(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101190893 B
(45)授权公告日 2010.04.14

(21)申请号 200610160423.5

(22)申请日 2006.11.20

(73)专利权人 中国石油化学工业开发股份有限公司
地址 中国台湾台北市

(72)发明人 李建宪 罗守礼 钟佑政

(74)专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003
代理人 吴小瑛

(51)Int.Cl.
C07D 201/16(2006.01)
B01J 20/26(2006.01)

(56)对比文件

US 4900821 A,1990.02.13, 说明书第2栏第3段－第3栏第5段以及附图1.

CN 1829687 A,2006.09.06, 说明书第1页第1段－第6页第3段.

CN 1227541 A,1999.09.01, 说明书第2页第5段-7页第12段.

CN 1453271 A,2003.11.05, 说明书第1页第4段－第2页第1段.

瞿亚平，梁志武，吴顺余．离子交换树脂在HPO法己内酰胺精制中的应用．合成纤维工业 26 2.2003,26(2),48-50.

审查员 由元

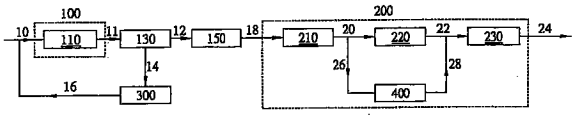
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54)发明名称

一种纯化粗己内酰胺水溶液的设备与方法

(57)摘要

一种纯化粗己内酰胺水溶液的设备与方法，该设备包含(A)过滤区，利用树脂过滤去除离子杂质；(B)检测单元，用以判断经树脂过滤的水溶液是否符合预定的检测标准(C)纯化区，用以浓缩纯化过滤后符合预定检测标准的水溶液；以及(D)第一暂存装置，用以接收储存过滤后仍未达预定检测标准的水溶液，并使该装置中的水溶液与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合后重新导入该过滤区。该设备可以持续地进行过滤，减少树脂更换作业的次数，且最终不会生成不合格的己内酰胺成品，因而可以延长该离子交换树脂装置的有效运作时间，具有节省物料及减废的优点。



CN 101190893 B

1. 一种纯化粗己内酰胺水溶液的设备，包括：

(A) 过滤区，设有树脂过滤装置组，用以过滤去除该粗己内酰胺水溶液中的离子杂质，形成经过滤的己内酰胺水溶液；

(B) 检测单元，用以判断经过滤的己内酰胺水溶液是否符合预定的检测标准，其中，该预定的检测标准是指经树脂过滤后的己内酰胺水溶液的 290nm 吸收值小于 0.15 以及碱度分析值小于 0.5；

(C) 纯化区，用以接收经过滤且符合预定检测标准的己内酰胺水溶液并进行己内酰胺水溶液的浓缩纯化形成己内酰胺成品；以及

(D) 第一暂存装置，用以接收储存经过滤但仍未达预定检测标准的己内酰胺水溶液，该储存于第一暂存装置的水溶液系与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合后重新导入该过滤区。

2. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，该储存于第一暂存装置的己内酰胺水溶液以 1 ： 0.05 至 1 ： 0.4 的体积流量比例与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合。

3. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，该树脂过滤装置组包括至少二套并联且可交替使用的离子交换树脂装置。

4. 根据权利要求 3 所述的设备，其中，该离子交换树脂装置依序包括串联的阴离子树脂柱、阳离子树脂柱及阴离子树脂柱。

5. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，该粗己内酰胺水溶液包括 30 至 40％的己内酰胺、水及杂质。

6. 根据权利要求 1 所述的设备，还包括用以将己内酰胺水溶液中的未饱和有机杂质转化成饱和有机物的氢化装置。

7. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，该纯化区包括：

(C1) 蒸发装置，用以浓缩经过滤且符合预定检测标准的己内酰胺水溶液，形成浓度高于 80％的己内酰胺；

(C2) 缓冲装置，用以接收该蒸发装置所形成的浓度高于 80％的己内酰胺；以及

(C3) 蒸馏装置，用以纯化该浓度高于 80％的己内酰胺形成己内酰胺成品。

8. 根据权利要求 7 所述的设备，其中，该浓度高于 80％的己内酰胺是指浓度高于 90％的己内酰胺。

9. 根据权利要求 8 所述的设备，其中，该浓度高于 80％的己内酰胺是指浓度高于 99％的己内酰胺。

10. 根据权利要求 7 所述的设备，其中，该经过滤的己内酰胺水溶液未达预定检测标准而导入该第一暂存装置时，该纯化区的蒸发装置则暂时降产。

11. 根据权利要求 10 所述的设备，还包括第二暂存装置。

12. 一种纯化粗己内酰胺水溶液的方法，包括下列步骤：

(a) 将待处理的粗己内酰胺水溶液导入过滤区，利用设于过滤区中的树脂过滤装置组过滤去除该粗己内酰胺水溶液中的离子杂质，形成经过滤的己内酰胺水溶液；

(b) 检测判断该经过滤的己内酰胺水溶液是否符合预定的检测标准，其中，该预定的检测标准是指经树脂过滤后的己内酰胺水溶液的 290nm 吸收值小于 0.15 以及碱度分析值小于 0.5；

(c1) 将检测判断符合预定检测标准的己内酰胺水溶液导入纯化区进行己内酰胺水溶液的浓缩纯化形成己内酰胺成品；以及

(c2) 将检测判断未达预定检测标准的己内酰胺水溶液导入并储存于第一暂存装置，并使该储存于第一暂存装置的己内酰胺水溶液与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合后重新进行步骤 (a)。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，还包括用以将己内酰胺水溶液中的未饱和有机杂质转化成饱和有机物的氢化步骤。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，该氢化步骤于步骤 (c1) 前进行。

一种纯化粗己内酰胺水溶液的设备与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种纯化粗己内酰胺水溶液的设备，特别涉及利用离子交换树脂装置纯化粗己内酰胺水溶液的设备。

背景技术

[0002] 在工业上制造己内酰胺是在发烟硫酸催化条件下，使环己酮肟进行贝克曼重排反应而生成己内酰胺，重排反应后将含有发烟硫酸以及己内酰胺的混合水溶液用氨水进行中和，产生硫酸铵，再分离纯化硫酸铵和粗酰胺。通常，先用有机溶剂苯进行第一次萃取，再利用水进行第二次萃取，从有机溶剂中释出己内酰胺，而在反萃取中形成含有 30 至 40％己内酰胺的粗己内酰胺水溶液。

[0003] 由于己内酰胺是合成聚酰胺的重要原料，该种粗己内酰胺水溶液需要进行进一步纯化，方能达到对聚酰胺原料高纯度的要求。目前已提出多种制造高纯度己内酰胺的纯化方法，例如再结晶纯化、离子交换树脂、蒸馏等，其中，离子交换树脂对于去除粗己内酰胺水溶液中的盐类杂质具有相当显着的功效。

[0004] 图 5 说明一种纯化粗己内酰胺的方法。首先，含有 30 至 40％己内酰胺、水、及杂质的粗己内酰胺水溶液经管线 10 导入包括阴离子树脂柱与阳离子树脂柱的离子交换树脂装置 110，去除盐类杂质。接着，经管线 12 导入蒸发装置 210 形成浓度高于 80％的高浓度己内酰胺，并经管线 14 导入缓冲装置 220。然后，经管线 16 将该高浓度己内酰胺水溶液导入蒸馏装置 230 去除水分形成高纯度己内酰胺成品，再由管线 18 导出。

[0005] 利用离子交换树脂过滤粗己内酰胺水溶液时，必须在树脂装置出口进行水溶液质量检测，确认离子交换树脂过滤净化后的水溶液已达到一定的质量要求，以确保最终形成的己内酰胺成品能符合所需纯度标准。一般利用碱度分析值 (ALK.) 以及工业用己内酰胺的 290nm 吸收值 (EXT.290) 作为过滤净化后的水溶液检测标准。当过滤净化后的水溶液检测值 EXT.290 与 ALK. 超过检测标准时，会导致后段蒸馏产出的己内酰胺成品质量骤降，无法符合 EXT.290 小于 0.05 的己内酰胺成品标准，因此必须在检测值 EXT.290 或 ALK. 超过检测标准前进行树脂更换作业。通常，在净化处理一定量粗己内酰胺水溶液后，该离子交换树脂装置出口的水溶液质量检测值会骤升至接近或超过树脂更换标准值，必须暂停净化过程，进行树脂更换作业。

[0006] 然而，经试验发现，该离子交换树脂装置出口的水溶液质量检测值骤升至接近或超过树脂更换标准值后，会下降恢复至接近骤升前的数值范围，并在未超过树脂更换标准的数值范围下，该检测数值经历一段相当长的时间呈现平稳缓慢上升。换言之，利用树脂进行粗己内酰胺水溶液的净化处理时，树脂装置出口的检测值骤升至接近或超过树脂更换标准后，仍能有效地运作一段相当长的时间，形成符合一定质量要求的己内酰胺水溶液。而目前所采用的离子交换树脂净化处理方法，为避免最终形成不符合标准的己内酰胺品，通常在检测值骤升前即进行树脂更换作业。频繁的树脂更换再生程序，需耗费大量酸、碱及水，并且会产生大量废水以待处理。

[0007] 有鉴于此，如何延长离子交换树脂装置组的有效运作时间，最终不会生成不合格的己内酰胺成品，并减少树脂更换再生程序所耗费的酸、碱、水、以及所产生废水，是一亟待解决的技术问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种可以延长离子交换树脂装置有效运作时间的纯化粗己内酰胺水溶液的设备。

[0009] 本发明的又一目的是提供一种可以避免生成不合格己内酰胺成品的纯化粗己内酰胺水溶液的设备。

[0010] 本发明的再一目的是提供一种可以节省树脂再生所使用的物料的纯化粗己内酰胺水溶液的设备。

[0011] 本发明的又一目的是提供一种可以减少树脂再生所产生的废料的纯化粗己内酰胺水溶液的设备。

[0012] 为达成上述及其它目的，本发明提供一种纯化粗己内酰胺水溶液的设备，包括 (A) 过滤区，设有树脂过滤装置组，用以过滤去除该粗己内酰胺水溶液中的离子杂质，形成经过滤的己内酰胺水溶液；(B) 检测单元，用以判断经过滤的己内酰胺水溶液是否符合预定的检测标准；(C) 纯化区，用以接收经过滤且符合预定检测标准的己内酰胺水溶液并进行己内酰胺水溶液的浓缩纯化形成己内酰胺成品；以及 (D) 第一暂存装置，用以接收储存经过滤但仍未达预定检测标准的己内酰胺水溶液，该储存于第一暂存装置的水溶液与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合后重新导入该过滤区。该设备可以持续地进行过滤，减少树脂更换作业的次数，且最终不会生成不合格的己内酰胺成品，因而可以延长该离子交换树脂装置的有效运作时间，具有节省物料及减废的优点。

[0013] 本发明又提供一种纯化粗己内酰胺水溶液的方法，包括下列步骤：(a) 将待处理的粗己内酰胺水溶液导入过滤区，利用设于过滤区中的树脂过滤装置组过滤去除该粗己内酰胺水溶液中的离子杂质，形成经过滤的己内酰胺水溶液；(b) 检测判断该经过滤的己内酰胺水溶液是否符合预定的检测标准；(c1) 将检测判断符合预定检测标准的己内酰胺水溶液导入纯化区进行己内酰胺水溶液的浓缩纯化形成己内酰胺成品；以及 (c2) 将检测判断未达预定检测标准的己内酰胺水溶液导入并储存于第一暂存装置，并使该储存于第一暂存装置的己内酰胺水溶液与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合后重新进行步骤 (a)。

附图说明

[0014] 图 1A 至 1C 说明本发明实施例 1；

[0015] 图 2 为本发明实施例 1 的树脂装置组运作过程的质量检测值的曲线图；

[0016] 图 3 说明本发明实施例 2；

[0017] 图 4 说明本发明实施例 3；以及

[0018] 图 5 说明已知用于纯化粗己内酰胺水溶液的设备流程。

[0019] 【主要组件符号说明】

[0020] 100 过滤区

[0021] 110 离子交换树脂装置组

[0022] 100a、100b 离子交换树脂装置

[0023] 112、114、116 树脂柱

[0024] 130 检测单元

[0025] 150 氢化装置

[0026] 200 纯化区

[0027] 210 蒸发装置

[0028] 220 缓冲装置

[0029] 230 蒸馏装置

[0030] 300 第一暂存装置

[0031] 400 第二暂装置

[0032] 10、11、12、14、16、18、20、22、24、26、28 管线

具体实施方式

[0033] 以下系藉由实施例详细说明本发明的目的与功效。

[0034] 图1A说明本发明的实施例1。本发明的设备包括过滤区100、检测单元130、纯化区200、及第一暂存装置300，过滤区中设有树脂过滤装置，例如离子交换树脂装置组110，藉由树脂吸附过滤去除该粗己内酰胺水溶液中的离子杂质，形成经过滤的己内酰胺水溶液。经由贝克曼重排反应所生成含有30至40％内酰胺、水、及杂质的粗己内酰胺水溶液经管线10导入过滤区100，利用设于该过滤区100的离子交换树脂装置组110进行树脂过滤，去除该粗己内酰胺水溶液中的离子杂质，形成经过滤的己内酰胺水溶液。如图1B所示，该离子交换树脂装置组110可包括二套并联且可交替使用的离子交换树脂装置110a、110b。使用离子交换树脂装置110a进行树脂过滤净化时，离子交换树脂装置110b呈备用状态，当装置110a进行过滤净化处理达更换标准时，则改用装置110b继续进行树脂过滤的净化处理，装置110a则使用稀释的酸或碱进行盐化再生，使树脂恢复原状，同时脱除树脂所附的离子杂质与有机物杂质，再以脱矿水浸置，呈备用状态，供下一次进行更换作业时使用，因而可以连续且不中断地持续进行树脂过滤净化处理。如图1C所示，于本实施例中，该离子交换树脂装置110a可依序包括串联的阴离子树脂柱112、阳离子树脂柱114、以及阴离子树脂柱116，形成一套离子交换树脂装置110a。该阴离子树脂可移除该粗己内酰胺水溶液中的硫酸根离子，阳离子树脂可移除该粗己内酰胺水溶液中的铵根离子，而达到初步去除水溶液中的离子杂质的目的。除此之外，该粗己内酰胺水溶液中的部分有机物杂质亦可藉由离子交换树脂装置的吸附作用而移除。该离子交换树脂装置的树脂吸附操作温度优选为不超过60℃，更优选为不超过50℃。粗己内酰胺水溶液通过树脂装置进行树脂过滤的流速优选介于3至6BV/hr(1BV＝每立方米树脂含有1立方米溶液)。

[0035] 经过滤区100的离子交换树脂装置组110过滤后的水溶液经管线11导入检测单元130，进行质量检测，判断该经过滤的己内酰胺水溶液是否符合预定的检测标准。用以判断该经过滤的己内酰胺水溶液是否达到过滤净化标准的检测项目包括工业用己内酰胺的290nm吸收值(EXT.290)、以及碱度分析(ALK.)。工业用己内酰胺的290nm吸收值(EXT.290)是根据ISO 7059进行量测，碱度分析(ALK.)则是将取得的己内酰胺水溶液，用0.01N盐酸溶液滴定至中和点，根据其体积(V)进行计算

[0036] V＝加入标准盐酸体积 (ml)

[0037] N＝标准盐酸当量浓度 (0.01)

[0038] A＝样品重 (g)

[0039] 己内酰胺%＝样品中己内酰胺含量的百分比

[0040]

$$碱度 = \frac{(V)(N)(1000)(100)}{(A)(己内酰胺\%)}$$

[0041] 于本实施例中，经树脂过滤后的水溶液检测值 EXT. 290 小于 0. 15、ALK. 小于 0. 5 时，经过滤的水溶液透过管线 12 导入纯化区 200，进行己内酰胺水溶液的浓缩纯化，去除剩余的水分与杂质，形成己内酰胺成品。若经树脂过滤后的水溶液仍未达检测标准，即 EXT. 290 大于 0. 15、ALK. 大于 0. 5 则透过管线 14 导入并储存于该第一暂存装置 300，待该树脂过滤后的水溶液检测值下降至合格标准时，该储存于第一暂存装置 300 的水溶液则再透过管线 16 与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合，再次导入该过滤区 100 去除水溶液中的离子杂质。该第一暂存装置 300 的己内酰胺与该未经过滤的粗己内酰胺水溶液的体积流量混合比例，优选介于 1 ： 0. 05 至 1 ： 0. 4 范围内，更优选介于 1 ： 0. 2 至 1 ： 0. 4 范围内。若混合比例过低，会延长回收时间，可能影响下一次更换，若混合比例过高，各纯化步骤可能无法负荷，造成质量变差。

[0042] 于本实施例中，利用离子交换树脂进行粗己内酰胺水溶液的过滤净化时，在处理约 2100 至 2500 公吨的纯己内酰胺（以粗己内酰胺水溶液与其浓度换算成纯己内酰胺）后，EXT. 290 及 ALK. 等检测值会经历一骤升阶段，升高至接近或超过树脂更换的检测值。如图 2 所示，检测值 EXT. 290 将由小于 0. 1 骤升超过 0. 15，甚至接近 0. 2，然后下降恢复至 0. 15 以下，呈稳定缓慢上升。而检测值 ALK. 则由小于 0. 3 骤升至 0. 5 以上，然后逐渐下降。由于树脂过滤净化后的己内酰胺水溶液检测值 EXT. 290 大于 0. 15、ALK. 大于 0. 5，会导致后续浓缩纯化步骤所形成的己内酰胺成品无法符合己内酰胺成品合格值（即，EXT. 290 小于 0. 05）。因此必须在检测值骤升超过检测标准前进行树脂更换作业，避免形成未达检测标准的水溶液，导致最终生成的合格的己内酰胺成品。然而，若离子交换树脂装置的更换作业频率过高，不但会降低生产效率，同时亦需要耗费大量物料并产生大量的废料，增加生产成本。另一方面，若欲降低树脂装置的更换频率持续进行树脂过滤的净化处理，虽然可以增加己内酰胺的产量，但检测值骤升期间（即，EXT. 290 大于 0. 15、ALK. 大于 0. 5）所形成的水溶液，最终会导致己内酰胺成品无法符合合格值。

[0043] 由于粗己内酰胺水溶液的树脂过滤净化过程中，会经历一段检测值骤升期间而导致最终所形成的己内酰胺成品无法符合成品合格值，但之后仍有一段相当长的期间可以进行有效运作，形成符合检测标准的己内酰胺水溶液。因此，本发明的设备，在检测值骤升期间，将该经过滤但仍未达检测标准的水溶液导入第一暂存装置储存，同时持续地进行树脂过滤，不需要立即暂停制程进行树脂更换作业，且不会因为持续地进行树脂过滤而导致最终形成不合格的己内酰胺成品。因此，本发明的设备可以延长离子交换树脂装置的有效运作时间，并具有节省物料及减废的优点。

[0044] 本发明用于纯化粗己内酰胺水溶液的方法包括下列步骤：(a) 将待处理的粗己内酰胺水溶液导入过滤区，利用设于过滤区中的树脂过滤装置组过滤去除该粗己内酰胺水溶

液中的离子杂质，形成经过滤的己内酰胺水溶液；(b) 检测判断该经过滤的己内酰胺水溶液是否符合预定的检测标准；(c1) 将检测判断符合预定检测标准的己内酰胺水溶液导入纯化区进行己内酰胺水溶液的浓缩纯化形成己内酰胺成品；以及 (c2) 将检测判断未达预定检测标准的己内酰胺水溶液导入并储存于第一暂存装置，并使该储存于第一暂存装置的己内酰胺水溶液与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合后重新进行步骤 (a)。如前述，可利用工业用己内酰胺的 290nm 吸收值 (EXT.290)、以及碱度分析 (ALK.) 判断该经过滤的己内酰胺水溶液是否达到预定的过滤净化标准。该方法亦可于步骤 (c1) 前进行氢化步骤，即，在该经过滤的己内酰胺水溶液经检测判断符合预定检测标准但尚未导入纯化区进行己内酰胺水溶液的浓缩纯化形成己内酰胺成品前，进行己内酰胺水溶液的氢化，以将己内酰胺水溶液中的未饱和有机杂质转换成饱和有机物的氢化步骤，以利后段的纯化去除。

[0045] 图 3 说明本发明的实施例 2。如前述实施例 1，含有 30 至 40％己内酰胺的粗己内酰胺水溶液经管线 10 导入过滤区 100 的离子交换树脂装置组 110 进行树脂过滤。经树脂过滤且经检测单元 130 判断符合预定检测标准的水溶液经管线 12 导入氢化装置 150，将水溶液中具有双键或三键的未饱和有机杂质转化成单键的饱和有机物，以利后段的纯化去除。接着，经管线 18 将氢化后的己内酰胺水溶液导入纯化区 200 去除剩余的水分与杂质形成己内酰胺成品。树脂过滤后经检测单元 130 判断仍未符合预定检测标准的己内酰胺水溶液，则透过管线 14 导入并储存于该第一暂存装置 300，待该树脂过滤后的水溶液检测值下降至合格标准时，该储存于第一暂存装置 300 的水溶液则再透过管线 16 与未经过滤的粗己内酰胺水溶液混合，再次导入该过滤区 100 去除水溶液中的离子杂质。

[0046] 图 4 说明本发明实施例 3。粗己内酰胺水溶液经管线 10 导入过滤区 100 的离子交换树脂装置组 110 进行树脂过滤。经树脂过滤且经检测单元 130 判断符合预定检测标准的水溶液经管线 12 导入氢化装置 150，将水溶液中具有双键或三键的未饱和有机杂质转化成单键的饱和有机物，以利后段的纯化去除。接着，经管线 18 将氢化后的己内酰胺水溶液导入纯化区 200 去除剩余的水分与杂质形成己内酰胺成品。纯化区 200 包括用以形成高浓度己内酰胺的蒸发装置 210、用以接收该高浓度己内酰胺的缓冲装置 220、及用以形成己内酰胺成品的蒸馏装置 230。该蒸发装置 210 用以浓缩经树脂过滤且经检测单元 130 判断符合预定检测标准的己内酰胺水溶液，去除该水溶液中的大部分水分，形成浓度高于 80％，优选高于 90％，更优选高于 99％的高浓度己内酰胺。该蒸发装置 210 所形成的高浓度己内酰胺经管线 20 导入缓冲装置 220，再经由管线 22 导入蒸馏装置 230 去除剩余的水分及有机杂质，形成己内酰胺成品。于本发明的设备中，当该己内酰胺水溶液经过滤区 100 的树脂过滤后经检测单元 130 判断仍未符合预定检测标准，而透过管线 14 导入并储存于该第一暂存装置 300 时，氢化装置 150 与纯化区 200 的蒸发装置 210 则暂时降产 40 至 60％，待树脂过滤的检测值下降至标准值后，符合预定检测标准的水溶液则再导入氢化装置 150 与纯化区 200 的蒸发装置 210 形成高浓度己内酰胺。

[0047] 于此实施例中，可进一步设有第二暂存装置 400，用以储存该氢化装置 150 与蒸发装置 210 降产期间所形成的高浓度己内酰胺。该氢化装置 150 与蒸发装置 210 降产期间所形成的高浓度己内酰胺经管线 26 导入第二暂存装置 400，待过滤区 100 的树脂过滤检测值下降至预定标准值后，再经管线 28 与缓冲装置 220 的高浓度己内酰胺水溶液混合，利用泵浦导入蒸馏装置 230，直到第二暂存装置 400 的高浓度己内酰胺完全回收。该储存于第二暂

存装置 400 的高浓度己内酰胺与该缓冲装置 220 的高浓度己内酰胺的体积流量混合比例优选介于 1 ： 0.05 至 1 ： 0.4 范围内，更优选介于 1 ： 0.2 至 1 ： 0.4 范围内。若混合比例过高，各纯化步骤可能无法负荷，造成质量变差。

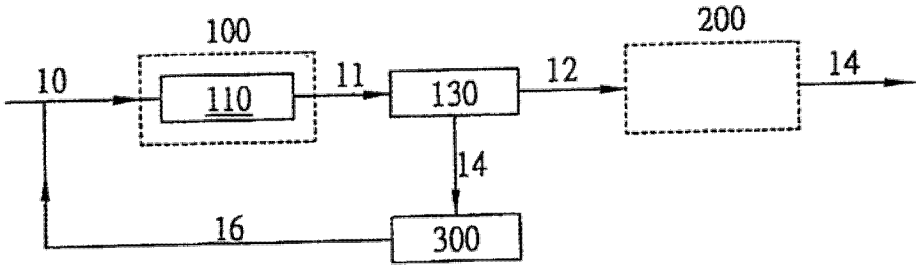

100
200
10
110
11
130
12
14
14
16
300

图 1A

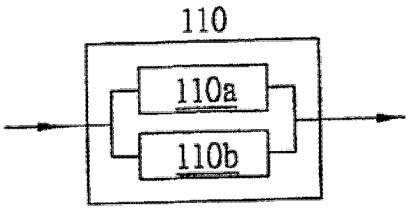

110
110a
110b

图 1B

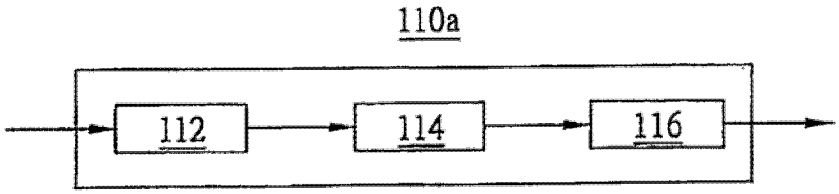

110a
112
114
116

图 1C

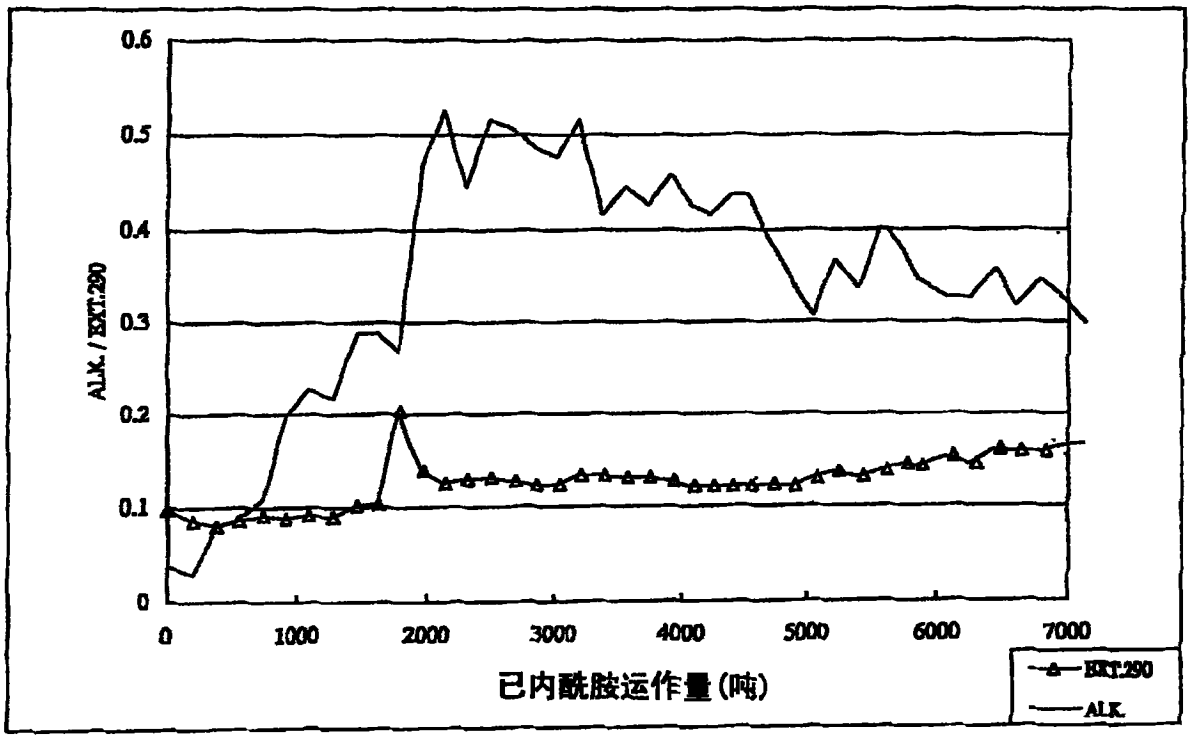

0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
ALK. / EXT.290
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
已内酰胺运作量(吨)
EXT.290
ALK.

图 2

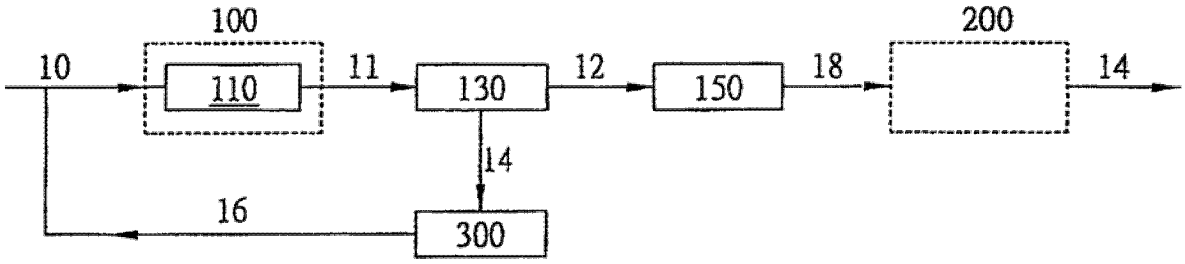

100
200
10
110
11
130
12
150
18
14
16
300

图 3

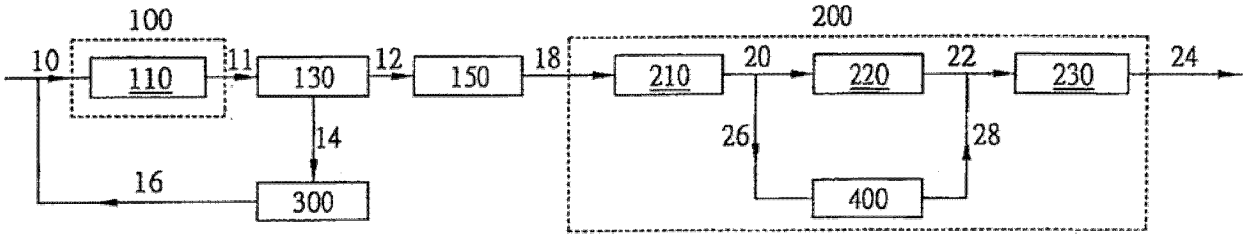

100
200
10
110
11
130
12
150
18
210
20
220
22
230
24
14
16
300
26
28
400

图 4

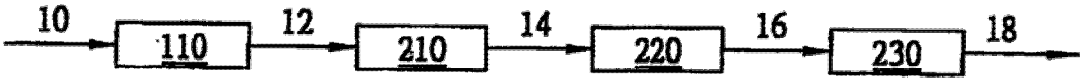


图 5