

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

C01C 1/04

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99107004.6

[43]公开日 1999年12月1日

[11]公开号 CN 1236733A

[22]申请日 99.5.21 [21]申请号 99107004.6

[30]优先权

[32]98.5.21 [33]US[31]082,890

[71]申请人 凯洛格·布朗及鲁特有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72]发明人 S·A·诺埃

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

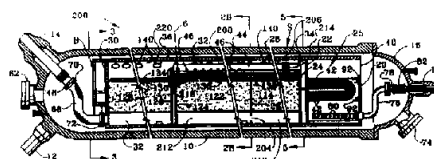
代理人 曾祥凌

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图页数 3 页

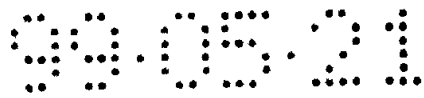
[54]发明名称 适用高活性催化剂的水平式氨合成塔

[57]摘要

用来改进标准的双床型水平式氨合成塔的方法,此方法通过相对于既有的主催化剂床以平行流的形式设置一副催化剂床,同时在此第二副催化剂床中用高活性的以碳为载体的钨催化剂来取代磁铁矿石的催化剂,由此而提高了氨的合成率和/或产量。



ISSN 1008-4274



权利要求书

1. 水平式多床层氨合成塔，它包括：水平的圆筒形外壳，此外壳在
5 其一端具有可卸除的头部；水平的筐，它具有带前、后端壁的水平圆筒
形内壳并在所述内壳与外壳间界定出环形通道；气体入口，它通过上述外
壳并与所述环形通道流体连通；第一横向隔件，它与所述前壁沿纵向隔开
而在它们之间限定出热交换段，此热交换段有一批通过其中的管道和一个
10 与所述第一横向隔件相邻的管道隔板，此热交换段包括一壳侧入口和用
来导引气体沿横向通过这批管道的出口，而此壳侧入口则与前述环形通道
流体连通；第二横向隔件，它与所述第一横向隔件沿纵向相分开而在它们
之间限定了适合让气体向下流经的第一主催化床；第三横向隔件，它沿纵
向分隔地位于所述第二横向隔件和后壁之间，而在所述第二和第三横向隔
15 件间限定出第二主催化剂床，同时在此第三横向隔件与后壁间确定出副催
化剂床，此第二主催化剂床和副催化剂床适合让气体向下流动通过；在
所述主催化剂床之上与下的第一上、下增压室，由所述内壳和主催化剂床相
应的顶部与底部限定；在所述副催化剂床之上与下的第二上、下增压室，
由所述内壳和副催化剂床的相应顶部与底部限定；第一通道，它由所述壳
20 侧出口通过前述第一横向隔件至此第一上增压室；第二通道，它由第一
下增压室通过所述第一隔件至前述热交换段的管侧入口；第三通道，它由
前述热交换段的管侧出口通过所述第一、第二和第三隔件至所述第二上增
压室；以及气体出口，它通过所述外壳并与前述第二下增压室流体连通。

2. 权利要求 1 所述氨合成塔，还包括分配器，用来从所述第一和第二
25 上增压室将气体分别引入所述主和副催化剂床。

3. 权利要求 1 所述氨合成塔，还包括旁通管道，用来将气体直接引
入与所述壳侧出口相邻的所述热交换段。

4. 权利要求 1 所述氨合成塔，其中所述第三通道包括设在所述第一上
增压室内且通过所述第二和第三隔件进到所述第二上增压室内的导管。

5. 权利要求 4 所述氨合成塔，其中所述第一上和下增压室包括通过
30 所述第二隔件的孔口。

6. 权利要求 5 所述氨合成塔，其中所述第一隔件包括：水平的和垂

直的十字形壁，从所述壳侧出口起围绕此十字形壁至所述第一上增压室的外流道，在此十字形壁内从所述第一下增压室至所述管侧入口的下流道，以及在此十字形壁内从所述管侧出口到前述导管的上流道。

5 7. 权利要求 1 所述氨合成塔，其中所述副催化剂床包括高活性催化剂。

8. 用于水平式多床层氨合成塔的方法，包括：（1）水平的圆筒形外壳，它具有在其一端的可卸除头部；（2）水平的筐，它具有带前，后端壁的水平圆筒形内壳并在所述内壳与外壳间界定出环形通道；（3）气体入口，它通过上述外壳并与所述环形通道流体连通；（4）第一横向隔件，它与所述前壁沿纵向隔开而在它们之间限定出热交换段，此热交换段有一批通过其中的管道和一个与所述第一横向隔件相邻的管道隔板，此热交换段包括一壳侧入口和用来导引气体沿横向通过这批管道的出口，而此壳侧入口侧与前述环形通道流体连通；（5）第二横向隔件，它与所述第一横向隔件沿纵向相分开而在它们之间限定出适合让气体向下流经的第一主催化床；（6）第三横向隔件，它沿纵向分隔开地位于所述第二横向隔件和后壁之间，而在所述第二和第三横向隔件间限定出第二催化剂床，同时在第三横向隔件与后壁间确定出第三催化剂床，此第二催化剂床和第三催化剂床适合让气体向下通过；（7）在所述相应催化剂床之上与下的第一、第二和第三上与下增压室，由所述内壳和所述催化剂床相应的顶部与底部限定；（8）第一通道，它由所述壳侧出口通过前述第一横向隔件至此第一上增压室；（9）第二通道，它由第一下增压室通过所述第一隔件至前述热交换段的管侧入口形成；（10）第三通道，它由前述热交换段的管侧出口通过所述第一、第二横向隔件至所述第二上增压室；（11）第四通道，它从所述第二下增压室通过第三横向隔件到第三上增压室；以及
15
20
25
（12）气体出口，它与第三下增压室流体连通，而所述方法包括下述步骤：
（a）形成通过所述第二隔件的流通窗口以在第一和第二上增压室之间与第一和第二下增压室之间建立流体连通；（b）封闭此第四通道；（c）延伸第三通道通过第三横向隔件以与第三上增压室流体连通，同时相对第二上增压室封闭第三通道；以及（d）用高活性催化剂充填第三催化剂床。

30 9. 权利要求 8 所述方法，其中还包括下述步骤（e）：密封所述第一催化剂床顶部处分配器中的孔口，使得所述第一催化剂床每英尺直线长度

上所述分配器中的孔口面积基本上等于所述第二催化剂床每英尺直线长度上所述第二催化剂床顶部处分配器中的孔口面积。

10. 权利要求 8 所述方法，其中所述第一和第二催化剂床充填以 1.5~3mm 的磁铁矿石催化剂。

5 11. 权利要求 10 所述方法，还包括以较小的网屏覆盖所述第一、第二或第三催化剂床底部处的床载体。

12. 权利要求 8 所述方法，其中所述步骤 (c) 包括：给所述第三通道增设一短管延伸部，形成一通过所述第三横向隔件的孔用来接纳此短管延伸部并将此短管延伸部密封焊接到所述第三横向隔件上。

说明书

适用高活性催化剂的水平式氨合成塔

5

本发明涉及水平式氨合成塔，特别涉及适用高活性催化剂的水平式氨合成塔。

10 本发明针对多床层的水平式氨合成塔，例如 Peferson 等于美国专利 4452760 所述的这种合成塔，后者的内容已综合于此供参考。许多这类使用中的合成塔或反应器是用磁铁矿石催化剂进行工作的。常常希望改进 Peferson 等的反应器来提高氨的合成率。

15 参考图 1 与 1A 所示 Peferson 等的氨合成塔，外壳 S 为一圆筒形压力容器，包括具有在其一端的入口 12 和出口 14。头部 16 可卸除地装附于主体 10 上且有交换器的旁通管 18。外壳 S 中可卸除地安装有内壳或筐 B。内壳 B 是分成几部分的筒形容器。端壁 20 和第一壁 22 确定出内壳 B 的热交换段 25。第二壁 24 和第三壁 26 确定出第一催化剂段 28。在内壳 B 的第三壁 26 和外端壁 30 之间确定出第二催化剂段。在第一壁 22 和第二壁 24 之间则设置着气体输送段。

20 合成气体通过入口 12 进到 Peferson 等的反应器的外壳 S 内。此气体的温度低于所需的反应温度，但在其通过外壳 S 和内壳 B 之间的环形空间 36（放大示明于图 1A 中）时，使外壳 S 保持于低的温度。上述气体最好通过一端的入口 12 引进而流到另一端，在此再通过端壁 20 的孔口 40。孔口 40 位于端壁 20 的顶部有气体进入内壳 B 的热交换段处。此气体向下通过一批管道 42 上方而被加热到反应温度。从图 1A 中可以极清楚地看到，25 此气体进到气体输送段 34 的底部，然后通到顶部而进入催化剂水平床上方的第一催化剂床段 28。随着气体通过催化剂，氢气与氮气反应形成氨，由于放热反应，此产物气体比进入的气体热。此产物气体含有氨以及未反应的氢与氮的混合物。产物气体通过主体输送段 34 而进入管道 42 内。在产物气体通过管道 42 时，即在热交换段 25 冷却，冷却了的产物气体然后30 再进入气体输送段 34，在此进入从气体输送段 34 延伸出的管子 44，经第一催化剂床段 28 并通过第二催化剂床段 32 中催化剂的水平床上方管子 44



中的孔口 46。在 Peferson 等的反应器中，第二催化剂床段 32 最好包括两个水平式催化剂床，而来自第一催化剂床的产物气体即通过这两个水平式催化剂床。此第二催化剂床段 32 则最好由延伸到催化剂床 122 上方的局部壁 124 和延伸到催化剂床 128 邻近下方的局部壁 126 形成两段。更多的
5 氨是在催化剂床 122 和 128 中产出，而此产物气体再次被加热。加热了的这一产物气体然后经端壁 34 通过出口管 48 而通过出口 14。

本发明涉及水平式氨合成反应器，它可以通过对 Peferson 等的反应器重新制造和改进而成。本发明的这种水平式氨合成反应器结合地采用了磁铁矿石和高活性的催化剂，比基于磁铁矿石的 Peferson 等的反应器有着
10 更高的合成率。

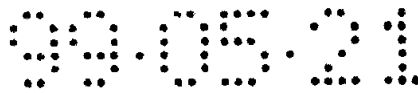
本发明在其一个方面提供了水平式多床层氨合成塔。此水平式多床层氨合成塔包括：水平的圆筒形外壳，此外壳在其一端具有可卸除的头部；水平的筐，它具有带前、后端壁的水平圆筒形内壳并在所述内壳与外壳间限定出环形通道；气体入口，它通过上述外壳并与所述环形通道流体连
15 通；第一横向隔件，它与所述前壁沿纵向隔开而在它们之间限定出热交换段，此热交换段有一批通过其中的管道和一个与所述第一横向隔件相邻的管道隔板，此热交换段包括一壳侧入口和用来导引气体沿横向通过这批管道的出口，而此壳侧入口则与前述环形通道流体连通；第二横向隔件，它与所述第一横向隔件沿纵向相分开而在它们之间限定了适合让气体向下
20 流经的第一主催化床；第三横向隔件，它沿纵向分隔开地位于所述第二横向隔件和后壁之间，而在所述第二和第三横向隔件间限定出第二主催化剂床，同时在此第三横向隔件与后壁间确定出副催化剂床，此第二主催化剂床和副催化剂床适合让气体向下流动通过；在所述主催化剂床之上与下的
25 第一种上、下增压室，由所述内壳和主催化剂床相应的顶部与底部限定；在所述副催化剂床之上与下的，第二上、下增压室，由所述内壳和副催化剂床的相应顶部与底部限定；第一通道，它由所述壳侧出口通过前述第一横向隔件至此第一上增压室；第二通道，它由第一下增压室通过所述第一隔件至前述热交换段的管侧入口；第三通道，它由前述热交换段的管侧出口通过所述第一、第二和第三隔件至所述第二上增压室；以及气体出口，
30 它设置成与所述第二下增压室流体连通。

上述氨合成塔可以包括用来分别从第一和第二上增压室将气体引入

主、副催化剂床的分配器。这种氨合成塔可以包括一用来将气体直接引入与所述壳侧出口相邻的热交换段的旁通管道，所述副催化剂床最好包括高活性催化剂。

5 所述第三通道可以包括设在前述第一上增压室内且通过第二与第三隔件进入第二上增压室的导管。此第一上与下增压室可以包括通过第二隔件的孔口。所述第一隔件可以包括水平的和垂直的十字形壁，从所述壳侧出口起围绕此十字形壁到第一上增压室的外流道，在所述十字形壁内从第一下增压室到管侧入口的下流道，以及在此十字形壁内从所述管侧出口到上述导管的上流道。

10 本发明在它的另一个方面提供了一种用于改进 Peferson 等所公开的水平式多床层氨合成塔的方法，这一氨合成塔在改进之前包括：（1）水平的圆筒形外壳，它具有在其一端的可卸除头部；（2）水平的筐，它具有带前、后端壁的水平圆筒形内壳并在所述内壳与外壳间界定出环形通道；（3）气体入口，它通过上述外壳并与所述环形通道流体连通；（4）
15 第一横向隔件，它与所述前壁沿纵向隔开而在它们之间限定出热交换段，此热交换段有一批通过其中的管道和一个与所述第一横向隔件相邻的管道隔板，此热交换段包括一壳侧入口和用来导引气体沿横向通过这批管道的出口，而此壳侧入口则与前述环形通道流体连通；（5）第二横向隔件，它与所述第一横向隔件沿纵向相分开而在它们之间限定出适合让气体向
20 下流经的第一主催化床；（6）第三横向隔件，它沿纵向分隔开地位于所述第二横向隔件和后壁之间，而在所述第二和第三横向隔件间限定出第二催化剂床，同时在第三横向隔件与后壁间确定出第三催化剂床；此第二催化剂床和第三催化剂床适合让气体向下通过；（7）在所述相应催化剂床之上与下的第一、第二和第三上与下增压室，由所述内壳和所述催化剂床
25 相应的顶部与底部限定；（8）第一通道，它由所述壳侧出口通过前述第一横向隔件至此第一上增压室；（9）第二通道，它由第一下增压室通过所述第一隔件至前述热交换段的管侧入口形成；（10）第三通道，它由前述热交换段的管侧出口通过所述第一、第二横向隔件至所述第二上增压室；（11）第四通道，它从所述第二下增压室通过第三横向隔件到第三上
30 增压室；以及（12）气体出口，它与第三下增压室流体连通，而所述改进方法则包括下述步骤：（a）开挖出通过所述第二隔件的流通窗口以在第



一和第三上增压室与第一和第二种下增压室之间形成流体通连；（b）封闭此第四通道；（c）延伸第三通道通过第三横向隔件以与第三上增压室流体连通，同时相对第二上增压室封闭第三通道；以及（d）用高活性催化剂充填第三催化剂床。

5 上述方法还可包括步骤（e）：在所述第一催化剂床的顶部通过例如采用闭塞带来封闭所述分配器中的孔，使得每英尺直线长度的第一催化剂床的在分配器中的孔口面积与每英尺直线长度的第二催化剂床的在第二催化剂床顶部的分配器中的孔口面积基本相同。此方法最好还包括用 1.5~3mm 的磁铁矿石催化剂来充填所述第一和第二催化剂床。在第一、第二和/或第三催化剂床的底部处床的载体可以根据需要用较小的网屏覆盖。

前述的步骤（c）则最好包括于所述第三通道上增设一短管延伸部，在第三横向隔件中开挖出一孔来接收上述短管延伸部，同时将此短管延伸部密封焊接到所述第三横向隔件上。

图 1（先有技术）是 Peferson 等的水平式合成塔的横剖图。

15 图 1A（先有技术）是概示通过 Peferson 等的合成塔的气体流的横剖图。

图 1B（先有技术）是沿图 1 中线 1B-1B 截取的横剖图。

图 2 是本发明的水平式反应塔的横剖图。

图 2A 是概示通过本发明的反应塔的气体流的横剖图。

20 图 2B 是沿图 2 中 2B-2B 线截取的横剖图。

图 3 是沿图 1 与 2 中 3-3 线截取的用来示明圆筒形内壳一端的横剖图。

图 4 是气体输送段的展开的等角图，此气体输送段加以分开的表明其在所述圆筒形内壳中的细致结构。

图 5 是沿图 1 与 2 中 5-5 线截取的横剖图。

25 图 6 是图 1 与 2 中段 5 内所示催化剂床的分配板的一部分。

为便于说明，本发明的反应塔在此是相对于其用在由氮与氢来催化合成氨加以描述的。应知本发明的氨的合成塔的应用则不必限于氨的合成。在氨的合成中，使主要为氢与氮的按 3:1 摩尔比的合成气体通过氨的合成催化剂之上，其压力从 50 至 400 atm。现下所用的是市售的氨合成催化剂或是所谓在 250~540℃ 温度下工作的由铁或改性铁制备的“磁铁矿石催化剂”，或是如美国专利 4055628、4122140 和 4163775 中所述的包括有在

含石墨的碳载体上的铂族金属例如铱的高活性催化剂，这三件专利中的内容已综合于此供参考。氨的反应是放热反应，而本发明的合成塔则设计成借助中间冷却器来除去或带走所放的热。

本发明的这种反应器可以按新的结构制成，但较为理想的是通过改进 Peferson 等的装置制成。为了改进 Peferson 等的反应器来制成本发明的反应器 200（参看图 2），于第三壁 26 上开挖出流通窗口 202 和 204（参看图 2B）来连通分别在第一催化剂床 114 和第二催化剂床 122 之上的增压室 206 和 208 以及分别在第一催化剂床 114 和第二催化剂床 122 之下的增压室 210 和 212。流通窗口 202 最好围住管子 44 以免需给管子 44 另设伸缩接头。Peferson 等的反应器的流通窗口 216 是密封的，使得 Peferson 等的反应器中的局部壁 124 成为相当于本发明反应器 200 中的第三横向隔件的一堵完整的壁。这样，气体从第一和第二催化剂床 114、122 之上各个相连的增压室 206、208 进入，向下平行地流过在各催化剂床 114、122 之下的连通的增压室 210、212。在增压室 206 和第一催化剂床 114 之间分配板 134 中的孔 136（参看图 6）可以根据需要例如用闭塞带 215 密封，使得每单位长度床上这种孔口的面积对于第一和第二催化剂床 114、122 来说是相同的，而能让供给的气体相对于它们均匀地分配。

对 Peferson 等的反应器的另一项改进是密封孔 46 和有通过壁 124 的管子 44 的延伸部 218（参看图 2）。管延伸部 218 可以沿通过壁 124 开挖出的圆孔周边密封焊接。这样就使气体从管 44 中输入第三催化剂床 128 上的增压室 220 内。

最后，第一和第二催化剂床 114、122 充填以通常的最好为 1.5~3mm 的磁铁矿石催化剂。此第三催化剂床则最好用高活性催化剂充填。必要时，可将较小的网屏覆盖到催化剂床 114、122 与 128 的载体上。

Peferson 等的反应器的第一壁 22、第二壁 24 和气体输送段 34 一起形成了用于本发明的第一横向隔件。Peferson 等的反应器的第三壁 26（经适当地改进成包括流通窗口 202、204）取作为所述第二横向隔件，而局部壁 124（适当地密封）和/或局部壁 126 则构成所述第三横向隔件。Peferson 等的反应器的主催化剂床 114 和第一副催化剂床则成为本发明中的第一和第二主催化剂床，气体则平行地流过而不经中间冷却。Peferson 等的第二副催化剂床 128 成为本发明中唯一的副催化剂床，含有高活性的催化剂，

同时接收来自磁铁矿石的主催化剂床 114、122 经管道 42 内中间冷却后的产物气体。

在本发明的反应器 200 中，外壳 S 具有可卸下的头部 16，使得内壳或筐 B 可以卸下以便装载和更换催化剂。壳 B 是借助装附于其端部上的轮 50 和 52（参考图 3）推入外壳 S 中的。止动件 54 和 56 正确地确定了壳 B 进入外壳 S 主体 10 中的距离。主壳 B 遇到止动件 54 和 56 时，便将起重器置于其支承件 58 与 60 之上而将轮 50 与 52 卸下。壳或筐 B 外表面上的辊（未示明）则有助于保持筐 B 定中，即使当筐 B 因受热而膨胀时也能如此。上述轮 50 与 52 通过主体 10 端部处的人孔 62 取出。然后壳 B 于壳 S 中定中并由锁件 64 和 66 锁定就位。出口管 48 包括若干段。段 68 的各端分别有凸缘 70 和 72，它们由在主体 10 内工作的人加以连接。在壳 B 固定于壳 S 内后，固定上可卸除头部 16。通过入孔 74 进入的人将骤冷气体管 78 的一段 76 连接到头部 16 内。此骤冷气体管 78 以其一端伸入热交换段 25 的底部并具有许多孔口 80。通过使某些进入的气体转向通过壳 B 与 S 间的环形空间并且通过热传输管道 40，此骤冷气体管 78 可以用作反应器 200 的控温装置。在骤冷气体管 78 的外端有一伸缩接头 82 在头部 16 之内的入口 18 的通道之前。

参考图 4，其中示明了热交换段 25 和气体输送段 34 的细节，经入口 12 引入的新的合成气体通过内壳 B 的外表面之上，再通过端壁 20 顶部处的孔口 40。此气体进入热交换段 25。有一批管道 42 从下部的入口加热管隔板 84 延伸出而后返回到上部出口加热管隔板 86。这两种加热管隔板 84 与 86 及是壁 22 的一部分。壁 22 与壁 24 同气体输送段 34 一起，构成了热交换段 25 和第一催化剂床 114 之间的第一横向隔件。围绕着管道 42 设置有护壁 88 和 90。从端壁 20 延伸出一批挡板 92（参考图 2）。进入热交换段 25 的气体由于有护壁 88 和 90 以及挡板 92，于是便通过管道 42 之上流至热交换段 25 的底部。在壁 22 的底部。于护壁 88 和 90 之内有两个让气体进入传输段 34 的孔口 94 和 96。

气体传输段 34 具有减小的内横剖面 98。此横剖面 98 最好取交叉形即十字形。此内横剖面 98 由水平隔件 100 分成下部 102 和上部 104。下部 102 和上部 104 的形状与加热管隔板 84 和 86 的形状一致，最好取短形。从下部 102 延伸出的部分 106 伸展到筐 B 的内壁处。同样，从上部 104 延

伸出的部分 108 伸展到筐 B 的内壁处。这样，通过孔口 94 和 96 的气体便通过减小的内横剖面 98 的外面，从气体传输段 34 的底部到顶部，在此通过壁 24 中的孔口 110 和 112。孔口 110 和 112 通到催化剂床 114 上的增压室 206 内。此气体然后通过流通窗口 202 进入增压室 208，然后平行地通过第一和第二催化剂床 114、122。来自第一和第二催化剂床 114、122 的产物气体，从流通窗口 204 所连接的增压室 210、212 通过壁 24 中的孔口 118，通过部分 106，然后通过入口加热管隔板 84 进入管道 42。管道 42 中的气体通过与热交换段 25 中的新有气体进行热交换而冷却。此冷却了的气体从管道 42 中出来，通过出口的加热管隔板 86 进入上部 104。此气体然后进入部分 108，通过壁 24 的孔口 120，进入管 4 这一冷却的气体通过壁 26 和 124 而进入第三催化剂床 128 上的增压室 220 内。

上述气体可以在通过催化剂床 114、122 和 128 之前，由所具的较大孔口数多于上板 134 中的 F 板 130 分配（参看图 6）。此上板 134 具有较少个数的较小孔口，这些孔口所取的位置使得其中任何一个都不同 F 板 130 中的孔口 132 对准。如图 6 所示，有许多的人孔板 138 允许接近催化剂床。同样，筐 B 中有许多人孔 140（参看图 2），允许接近第一催化剂床段 28 和第二催化剂床段 32。当从壳 S 上卸下壳 B 时，必须有易于通到这些催化剂床的通道来装载或卸下催化剂。

这样，通过改进 Peferson 等人的反应器易于制成本发明的反应器 200。此改进了的反应器可以在副催化剂床上采用高活性催化剂，同时提高了氨的合成本领。催化剂床 114、122 平行地像一个床那样地工作，并在气体通过副催化剂床之前于热交换段 25 中进行中间冷却。由于相对于床 114 平行地设置了床 122 而增加了主床中催化剂的体积，且由于在副床中应用了高活性催化剂而等地增大了磁铁矿石催化剂的体积，于是此改进了的反应器 200 就能提高每个作业周期中的氨合成率和/或能以较高的速率处理供给的气体来提高氨的产量。

本发明上述说明仅仅阐述和例释了具体的实施形式。内行的人是可以掌握本发明的种种变更型式的。在此应该认为所有这类变更型式都涵盖在后附权利要求书的范围与精神内的。

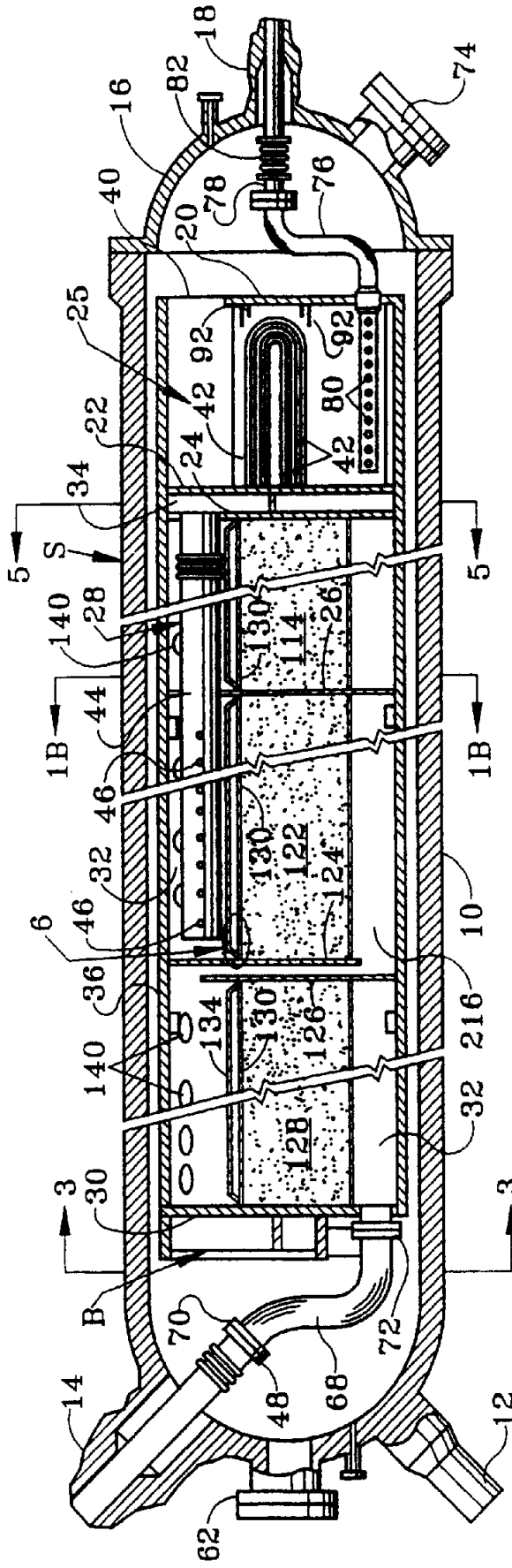


图 1 (现有技术)

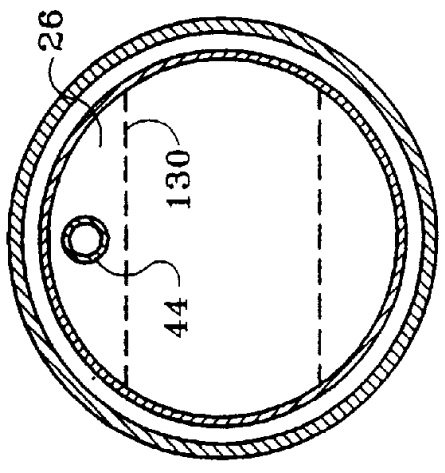


图 1B (现有技术)

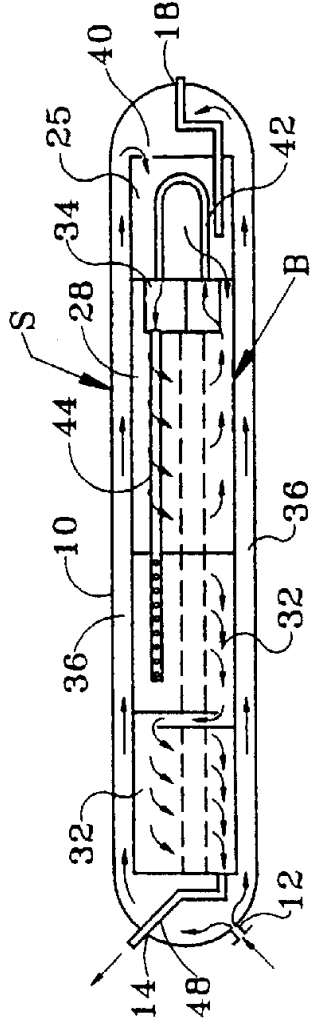


图 1A (现有技术)

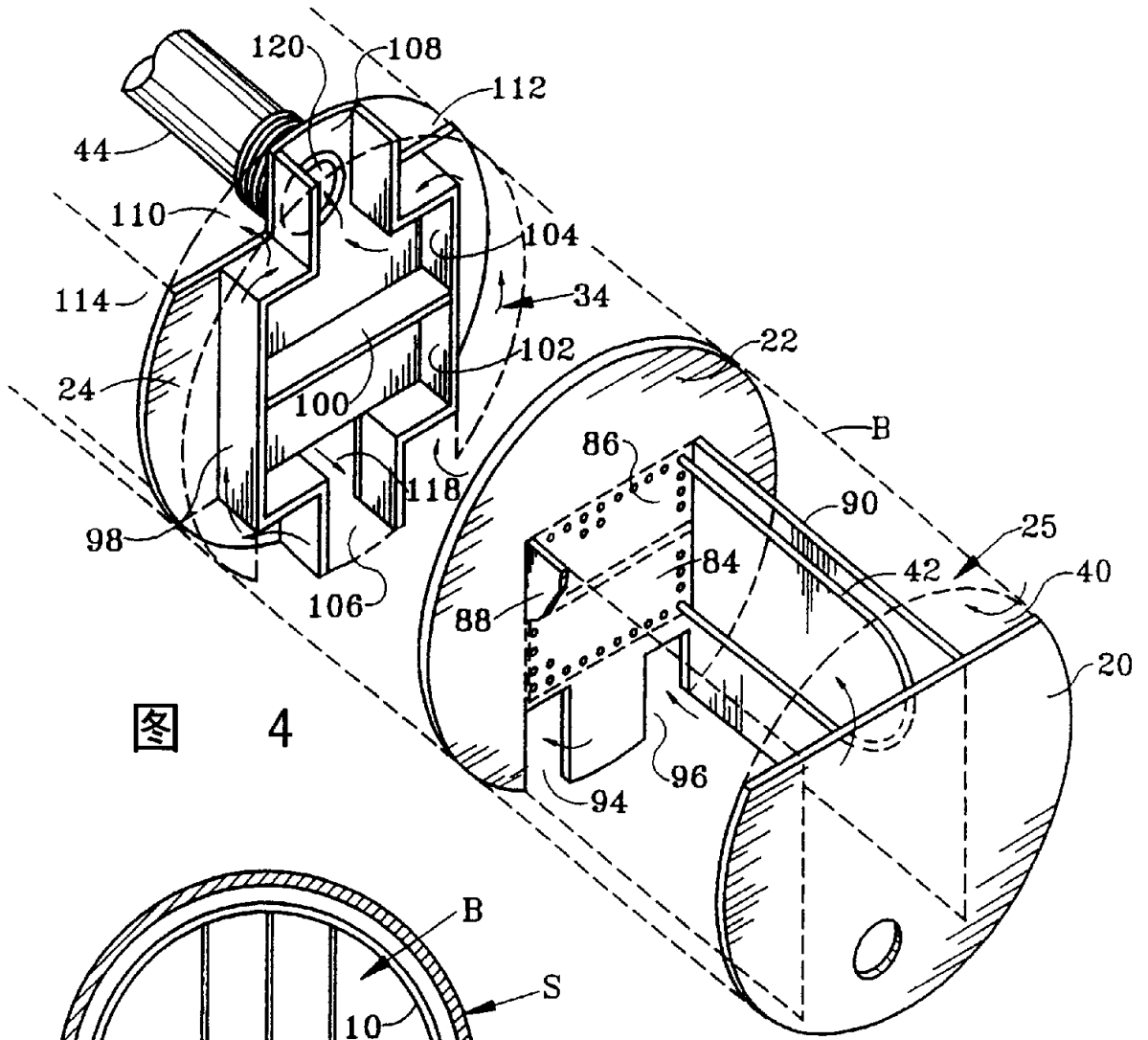


图 4

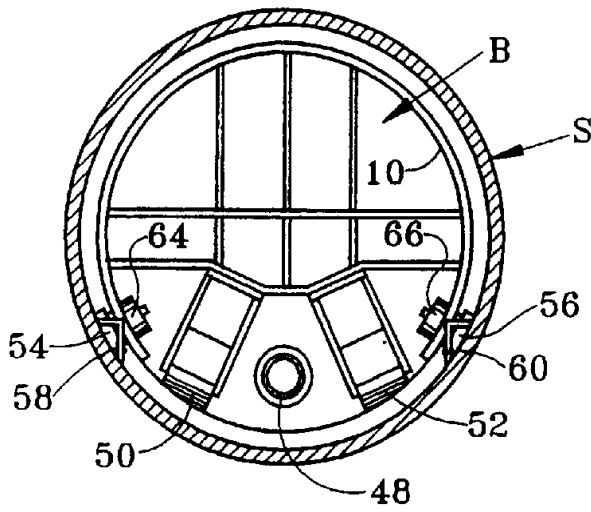


图 3

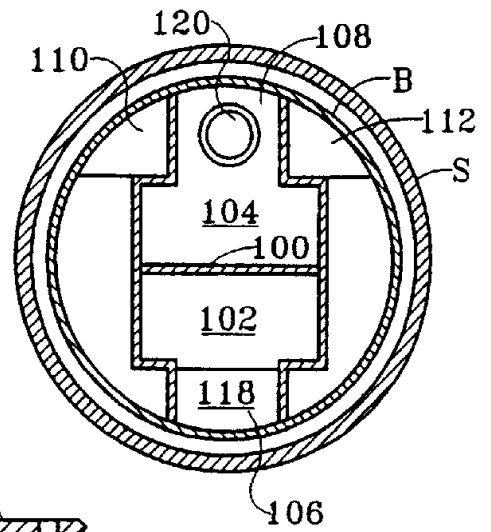


图 5

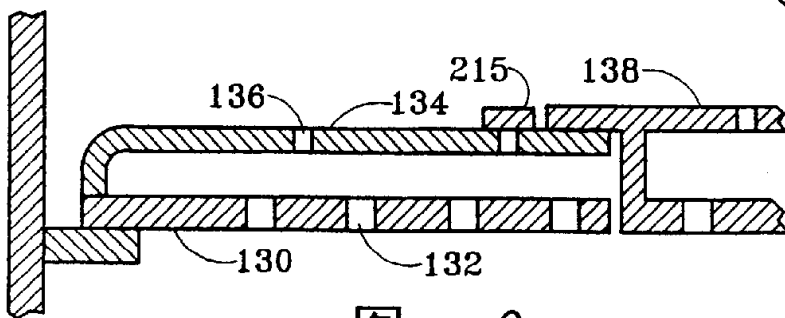


图 6
3