



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00802996.2

[45] 授权公告日 2005 年 5 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1201035C

[22] 申请日 2000.1.18 [21] 申请号 00802996.2

[30] 优先权

[32] 1999.1.22 [33] US [31] 09/235,173

[86] 国际申请 PCT/US2000/001301 2000.1.18

[87] 国际公布 WO2000/043575 英 2000.7.27

[85] 进入国家阶段日期 2001.7.23

[71] 专利权人 雷努瓦尔国际公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 查尔斯·E·莱蒙

安东尼·A·赞特

审查员 张群锋

[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 王维玉 丁业平

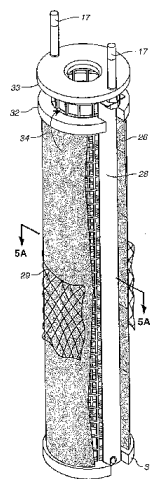
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 6 页

[54] 发明名称 用于从溶液中去金属的电化学电
池

[57] 摘要

一种电化学电池，包含一个由具有开放式结构的伸长支撑构件支撑的多孔的碳纤维阴极和一个围绕的管状阳极。阴极装备有一个电流馈送器，该馈送器包含多个馈送带，每一馈送带都基本延伸到与阴极一样的长度，并且其中的馈送带围绕伸长的阴极支撑构件基本均匀地分布。馈送带的集合总宽度至少为阴极支撑构件特征圆周尺寸的 20%。形成馈送带时其可以符合阴极支撑构件的曲率。电池也可以装备有一个与外套的内壁间隔的阳极，间距至少为 2.5mm 以有效防止阳极与外套间的气体聚集。电池还装备有一套改进的微孔隔板组件，它置于阴极和阳极之间以限定阳极电解液和阴极电解液的流动室。隔板组件包含一微孔膜，它夹在两个多孔的支撑套之间，支撑套挤压膜以限制在使用条件下的弯曲运动。还公开了某些组合式结

构，它们的作用是使电池可以容易地适应于各种不同的流速。



1. 一种用于从溶液中电解去除至少一种金属的电化学电池，该
电池包含一个外套、一套置于外套中央的阴极组件、一个置于外套中
5 与阴极间隔的阳极、一个溶液入口和一个溶液出口，其中阴极组件包
含一个多孔的延伸的有圆周外围部分的支撑构件、一由围绕延伸的支
撑构件安置的多孔的碳纤维材料形成的多孔阴极构件和一由延伸的支
撑构件支撑的阴极电流馈送器，该馈送器沿多孔阴极构件的长度延
伸；安置阴极组件、入口和出口后，在使用中溶液经由入口进入电池，
10 流过多孔的阴极构件并经由出口流出，所说的电池的特征在于：

所说的阴极电流馈送器包含多个馈送带，每一馈送带都延伸至所
说的多孔阴极构件的长度，所说的多个馈送带被均匀地安置在所说的
延伸的支撑构件的所说的圆周外围上，其中每条所说的馈送带宽度的
集合总宽度为所说的多孔的延伸的支撑构件圆周尺寸的至少 20%。

15

2. 权利要求 1 的电化学电池，其进一步的特征在于所说的延伸
的支撑构件为管式形状，并且所说的馈送带上是平坦的并沿它们的宽
度相切地安置在所说的管式形状的圆周外围上。

20 3. 权利要求 1 的电化学电池，其进一步的特征在于所说的延伸
的支撑构件为管式形状，并且所说的馈送带沿其宽度形成并安置以符
合所说的管式形状的圆周外围的曲率。

25 4. 权利要求 2 的电化学电池，其还包含一个为管状的多孔套，
它围绕在多孔阴极构件上，所说的电化学电池的进一步的特征在于所
说的套由一种弹性材料形成并具有的尺寸能挤压所说的多孔阴极构件
直至与所说的馈送带有电接触。

30 5. 权利要求 3 的电化学电池，其还包含一个为管状的多孔套，
它围绕在多孔阴极构件上，所说的电化学电池的进一步的特征在于所

说的套由一种弹性材料形成并具有的尺寸能挤压所说的多孔阴极构件直至与所说的馈送带有电接触。

6. 权利要求 1 的电化学电池，其进一步的特征在于：

5 所说的阴极组件还包含一个端片，它安置在所说的支撑构件的一端上，并且其形状使所说的阴极构件限制到所说的支撑构件上；

所说的多个馈送带是可拆卸地固定到所说的位于馈送带的第一端的端片上；和

10 所说的端片被所说的可拆卸地固定的馈送带安置并保持在所说的支撑构件的位置上。

7. 权利要求 1 的电化学电池，其中所说的外套具有管式形状，并在两端有第一和第二端盖，其中所说的入口安置在所说的第一端盖上，所说的电化学电池进一步的特征在于：

15 所说的端盖包括第一可移动组合式插入物，该插入物限定了所说的入口并且其形状能建立与所说的阴极组件的流动连接。

8. 权利要求 7 的电化学电池，其中所说的出口安置在所说的第二端盖上，所说的电化学电池其进一步的特征在于所说的第二端盖包括一个限定所说的出口的第二可移动组合式插入物。

9. 权利要求 7 的电化学电池，其进一步包含至少一个延伸穿过所说的第二端盖的阳极电流馈送器，其中所说的电化学电池进一步的特征在于在所说的阳极的相反端，所说的阳极能连接到所说至少一个阳极电流馈送器上，所说的至少一个阳极电流馈送在所说的相反端连接到所说的阳极上或从所说的阳极上脱除，并且所说的第一端盖与间隔的开口一起形成，开口用于容纳所说的至少一个阳极电流馈送器。

10. 权利要求 1 的电化学电池，其中所说的外套和所说的阳极为管式形状，并且彼此同心，所说的电化学电池进一步的特征在于所说

的阳极与所说的外套的内壁至少间隔 2.5mm 的距离。

5 11. 权利要求 1 的电化学电池，其还包含一个微孔隔板组件，它置于所说的阴极组件与所说的阳极之间以形成独立的阳极电解液室与阳极电解液室，所说的电化学电池进一步的特征在于所说的隔板组件包含一微孔膜，以及内外两个多孔支撑套，所说的微孔膜夹在所说的支撑套之间。

10 12. 权利要求 11 的电化学电池，其中所说的内外多孔支撑套为同心的管网形状，其能够挤压置入其间的微孔膜。

用于从溶液中去除金属的电化学电池

5 技术领域

本发明涉及用于从溶液中去除金属的电化学电池结构，例如，从废液中去除有害金属以排放环境可接受的废液，并从溶液中回收有用的金属。

10 背景技术

已知有一些电化学电池，通过电沉积溶液中金属的方法从一般较稀的溶液，如废水或其它排放液中回收金属。例如 Sunderland 等人的 USP 5,690,806 中公开了一种这样的电池。该电池包含一个外层管状套，在其中安置了一种碳纤维材料制成的、外裹一种网管状支持物的圆柱形阴极组件，该支持物一般为开放式结构。一种与管状支持物长度一致的长的电流馈送器为碳纤维阴极提供电流。环绕阴极组件的是向心式管状阳极，阳极与阴极之间有间隔。把准备去除金属的电解质溶液通过入口导入电池，然后携带有金属的电解质溶液沿一条流动通道流过多孔碳纤维阴极到达出口，而所关心的金属则会在构成阴极的碳纤维表面沉积下来。

一般来讲，这种电池的最大电流密度总会受到与有物质沉积的电极表面直接接触的电解液中离子损耗的限制。例如，在 USP 5,690,806 的电池中，多孔的碳纤维阴极的表面积非常大，这种结构一般对于从电解质溶液中去除金属离子比较有效。尽管这种电池的效率 and 性能都有所改善，但是对于高效的工业大体积应用，仍然需要进行某些实用的改进。本发明对前述的 USP 5,690,806 中的电池进行了一定的实用的改进。

30 发明内容

本发明的一个目的是提供一种电化学电池，它有一个改进功能的电流馈送器结构。在这一点上，本发明的一个目的是提供一种电流馈送器结构，它可以更容易地拆除废旧阴极。

5 本发明提供一种用于从溶液中电解去除至少一种金属的电化学电池，该电池包含一个外套、一套置于外套中央的阴极组件、一个置于外套中与阴极间隔的阳极、一个溶液入口和一个溶液出口，其中阴极组件包含一个多孔的延伸的有圆周外围部分的支撑构件、一由围绕延伸的支撑构件安置的多孔的碳纤维材料形成的多孔阴极构件和一由延伸的支撑构件支撑的阴极电流馈送器，该馈送器沿多孔阴极构件的长度延伸；安置阴极组件、入口和出口后，在使用中溶液经由入口进入电池，流过多孔的阴极构件并经由出口流出，所说的电池的特征在于：所说的阴极电流馈送器包含多个馈送带，每一馈送带都延伸至所说的多孔阴极构件的长度，所说的多个馈送带被均匀地安置在所说的延伸的支撑构件的所说的圆周外围上，其中每条所说的馈送带宽度的集合总宽度为所说的多孔的延伸的支撑构件圆周尺寸的至少 20%。

10

15

本发明的另一个目的是提供一种电池，它的阳极结构使得沿阳极后面的圆筒形壁不会有气体聚集。

20

本发明的另一个目的是提供一种改进的分离电池结构，它有可容易拆卸的组合式隔板，该隔板产生了两条围绕阴极和围绕阳极的独立的循环通路，并且能够很好地抵抗恶劣环境中的降解。

25 本发明的另一个目的是提供一种带有组合式可替代的端盖组件的电池，这样就可以使用同样的电池来满足不同的流动要求而不必更换阴极或阳极组件。

30 这些和其它目的可以在一种对前述 USP 5,690,806 中普通种类进行改进的电池中得以实现，该电池有一个多孔的碳纤维阴极，它由开

放式结构的延伸的支撑构件所支撑。按照本发明，阴极电流馈送器包含许多馈送带，每一馈送带都延伸至基本与多孔阴极同样的长度，并且其中的馈送带围绕伸长的阴极支撑构件基本均匀地安置。馈送带的集合总宽度至少约为阴极支撑构件的特征圆周尺寸的 20%。此外，形成的馈送带要与阴极支撑构件的曲率相符，目的是避免在电流馈送器处的多余的电沉积，并且避免在从阴极支撑构件上拆除废旧阴极时的其它障碍。本发明的电池也可以装备有一个与外套的内壁至少间隔距离为 2.5mm 的阳极，它可以有效地避免阳极与外套间的气体聚集。

10 本发明的电池也可以装备有改进的微孔隔板组件，它安置在阴极和阳极之间目的是限定独立的阳极电解液和阴极电解液流动室。隔板组件包含一层夹在两层多孔的支撑套之间的微孔膜。支撑套包含、保护并固定膜以限制使用条件下的弯曲运动从而延长膜的寿命。

15 按照本发明的电池还可以装备有以下将要详细描述的一种组合式结构，它的作用是使电池可以容易地适应于不同的流速。

20 本发明其它的方面、优点和新颖特征将在下面描述，或者对本领域熟悉的人员来说，从以下的说明书和说明性的实施方案中它们也是显而易见的。

附图说明

图 1 是本发明一个电化学电池实施方案的总的等比例视图。

图 2 是图 1 中沿 2-2 线的剖视图。

25 图 3 是本发明的一个阴极组件实施方案的部分切除的等比例视图。

图 4 是图 3 实施方案的剖视图。

图 5A 是图 3 中沿 5A-5A 线的阴极组件的截面视图。

30 图 5B 是阴极组件的截面视图，表示阴极电流馈送器的一个替代实施方案。

图 6A 和 6B 是分解的正面视图，表示用于保护隔板组件的端盖的替代实施方案。

具体实施方案

5 图 1 和图 2 表示加入本发明改进后的电化学电池实施方案的外视图和内视图。电池安装在一个基本为管形的外套 10 内，外套的两端由端盖 11 和 12 限定。在端盖 11 的中央安装了一个流入口 13（图 2 中可以看见），端盖 12 的中央安装了一个流出口 14。待处理的溶液经由入口 13 连续流动地进入电池，溶液在电池中受到电解作用以去除所关心的金属或金属离子，然后经由出口 14 流出。在图 1 中还可以看到用于可移动地将上端盖 12 固定在外套 10 上的多个系墙螺栓 16、阴极电流馈送器接线柱 17、阳极电流馈送器接线柱 18 和电解质溶液流出口 19，它在电池的一个选择性实施方案中都会安装，以下将会作详细说明。有一点值得注意，就是所有的机械元件 16-19 都安装在端盖上，这样做的目的是横向突出的程度实质上不会超过端盖的外围边缘，并且也不用把这样的机械元件从外套 10 的管状侧面突出。这一点在处理过程中避免电池损坏有很大的实用性，所述处理过程如运送、安装或更换电池内部的阴极构件。

20 该电化学电池包含一套阴极组件 21、阳极 22 和一套隔板组件 23，隔板组件置于阴极组件 21 和阳极 22 之间目的是把电池的内部分成两个独立的小室以分别流过阴极组件 21 和阳极 22。隔板组件 23 是可选的部件，在需要避免把阴极电解液暴露给阳极时使用。例如，在某些应用中，阳极可能产生有毒的氯气，因此出于安全考虑建议防止产生这样的气体。此处说明的实施方案中的隔板组件 23 为组合式，需要时它可以非常容易地插入电池中，不需要时可以拆除。隔板组件 23 的结构和操作以下将会详细说明。

30 阴极组件 21 此处将根据图 3-5 说明。阴极组件包含一个多孔的阴极构件 26 和许多阴极电流馈送带 28，前者由多孔伸长的支撑构件

27 所支撑，后者与阴极构件 26 之间建立了电接触。阴极构件 26 本身是一种已知的类型，如在 Sunderland 等人的 USP 5,690,806 的实施例中有讨论。它由一种多孔碳纤维材料制成，这是因为多孔结构具有大的表面积与体积比。碳纤维材料可以平的毡状物或席状物形式成卷供应，并切割成需要的尺寸，然后包裹在支撑构件 27 上。另外，碳纤维材料可以按尺寸预制成空心的圆筒形状以安置在支撑构件 27 上。

在说明实施方案中，支撑构件 27 一般为管状，并且在图 2、4 和 5A 和 B 所看到的是有圆形横截面的圆筒。支撑构件 27 有足够多的孔以允许电解质溶液流动通过支撑构件。此处所显示的多孔性是通过形成具有开放式网状结构或栅格图案的支撑构件 27 的管状壁而提供的。但是也可以使用其它的结构。例如，支撑构件可以包含一个多孔的圆筒或者可以由多孔的聚乙烯形成或者包含一块合适的由开放式结构支撑的滤布，这样所需要的流动方式可以通过选择滤布加以控制。在本实施方案中支撑构件 27 是非导电性的，尽管在其它实施方案中它可以是导电性的，在那种情况下支撑构件对电流馈送器功能会有所帮助。

此处使用的“多孔的”目的是取其最通常的“可透过”之意。因此，多孔的支撑构件就是指一种具有合适尺寸开口的支撑构件，它可以期望的流动方式被需要的电解质溶液通过。支撑构件的“孔”可以是图中所示的网状结构的大的室，或者是在支撑构件壁上的大的或小的孔，或者是在滤布上的小孔。碳阴极构件是多孔的，与电解液可以通过的碳材料相同。多孔的碳阴极构件的“孔”也可按照选择作为阴极构件的特殊材料更大或更小，并且通常其大小或形状都与阴极支撑构件不同。通常的考虑是阴极构件的孔要比支撑构件的孔小并且由形成阴极构件的碳纤维材料的空隙或间隔形成。

电流馈送器提供了与阴极构件的电连接。在该技术（参见 Sunderland 等人的 USP 5,690,806 的实施例）中人们认识到要想获得有

效的电解，特别是在阴极构件上更均匀的金属沉积，非常理想的作法是在阴极构件上提供通常比较均匀地电流分布。在本发明中人们发现当阴极电流馈送器是由许多伸长的导电带 28 组成时，可以实现这一改进的性能，这些导电带基本上是均匀地沿阴极支撑构件 27 的圆周外围分布，并且其长度基本与阴极构件 26 一致，并且与圆周尺寸，即沿支撑构件 27 的圆周外围的距离相比，它有实质的总宽度。更具体地说，人们发现带的集合总宽度应至少为支撑构件 27 的特征圆周尺寸的 20%。在实际使用时，人们发现总宽度约为圆周尺寸的 25%时特别有效。这种安排提供了更均匀的电流分布，及由此带来的更大的金属沉积，以及由于减少了电流带中的欧姆损耗（电阻损耗）而产生了更少热。

在图 5A 和 5B 中说明的实施方案在支撑构件 27 的圆周外围直径相对的位置使用了两根这样的带 28。也可以使用更多数量的带。在图 5A 的实施方案中带 28A 是平的，每一带特征宽度为 w 。总宽度为 $2w$ ，此宽度大于支撑构件 27 圆周尺寸的大约 20%。在图 5B 的实施方案中带 28B 是弯曲的以与支撑构件 27 的圆周外围相符合。这样做的目的以下可以理解。在操作中，所关心的金属会沉积在多孔碳阴极构件孔隙的表面上。经过一段时间的操作后，因阴极构件会负载沉积下来的金属而不得不更换。这可以通过打开电池的端盖 12 并拆除整个阴极组件来完成。把有负载的阴极构件 26 从支撑构件 27 上脱除，然后用干净的阴极构件代替。但是在某些应用中，有负载的阴极构件有贴附在图 5A 中的支撑带 28A 的边缘上的倾向。其部分原因是小量的金属有沉积在带 28A 的暴露的底面上的倾向。在这种情况下，按照图 5B，通过使带 28B 与支撑构件 27 的形状相符合就会使负载的阴极构件的拆卸更加容易。

尽管此处显示的支撑构件 27 是圆筒形的，为方便负载的阴极构件的拆卸，支撑构件可以是轻微的圆锥形。在这种情况下，如果阴极构件是预制成中空的基本为圆筒形的形状，那么至少圆筒的内壁也应

该是轻微圆锥形以与圆锥形的支撑构件紧密配合。在这种情况下，支撑构件的圆周尺寸可以按照沿支撑构件的长度的测量的位置而变化。但是，只需要轻微的圆锥形，并且圆周尺寸的变化也很小。这种情况下，沿支撑构件圆周尺寸的任何值，例如中长度值，可以作为特征圆周尺寸以确定电流馈送带 28 的可接受的总宽度。

10 阴极构件 26 通过一个基本为管状的包裹套 29 固定在支撑构件 27 上，显示为图 3 中的不完整部分。这种套的使用是已知的并且已经公开，如 USP 5,690,806 的实施方案，其中讲解了使用塑料包裹网或塑料结把阴极构件安装至支撑构件上。但是人们发现这样如果包裹套是由弹性材料形成并且确定了尺寸，以使得包裹套可以紧靠电流馈送带 28 均匀地挤压阴极构件 26，可以得到更好的电接触和电流分布。使用弹性包裹套 29 可以更成功地抵抗并抵销在操作过程中阴极构件 26 所受到的张力。

15

阴极组件 21 由在阴极组件的入口侧的一环形端片 31 所限定，它有横向突出的表面以限制阴极构件 26。入口 13 通过环形端片 31 的中心一直延伸至支撑构件 27 的中心。电流馈送带 28 的一端通过小螺丝固定在端片 31 上。本发明结构的一个优点是端片 31 通过简单地
20 把螺丝拆卸并把端片从支撑构件 27 的底端移出就可以方便地把端片 31 拆卸。这也使得废旧阴极构件 26 的拆卸十分容易，然后阴极构件就与支撑构件脱离了。

25 在阴极组件 21 的另一端是第一环形隔板 32 以及与隔板 32 有间隔的第二环形端片 33。多孔的支撑构件 27 延伸越过隔板 32 一直到端片 33。出口 14 延伸穿过环形端片 33 上的孔。这样，电解质溶液通过入口 13 导入支撑构件 27 的中央，并且通过隔板 32 防止了电解质溶液直接从出口 14 流出。这样就强迫电解质溶液流过多孔支撑构件 27 的开口并通过阴极构件 26，到达阴极构件 26 的外部空间，其中金属
30 是在阴极构件 26 处沉积的。这样基本已经去除掉金属成分的溶液回

流通过位于隔板 32 和端片 33 之间区域的多孔支撑构件，即图 2 和图 3 中的箭头 34 所指示的，然后通过出口 14 流出。

5 阴极管件 21 中也可以包含两个阴极电流馈送器接线柱 17 以建立与电流馈送带 28 的电连接。接线柱 17 用螺栓固定到端板 33 的带 28 上，并且在组装好的电池中一直延伸通过端盖 12 以连接到电源上。

10 阳极 22 是通过进行圆筒围绕做成的，并且一般与阴极管件 21 同心。这样构造的阳极以及适宜材料的选择在本领域是众所周知的，因此在此不做详细讨论。有了以下的改进，Sunderland 等人的 USP 5,690,806 中的阳极结构在此一般就可以满足需要了。USP 5,690,806 中公开的阳极与管状外套同心并紧靠其内壁。我们发现如果阳极 22 通过一特征性位移距离与外套 10 的内壁间隔会提高性能。很显然这是由于在阳极 22 后面发生的小量流动引起的，这种流动足以消除欧姆损耗产生的热并防止了阳极 22 与外套 10 的内壁之间气窝的形成。
15 我们发现至少 2.5mm 的位移距离足以满足需要，并优选 5mm。在本实施方案中位移是通过分隔物 36 来实现的。图 2 中分隔物 36 是由螺栓头提供的，它也有助于把阳极 22 固定到导电托架 37 上。导电托架反过来又连接到阳极电流馈送器接线柱 18 上。为此接线柱 18 在其阳极端引出拧上螺丝。接线柱 18 通过插塞 38 延伸穿过端盖 12 以连接到电源上。
20

在某些系统中，人们更愿意把电化学电池设计成阳极和阴极分别连接到电池的相反端上。为使用同样的电池适应这种系统，端盖 11
25 上提供了可供选择的一对阳极电流馈送器开口 39，它们相对于端盖 12 上的开口对称地安置。这样阳极 22 与阳极电流馈送器接线柱 18 和附加托架 37 一起可以简单地翻转，并且把未使用的一对电流馈送器开口塞住。

30 如上所释，如果需要为围绕阴极的阴极电解质溶液和围绕阳极的

阳极电解质溶液提供独立的非混合流动，就可以把可供选择的隔板组件 23 插在阳极和阴极组件之间。本发明的隔板组件以及现有技术中的其它已知的隔板组件包含一个多孔膜 41，水不能透过它，但允许适当的离子迁移通过膜。过去人们发现在使用时多孔膜比人们期望的倾向于强度降低以及更频繁地破裂。本发明把膜增强并延长了其在使用条件下的有效寿命，做法是在膜 41 的两边加上内外一对多孔支撑套 42 和 43 以起到支撑作用。支撑套可以是开放式网状结构或多孔的塑料管状构件，它们与膜 41 同轴安置并把膜夹在它们中间，这样内外支撑套就可从两边挤压并限制膜 41。这样支撑套就把使用过程中膜的弯曲运动减到最小。

在图 2 的实施方案中，隔板组件 23 在每端包含环形端片 44 和 45。端片 44 和 45 为梯级形状，这样就可以使内支撑套 42 和膜 41 紧靠第一梯级而外支撑套 43 延伸越过它们并与另一个梯级紧靠。如图 2 所示，在端片 44 或端片 45 上的内支撑套 42 延伸越过外支撑套 43。膜与支撑套用合适的防水粘合剂固定到位。由于入口和出口延伸穿过环形端片中央的开口从而使端片 44 和 45 对入口和开口形成了不透水密封。可以形成合适的密封，如 O 形圈。请参见图 2 中的端片 44 上的 O 形密封圈 46 的例子。

但是我们发现在某些有腐蚀性的环境中把膜 41 和支撑套 42 和 43 固定到位的粘合剂有降解的倾向，最终隔板组件会开始渗漏。图 6A 和 6B 是端片的替代实施方案，以数字 44' 和 45' 标记。端片 45' 包括一对嵌套式环形构件 48 和 49，它们有配对斜壁 51 和 52。内部环形构件 48 的斜壁 51 带有一个或多个 O 形密封圈 53。膜 41（为说明的目的，显示为图 6A 中的不完整部分）在 O 形密封圈 53 上方延伸并被外环形构件 49 压挤到位。环形构件 48 和 49 被挤压在一起并被第三环形构件 56 包盖，组件由螺栓 57 固定到位。盖 56 上装备有用于装配阳极电流馈送器接线柱 18 的钻孔 58。

底端片 44'与顶端片 45'除环形帽构件 56'不必与端片 45'的帽构件 56 等宽以外结构相同,这样就不需要准备阳极电流馈送器接线柱的替代位置。图 6B 中类似的元件被标以相同的带有附加撇号的参考数字。

5

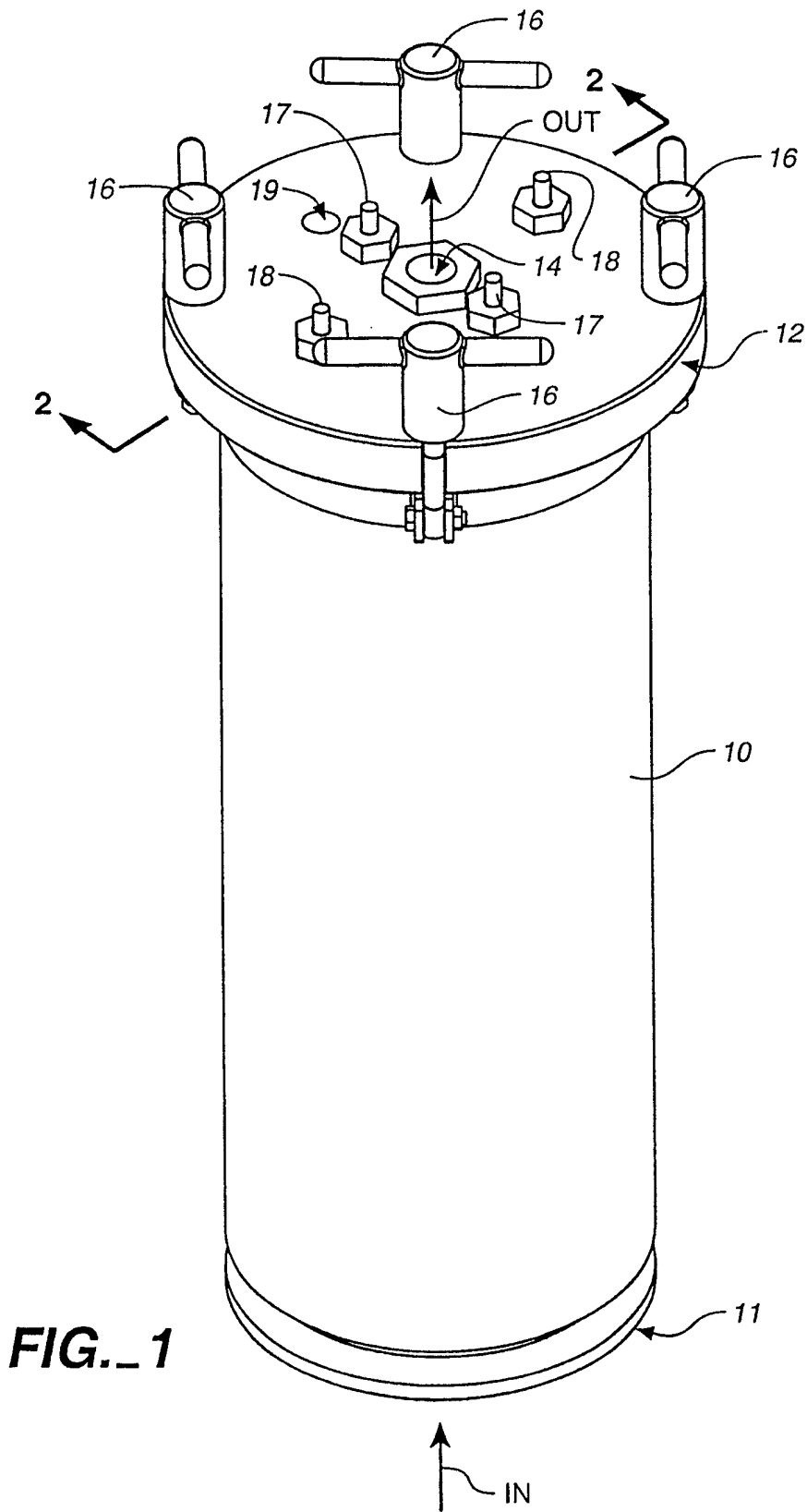
为了给本发明的电池提供更大的灵活性以用于不同的用途,端盖 11 和 12 由组合式结构形成,这样允许它们方便地适合于不同的流速。端盖 11 上可以装备有限定入口 13 的可移动组合式插入构件 61。对于不同的进口通道,只需用一个具有不同入口孔的类似的构件代替插入构件 61 就可以了。同样端盖 12 上可以装备有限定出口 14 的孔的可移动组合式手插入构件 62。这种结构的优势是它可以允许最终用户在维修时可以更高的流速方便快捷地反向冲洗系统,并且更迅速、简单地更换插入构件。此外,组合式结构由于相同的基本电池只需更换插入构件就可用于不同的用途而节省了制造、运输和库存成本。

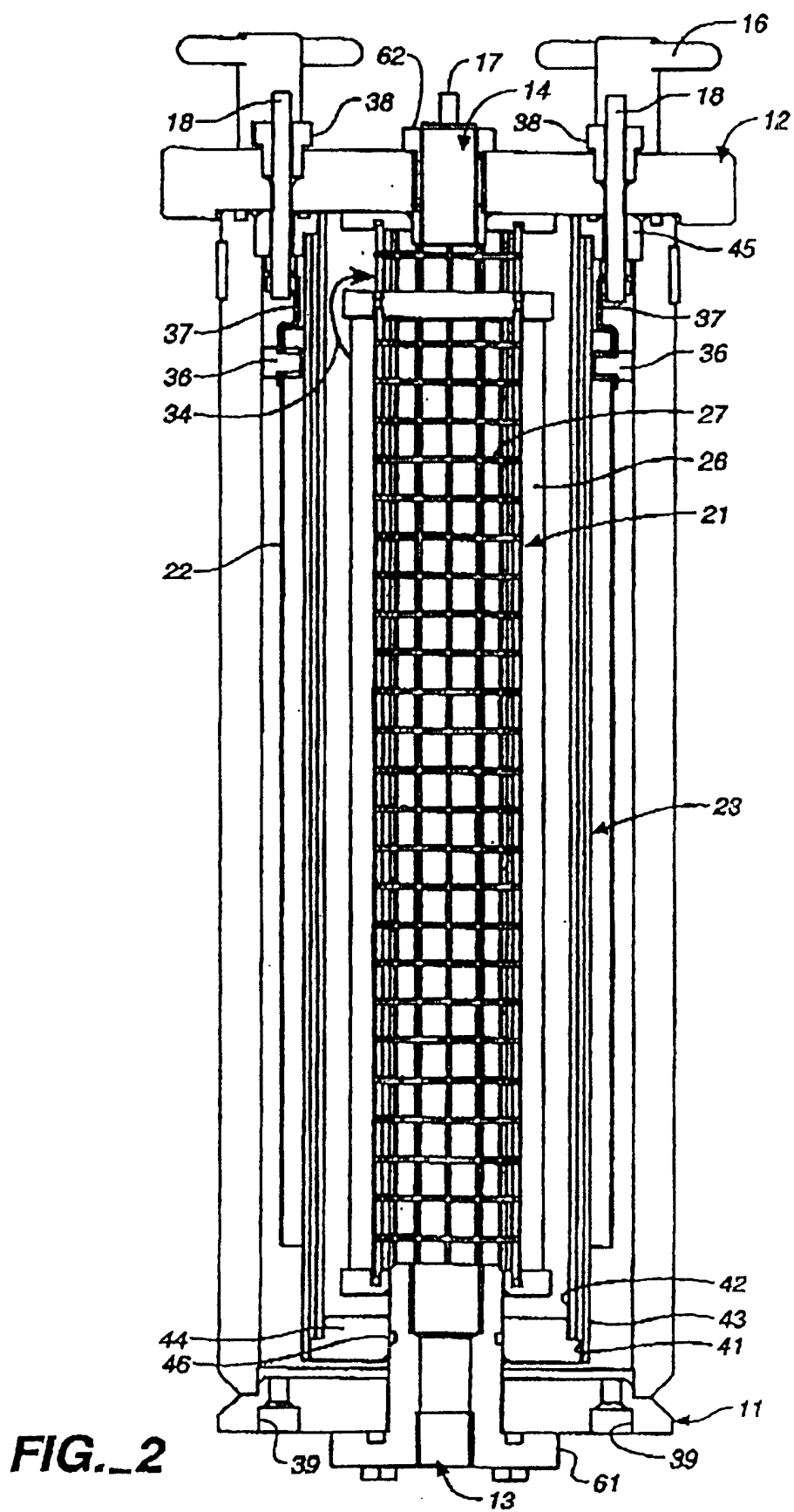
15

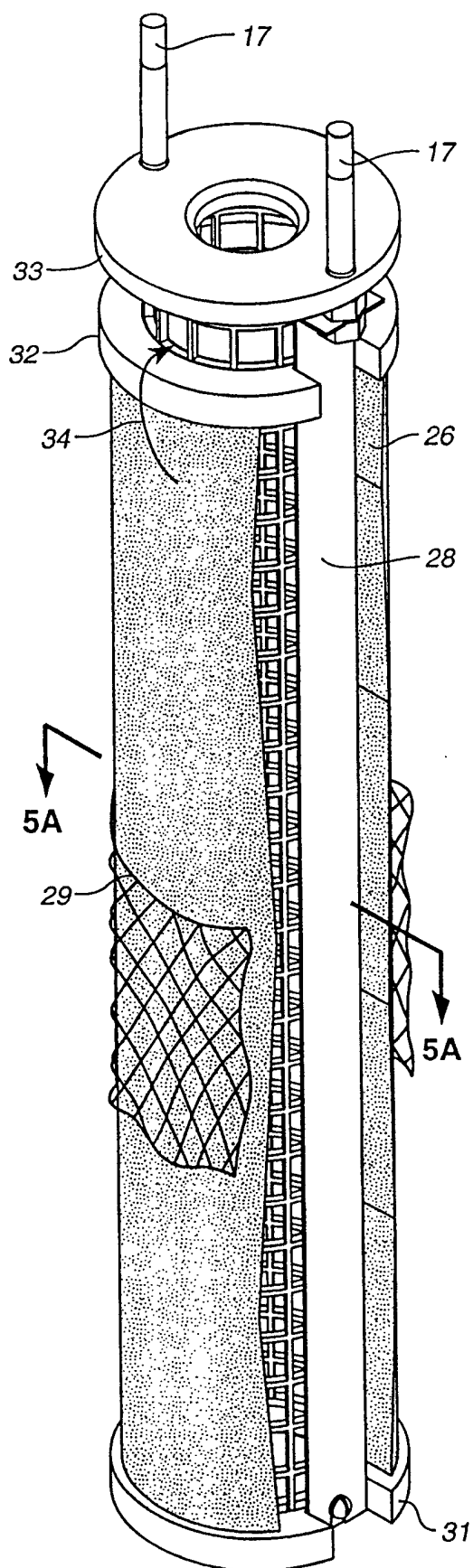
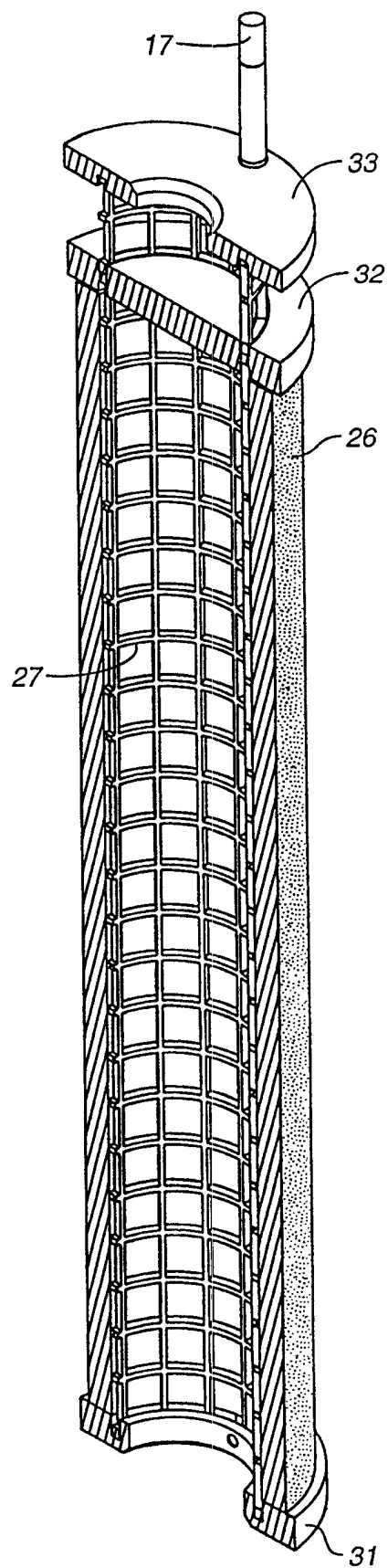
以上的描述和附图公开了本发明的说明性的实施方案。借助此公开内容,熟悉本领域的人员能够理解可以使用多种不同的改进、替代结构和等价物以实现本发明的优点。例如,尽管此处显示的支撑构件 27 具有圆形横截面,并且由于它可以产生阴极构件的对称分布以及由此产生的电场的对称分布因而这种外形一般也是优选的,但是也可以使用其它外形的横截面做成不同几何形状的电池,例如以满足某用途的特殊要求。在这种情况下,电流馈送器就会沿新型支撑构件外形的周围相应地布置以在阴极构件中产生基本均匀的电流分布。例如,借助本发明公开内容,普通技术人员也可以采用其它的形状和材料而产生的电化学电池实施方式在细节上会与以上说明和描述的实施方案有所不同,但仍然可以从本发明获益。因此本发明并不受以上描述的说明内容的限制,而是受附带的权利要求书的限制。

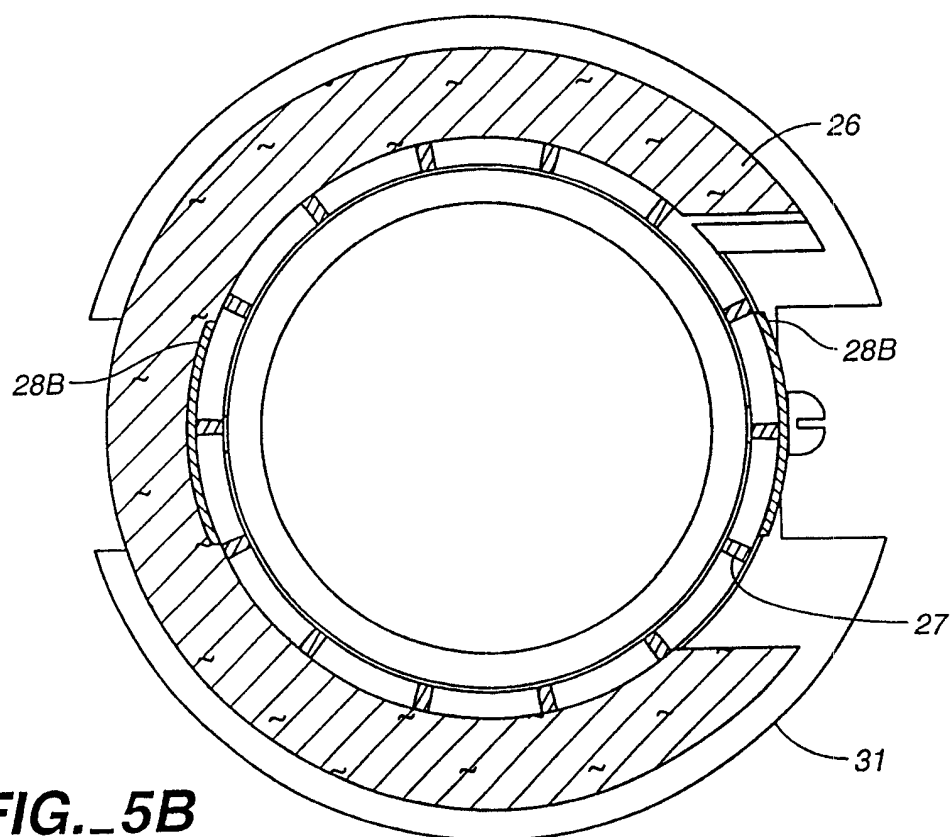
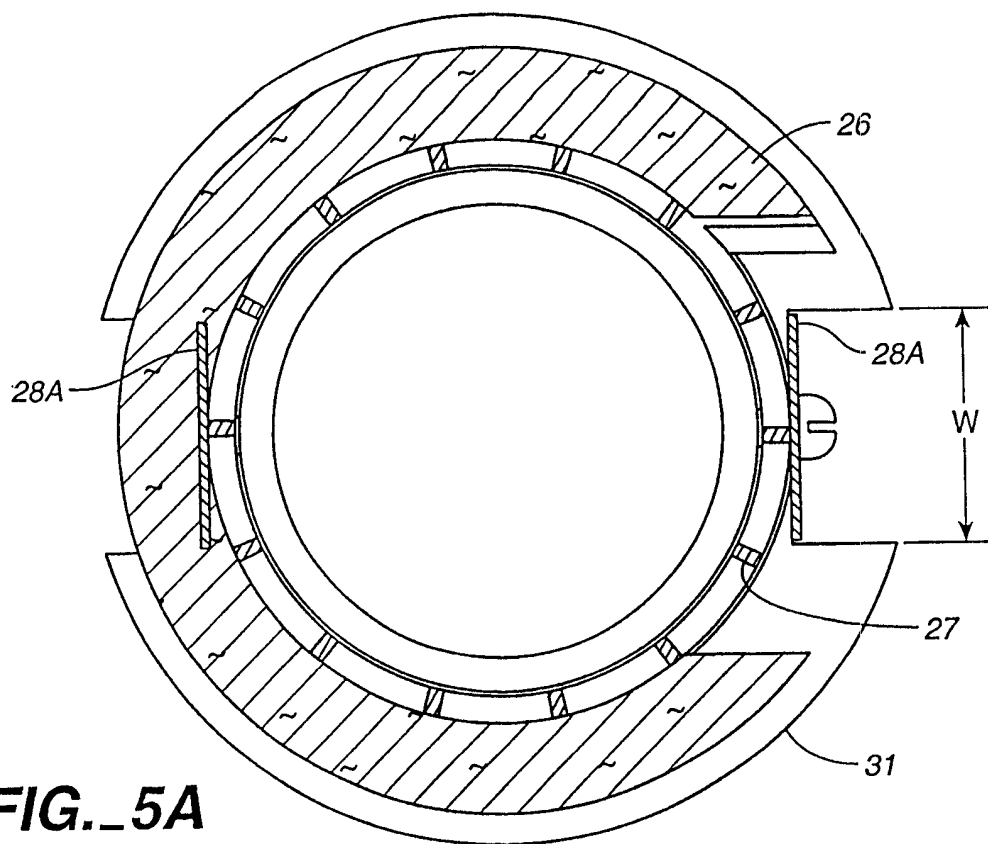
20

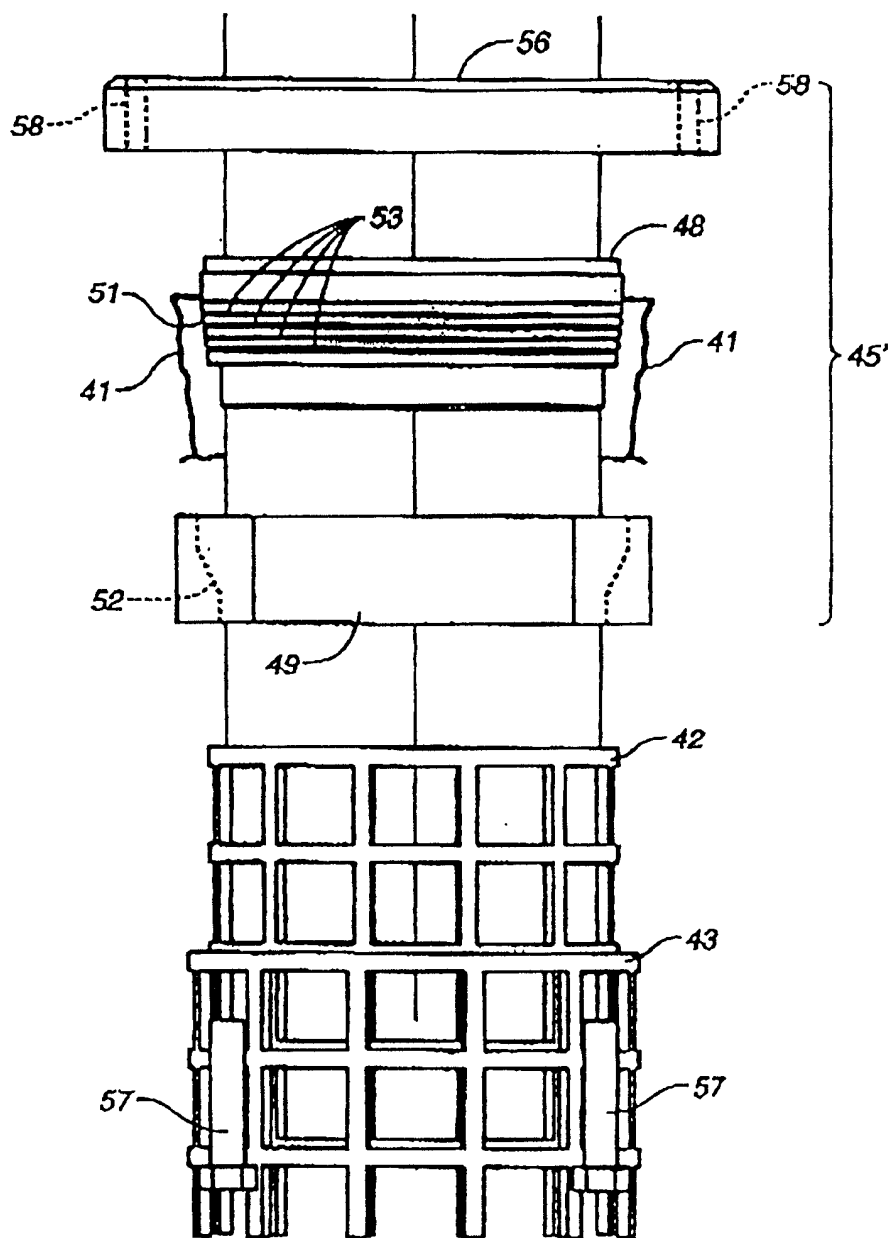
25





**FIG._3****FIG._4**



**FIG._6A**

