



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97117196.3

[45] 授权公告日 2004 年 4 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1145773C

[22] 申请日 1997.8.5 [21] 申请号 97117196.3

[30] 优先权

[32] 1996. 8. 7 [33] US [31] 693714

[71] 专利权人 气体产品与化学公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 Z·T·菲科斯基 R·阿格拉瓦尔

审查员 王 森

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

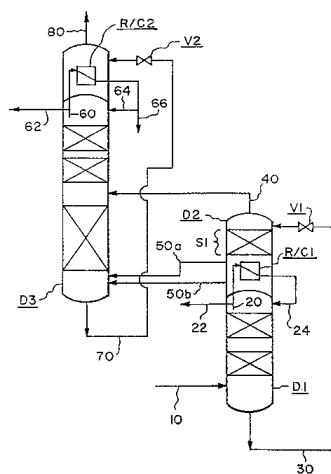
代理人 张元忠

权利要求书 6 页 说明书 13 页 附图 12 页

[54] 发明名称 用一双塔加一辅助低压分离区生产氮的方法

[57] 摘要

所示出的一种方法是用对一空气进给低温蒸馏来生产氮，特别是各种纯度的高压氮，从低纯度(直至 98% 氮)变化至超高纯度(小于十亿份之一氧)。使氮可以在两种不同压力和两种不同纯度下生产。该法除了传统的高压塔和低压塔以外还使用一辅助低压分离区。该辅助低压分离区粗加工来自该高压塔底部的原始液氧，该分离区是在相同于该低压塔的压力下工作，而且借助于其底部的重沸器/冷凝器与该高压塔的顶部是热连通的。



1. 一种低温蒸馏空气进给使用一蒸馏塔系统生产氮的方法，该系统包含一高压塔、一低压塔和一辅助低压分离区，所述方法包含：

(a) 将至少一部分该空气进给进给至该高压塔的底部；

(b) 从该高压塔顶部提取一富氮塔顶馏出物，收集第一个部分作为一高压氮产物，在位于该辅助低压分离区底部第一个重沸器/冷凝器内冷凝第二个部分，并将该冷凝第二部分中的至少一个部分作为回流进给至该高压塔内某一上部位置；

(c) 从该高压塔底部提取一原始液氧物，对其至少第一个部分减压，并将所述第一部分进给至该辅助低压分离区的顶部；

(d) 从该辅助低压分离区的顶部提取一原始氮塔顶馏出物，并将其直接作为一蒸汽进给至该低压塔，其中该辅助低压分离区是在等同于该低压塔的压力下，加上该辅助低压分离区和该低压塔之间预期压力降工作的；

(e) 从该辅助低压分离区内某一下部位置提取至少一个富氧蒸汽流，并将其至少部分直接进给至低压塔的底部，从而提供向上流动的蒸汽以进行低压塔中的分离；

(f) 从该低压塔顶部提取一富氮塔顶馏出物，在位于该低压塔顶部的第二个重沸器/冷凝器内收集至少一起始部分作为一低压氮产物或是在其冷凝以后直接作为一蒸汽和/或作为一液体来收集；和

(g) 从该低压塔底部提取一富氧液流。

2. 按权利要求1所述的方法，其中：

(i)(f) 步还包含在位于该低压塔顶部该第二重沸器/冷凝器内至少冷凝来自该低压塔该富氮塔顶馏出物的剩余部分，并将其中至少第一部分作为回流进给至该低压塔内某一上部位置；和

(ii)(g) 步还包含对富氧液流减压，在位于该低压塔顶部的该第二重沸器/冷凝器内对其汽化，并将该汽化物流作为一废物流排出。

3. 按权利要求 2 所述的方法，其中从该高压塔顶部提取的全部富氮塔顶馏出物通过相对于来自该辅助低压分离区底部汽化富氧液的间接热交换而被冷凝，除了作为高压氮产物被提取的部分以外。

4. 按权利要求 3 所述的方法，其中按(e)步从该辅助低压分离区所提取的一个或多个富氧流其中至少一个呈至少局部蒸汽状态被提取。

5. 按权利要求 4 所述的方法，其中按(d)步来自该辅助低压分离区的原始氮塔顶馏出物更确切地被进给至该低压塔的某一中间位置上。

6. 按权利要求 5 所述的方法，其中：

(i) 该辅助低压分离区还包含一位于该第一重沸器/冷凝器上方的蒸馏段；和

(ii)(e) 步更确切地包含从该蒸馏段和该第一重沸器/冷凝器之间该辅助低压分离区内某一位置提取第一个富氧蒸汽流，从该辅助低压分离区的底部提取第二个富氧液流，并将这些第一和第二富氧流进给至该低压塔的底部。

7. 按权利要求 6 所述的方法，其中：

(i) 从该高压塔某一中间位置提取一部分上升该高压塔的富氮蒸汽作为附加高压氮产物；

(ii) 收集来自该高压塔该冷凝第二部分富氮塔顶馏出物的其中第二个部分作为附加高压氮产物；和

(iii) 从该低压塔的某一中间位置提取一部分该下降低压塔的富氧液，并进给至该辅助低压分离区的顶部。

8. 按权利要求 7 所述的方法，其中：

(iv)在(f)步，将来自该低压塔的其中第二个部分该冷凝富氮塔顶馏出物泵抽至某一高压，并进给至该高压塔的某一中间位置。

9. 按权利要求 8 所述的方法，其中：

(i) 将该空气进给在(a)步进给至该高压塔底部以前，压缩该空气进给，

清理那些不希望有的杂质，并在一主热交换器内冷却至一接近其露点的温度；

(ii) 在该主热交换器内冷却该空气进给流以前，提取一空气膨胀流，进一步对其压缩，在该主热交换器内局部冷却并经涡轮膨胀，再进给至该低压塔的某一中间位置；

(iii) 该高压氮产物，低压氮产物和废物流均在该主热交换器内被加热；

(iv) 在该主热交换器内加热该低压氮产物和废物流以前，所述这些物流随着来自该低压塔的其中该第二部分冷凝富氮塔顶馏出物在第一个辅助冷却热交换器内相对于来自该高压塔底部的原始液氧流加热；

(v) 在该第一辅助热交换器内加热该低压氮产物和废物流以前，所述这些物流均在第二个辅助热交换器内加热，随着来自该低压塔的其中第二部分该冷凝富氮塔顶馏出物在其被泵抽至某一高压以后相对于来自该低压塔底部的富氧液流加热；和

(vi) 在该主热交换器内被加热以后，将该低压氮产物压缩至某一高压力。

10. 按权利要求 7 所述的方法，其中：

(iv) 从该高压塔的某一中间位置提取一部分下降该高压塔的富氮液，对其减压，并进给至该低压塔顶部。

11. 按权利要求 6 所述的方法，其中：

(i) 该蒸馏塔系统还包含在其底部包含第三个重沸器/冷凝器的一液氧生产塔；

(ii) 从该高压塔的某一中间位置提取一贫烃物流，对其减压并进给至该液氧生产塔的顶部；

(iii) 在对来自该高压塔底部的该第一部分原始液氧流减压并将其进给至该辅助低压分离区的顶部以前，将所述第一部分在该第三重沸器/冷凝器内辅助冷却；

(iv) 从该液氧生产塔顶部提取一塔顶馏出物流，并与该废物流合并；和

(v) 从该液氧生产塔底部提取一液氧产物。

12. 按权利要求 6 所述的方法, 其中:

(i) 该蒸馏塔系统还包含一在其底部包含第三个重沸器/冷凝器的液氧生产塔;

(ii) 从该高压塔的某一中间位置提取一贫烃物流, 对其减压并进给至该液氧生产塔的顶部;

(iii) 进一步压缩第二个部分该空气进给, 在该第三重沸器/冷凝器内对其至少局部冷凝, 并与来自该高压塔底部的该第一部分原始液氧流合并, 再进给至该辅助低压分离区的顶部;

(iv) 从该液氧生产塔顶部提取一塔顶馏出物流, 与来自该辅助低压分离区顶部的原始氮塔顶馏出物合并, 并进给至该低压塔的某一中间位置。

(v) 从该液氧生产塔提取一液氧产物。

13. 按权利要求 6 所述的方法, 其中:

(i) 该蒸馏塔系统还包含一在其底部包含第三个重沸器/冷凝器的液氧生产塔;

(ii) 从该高压塔的某一中间位置提取一贫烃物流, 对其减压, 并进给至该液氧生产塔的顶部;

(iii) 进一步压缩第二个部分该空气进给, 在该第三重沸器/冷凝器内至少局部对其冷凝, 与来自该高压塔底部的原始液氧流的第一部分合并, 并进给至该辅助低压分离区的顶部;

(iv) 从该低压塔的某一上部中间位置提取一贫烃物流, 并与从该高压塔提取的该贫烃物流合并;

(v) 从该液氧生产塔顶部提取一塔顶馏出物流, 并进给至该辅助低压分离区的某一上部中间位置; 和

(vi) 从该液氧生产塔底部提取一液氧产物。

14. 按权利要求 5 所述的方法, 其中

(i)(e) 步更确切地包含从该辅助低压分离区的某一中间位置提取单一富

氧蒸汽流, 并将其作为一废物流排出; 和

(ii) 该辅助低压分离区可选用地还包含一位于该第一重沸器/冷凝器上方的蒸馏段, 此时在(e)步中提取的单一富氧蒸汽流更确切地是从一该蒸馏段和该第一重沸器/冷凝器之间的该辅助低压分离区的某一位置提取的。

15. 按权利要求 5 所述的方法, 其中:

(i) 该辅助低压分离区还包含一位于该第一重沸器/冷凝器上方的蒸馏段, 除了还包含第一个辅助重沸器/冷凝器以外;

(ii)(b) 步还包含冷凝来自该第一辅助重沸器/冷凝器该高压塔顶部第三个部分富氧塔顶馏出物, 并将其中至少第一个部分该冷凝第三部分作为回流进给至该高压塔内某一上部位置; 和

(iii)(e) 步更确切地包含从该蒸馏段和该第一重沸器/冷凝器之间的该辅助低压分离区内某一位置提取第一个富氧流, 并将其进给至该低压塔的底部, 从该辅助低压分离区的底部提取第二个富氧液流, 对其减压, 在该第一辅助重沸器/冷凝器内使其汽化, 并将该汽化物流作为一废物流排出。

16. 按权利要求 5 所述的方法, 其中:

(i) 该辅助低压分离区还包含位于该第一重沸器/冷凝器上方的第一个蒸馏段, 位于该第一重沸器/冷凝器下方的第二个蒸馏段和位于该第二蒸馏段下方的第一个辅助重沸器/冷凝器;

(ii)(e) 步更确切地包含从该第二蒸馏段和该第一辅助重沸器/冷凝器之间的该辅助低压分离区内某一位置提取单一富氧流, 并将其进给至该低压塔的底部; 和

(iii) 第二个部分该空气进给被冷凝在该第一辅助重沸器/冷凝器内, 并作为回流进给至该高压塔的某一中间位置。

17. 按权利要求 1 所述的方法, 其中:

(i) 将至少其中一个从该辅助低压分离区在(e)步提取的一个或多个富氧流呈至少局部汽化状态来提取; 和

(ii)在(d) 步将来自该辅助低压分离区的该原始氮塔顶馏出物更确切地进给至该低压塔内某一中间位置。

18. 按权利要求 17 所述的方法，其中：

(i) 该辅助低压分离区还包含一位于该第一重沸器/冷凝器上方的蒸馏段；

(ii)(b) 步还包含冷凝来自第二个辅助重沸器/冷凝器该高压塔顶部的第三个部分富氮塔顶馏出物，将该冷凝第三部分的其中第一个部分作为回流进给至该高压塔的某一上部位置，对其中第二个部分减压，并将其中该第二部分作为回流进给至该低压塔的某一上部位置；

(iii)(e) 步更确切地包含从该蒸馏段和该第一重沸器/冷凝器之间的该辅助低压分离区内某一位置提取第一个富氧流，并将其进给至该低压塔的底部；和

(iv)(g) 步还包含对该富氧液流减压，在该第二辅助重沸器/冷凝器内对其汽化，并将该汽化物流作为一废物流排出。

用一双塔加一辅助低压分离区生产氮的方法

技术领域

本发明涉及一种低温分离空气进给的方法。本文所用的术语“空气进给”一般是指常压空气但也包含任何至少具有氧的氮的气体混合物。

背景技术

本发明的目标市场是各种纯度的高压氮，从低纯度(直至 98%氮)变化到超高纯度(小于十亿份之一氧)，例如已被使用于化学和电子工业各部门的氮。有些应用可能需要供应具有两种压力和两种纯度的氮。在其他一些方法中，可能需要高纯度和高压力的所有氮产物。本发明的一个目的是设计一种有效的低温循环，使其容易适应可以满足所有这些需要。

在生产氮工艺中有一些是已知的方法。这些方法可按蒸馏塔的数量来分类例如单塔循环、带预分馏器或后分馏器的单塔、双塔循环和包含两个以上蒸馏塔的循环。

传统的单塔氮循环是在美国专利 4,222,756 中使人得知的。汽化空气被进给至一精馏器的底部，在该处将其分离成塔顶馏出汽化氮和一底液，该汽化空气被降压，并且通过与塔顶馏出蒸气的间接热交换形成需要的回流在塔顶被沸腾。将来自顶部重沸器/冷凝器的富氧蒸汽作为废物流排出。

单一柱氮发生器的优点在于其简单而且成本低。该循环的一大优点是有限的氮回收。其他各种类型的单柱氮发生器则被推荐用来增加氮回收。按美国专利 4,594,085 是在塔底使用一辅助重沸器相对于空气汽化一部分底液，对

该塔形成一附加液态空气进给。在美国专利 5,037,462 中使人得知一种类似的浓化循环,该循环仅具有一空气压缩扩展器。在美国专利 4,662,916 中使人得知一种具有两个重沸器的单塔循环。而在美国专利 4,966,002 中则描述另一单塔循环,在该循环中一部分富氮废物流被压缩并再循环返回到该塔中以进一步增加氮回收。相似的情况,在美国专利 5,385,024 中将一部分富氧废物流冷压缩扩展并用进给空气再循环返回至该塔。

通过附加第二个蒸馏装置使一单塔系统的氮回收有很大提高。该装置可以是一全蒸馏塔或一小型预/后分馏器,做成闪蒸装置或仅包含几个级数的小型塔。在美国专利 4,604,117 中使人得知一种包含单一塔具有一预分馏器的循环,在该循环中有一部分进给空气被分离形成对该主塔的新进给。在美国专利 4,927,441 中使人得知一种氮发生循环,该循环具有一后分馏器被装在精馏器的顶部,富氧底液在该处被分离成甚至更多的富氧液和一具有类似空气组分的汽化物流。将该合成空气流再循环至精馏器,产生大为改进的产物回收和循环效率。同样,在不同的压力下使用两个重沸器两次汽化富氧液可更进一步提高循环效率。

在美国专利 4,222,756 中使人得知一些传统的产氮双塔循环。在该专利中使人得知该新型蒸馏结构包含具有一附加重沸器/冷凝器在顶部的双塔,通过汽化该富氧废物液对该低压塔形成回流。冷冻是通过膨胀来自该高压塔的氮产生的。

由英国专利 1,215,377 和美国专利 4,453,957 使人得知一种相似的蒸馏结构(具有冷冻用的各种不同的膨胀液体)。在美国专利 4,617,036 中使用一侧重沸器/冷凝器来替代在低压塔顶部上的热交换器。在美国专利 5,006,139 中使人得知一种双塔循环,该循环在低压塔内设有中间重沸器。在美国专利 5,129,932 中描述一种生产中等压力氮和同时生产氧和氩的循环。

美国专利 4,439,220 使人得知的双塔高压氮方法可以视为是两个串联的标准单塔氮发生器(该结构也被称为一分级塔循环)。美国专利 4,448,595 不同于一分级塔循环的是该低压塔附加地配备有一重沸器。在美国专利 5,098,457

中还示有该分级塔循环的另一变型，在该循环中将来自低压塔顶部的氮液产品泵回到高压塔，以增加高压产物的回收。

美国专利 5,069,699 中描述了一种产氮的三塔循环，在该循环中除了有一具有双重沸器的双塔系统以外还使用一特别高压蒸馏塔来增加氮产量。在美国专利 5,402,647 中使人得知另一生产大量高压氮的三塔系统。在本发明中，该附加塔是在相当于高压塔和低压塔的某一中间压力下工作。

哈氏(Ha)的美国专利 5,231,837 使人得知一种空气分离循环，其中高压塔的顶部与低压塔底部和一中压塔底部是热连通的。该中压塔将来自高压塔底部的原始液氧加工成一冷凝顶部分馏液和一底部分馏液，这些分馏液接着均被进给到低压塔内。

所有已有技术的氮循环均有下列缺点：由塔系统回收高压氮是有限的而且还不能增加。

发明内容

本发明是一种方法，该法用于低温分离一空气进给以生产氮，特别是生产各种纯度的高压氮，从低纯度(直至 98%氮)变化到超高纯度(小于 10 亿份之一氧)。该法可以在两个不同的压力和两种不同的纯度下生产氮。该法除了使用传统高压塔和低压塔以外还使用一辅助低压分离区。该辅助低压分离区是在相当于低压塔的压力下工作，而且用其底部重沸器/冷凝器使其与高压塔顶部热连通，该辅助低压分离区对来自该高压塔底部的原始液氧粗加工。

附图说明

图 1 为本发明一个一般性实施例的示意图。

图 2 为本发明第二个一般性实施例的示意图。

图 3 为本发明第三个一般性实施例的示意图。

图 4 为本发明第四个一般性实施例的示意图。

图 5 为本发明第五个一般性实施例的示意图。

图 6 为本发明第六个一般性实施例的示意图。

图 7 为图 1 的一个实施例示意图说明在本发明一些塔和/或分离区之间的一个进一步结合的实例。

图 8 为图 1 的第二个实施例示意图说明在本发明一些塔和/或分离区之间的第二个进一步结合的实例。

图 9 为图 1 的第三个实施例示意图说明本发明怎样可以与一液氧生产塔相结合的一个实例。

图 10 为图 1 的第四个实施例示意图说明本发明怎样可以与一液氧生产塔相结合的第二个实例。

图 11 为图 1 的第五个实施例示意图说明本发明怎样可以与一液氧生产塔相结合的第三个实例。

图 12 为图 1 的第一个实施例示意图说明本发明不同实施例怎样可以与一主热交换器、一些辅助冷却热交换器和一冷冻发生膨胀器相结合的一个实例。

具体实施方式

本发明是一种方法，该法是对一空气进给低温蒸馏来产氮。该法使用一个蒸馏塔系统，该系统包含至少一高压塔、一低压塔和一辅助低压分离区。该分离区又包含至少一重沸器/冷凝器在其底部和在许多实施例中一位于该重沸器/冷凝器上方的蒸馏段。

按其最宽广的实施例并参阅任何或所有附图 1 至 12，本发明的方法包含：

- (a) 将至少一部分空气进给[10]进给至该高压塔[D1]的底部；
- (b) 从该高压塔顶部提取一富氮塔顶馏出物[20]，收集第一个部分[22]作

为一高压氮产物，在位于该辅助低压分离区[D2]底部的第一个重沸器/冷凝器[R/C1]内冷凝第二个部分，并将该冷凝第二部分中的至少一个部分[24]作为回流进给至该高压塔内某一上部位置；

(c) 从该高压塔底部提取一原始液氧流[30]，至少对其第一个部分减压[经过阀 V1]，并将所述第一部分进给至该辅助低压分离区的顶部；

(d) 从该辅助低压分离区提取一原始氮塔顶馏出物[40]，并将其作为一蒸汽直接进给至该低压塔[D3]，其中该辅助低压分离区是在相当于低压塔的压力下，加上该辅助低压分离区与该低压塔之间的预计压力降工作的；

(e) 从该辅助低压分离区的某一下部位置提取呈蒸汽和/或液态的一或多个富氧流[50a, 50b]，而且，

(i) 将其任何部分直接进给至该低压塔；和/或

(ii) 将其任何蒸汽部分作为一废物流排出；和/或

(iii) 通过相对于来自该高压塔顶部的第三个部分富氮塔顶馏出物的间接热交换在低压下至少局部地对其任何液体部分汽化；

(f) 从该低压塔顶部提取一富氮塔顶馏出物[60]，将至少一起始部分作为一低压氮产物收集，此时或是直接作为一蒸汽[62； 图 6 中的 60]和/或作为一液体[除了图 6 以外的 66]，这是在位于该低压塔顶部的第二个重沸器/冷凝器[除了图 6 以外的 R/C2]内对其冷凝后进行的；和

(g) 从该低压塔底部提取一富氧液流[70]。

本发明的一重要特性是该辅助低压分离区，该分离区可以包含单一重沸器/冷凝器或一在其底部具有一重沸器/冷凝器的蒸馏塔。可选用的是，该分离区可以包含多个重沸器和多个蒸馏塔。该分离区用其底部重沸器/冷凝器与该高压塔顶部是热连通的。该分离区使该法能较好地控制，而在提供选择方案使主低压塔和该高压塔按自然规律分离方面有更多的布置灵活性。

就如上面(d)步所指出的，该分离区是在相当于低压塔的压力下，加上该辅助低压分离区和该低压塔之间的预计压力降工作的。意外地得知，在高压塔压力与低压塔压力之间的可能工作压力范围内，这对分离区就是最佳的工

作压力。而且，这还使分离区与低压塔之间交流的工艺流程较为简单而且易于流动。

在本发明的大多数实施例中，除图 6 外参看所有的附图：

(i)(f)步还包含在位于该低压塔顶部第二重沸器/冷凝器[R/C2]内冷凝来自该低压塔的至少剩余部分富氮塔顶馏出物，并将其中至少第一部分[64]作为回流进给至该低压塔内某一上部位置；

(ii)(g)步还包含对富氧液流[70]减压[经阀 V2]，对其在位于该低压塔顶部的第二重沸器/冷凝器[R/C2]内汽化，并将该汽化物流[80]作为一废物流排出；和

(iii) 将从该高压塔顶部提取的全部富氮塔顶馏出物[20]通过相对于来自该辅助低压分离区底部的汽化富氧液间接热交换来冷凝。除了作为高压氮产物被提取的部分[22]以外。（这与哈氏以前所讨论的美国专利 5,231,837 不同，在该专利中一部分来自该高压塔顶部的馏出物也被相对于来自该低压塔底部的富氧液汽化而冷凝，在哈氏专利中，该高压塔的顶部与哈氏中压塔底部和哈氏低压塔底部两者都是热连通的。因此，该进给空气压力必须高于导致能量需要增加的哈氏专利）。

同样在本发明的大多数实施例中，并参看除图 5 的所有附图：

(i) 从该辅助低压分离区在(e)步中被提取的一或多个富氧流其中至少一个被提取，此时至少呈局部蒸汽状态；和

(ii)在(d)步中，来自该辅助低压分离区的原始氮塔顶馏出物[40]更确切地被进给至低压塔的某一中间位置上。

在本发明的一个一般性实施例中，并且特别参看图 1：

(i) 该辅助低压分离区还包含一位于该第一重沸器/冷凝器[R/C1]上方的蒸馏段[S1]；和

(ii)(e)步更确切地包含从该蒸馏段与该第一重沸器/冷凝器之间的该辅助低压分离区内某一位置提取第一个富氧蒸汽流[50a]，从该辅助低压分离区的底部提取第二个富氧液流[50b]，并将该第一和第二富氧流进给至该低压塔

的底部。

在图 1 中, 对于分离区的蒸馏段[S1]来说具有十个或更少级数(或是一填料高度相当于十个或更少级数)一般是足够的。同样在图 1 中, 低压氮产物[62]的纯度可以等于、低于或甚至高于高压氮产物[22]的纯度, 这取决于人们的需要。要使该物流达到想要的纯度水平必需对该低压塔设置适当的级数或填料高度。

在本发明的第二个一般性实施例中, 并且特别参看图 2:

(i)(e) 步更确切地包含从该辅助低压分离区的某一中间位置提取单一富氧蒸汽流[50a], 并将其作为一废物流排出;

(ii) 该辅助低压分离区可选用地还包含一位于该第一重沸器/冷凝器[R/C1]上方的蒸馏段[S1], 此时在(e)步被提取的单一富氧蒸汽流[50a]更确切地是从该蒸馏段与该第一重沸器/冷凝器之间该辅助低压分离区内某一位置被提取的; 和

(iii)(e) 步可选用地还包含将该单一富氧蒸汽流的其中第二个部分[50b]进给至该低压塔的底部。

在图 2 中, 要是选择上面在(iii)中所讨论的(e)步是做不到的, 那时图 2 中该低压塔底部所示的蒸馏段可能是不需要的。

在本发明第三个一般性实施例中, 并且特别参看图 3:

(i) 该辅助低压分离区还包含一位于该第一重沸器/冷凝器[R/C1]上方的蒸馏段[S1], 除了还包含第一个辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]以外;

(ii)(b)步还包含冷凝来自该第一辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]内该高压塔顶部的第三个部分[23]富氮塔顶馏出物。并将该冷凝第三部分的其中至少第一个部分作为回流进给至该高压塔内的某一上部位置; 和

(iii)(e) 步更确切地包含从该蒸馏段和该第一重沸器/冷凝器[R/C1]之间的该辅助低压分离区某一位置提取第一个富氧流[50a], 并将其进给至该低压塔底部, 从该辅助低压分离区底部提取第二个富氧液流[50b], 对其减压[经阀 V3], 在该第一辅助重沸器/冷凝器内使其汽化, 并将该汽化物流[52]作为一废

物流排出。

按本发明第四个一般性实施例，并且特别参看图 4：

(i) 该辅助低压分离区还包含位于该第一重沸器/冷凝器[R/C1]上方的第一个蒸馏段[S1]，位于该第一重沸器/冷凝器[R/C1]下方的第二个蒸馏段[S2]，和位于该第二蒸馏段下方的第一个辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]。

(ii)(e) 步更确切地包含从该第二蒸馏段和该第一辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]之间该辅助低压分离区内某一位置提取单一富氧流[50a]，并将其进给至该低压塔的底部；和

(iii) 将该空气进给的第二个部分[12]在该第一辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]内冷凝；并将其作为回流进给至该高压塔的某一中间位置上。

在图 4 中，应用两个重沸器/冷凝器代替该分离区内的其中一个减少流程的不可逆性。在这些重沸器/冷凝器内任何适合的流体都可加以冷凝。例如可将一部分高压氮塔顶馏出物[20]增压，接着在该第一辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]内冷凝，或是全部或是局部替代该空气流[12]。

按本发明第五个一般性实施例，并且特别参看图 5：

(i) 该辅助低压分离区还包含第一个辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]；

(ii)(b) 步还包含冷凝来自该第一辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]内该高压塔顶部的第三部分[23]富氮塔顶馏出物，并将该冷凝第三部分的其中至少第一个部分作为回流进给至该高压塔内某一上部位置；

(iii)在(d)步，将来自该辅助低压分离区的原始氮塔顶馏出物[40]确切地进给至该低压塔的底部；-和

(iv)(e) 步更确切地包含从该辅助低压分离区底部提取单一富氧液流[50a]，对其减压[经阀 V3]，在该第一辅助重沸器/冷凝器[R/C1a]内对其局部汽化，将该汽化物流[52]作为一废物流排出，对剩余液部分[54]减压[经阀 V4]，并经该剩余液部分与来自该低压塔底部的富氧液流[70]合并。

按本发明第六个一般性实施例，并且特别参看图 6：

(i) 该辅助低压分离区还包含一位于该第一重沸器/冷凝器[R/C1]上方的

蒸馏段;

(ii)(b) 步还包含冷凝来自第二个辅助重沸器/冷凝器[R/C2a]内该高压塔顶部的第三个部分[23]富氮塔顶馏出物, 将该冷凝第三部分的其中第一个部分[23a]作为回流进给至该高压塔内某一上部位置, 对其中第二个部分[23b]减压[经阀 V2], 并将其中该第二部分作为回流进给至该低压塔内某一上部位置;

(iii)(e) 步更确切地包含从该蒸馏段和该第一重沸器/冷凝器之间的该辅助低压分离区内某一位置提取第一个富氧流[50a], 并将其进给至该低压塔的底部; 和

(iv)(g) 步还包含对富氧液流[70]减压[经阀 V3], 在该第二辅助重沸器/冷凝器[R/C2a]内对其汽化, 并将该汽化物流[80]作为一废物流排出。

在图6中也有可能将来自上面(ii)内所讨论的高压塔顶部的全部第三部分[23]富氮塔顶馏出物作为回流或是进给至该高压塔或是进给至该低压塔。

应该注意到对这些塔和/或本发明分离区之间的上述一般性实施例的进一步结合有许多可能。图7和8是作为用于图1的两个实例(共用的物流和装置使用相同于图1的标号)。

参看图7:

(i) 从该高压塔内某一中间位置提取一部分上升该高压塔的富氮蒸气[32]作为附加高压氮产物;

(ii) 收集来自该高压塔该冷凝第二部分富氮塔顶馏出物的其中第二个部分[26]作为附加高压氮产物;

(iii) 从该低压塔某一中间位置提取一部分下降该低压塔的富氧液[42], 并将其进给至该辅助低压分离区的顶部; 和

(iv)在(f)步中, 将来自该低压塔其中第二个部分[68]该冷凝富氮塔顶馏出物泵至某一高压[在泵 P1 内], 并将其进给至该高压塔内某一中间位置。

在图7中, 按上述(iv)至该高压塔的液氮再循环[68]增加来自该高压塔的高压氮产物[22,26,32]的回收。同样在图7中, 按上述(iii)至该分离区的富氧

液[42]再循环进一步增加对来自该高压塔的液态高压氮产物[26]的回收。

图 8 等同于图 7，除了按上面(iv)所述的步被下步所代替以外：

(iv) 从该高压塔某一中间位置提取一部分下降该高压塔的富氮液[34]，对其减压[经阀 V3]，并进给至该低压塔。

在图 8 中，应从低于该高压塔顶部的某一适当高度提取物流[34]，特别是如果该低压氮产物[62、66]的纯度低于该高压氮产物[22,26,32]的纯度。要是这些纯度是相等的，就可以从该高压塔顶部提取物流[34]。

还要指出的是可以将本发明与一液氧生产塔相结合以生产一超高纯度液氧产物。图 9，10 和 11 均为用于图 1 的三实例(共用的物流和装置使用图 1 中相同的标号)。

参看图 9：

(i) 该蒸馏塔系统还包含一液氧生产塔[D4]，该塔在其底部包含第三个重沸器/冷凝器[R/C3]；

(ii) 从该高压塔的某一中间位置提取一贫烃流[36]，对其减压[经阀 V4]，并进给至该液氧生产塔的顶部；

(iii) 在对来自该高压塔底部的原始液氧流[30]第一部分减压，并将其进给至该辅助低压分离区顶部以前，将所述第一部分在该第三重沸器/冷凝器[R/C3]内辅助冷却；

(iv) 从该液氧生产塔顶部提取一塔顶馏出物流[92]并与该废物流[80]合并；和

(V) 从该液氧生产塔底部提取一液氧产物[90]。

在图 9 中，该液氧生产塔在接近于常压的压力下工作，最好是在 16 至 30 磅/平方英寸面积的压力下。在图 9 中物流[36]的提取位置选择对该高压塔来说是足够高的，这样可使所有比氧(特别是烃)更不易挥发的组分在液相中均不再存在，或是使其浓度低于允许的极限。

参看图 10：

(i) 该蒸馏塔系统还包含一液氧生产塔[D4]，该塔在其底部包含第三个重

沸器/冷凝器[R/C3];

(ii) 从该高压塔某一中间位置提取一贫烃物流[36], 对其减压[经阀 V4], 并进给至该液氧生产塔的顶部;

(iii) 对第二个部分[12]该空气进给进一步压缩[在压气机 C2 内], 至少局部在该第三重沸器/冷凝器[R/C3]内被冷凝, 与来自该高压塔底部的第一部分原始液氧流[30]合并, 并进给至该辅助低压分离区的顶部;

(iv) 从该液氧生产塔顶部提取一塔顶馏出物流[92], 与来自该辅助低压分离区顶部的原始氮塔顶馏出物[40]合并, 并进给至该低压塔的某一中间位置; 和

(v) 从该液氧生产塔底部提取一液氧产物[90].

在图 10 中该液氧生产塔是在一高于图 9 的压力下工作(最好是 30 至 70 磅/平方英寸面积), 该压力是够高的, 因此可以将塔顶馏出物流[92]直接进给至该低压塔, 或如图所示, 与来自该分离区顶部的原始氮塔顶馏出物[40]合并, 并进给至位于该低压塔内的某一中间位置。这和图 9 相比较增加总的氮回收。同样在图 10 中, 可用另一种方法将出于第三重沸器/冷凝器[R/C3]的至少局部冷凝空气直接进给至该高压塔和/或低压塔的某一适当位置上。

参看图 11:

(i) 该蒸馏塔系统还包含一液氧生产塔[D4], 该塔在其底部包含第三个重沸器/冷凝器[R/C3];

(ii) 从该高压塔的某一中间位置提取一贫烃物流[36], 对其减压[经阀 V4], 并将其进给至该液氧生产塔的顶部;

(iii) 将第二个部分[12]该空气进给进一步压缩[在压气机 C2 内], 至少局部冷凝在第三重沸器/冷凝器[R/C3]内, 与来自该高压塔底部的原始液氧流[30]的第一部分合并, 并将其进给至该辅助低压分离区的顶部;

(iv) 从该低压塔内某一上部中间位置提取一贫烃物流[44], 并与从该高压塔提取的贫烃物流[36]合并;

(v) 从该液氧生产塔的顶部提取一塔顶馏出物流[92], 并将其进给至该辅

助低压分离区内某一上部中间位置; 和

(vi) 从该液氧生产塔底部提取一液氧产物[90].

按图 11, 物流[44]对该液氧生产塔可以是一独立的进给, 或如图所示是一随着物流[36]的附加进给. 同样在图 11 中最好是将该塔顶馏出物流[92]在物流[44]被提取的同一位置返回到该低压塔. 可选用的是, 如果该液氧生产塔[D4]的压力低于该低压塔的压力, 那时就可将该塔顶馏出流[92]与该废物流[80]合并.

为简单起见, 还应注意, 主热交换器和冷冻发生膨胀器的配置在图 1 至 11 中已被删去. 该主热交换器和各种膨胀器的配置通过专业人员可以很容易加以结合. 可供选用的要膨胀的类似物流包含:

(i) 至少一部分该空气进给在膨胀后一般会被进给至该蒸馏塔系统内某一适当位置上(例如, 举一实例这一配置示于下面讨论的图 12 内); 和/或

(ii) 至少一部分其中一个或多个废物流是膨胀以后在各种实施例中产生的, 通常会在主热交换器内相对于进入的空气进给加热; 和/或

(iii) 至少一部分来自该低压塔顶部的低压氮产物(特别是在该处首先要将该产物流压缩至一最后产物规格), 在膨胀以后通常可在该主热交换器内相对于进入空气进给加热; 和/或

(iv) 至少一部分高压氮产物(特别是在该处并不需要高压氮产物的产量高), 在膨胀以后, 通常可在该主热交换器内相对于进入空气进给加热.

还应注意的是, 为简化起见, 图 1 至 11 已删去一空气分离流程的其他正常特征, 包含主压气机、前端清理系统、辅助冷却热交换器和如果还要产物压缩机. 专业人员也可将这些特征很容易加以结合. 图 12 就如图 7 所用的(共用的物流和装置使用相同于图 7 的标号)就是一个怎样可以将这些正常特征(包含主热交换器和一膨胀器的配置)结合的实例.

参看图 12:

(i) 在将空气进给至(a)步的该高压塔底部以前, 压缩该空气进给[在压气机 C1]内, 清理[在一清理系统 CS1 内]将在低温下要结冰的一些杂质(即水和

二氧化碳)和/或其他不希望有的杂质(例如一氧化碳和氢),并将其在一主热交换器[HX1]内冷却至一接近其露点的温度;

(ii) 在对该主热交换器内的空气(进给)冷却以前提取一空气膨胀流[12],进一步对其压缩[在压缩扩展压气机 C2 内],在该主热交换器内局部冷却并由涡轮膨胀[在膨胀器 E1 内],再进给至该低压塔内某一中间位置上;

(iii) 将该高压氮产物[22,32]、低压氮产物[62]和废物流[80]在该主热交换器内加热;

(iv) 在该主热交换器内加热该低压氮产物[62]和废物流[80]以前,在第一个辅助热交换器[HX2]内相对于来自该高压塔底部的原始液氧流[30]加热所述物流;

(v) 在该第一辅助热交换器[HX2]内加热该低压氮产物[62]和废物流[80]以前,将所述物流随着其中第二部分[68]来自该低压塔的冷凝富氮塔顶馏出物在第二个辅助冷却热交换器[HX3]内相对于来自该低压塔底部的富氧液流[70]加热; 和

(vi) 在该主热交换器对其加热以后,将该低压氮产物[62]压缩至某一高压[在压气机 C3 内].

计算机模拟表明,相对于分别在美国专利 4,439,220 和英国专利 1,215,337 以前所述讨论的使人得知这两个循环,本发明具有最低的比功率,此处比功率是按该循环总功率除以全部氮产量算出的.所有三个循环均被模拟在 132 磅/平方英寸面积压力下提供可能最高产量的气态高压氮产物.在所有三个循环中的冷冻是由将一部分该空气进给直接膨胀至如图 12 所示的该低压塔内形成的.

本行业的专业人员将懂得本发明有许多其他实施例但均在下面权利要求所述的范围内.

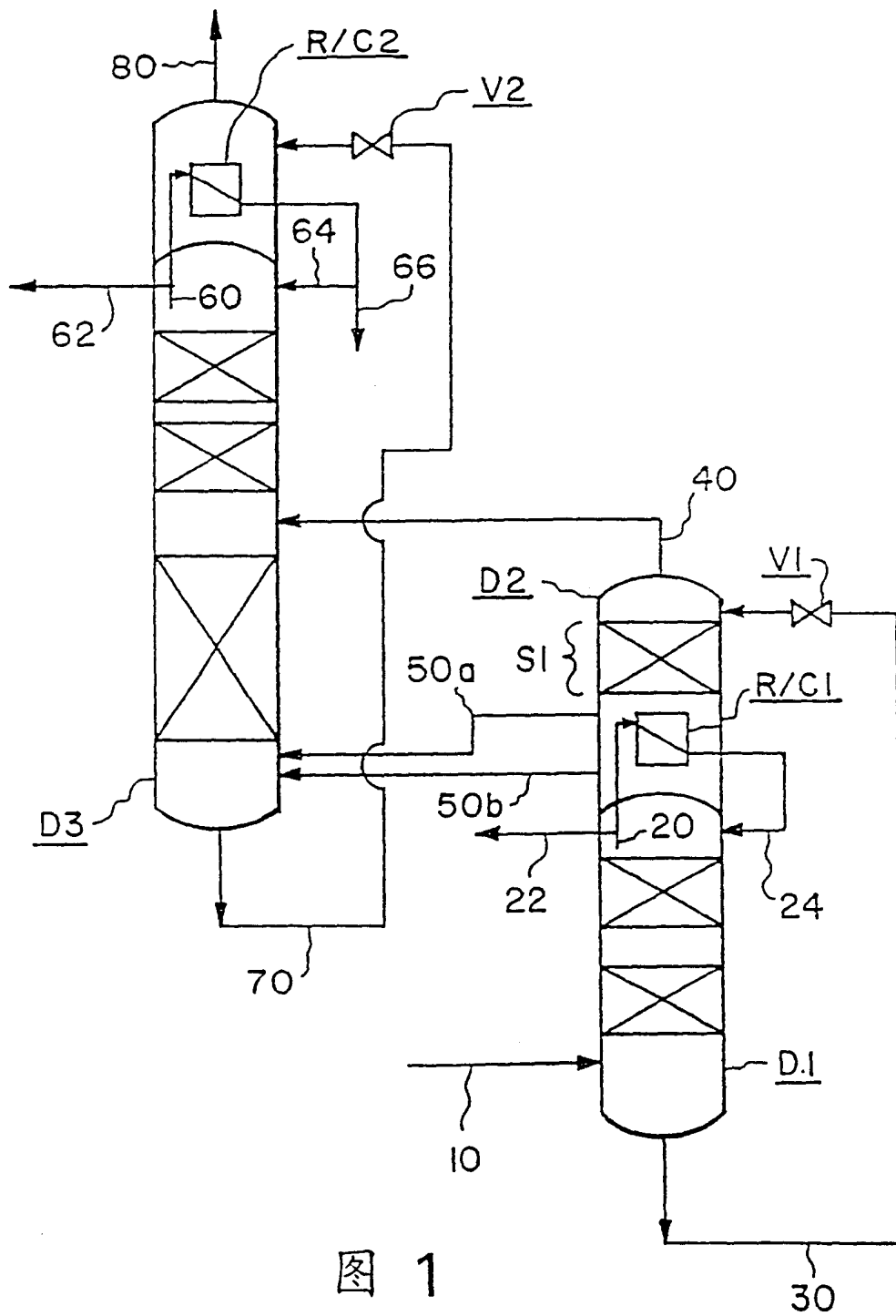


图 1

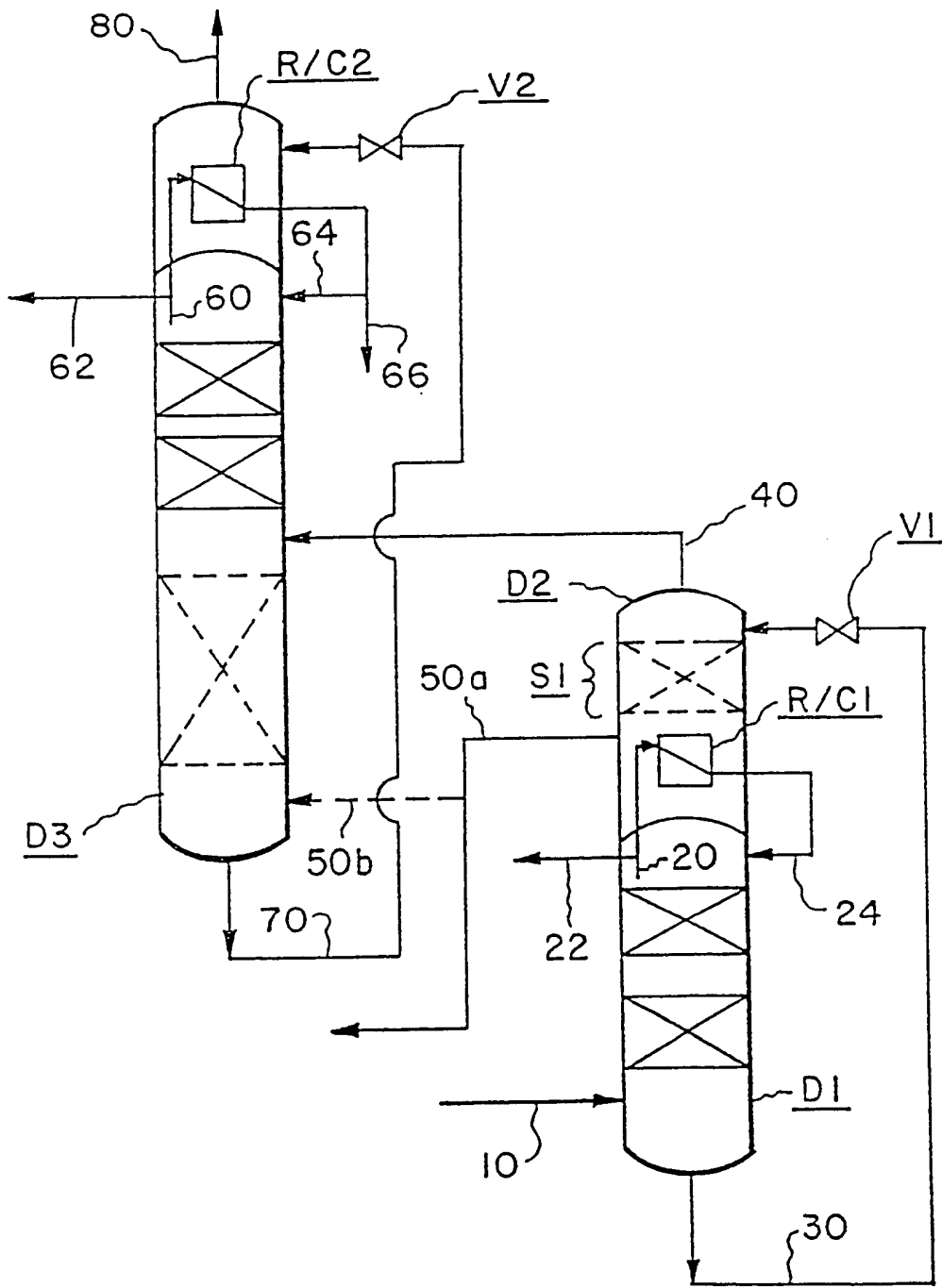


图 2

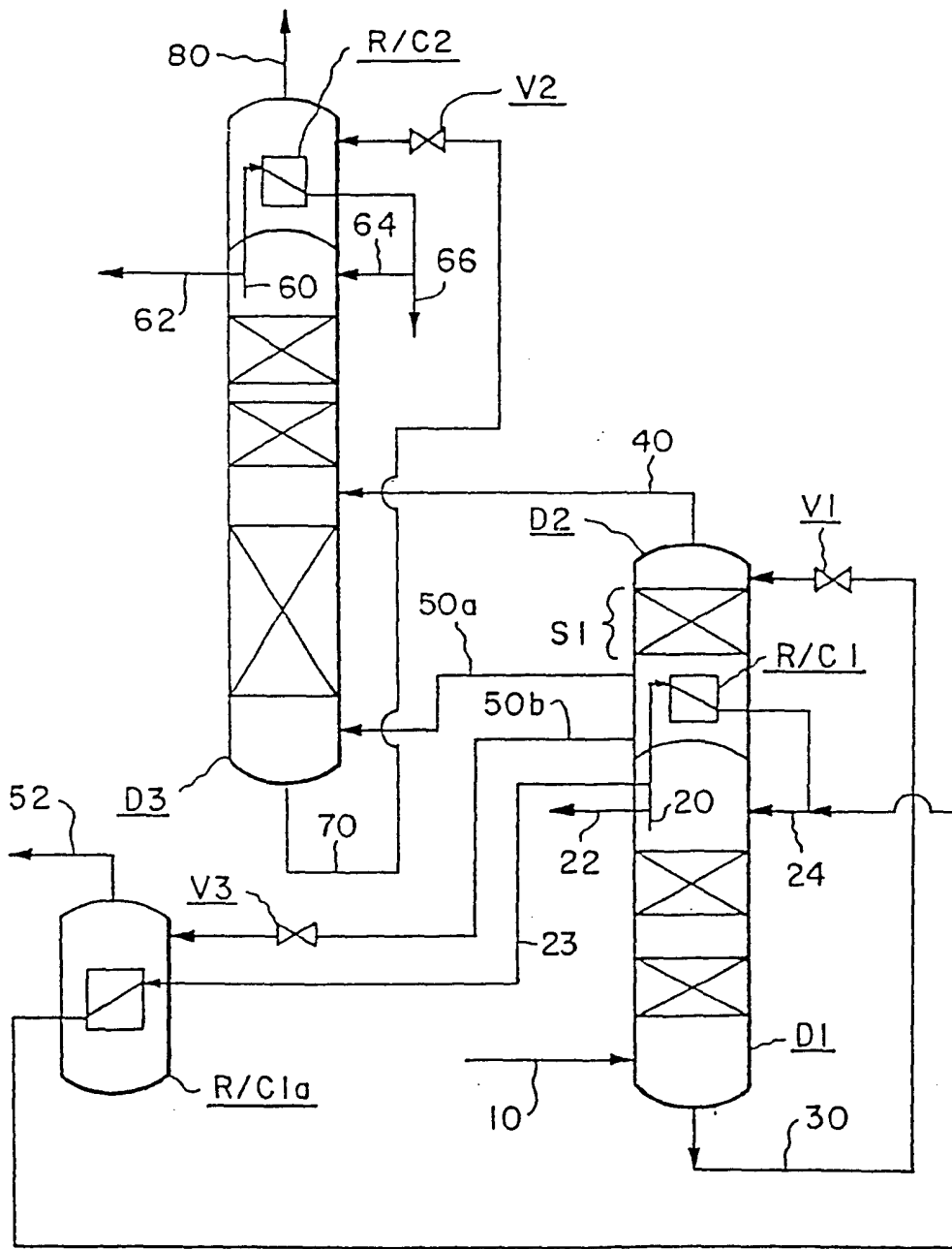


图 3

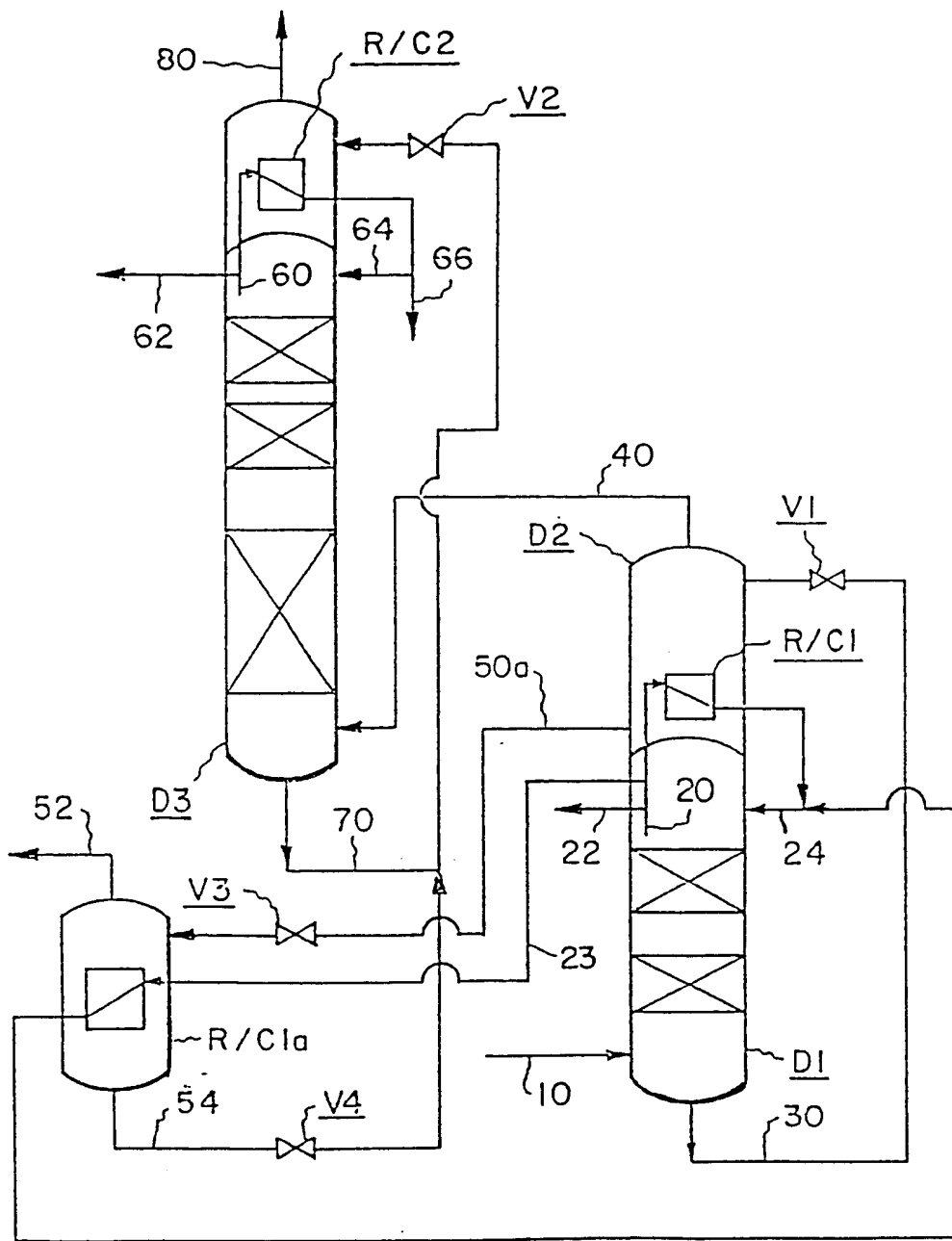


图 5

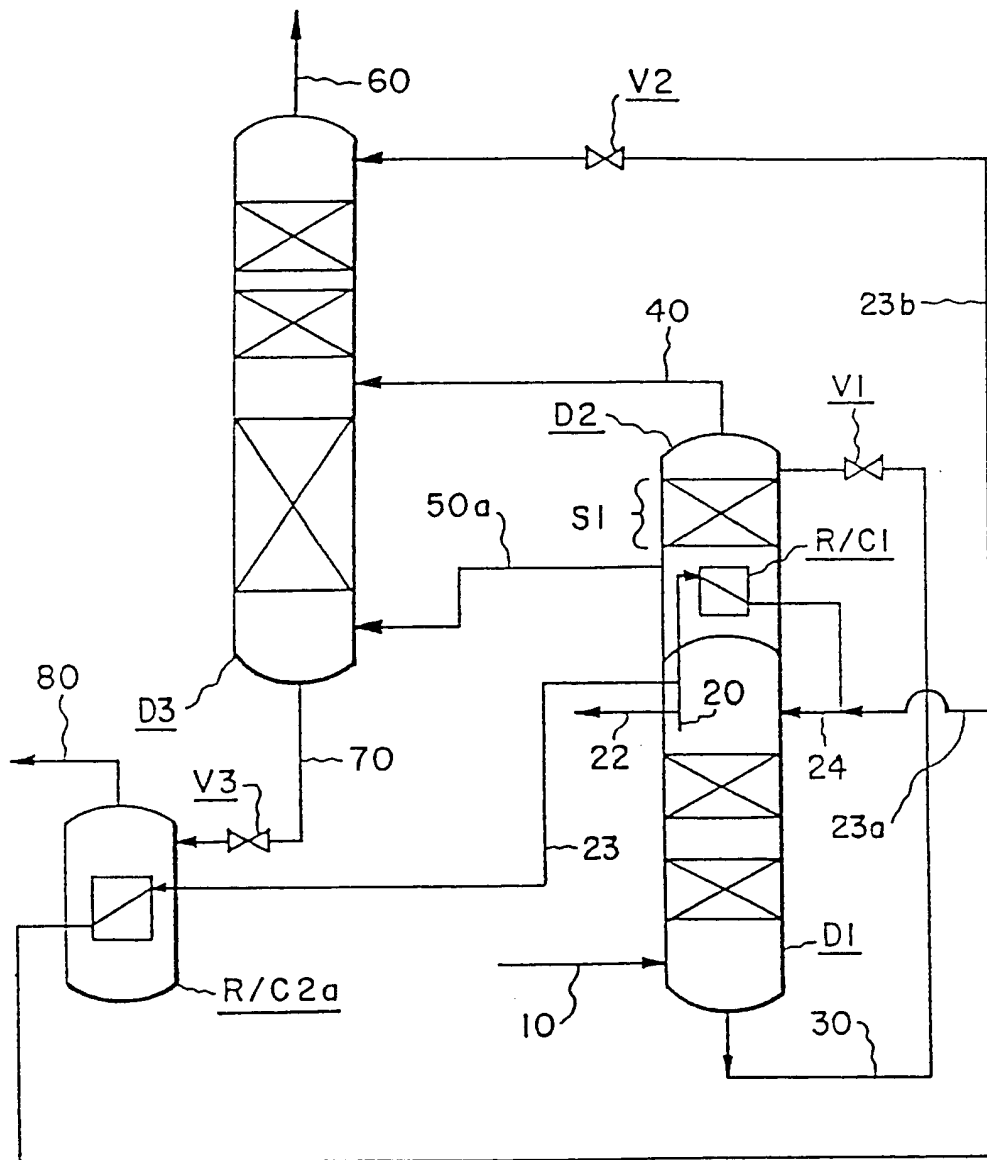


图 6

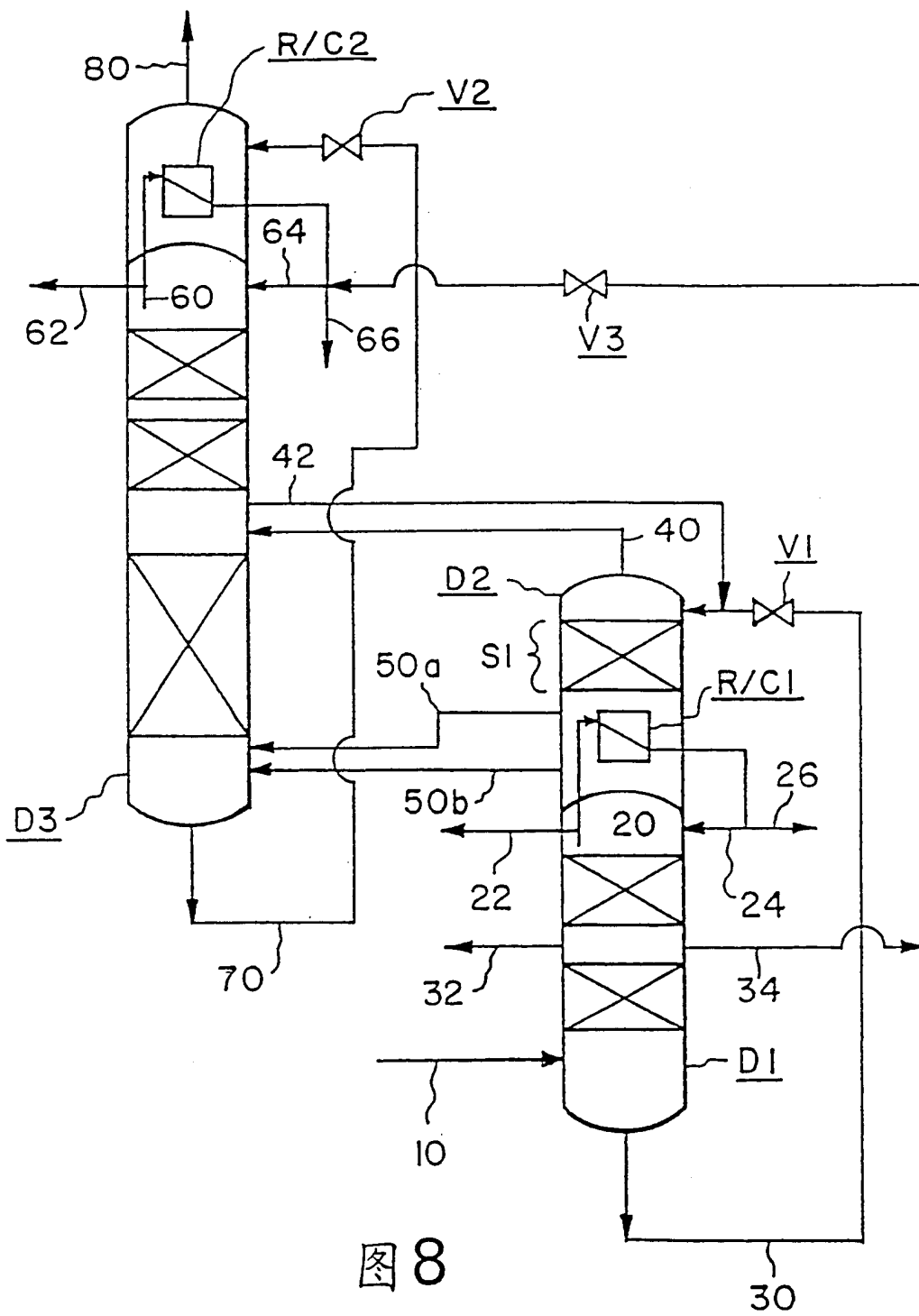


图 8

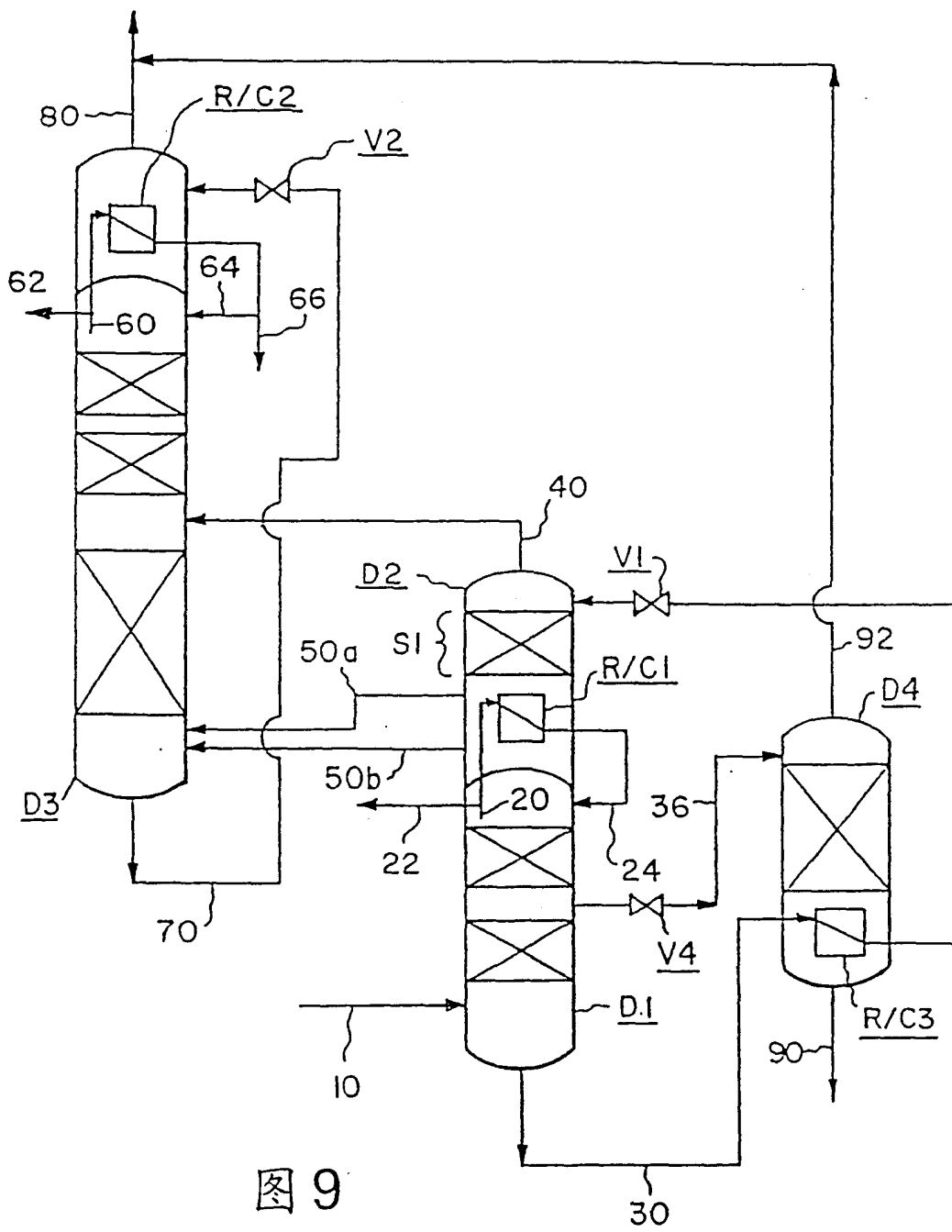


图 9

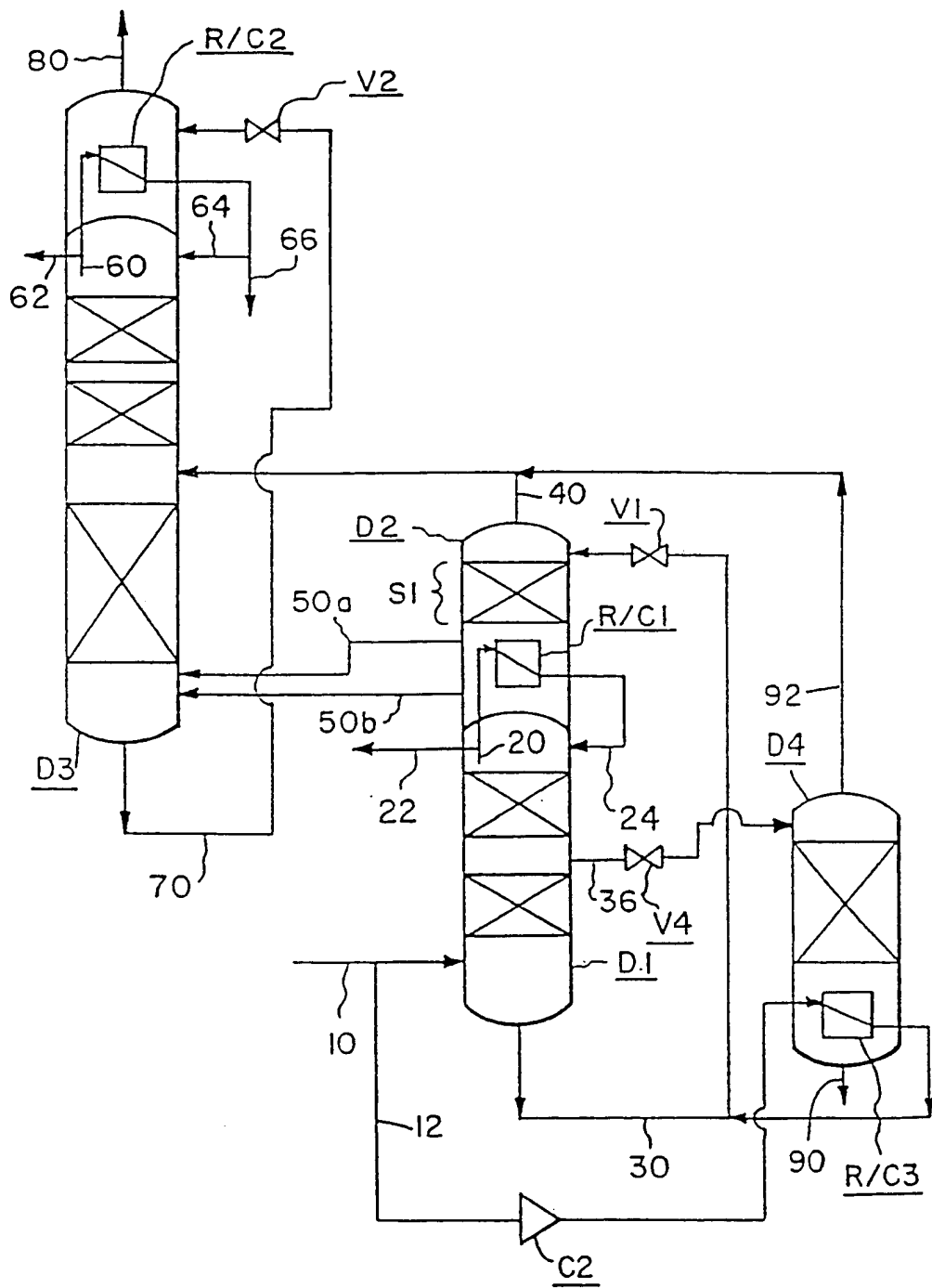


图 10

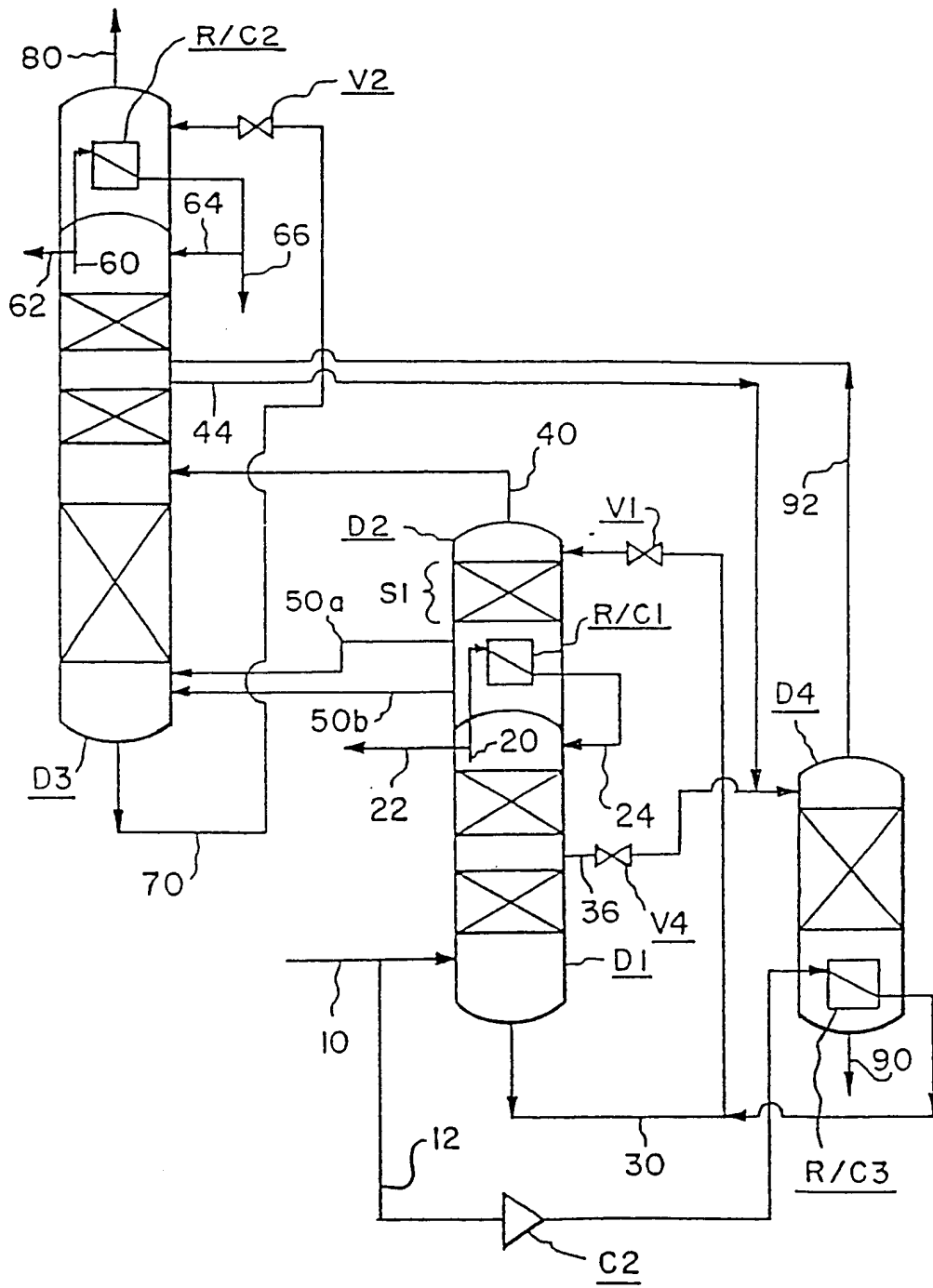


图 11

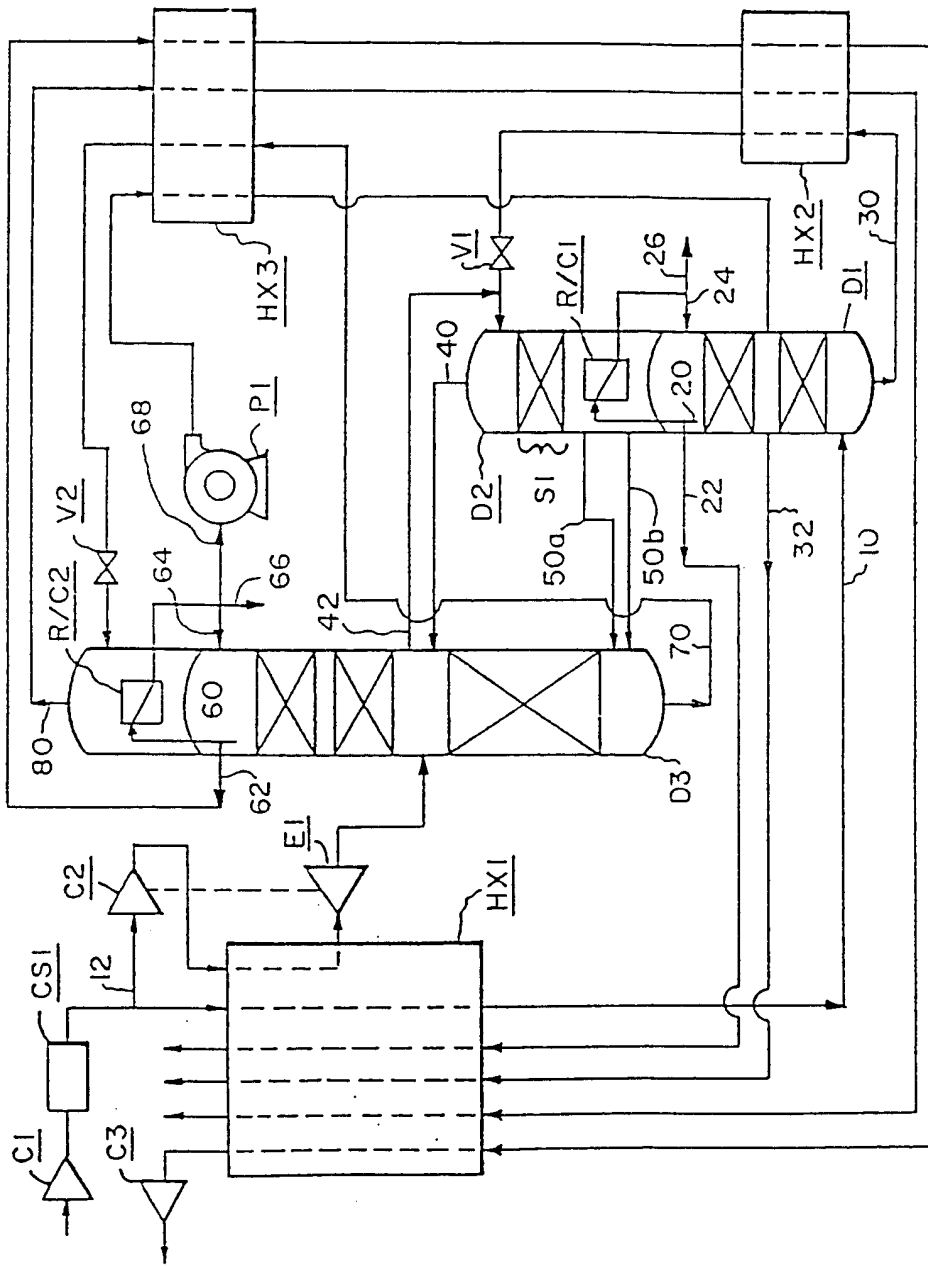


图 12