给水中的离子迁移到浓缩室的水或水溶液中；从阳极室及阴极室中收集并排出水溶液；将浓缩室中的水或水溶液作为浓缩流通过浓缩室并通过阳极室及阴极室进行循环；以及向通过浓缩室和通过阳极室阴极室的循环浓缩流中注入有效量的阻垢剂以抑制浓缩室和阴极室中的水垢形成。浓缩流中的阻垢剂有效量为 1-400ppm，其中阻垢剂选自硫酸、盐酸、

聚丙烯酸、聚丙烯酸与磺酸盐共聚物的衍生物、磷酸型阻垢剂以及六甲基磷酸钠、EDTA 与 CDTA 复合药剂、氨基琥珀酸螯合剂、以亚硫酸钠为代表的非氧化杀生物药剂以及其组合。

5 本发明的一种优选方法在用于水纯化和去电离作用的反渗透装置和电去电离作用装置串列中抑制水垢形成，在电去电离作用装置中须纯化及去电离作用的水通过反渗透装置制备渗透流和滞留物排出流，并且所述电去电离作用装置的一端设有一阳极室，相对的一端设有一个阴极室，以及在所述阳极室与阴极室之间设有多个交替间隔设置的
10 稀释室与浓缩室，该方法包括：须纯化和去电离作用的给水通过反渗透装置；透过反渗透装置的渗透流通过去电离作用装置的稀释室；从给水中获得离子
15 的水或水溶液通过浓缩室，并通过阳极室及阴极室；在所述阳极与所述阴极之间施加电压，从而给水中的离子迁移到浓缩室的水或水溶液中；从阳极室及阴极室中收集并排出水溶液；将浓缩室中的水或水溶液作为浓缩流通过浓缩室并通过阳极室及阴极室进行
20 循环；向通过浓缩室以及通过阳极室阴极室的循环浓缩流中注入有效量阻垢剂以抑制浓缩室以及阴极室中的水垢形成；分流一部分含阻垢剂的浓缩流；所述含一定量阻垢剂的部分浓缩流分流与给水合并后通过反渗透装置，调整进入反渗透装置中的水中的阻垢剂含量，提供有效量阻垢剂以抑制反渗透装置中形成水垢，且渗透流通过去电离作用装置的稀释室。

25 给水经由反渗透装置进入多个通道，每一个通道包括一个或多个级，其中至少一个级或一个通道的渗透流与浓缩流合并，通过浓缩室并通过阳极室和阴极室，向其中加入电解质，所以增强了导电性。除了第一反渗透通道，至少一个级的滞留物与浓缩流合并，通过浓缩室。所述阻垢剂为约 500-0.5ppm 的硫酸，或约 365-0.4ppm 的盐酸，或为约 5-200ppm 的六甲基磷酸钠，优选为约 25-100ppm 的六甲基磷酸钠。

30 进入反渗透装置中的水中的阻垢剂调整为 1-75ppm 以有效抑制水

垢形成。

在本发明的优选实施例中，一部分渗透流加入浓缩流，通过浓缩室并通过阳极室和阴极室，向其中加入电解质，所以增强了导电性。

5

附图简述

参照以下附图详述本发明的方法及设备，其中：

图 1 为本发明第一实施例的流程简图；

图 2 为实施图 1 中本发明实施例的电去电离作用装置简图；

10 图 3 为结合图 1 中实施例的本发明第二实施例的流程简图；

图 4 为结合图 1 中实施例的本发明第三实施例的流程简图；

图 5 为结合图 1 中实施例的本发明第四实施例的流程简图；和

图 6 为结合图 1 中实施例的本发明第五实施例的流程简图。

15

优选实施例描述

以下将参照附图对本发明进行详述。总而言之，本发明应用于水纯化工艺，系采用电去电离作用装置或电去电离作用装置与反渗透装置系列来实现。

20

首先参照图 1，本发明的实施例包括一个水纯化工艺，后者包括一个电去电离作用装置 10、一个具有一用于循环浓缩流的泵 14 的循环回路 12、一个到排水管 15 的浓缩物分流管路 13、以及一个用于注入阻垢剂酸的注射管路 16，从注射装置 17 中分别进入浓缩室 18 以及阳极室 20 和阴极室 22。

25

30

现请参见图 2，本发明的电去电离作用装置 10 详述如下，其包括设有一个阳极 24 的阳极室 20 和设有一个阴极 26 的阴极室 22。多个阳离子交换膜 28 和阴离子交换膜 30 交替设置于阳极室 20 和阴极室 22 之间，形成了每一个由阴离子交换膜 30 的阳极一侧与阳离子交换膜 28 的阴极一侧围成的稀释室 32，以及每一个由阳离子交换膜 28

的阳极一侧和阴离子交换膜 30 的阴极一侧围成的浓缩室 18。电解质溶液分别通过液流 36 和 38 加入阳极室 20 及阴极室 22。

由标号 40 表示的离子交换材料诸如离子交换树脂珠填设于稀释室 32。其可包括阴离子或阳离子交换树脂或其组合物、混合床、层、连续相/非连续相、及其类似物，诸如在 PCT 申请 No. PCT/CA97/00018 中所公开的，引用于此供参考。此类介质通过离子交换来除去不希望的离子以促进水纯化。进一步地，此类介质促进了离子朝膜 28 与 30 迁移并渗透通过，正如如下所述。

需处理的水由供给流 42 导入稀释室 32，水或溶液由供给流 44 导入浓缩室 18 并进入阳极室及阴极室 20、22。将预定电压施加于两电极上，于是稀释室 32 中的阴离子渗透通过阴离子交换膜 30 进入浓缩室 18，同时稀释室 32 的液流中的阳离子渗透通过阳离子交换膜 28 进入浓缩室 18。可通过设于稀释室 32 的离子交换材料 40 进一步促进以上所述的阴离子及阳离子迁移。由所施加的电压驱动，稀释室 32 中的阳离子以离子交换机理迁移通过阳离子交换树脂，并最终通过与阳离子交换树脂直接接触的阳离子交换膜 28。类似地，稀释室 32 中的阴离子以离子交换机理迁移通过阴离子交换树脂，并最终通过与阴离子交换树脂直接接触的阴离子交换膜 30。溶液或水由液流 44 导入浓缩室 18，阴离子及阳离子组分随后迁移进入这些室，从排出流 48 中收集并作为浓缩溶液除去，同时经纯化的水流作为排出流 50 从稀释室 32 排出。

由于阴极室 22 的阴极 26 与阳极室 20 的阳极 24 之间的电流作用，水离解为氢气和羟基离子。羟基离子迁移通过阴离子交换膜并在阴离子交换膜 30 的浓缩室一侧表面 52 处局部富集。这使得阴离子交换膜 30 的表面 52 附近的局部区域成为高 pH 值区，因此促进水垢形成。

在电去电离作用装置的阴极表面 54 也可发现局部高 pH 值区。在

这种条件下，水被还原成为氢气，同时产生副产物羟基离子，这在热动力学上易于进行。因此，阴极表面 54 附近的条件也有助于水垢形成。

5 为了阻止阴离子交换膜 30 的表面 52 和阴极表面 54 上形成水垢，
现设有一个阻垢剂添加器 16 以向回路 12 中的浓缩流注入阻垢剂，并
给入浓缩室 18 和阳极室 20 及阴极室 22。阻垢剂包括降低 pH 值的硫酸和盐酸；聚丙烯酸、聚丙烯酸衍生物(例如，带磺酸盐官能团的共聚物)、磷酸型阻垢剂、六甲基磷酸钠；复合药剂诸如 EDTA、CDTA、
10 氨基琥珀酸及其类似螯合剂；以及杀生物药剂，优选非氧化，诸如亚硫酸钠，以及其组合。由此，阻垢剂添加器 16 向浓缩室供给流 44 以及阴极电解质供给流 38 注入有效量的阻垢剂以使液流中的浓度达到百万分之 1-500(ppm)。对于浓缩流来说，抑制电去电离作用装置中结垢的理想 pH 值范围为约 2-5，即硫酸浓度约为 500-0.5ppm 及盐酸浓度约为 365-0.4ppm。六甲基磷酸钠的浓度优选为约 5-200ppm，最优选为 25-100ppm。由此，阻垢剂循环通过浓缩室 18 和阴极室 22 而抑制水垢形成，并而后分别通过液流 48 和 60 排出，由分流 61 循环的浓缩流与给入反渗透装置，如所述，或作为废弃物排掉。

20 为了从浓缩室 18 回收和循环阻垢剂，排出流 48 与来自注射装置 17 通过给料管路 16 的含阻垢剂的补偿溶液再循环通过管路 12，以连续向浓缩室 18 和阳极室 20 及阴极室 22 添加阻垢剂。通过回收和循环利用电去电离作用装置 10 的排出物中的绝大部分残留阻垢剂，本发明的工艺更充分地使用了阻垢剂。

25 在图 3 中所示的本发明的实施例中，电去电离作用装置 10 与反渗透装置 62 串联运转以进行水纯化。众所周知，需处理的水通过供给流 64 加入反渗透装置 62，其中所加的水被膜 70 分成了渗透流 66 和滞流 68，并排出至排水管 72。渗透流 66 结合供给流 42 以在电去
30 电离作用装置 10 中进一步处理，而滞流 68 或是排入排水管 72 或作

它用，诸如用在冷却塔中。

5 水垢沉淀同样对反渗透装置的工作形成不利影响。在反渗透中，例如，通过施加大于正常渗透压的压力来迫使水流动通过膜进入纯化水相，则盐从盐的水溶液中分离出来了，从而避免了水的反向自然流动趋向。由此，盐溶液被逐步浓缩了。极端情况是，超过所溶解盐溶解度极限，导致 CaCO_3 及其它固体沉淀成为水垢。此种水垢形成机理根本不同于电去电离作用装置之中，电去电离作用装置中的阴离子膜表面(浓缩室一侧)由于稀释室中水离解的羟基离子迁移而保持一个活性的

10 高 pH 值；高 pH 值产生水垢。

有益地，通过管路 65 连接到供给水流 64，来自浓缩室 18 的循环排出流 12 中的一部分阻垢剂可在反渗透装置 62 中得到利用。当在反渗透装置 62 中水垢形成得到抑制时，电去电离作用装置 10 中阻垢剂的损失减少了。

15

进一步的实施例中，在阻垢剂注入反渗透装置 36 之前，浓缩室中释放在管路 65 中阻垢剂被加满。参见图 3，第二阻垢剂注入装置 67 设于反渗透装置 36 进口的上游，以加入有效量的阻垢剂来补充由浓缩室排出流 34 出来的阻垢剂，或加入补充药剂。

20

考虑对图 3 中所示的实施例的进一步变换，且不限于所示。例如，在给入电去电离作用装置 10 之前，渗透流 66 可进一步通过附加的反渗透装置纯化，如所述，或通过其它分离工艺的处理，诸如脱除气体，或其它化学处理，或其组合。

25

为了增加电去电离作用装置 10 中的导电性，即增加电流降低电压来减少能量消耗，本发明的另一个实施例将反渗透装置 62 的渗透流 66 的一部分分入电去电离作用装置 10，即将该部分给入了浓缩室

30 18。渗透流 66 和滞流 68 含电解质，诸如溶解盐离子。连接液流 66

或 68 中的一个均可补偿浓缩室供给流 44 中的电解质和水。优选地，
滞流排出 68 不要采用这种方式连接，除非滞流排出 68 相对地不含多
价阳离子、高分子量有机化合物及细菌，不然它们就会污染电去电离
作用装置 10。因此，如果水供给流 64 含有此类杂质，从渗透流 66 而
5 不是滞流 68 来的管路 69，可连接到供给流 44 来补充电去电离作用装
置的浓缩室 18 中的电解质。

如图 4 所示的本发明的进一步的实施例，本发明的水纯化系统由
一个多级反渗透系统 70 与一个电去电离作用装置 10 串联构成。该多
10 级反渗透系统 70 包括两个级，分别由第一和第二反渗透系统 72 和 74
组成。须纯化的水通过供给流 76 给入第一反渗透装置 70，通过管路
77 与管路 12 中浓缩回流溶液的一部分合并，且通过此处的膜处理分
成第一渗透流 78 和第一滞流 80。滞流 80 排入第二反渗透装置 74 并
经膜处理，使第一滞留物流 80 分成第二渗透流 82 和第二滞留物流 84。
15 第二渗透流 82 与第一渗透流 78 合并为供给流 42 进入电去电离作用
装置 10 进一步处理。第二滞留物流 84 或排入排水管 88，或作它用，
诸如用在冷却塔中。为了补偿电去电离作用装置 10 的浓缩室 18 的给
料中的电解质，由第二渗透流 82 通过管路 83 分流，或由渗透流 78、
82 通过管路 85 合并的供给流 42 来的分流可加入浓缩室 18 的循环流
20 44。

从管路 77 浓缩室排放来的阻垢剂可通过第二阻垢剂注射装置 79
加满。

25 可以理解的是反渗透系统中反渗透级数不限于两个，且可以包括
多个级，以下均注为“n-级”，每一个级包括一个反渗透装置，以便
于经济有效地纯化和回收水。此处，将滞流从第 1-(n-1)级连续地排入
紧随的下游 2-n 级反渗透以进一步进行处理。第 n 级的滞留物流排入
排水管或用于需要低纯度水的其它用途。由 n 级来的每一股渗透流都
30 合并为供给流 42 在电去电离作用装置 10 中进一步纯化。合并于浓缩

室的供给流 44 的每一股渗透流均有一部分分流取出来以增加电去电离作用装置 10 的导电性。

5 如图 5 所示的本发明的另一个实施例，其中反渗透系统 88 包括一个由多个反渗透装置串联组成的多通道串联反渗透系统，通道的数目相应于反渗透装置的数目，每一个反渗透装置将进一步纯化来自其之前的反渗透装置的渗透流。在图 5 中具体说明的实施例中，通道的数目为 2，由两个反渗透装置 90 和 100 串联组成。本实施例中，须纯化的水和通过管路 103 从管路 12 中的一部分浓缩环流溶液来的阻垢剂一起给入供给流 92 而进入反渗透装置 90，并通过此处的膜处理分为第一渗透流 94 和第一滞留物流 96。第一渗透流 94 排入第二反渗透装置 100 进一步纯化，而后滞留物流 96 排入排水管。在第二反渗透装置 100 中，第一渗透流 94 由此处的膜处理分为第二渗透流 102 和滞留物流 104。第二渗透流 102 作为供给流 42 给入电去电离作用装置 10 进一步纯化。滞留物流 104 或循环至供给流 92，或排入排水管或作为电解质使用。可通过第二阻垢剂注射装置 93 来补充阻垢剂。

20 为了对电去电离作用装置 10 的浓缩室 18 的电解质进行补偿，来自第一渗透流 94 的分流 95 或来自第二渗透流 102 的分流 99，可给入浓缩室 18 的供给流 44。由于液流 104 已经在第一反渗透装置 90 经过纯化，故从第二反渗透装置 100 出来的滞留物流 104 可通过管路 105 来进行电解质补偿，并且滞留物流 104 基本不含无需的颗粒、有机物及细菌。还有，优选地是从第二滞留物流 104 中分流，其中盐浓度最高，因此，更有可能增强电去电离作用装置 10 中的导电性。

25 可以理解的是反渗透系统 88 中的反渗透通道数目不限于 2，可以包括任意多个通道，每一个通道含一个反渗透装置及一或多个级。此处，来自通道的渗透流均排入各自相应的下游反渗透装置以进一步处理。来自最后一个通道的渗透流排入电去电离作用装置 10 进一步纯化。除了第一通道外，通道的每一个滞留物流或循环返回第一通道

30

的反渗透装置的供给流，或排入排水管。除了第一通道的反渗透装置的滞留物流，来自任一渗透流的分流或来自任一滞留物流的分流都将给入浓缩室 18 供给流 44 以增强电去电离作用装置 10 的导电性。

5 本发明的进一步的实施例，如图 6 示，来自任一通道的滞留物流都可排入第二级反渗透装置进一步纯化，制备出进一步的渗透流，其结合来自同样通道的渗透流而进入下游反渗透通道或电去电离作用装置 10 中进一步纯化。本变换组合了图 4 和图 5 中所示的各工艺，并包括两个通道，每一个通道含两个级，每一级具有一个反渗透装置。

10 因此第一通道包括第一反渗透级 110 和第二反渗透级 120，且第二通道包括第三反渗透级 130 和第四反渗透级 140。须纯化的水和管路 12 中浓缩循环溶液通过管路 115 的一部分及补充阻垢剂注射装置 113 一起通过供给流 112 给入第一反渗透装置 110，并通过此处的膜处理分为第一渗透流 114 及第一滞留物流 116。滞留物流 116 排入第二反

15 渗透级 120，经此处的膜处理，使第一滞留物流 116 分为第二渗透流 122 和第二滞留物流 124。第二渗透流 122 合并第一渗透流 114 成为供给流 132 而进入第三反渗透装置 130 的第二通道进一步处理。第二滞留物流 124 排入排水管。供给流 132 进入第三反渗透装置 130 并通过此处的膜处理分为第三渗透流 134 和第三滞留物流 136。滞留物流 136

20 排入第四反渗透级 140，并经此处的膜处理，使第三滞留物流 136 分为第四渗透流 142 和第四滞留物流 144。第四渗透流 142 合并第三渗透流 134 形成供给流 42 而在电去电离作用装置 10 中进一步纯化。第四滞留物流 144 或是通过管路 145 连接返回供给流 112 而给入第一反渗透装置 110，或排入排水管。

25

 为了实现电去电离作用装置 10 的浓缩室 18 中的电解质补偿，来自第一渗透流 114、第二渗透流 122、第三渗透流 134、第四渗透流 142 或第四滞留物流 144 中任一分流，或其组合，均可通过管路 123 连接到供给流 44 而给入浓缩室 18。最优选地，来自第二渗透流 122 的分流通过管路 123 给入，此处盐浓度最高，因而，更有利于增强电去

30

电离作用装置 10 的导电性。

可以理解的是，此处反渗透通道及反渗透级的数目均不限于 2，且可包括任意多个通道，以便于经济地纯化和回收水。除了第一通道的滞留物流，来自任一渗透流的分流或相关的反渗透装置的滞留物流的分流均可给入电去电离作用装置 10 来增强其中的导电性。

可以考虑进一步变换图 4、图 5 及图 6 中所示的实施例，且不限于图中所示。例如，在将供给流 42 连接到电去电离作用装置 10 的稀释室 32 之前，来自反渗透装置的渗透流可通过分离工艺进一步纯化，诸如脱除气体。另外，优选地，电去电离作用装置 10 的浓缩室 18 的循环回路 12 中的未用完阻垢剂给入反渗透装置供给流以抑制反渗透装置以及任一下游装置中的水垢形成，如图 3 中所示的类似的方式进行。

本发明具备多项显著优点。所述阻垢剂包括 pH 控制剂、防污水垢抑制剂、螯合剂及其类似物，由于系统内的药剂通过电去电离作用装置中的循环及一个或多个系列反渗透装置中的循环，可以高于通常市售产品的浓度用于电去电离作用装置。电去电离作用装置的相对小的液流循环进入反渗透装置较大液流，适宜的低浓度阻垢剂使反渗透工作更为经济。反渗透的渗透流选择性地作为对循环回路的补偿进入浓缩室，从而利用了渗透流的盐度增强了导电性及较低电压较高电流条件下的电解池效率，因此减少电能需求，无需再向系统中添加盐及增加费用。

当然，可以理解的是，在不脱离本发明的精神的前提下可对所述的本发明实施例进行变换，本发明由所附的权利要求限定。

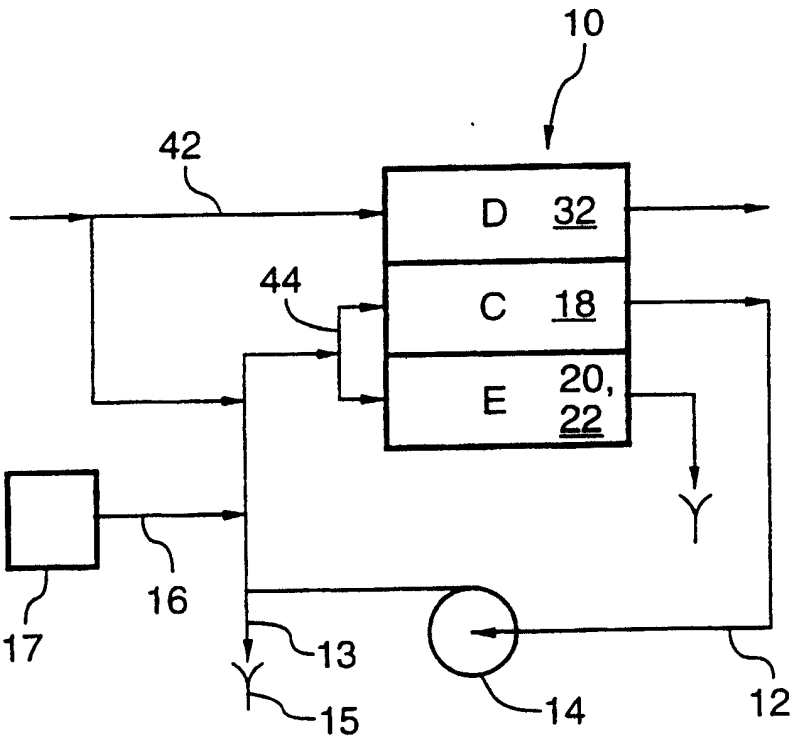


图1

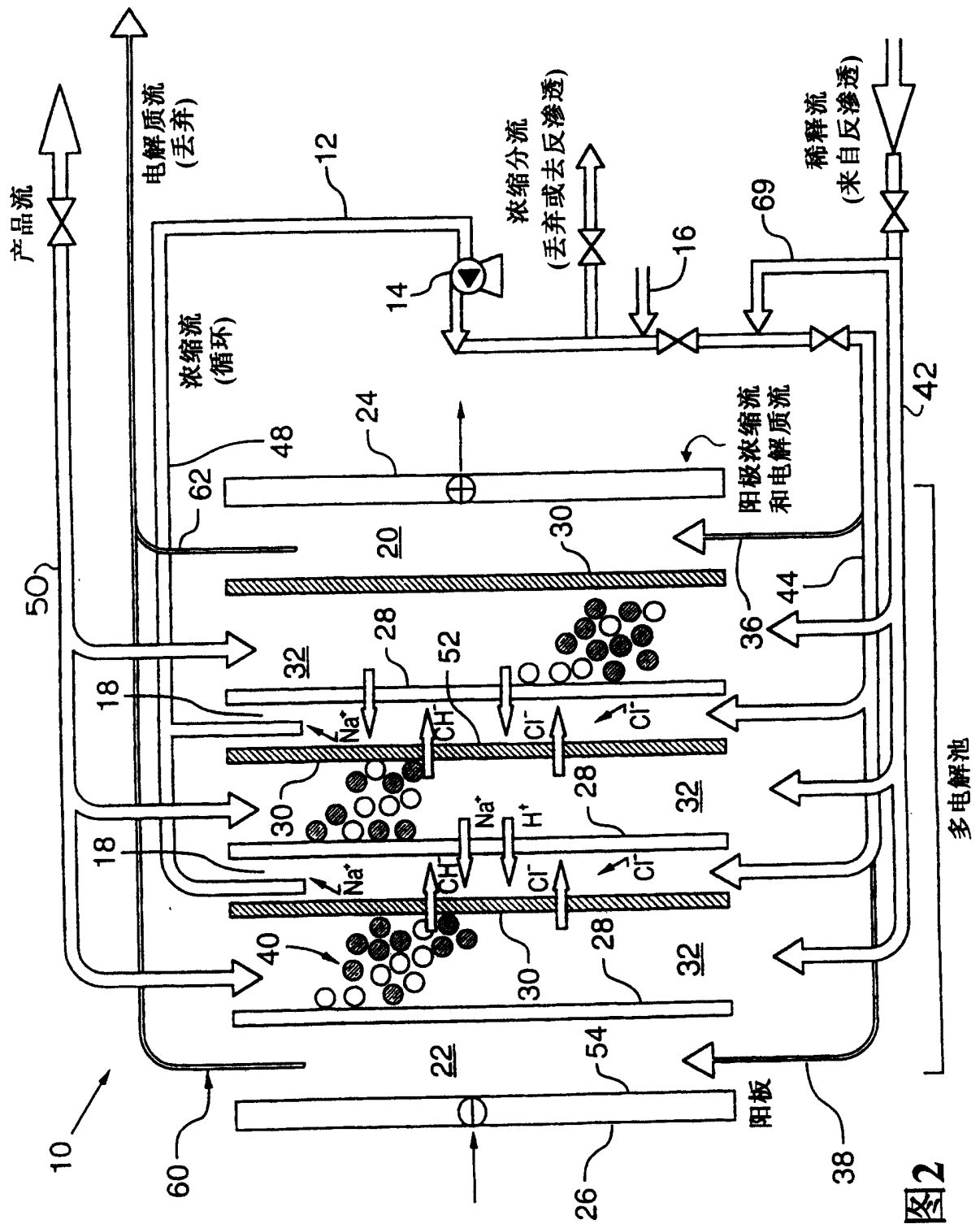
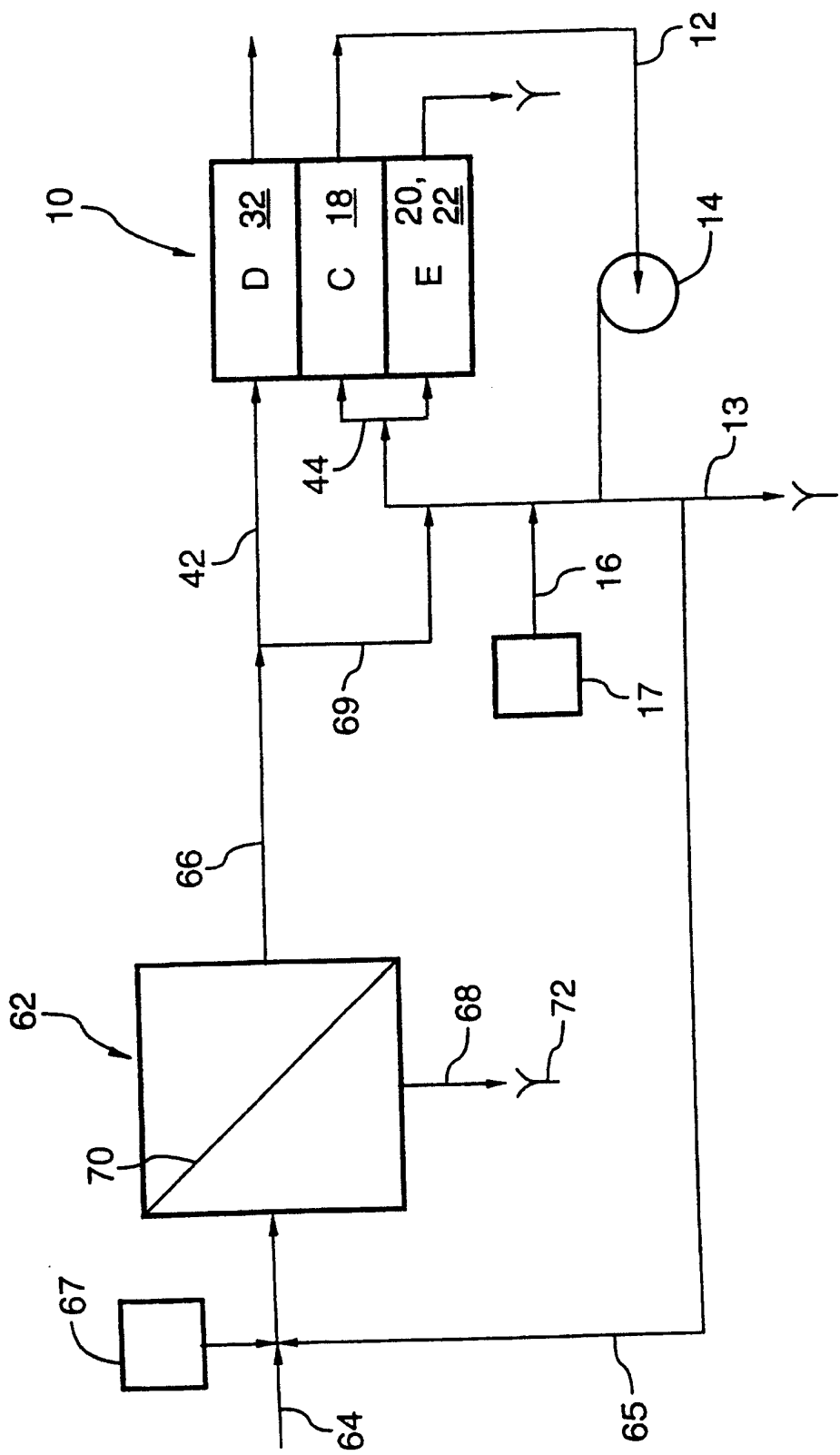
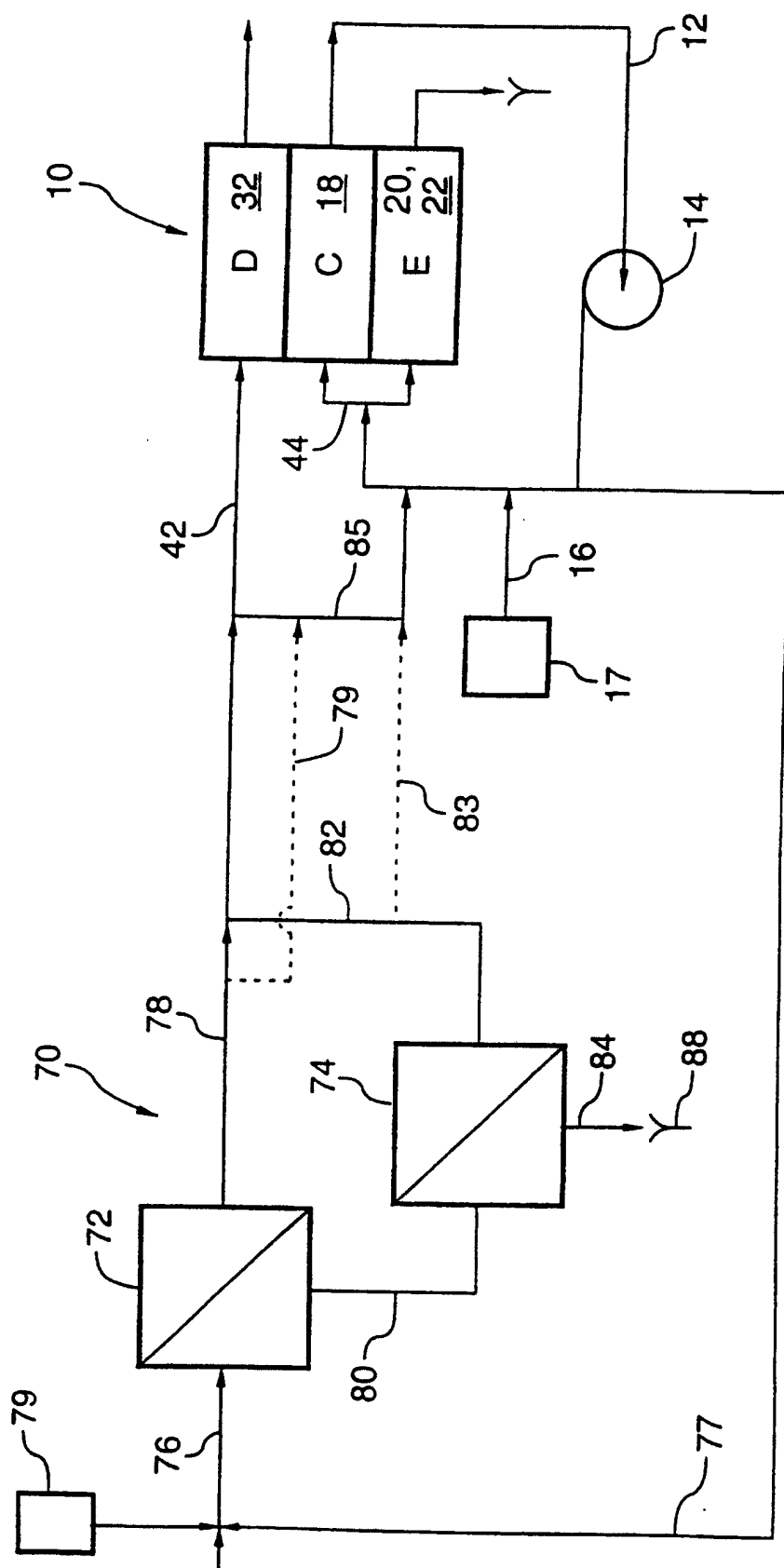
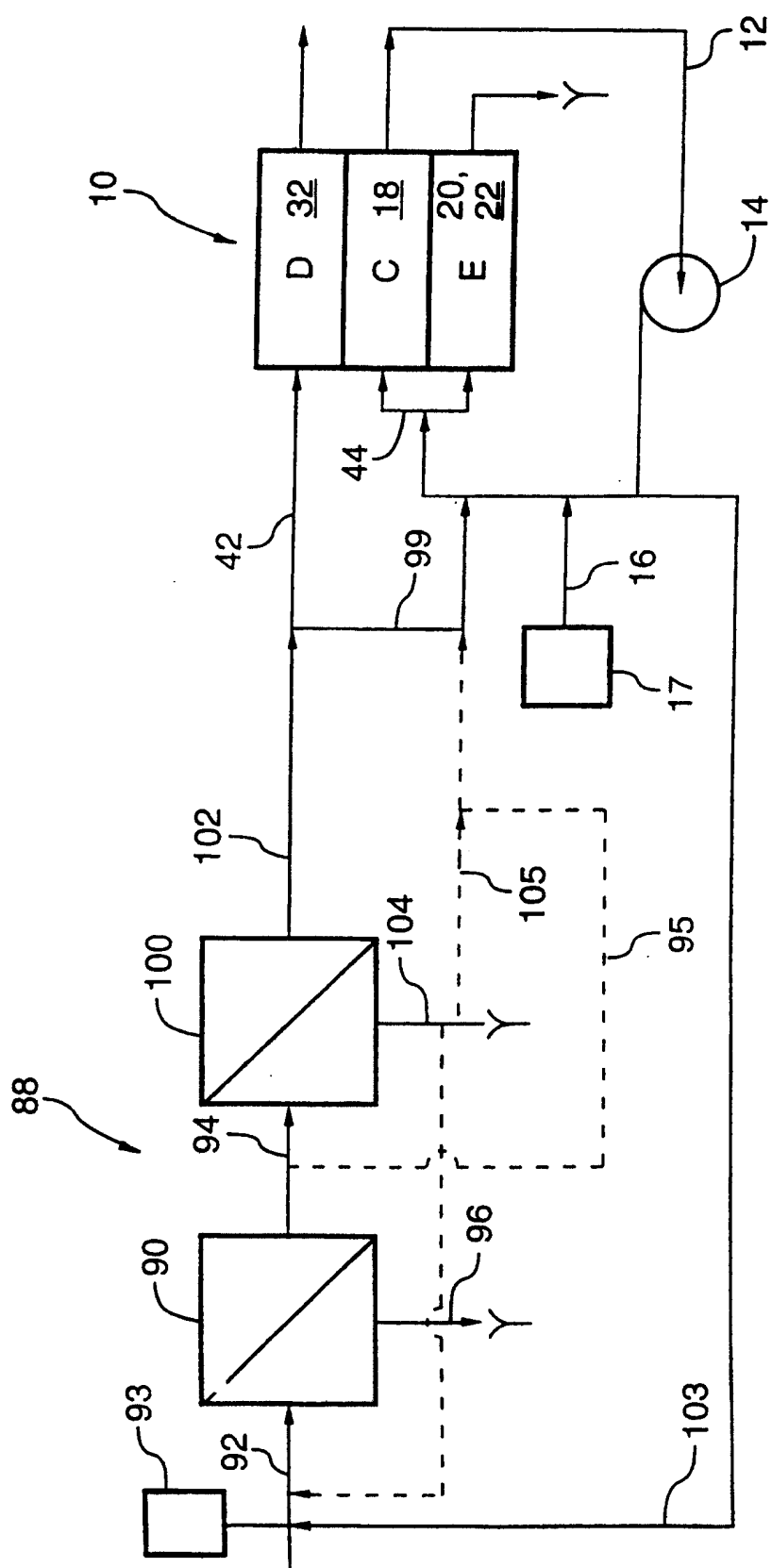


图2





4
 4



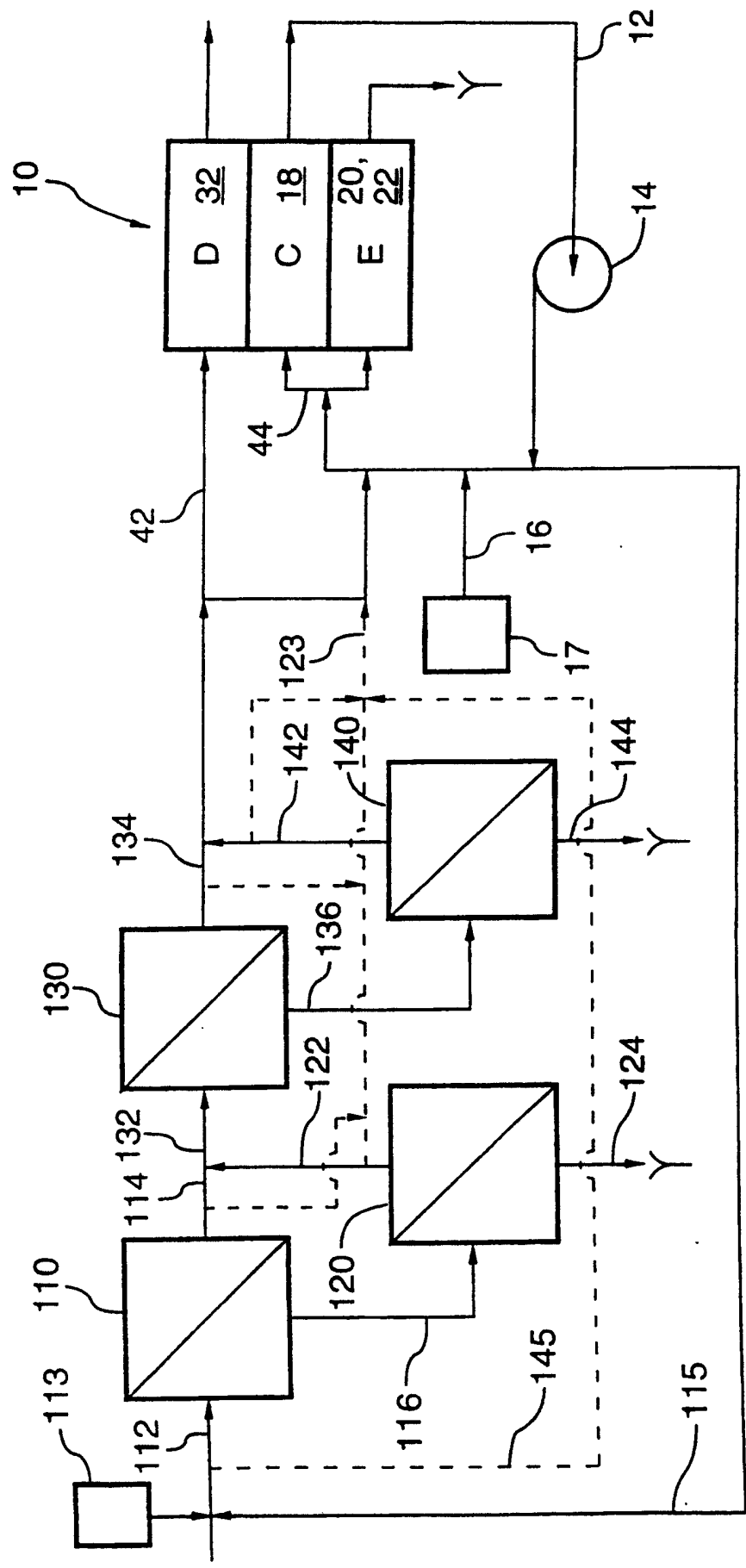


图6