



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1550255 B

(45) 授权公告日 2010.04.28

(21) 申请号 200410038620.0

JP 2002292274 A, 2002.10.08, 全文.

(22) 申请日 2004.04.28

DE 10148615 A1, 2003.04.24, 说明书第 7、13-18、62-64 段和附图 2.

(30) 优先权数据

2003-123864 2003.04.28 JP

审查员 郭彦华

2004-86528 2004.03.24 JP

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 藤原隆行 藤泽守

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李香兰

(51) Int. Cl.

B01F 3/08 (2006.01)

B01F 5/06 (2006.01)

B01F 13/00 (2006.01)

B01J 19/00 (2006.01)

(56) 对比文件

DE 10148615 A1, 2003.04.24, 说明书第 7、13-18、62-64 段和附图 2.

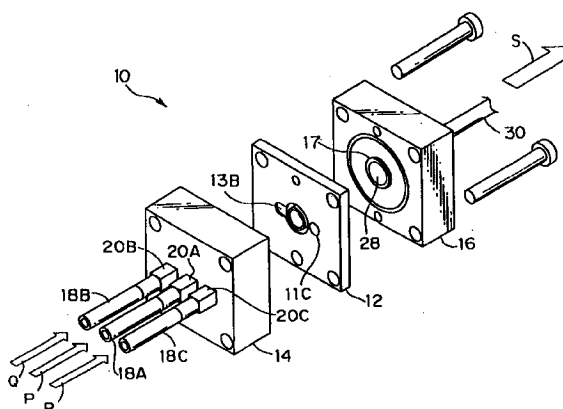
权利要求书 2 页 说明书 22 页 附图 46 页

(54) 发明名称

流体混合装置、流体混合系统及流体混合分离装置

(57) 摘要

本发明提供一种流体混合装置及具有该装置的流体混合系统,微反应器具有由盖构件和承受构件所夹持的平板。在平板上,形成有形成于同芯上的平板贯穿孔、狭缝圆筒状贯穿孔及外层流路,使流入盖构件的 3 种液体分别朝相同方向流出。另外,在微反应器中,在平板上自由装卸地设置着具有与外层流路的最外周形状相同的外周形状的混合流路的承受构件。



1. 一种流体混合装置,是使不同种类的流体混合的流体混合装置,其特征是,将使流入的流体作为与种类数目对应的同心流流出的同心整流部、和使从所述同心整流部流出的同心流混合的流体混合部作为独立构件而构成,

所述同心整流部为平板状,具有使流体作为同心流流出的多条流出路,同时,可以在所述流体混合部上自由装卸。

2. 根据权利要求1所述的流体混合装置,其特征是,将与流入管连接并将来自所述流入管的流体导入所述同心整流部的流入口的盖部自由装卸地安装在所述同心整流部的流入口侧。

3. 根据权利要求2所述的流体混合装置,其特征是,在所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部上形成定位孔,利用贯穿所述定位孔的定位销钉来确定所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部的相对位置。

4. 根据权利要求2所述的流体混合装置,其特征是,在所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部形成凹坑构造部,利用所述凹坑构造部来确定所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部的相对位置。

5. 根据权利要求1所述的流体混合装置,其特征是,所述同心整流部为平板状,具有使流体作为同心流流出的多条流出路,并且通过加热直接接合或常温直接接合将所述同心整流部和所述流体混合部接合在一起。

6. 根据权利要求5所述的流体混合装置,其特征是,通过将所述同心整流部及所述流体混合部以排列状态在晶片上形成多个并进行划片来制造。

7. 根据权利要求5所述的流体混合装置,其特征是,在晶片或母板材料上形成多个所述同心整流部及所述流体混合部,将从1个~少数几个供给口向多个所述同心整流部供给流体的流路平板和所述晶片或所述母板材料结合起来。

8. 根据权利要求7所述的流体混合装置,其特征是,从取出口将从多个所述流体混合部排出的混合流体取出,其中所述取出口为1个。

9. 根据权利要求1~8中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,在所述多条流出路的至少1个流路壁上,沿使流出截面积增大的方向形成圆锥形。

10. 根据权利要求1~8中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,根据向所述同心整流部流入的流体的浓度,设定所述多条流出路的流出口面积,以使从所述多条流出路分别流出的流体的流量比达到对混合而成的生成物来说所必需的混合比。

11. 根据权利要求1~8中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,在形成作为所述多条流出路的最内侧的最内流出路的最内流路壁部、和配置于所述最内流路壁部的外侧并与所述最内流路壁部之间形成流出路的相邻流路壁部之间,沿着流出方向设置棱条,所述最内流路壁部通过所述棱条被所述相邻流路壁部支撑。

12. 根据权利要求11所述的流体混合装置,其特征是,去除所述棱条的下游部侧。

13. 根据权利要求12所述的流体混合装置,其特征是,将所述棱条的下游部侧倒角或制成流线形。

14. 根据权利要求12或13所述的流体混合装置,其特征是,通过在所述最内流出路中穿过芯材来形成环状流路。

15. 根据权利要求1~8中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,使所述多条流出

路的至少 1 个截面为多边形或流路壁向内外进出的接触面积扩大的形状。

16. 根据权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,在所述同心整流部和所述流体混合部之间具有紊流板,其中上述紊流板上形成有利用流体的通过而产生紊流的紊流产生孔。

17. 根据权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,将所述流体混合装置串联,使在上游侧的流体混合装置中混合的流体流入下游侧的流体混合装置的一个流入口,而且,使进一步混合的流体流入下游侧的流体混合装置的另一个流入口。

18. 根据权利要求 17 所述的流体混合装置,其特征是,使所述流体混合装置夹隔平板状的连接构件而串联连接,在所述连接构件上,形成有使进一步混合的流体流入的流入口。

19. 根据权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,在 1 块平板上形成有多个所述同心整流部。

20. 一种流体混合装置,其特征是,将权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的流体混合装置模块化并相互连接。

21. 根据权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,在所述同心整流部上形成凹部的同时,在所述流体混合部上形成嵌入所述凹部的凸部,利用由所述凹部和所述凸部形成的空隙来延长最外侧的流出路。

22. 根据权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,在所述同心整流部上设置着测量流体的温度的温度传感器、和加热所述流路内的流体的加热器。

23. 根据权利要求 22 所述的流体混合装置,其特征是,将所述温度传感器及所述加热器嵌入所述同心整流部中。

24. 根据权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的流体混合装置,其特征是,用磁性体来构成所述同心整流部及所述流体混合部,利用磁力来使之互相吸附。

25. 一种流体混合系统装置,其特征是,具有如下部分,即,

使种类不同的流体混合的流体混合装置,以如下构成作为特征:将使流入的流体作为与种类数目对应的同心流流出的同心整流部、和使从所述同心整流部流出的同心流混合的流体混合部作为独立构件而构成,

贮存机构,贮存比从所述流体混合装置流出的流体密度更小的低密度流体,并且,将从所述流体混合装置流入所述低密度流体的流体贮存于所述低密度流体的下层侧,

混合生成物取出机构,将从所述流体混合装置流出并在所述贮存槽混合的液状混合生成物取出,

回流机构,将从所述流体混合装置流出但未在所述贮存槽中混合的流体取出并回流到所述流体混合装置中。

流体混合装置、流体混合系统及流体混合分离装置

技术领域

[0001] 本发明涉及使流入的两种以上的液体混合或反应的流体混合装置、流体混合系统、流体分离装置及流体混合分离装置。

背景技术

[0002] 近年来,在短时间内进行物质的扩散的微细流路内的化学反应,作为反应或混合的高效率化、高速化的革新技术受到关注,提出了使用基于蚀刻等微细加工技术的微细流路的药液等的精密的反应·混合系统(微反应器 microreactor)。

[0003] 例如在 W000/62914 中,如图 53、图 54 所示,公布有将 2 种溶液混合的微反应器 600。设有宽 $20\mu\text{m}$ 的梳齿形的微细流路 604,并使之相互咬合,流体 1 和流体 2 成为交互配置的层流而流动。排出口 608 为宽 $60\mu\text{m}$ 的狭缝状,配置于与所述的梳齿形的微细流路正交的方向上。在该排出口中,流体 1 和流体 2 成为交互排列的带状的液流而排出。

[0004] 但是,在 W000/62914 中,由于可以流动的流体的种类被限定为 2 种,因此当流入 3 种液体以上并使之混合或反应时,就需要多个装置,因而会产生如下的问题,①随着装置的构成的复杂化,装置形体变大,设备成本、清洗等维护费用升高。②无法同时使多种流体混合,在反应系统的设计中产生很大的制约(即,无法使三种以上的液体混合而发生化学反应)。③由于制造方法以半导体制造中使用的硅加工为基础,因此可以使用的材料受到限制,强度或耐药品性的性能较差,等。

[0005] 另外,虽然微反应器 600 也可以适用于反应性的流体,使流体 1 和流体 2 反应,有效地获得反应生成物 S,但是,由于在狭缝的内壁面附近生成的反应生成物附着在内壁面上,所以会产生流体不能顺畅地流动的问题,另外,也有阻塞流路的可能。虽然作为该问题的对策,考虑对狭缝内壁面进行镜面研磨,但是由于流路十分微细,因此很难实用化。

[0006] 另外,在 US5,534,328 中,如图 55 所示,公布有将形成了微细流路的平板层叠的微反应器 610。通过在制造适应性优良的平板上加工微细流路,并将该平板层叠,即制造出构造复杂的三维微反应器。

[0007] 但是,无法消除在相邻的平板之间的接合部上产生的空隙或贯穿孔的高低差。这样,就会产生由该空隙或贯穿孔的高低差引起的紊流问题。另外,反应生成物很容易附着在空隙或贯穿孔上,因而也会产生堵塞流路之类的问题。

[0008] 为了解决这些问题,在特开 2002-292274 号公报中,如图 56A-56C 所示,提出有设置了在主流路中合流的导入流路的微反应器 620。该微反应器 620 通过使流体 2 从导入流路 624 流过在主流路 622 中流过的流体 1,来缓解因反应生成物附着在流壁上而堵塞微细流路的问题。

[0009] 但是,在特开 2002-292274 号公报中,使导入流路贯穿主流路而形成微反应器 620,与使用了 LIGA 工艺等的 US5,543,328 的微反应器 610 相比,装置的制造适应性不够理想。所以,当大批量生产微反应器 620 时,估计在生产时间和生产成本上会产生问题。而且,所谓 LIGA 工艺是指如下的部件制造方法,即以利用光刻、精密蚀刻等半导体制造技术制成

的靠模作为模具,用镍等制造铸模(电铸),利用模压造型(molding)来批量生产。

[0010] 由于微反应器在微小的空间内形成微细流路是十分重要的,因此,无法期望实质上由装置的大型化(按比例增加)而带来的产额增加。而且,由各个微反应器所得到的产额十分微小。所以,装置的数量的增加对于产额的增加来说十分重要,因此,需要有制造适应性良好,即能够以低成本并且在短时间内大批量生产的微反应器。

[0011] 另外,在US5,534,328及特开2002-292274号公报中,很难将微反应器按每个构成部件分解出来,因此有难以进行装置维护和部件更换的问题。

[0012] 如上说明所示,无法实现满足以下(1)~(4)全部内容的微反应器,即,(1)流体覆盖流路壁面,避免由反应生成物造成的流路阻塞。(2)制造适应性良好,因装置的数量增加而获得所需的产额。(3)有效地使三种以上的流体混合或反应。(4)容易进行维护等。

发明内容

[0013] 鉴于以上事实,本发明的目的在于,提供一种可以防止反应生成物在流壁上的附着,并且能够以低成本进行大量生产,维护性良好的流体混合装置及流体混合系统。

[0014] 本发明之一是混合种类不同的流体的流体混合装置,是将使流入的流体作为与种类数目对应的同心流流出的同心整流部、使从所述同心整流部流出的同心流混合的流体混合部作为独立部件而构成的液体混合装置。

[0015] 同心整流部的流出口的的形状并没有特别的限定。同心整流部内形成的流路多为微细流路,在该微细流路的形成中,通过微细电火花加工、超精密机械加工(切削加工、磨削加工等)、ICP等蚀刻加工等进行。通过以该加工方法进行制造,就可以提高构成部件的材质的选择的自由度。另外,也可以将以所述方法制造的平板作为模具,使用LIGA工艺、模压造型、热压花、精密冲裁、注塑成形等批量生产技术。

[0016] 分别流入同心整流部中的流体成同心圆状流出,流入流体混合部而混合。混合的结果也可以是产生反应。

[0017] 此时,通过对分别流入同心整流部的流体的流量、流速、流体浓度等进行调整而作为层流以同心圆状流出,就可以对化学反应进行精密的控制。例如,当作为反应生成物而生成感光性乳剂时,就可以很容易地对乳化·分散的粒径进行精密的控制。为了提高混合或反应的速度,也可以使之作为紊流流出。另外,由于利用以层流流出的最外层的流体来保护流路壁,因此可以防止混合物或反应生成物附着在流壁上而堵塞流出路,同时,即使反应生成物为强腐蚀性的流体,也可以防止流路壁被腐蚀。

[0018] 这样,本发明中,由于同心整流部和流体混合部为独立构件,使流入的流体作为与种类数目对应的同心流,从同心整流部流出,因此在流体混合部混合的混合流就不会与形成有许多微细流路的同心整流部的流路壁接触。所以,在混合流内容易产生的具有附着性的物质就不会附着在同心整流部内的流路壁上。

[0019] 另外,很容易形成以多层使多种多用途的流体流出的构成,利用该构成,就可以提高混合条件的选择时的自由度。

[0020] 本发明的所述同心整流部也可以是平板状,具有使流体作为同心流流出的多条流出路,并且可以在所述流体混合部上自由地装卸。

[0021] 由于流体整流部和流体混合部可以自由装卸,这样,当进行维护或更换之类的操

作（以下称为维护等）时，由于可以仅将该对象部件取下以进行维护，因此使得维护变得非常容易，同时，还可以大幅度缩短维护等所花费的时间。另外，由于同心整流部形成平板状，因此很容易在流体混合部上装卸。

[0022] 本发明中，也可以将盖部可以自由装卸地安装在所述同心整流部的流入口侧，其中上述盖部与流入管连接并将来自所述流入管的流体导入所述同心整流部的流入口。

[0023] 这样，就使得同心整流部更容易装卸。

[0024] 本发明也可以在所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部上形成定位孔，从而可以利用贯穿所述定位孔的定位销钉来确定所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部的相对位置。

[0025] 这样，就可以容易地进行盖部、同心整流部及流体混合部的定位。

[0026] 本发明也可以在所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部上形成凹坑构造部，从而可以利用所述凹坑构造部来确定所述盖部、所述同心整流部及所述流体混合部的相对位置。

[0027] 这样，就可以容易地进行盖部、同心整流部及流体混合部的定位。

[0028] 本发明的所述同心整流部也可以是平板状，具有使流体作为同心流流出的多条流出路，并且通过加热直接接合或常温直接接合将所述同心整流部和所述流体混合部接合在一起。这样就不需要螺旋夹等。

[0029] 本发明也可以通过将所述同心整流部及所述流体混合部以排列状态在晶片上形成多个并进行划片（dicing）来制造。这样，由于制造适应性良好，因此能够以现有的批量加工技术、高制造效率来生产流体混合装置。而且，构成晶片材料不需要限定为半导体。例如，即使为 SUS 制的晶片，也可以进行湿式蚀刻，从而可以实现同样的形态。另外，通过采用 SUS 制的晶片，就可以处理具有腐蚀性的流体。

[0030] 本发明也可以在晶片或母板（blank）材料上形成多个所述同心整流部及所述流体混合部，将从 1 个～少数几个供给口向多个所述同心整流部供给流体的流路平板与所述晶片或所述母板材料结合起来。

[0031] 这样就可以在通过增加装置的数量来大量制造反应生成物时，大幅度地降低配管操作中所花费的时间。此种构成中，虽然有可能产生一直以来就有的通常的流体混合装置中的堵塞问题，但是通过像本申请那样采用同心型，就可以构成难以发生堵塞的大型装置。

[0032] 本发明也可以从 1 个～少数几个取出口将从多个所述流体混合部排出的混合流体取出。

[0033] 这样，就可以使本发明所获得的效果更明显。

[0034] 本发明也可以在所述多条流出路的至少 1 个的流路壁上，沿使流出截面积增大的方向形成锥面。这样就可以在容易获得整流效果的同时，还可以利用注塑成形以高效率生产同心整流部。

[0035] 本发明中，也可以根据向所述同心整流部流入的流体的浓度，设定所述多条流出路的流出口面积，以使从所述多条流出路分别流出的流体的流量比达到对混合而成的生成物来说所必需的混合比。

[0036] 这样就可以在混合或反应结束时不会发生欠量或过量，同时可以缩短混合或反应

所花费的时间。

[0037] 本发明中,也可以在形成作为所述多条流出路的最内侧的最内流出路的最内流路壁部、和配置于所述最内流路壁部的外侧并与所述最内流路壁部之间形成流出路的相邻流路壁部之间,沿着流出方向设置棱条,所述最内流路壁部通过所述棱条被所述相邻流路壁部支撑。

[0038] 这样就可以使保持最内流路壁部的构造简单化,同时,还可以不用打乱形成于最内流路壁部和相邻流路壁部之间的流路内的液流。

[0039] 本发明也可以去除所述棱条的下游部侧。这样,由于形成相邻流出路的流出口构成连接的环状,因此就可以在跨越从最内流出路流出的流体的外周全部区域内,达到使之与从相邻流出路流出的流体接触的状态。

[0040] 本发明也可以将所述棱条的下游部侧倒角或制成流线形。这样就可以进一步防止流向棱条侧面的流体的液流发生紊乱。

[0041] 本发明也可以通过在所述最内流出路中穿过芯材来形成环状流路。

[0042] 这样就可以在流体整流部内,使最外层的流体受到来自流壁的流体阻力,与最内层的流体受到的来自流壁(芯材表面)的流体阻力相等。另外,由于可以缩小最内层的宽度,因此可以实现大型的流体混合装置。

[0043] 本发明也可以使所述多条流出路的至少1个截面为多边形或流路壁向内外进出时的接触面积扩大的形状。

[0044] 由于可以采用多边形,因此就可以增加流出路的截面形状的自由度。另外,通过采用接触面积扩大形状,就可以增大流体之间的接触界面的面积,因此就可以缩短反应时间,并且能够大幅度增加每台流体混合装置的产额。

[0045] 本发明也可以在所述同心整流部和所述流体混合部之间,设置紊流板,该紊流板形成有利用流体的通过而产生紊流的紊流产生孔。这样就可以缩短混合所花费的时间。

[0046] 本发明也可以将所述流体混合装置串联,使在上游侧的流体混合装置中混合的流体流入下游侧的流体混合装置的一个流入口,而且,使进一步混合的流体流入下游侧的流体混合装置的另一个流入口。

[0047] 这样,即使不增大同心流的直径,也可以增多流出的流体的层数。

[0048] 本发明也可以使所述流体混合装置夹隔平板状的连接构件而串联连接,在所述连接构件上,形成有使进一步混合的流体流入的流入口。

[0049] 这样就可以消除连接同心整流部的配管那样的容易受到变形力的部位,同时,还可以不用设置用于连接该配管的连接器,从而可以使装置构成更紧凑。

[0050] 本发明也可以在1块平板上形成多个所述同心整流部。这样就可以增加流体混合装置的装置数量,从而可以进行高密度安装。

[0051] 本发明也可以将具有所述构成的任意一项的流体混合装置模块化并相互连接。这样就不用设置连接微反应器的配管或连接器,从而可以实现结构紧凑的流体混合装置。

[0052] 本发明也可以在所述同心整流部上形成凹部的同时,在所述流体混合部上形成嵌入所述凹部的凸部,利用由所述凹部和所述凸部形成的空隙来延长最外侧的流出路。

[0053] 这样就可以省略一部分在同心整流部内加工流出路的延长部分的操作。特别在需要形成微细流路的情况下,该设置对于制造时间的缩短和制造的简单化能够发挥很大的效

果。

[0054] 本发明也可以在所述同心整流部上设置测量流体的温度的温度传感器、和加热所述流路内的流体的加热器。这样就可以实现高精度的温度控制,从而可以实现反应的均匀化、高效率化。

[0055] 本发明也可以将所述温度传感器及所述加热器嵌入所述同心整流部中。

[0056] 嵌入操作也可以通过利用例如 MEMS 技术进行安装来进行。所谓 MEMS 技术是微电子机械系统的简称 (Micro Electro Mechanical System), 是半导体装置的制造中所使用的技术。

[0057] 当如此构成时, 就可以很容易地在同心整流部中设置高精度的温度传感器及加热器。

[0058] 本发明也可以用磁性体来构成所述同心整流部及所述流体混合部, 利用磁力来使之互相吸附。这样, 在装置使用时, 在同心整流部和流体混合部之间就难以产生空隙。另外, 通过在最外层流过磁性流体, 就可以在微细流路、配管内面上形成磁性保护层, 这样就可以实现流壁的覆盖效果的提高。

[0059] 本发明之二是具有如下部分的液体混合系统, 即,

[0060] 本发明之一的流体混合装置、

[0061] 贮存比从所述流体混合装置流出的流体密度更小的低密度流体, 并且, 将从所述流体混合装置流入所述低密度流体的流体贮存于所述低密度流体的下层侧的贮存机构、

[0062] 将从所述流体混合装置流出并由所述贮存槽混合的液状混合生成物取出的混合生成物取出机构、

[0063] 将从所述流体混合装置流出但未在所述贮存槽中混合的流体取出并回流到所述流体混合装置中的回流机构。

[0064] 这样就不需要在流体混合装置上连接流出用的配管。另外, 通过控制低密度流体的温度, 就可以进行反应温度的精密控制。

[0065] 本发明之三是如下的流体分离装置, 即, 具有分流部, 该分流部上形成了使种类不同的流体成为同心流而流入的流入口、在所述流入口内形成至少 1 个抽出口的抽出用隔壁板部, 这样, 就将流入所述流入口的所述同心流的至少 1 层流体分流而抽出。

[0066] 这样就可以利用简单的构成装置, 将流入的同心流中的至少 1 层抽出。

[0067] 而且, 通过将抽出用隔壁板部制成多层, 就可以进一步增加抽出的流体的层数, 而且还可以抽出任意的层。另外, 还可以将多层一起分离而抽出。

[0068] 本发明之四的特征是, 具有本发明之一的流体混合装置、设于该流体混合装置的下游侧的本发明之三的流体分离装置。

[0069] 这样就可以实现能够获得本发明之一的效果和本发明之三的效果的流体混合・分离装置。

[0070] 在使所抽出的流体流过同心流的最内部的情况下, 形成于分流部的抽出口多制成圆形, 除此以外的情况下, 抽出口多为圆环形。

[0071] 通过将形成有该抽出口的抽出用隔壁板部的形状, 按照适当扩大抽出口面积的方式进行改动, 就可以提高所抽出的流体的回收效率。另外, 通过将形成有该抽出口的抽出用隔壁板部的形状, 按照适当缩小抽出口面积的方式进行改动, 就可以提高所抽出的流体的

纯度。

附图说明

- [0072] 图 1 是实施方式 1 的微反应器的展开立体图。
- [0073] 图 2 是实施方式 1 的微反应器的展开立体图。
- [0074] 图 3 是表示实施方式 1 的微反应器的构成的俯视剖面图。
- [0075] 图 4 是表示构成实施方式 1 的微反应器的平板的流入侧的局部立体图。
- [0076] 图 5 是表示构成实施方式 1 的微反应器的平板的流出侧的局部立体图。
- [0077] 图 6 是表示构成实施方式 1 的微反应器的平板的流出侧的局部前视图。
- [0078] 图 7 是表示在实施方式 1 中构成微反应器的平板的棱条 (rib) 形状的局部立体图。
- [0079] 图 8 是表示在实施方式 1 的变形例中构成微反应器的平板的棱条 (rib) 形状的局部立体图。
- [0080] 图 9 是表示实施方式 1 中构成微反应器的平板上所形成的流出路形状的变形例的概念的图,是以穿过相面对的棱条的平面切割的剖面图。
- [0081] 图 10 表示实施方式 1 中构成微反应器的平板上所形成的流出路形状的概念的图,是以穿过相面对的棱条的平面切割的剖面图。
- [0082] 图 11 是实施方式 2 的微反应器的展开立体图。
- [0083] 图 12 是实施方式 3 的微反应器的展开立体图。
- [0084] 图 13 是实施方式 4 的微反应器的平板的立体图。
- [0085] 图 14 是实施方式 5 的微反应器的平板的立体图。
- [0086] 图 15 是表示实施方式 6 的微反应器的平板的流出侧的局部前视图。
- [0087] 图 16 是实施方式 7 的微反应器的平板的立体图。
- [0088] 图 17 是实施方式 8 的微反应器的展开立体图。
- [0089] 图 18 是实施方式 9 的微反应器的展开立体图。
- [0090] 图 19 是实施方式 10 的微反应器的展开立体图。
- [0091] 图 20 是表示实施方式 11 的微反应器的构成的立体图。
- [0092] 图 21 是实施方式 12 的微反应器的展开立体图。
- [0093] 图 22 (A) 及 (B) 分别是实施方式 13 的微反应器的展开立体图及组装后状态的立体图。
- [0094] 图 23 是表示实施方式 14 的微反应器的一个例子的立体图。
- [0095] 图 24 是表示实施方式 14 的微反应器的另一个例子的立体图。
- [0096] 图 25 是实施方式 15 的微反应器的展开立体图。
- [0097] 图 26 是实施方式 16 的微反应器的立体图。
- [0098] 图 27 (A) 及 (B) 分别是流入侧及流出侧看到的实施方式 12 的微反应器的平板的立体图。
- [0099] 图 28 是实施方式 20 的流体混合系统的构成图。
- [0100] 图 29 是实施方式 21 的微反应器的平板的立体图。
- [0101] 图 30 是表示实施方式 22 中制造微反应器的顺序的概念图。

- [0102] 图 31 是表示实施方式 22 中另一个制造微反应器的顺序的概念图。
- [0103] 图 32 是表示实施方式 22 中另一个微反应器的基本模块的构成的展开立体图。
- [0104] 图 33 是表示实施方式 23 的微反应器的流出侧的局部前视图。
- [0105] 图 34 是实施方式 24 的微反应器的展开立体图。
- [0106] 图 35 是表示实施方式 24 的微反应器中,两种液体混合、分离的情况的示意性的侧视剖面图。
- [0107] 图 36 是表示构成实施方式 24 的微反应器的第 1 平板的流入侧的局部立体图。
- [0108] 图 37 是表示构成实施方式 24 的微反应器的第 2 平板的流入侧的局部立体图。
- [0109] 图 38 是实施方式 24 的微反应器的变形例的展开立体图。
- [0110] 图 39 是表示实施方式 24 的微反应器中,两种液体混合、分离的情况的示意性的侧视剖面图。
- [0111] 图 40 是表示构成实施方式 24 的微反应器的变形例的第 2 平板的流入侧的局部立体图。
- [0112] 图 41 是表示将实施方式 24 的反应器沿水平方向配置的示意图。
- [0113] 图 42 是表示将实施方式 24 的反应器沿垂直方向配置的示意图。
- [0114] 图 43 是表示实施方式 25 的微反应器的示意图。
- [0115] 图 44 是表示构成实施方式 25 的微反应器的一个例子的模块的示意图。
- [0116] 图 45 是表示构成实施方式 25 的微反应器的一个例子的模块的示意图。
- [0117] 图 46 是表示实施方式 26 的微反应器的示意图。
- [0118] 图 47 是表示构成实施方式 26 的微反应器的第 1 盖构件的立体图。
- [0119] 图 48 是表示构成实施方式 26 的微反应器的第 2 盖构件的立体图。
- [0120] 图 49 是表示实施方式 27 中制造微反应器的顺序的概念图。
- [0121] 图 50 是表示实施方式 27 中制造另外的微反应器的顺序的概念图。
- [0122] 图 51 是表示实施方式 28 的微反应器中通过使 3 种液体反应并进行分离、抽出的示意性侧视剖面图。
- [0123] 图 52 是表示实施方式 29 的微反应器中通过使 3 种液体反应并进行分离、抽出的示意性侧视剖面图。
- [0124] 图 53 是表示以往的微反应器的一个例子的展开立体图。
- [0125] 图 54 是表示以往的微反应器的一个例子中的微细流路构造的俯视图。
- [0126] 图 55 是表示以往的微反应器的另外的一个例子的构成的剖面图。
- [0127] 图 56A 到图 56C 分别是表示以往的微反应器的又一个例子的立体图、侧视剖面图及局部放大立体图。

具体实施方式

[0128] 下面将举出实施方式,对本发明的实施方式进行说明。实施方式 2 以后,对于与前面已说明的实施方式相同的构成要素都使用相同的符号,省略其说明。

[0129] [实施方式 1]

[0130] 首先,对实施方式 1 进行说明。如图 1~图 3 所示,实施方式 1 的微反应器 10 是通过使三种液体以同心圆形状层流化并同时混合来使之反应的装置。微反应器 10 由平板

12、分别配置于平板 12 的上游侧及下游侧并夹持平板 12 的盖构件 14 及承受构件 16 构成。

[0131] 在盖构件 14 的上游侧,设有分别安装了可以自由装卸的 3 条流入用配管 18A ~ C 的连接器 20A ~ C。在平板 12 上,形成有将分别从配管 18A ~ C 流出的流体层流化成同心圆形状的微细流路 24。在承受构件 16 上,形成有使从微细流路 24 流出的三种液体同时混合而成为混合流体(反应生成物)的混合流路 28,另外,在承受构件 16 的下游侧,设有安装了可以自由装卸的流出用的管道 30 的连接器 32。

[0132] 如图 3 所示,在盖构件 14 上,形成有使来自配管 18A ~ C 的流体分别流入的盖构件贯穿孔 14A ~ C。

[0133] 如图 3 ~ 图 6 所示,在平板 12 的中央,形成有与盖构件贯穿孔 14A 连通的平板贯穿孔 12A。平板贯穿孔 12A 的内径被确定为可以使流体成为层流流过平板贯穿孔 12A 内(即雷诺数在 2320 以下)。另外,盖构件贯穿孔 14A 和平板贯穿孔 12A 被设为相同的直径,从而在盖构件贯穿孔 14A 和平板贯穿孔 12A 之间不会产生高低差。

[0134] 另外,在平板 12 上,形成有在平板贯穿孔 12A 的周围形成狭缝状的狭缝圆筒状贯穿孔 12B、与狭缝圆筒状贯穿孔 12B 及盖构件贯穿孔 14B 连通的径向流路 13B。径向流路 13B 的流路截面积被设定为不构成瓶颈。

[0135] 另外,在平板 12 上,形成有形成于狭缝圆筒状贯穿孔 12B 的周围的厚壁短圆筒状凹部 12C、与盖构件贯穿孔 14C 连通的外层用贯穿孔 11C、与外层用贯穿孔 11C 及厚壁短圆筒状凹部 12C 连通的径向流路 13C(参照图 2)。径向流路 13C 形成于与径向流路 13B 近似对称的位置上,另外,径向流路 13C 的流路截面积被设定为不构成瓶颈。

[0136] 平板贯穿孔 12A 和狭缝圆筒状贯穿孔 12B 由薄厚短圆筒状的内侧隔壁板部 38 所分隔,狭缝圆筒状贯穿孔 12B 和厚壁短圆筒状凹部 12C 由薄厚短圆筒状的中侧隔壁板部 40 所分隔。

[0137] 平板 12 具有流路壁形成部 41,其形成厚壁短圆筒状凹部 12C 的底部,并且形成狭缝圆筒状贯穿孔 12B 的外周侧的流路壁,中侧隔壁板部 40 从流路壁形成部 41 的最内侧沿流出方向延伸出去。

[0138] 如图 2 所示,平板 12 的一边的长度 L 被设定为比厚壁短圆筒状凹部 12C 的外径 D 的 1.5 倍还要长。如果 L 小于此值,则难以利用机械加工形成微细流路 24。平板 12 既可以是对 2 片板构件分别加工后贴合制成,也可以对一片板状构件进行切削而制成。

[0139] 如图 3 所示,在承受构件 16 上形成所述的混合流路 28,从而可以使从厚壁短圆筒状凹部 12C、狭缝圆筒状贯穿孔 12B 及平板贯穿孔 12A 分别流出的流体在混合流路 28 中混合而发生反应。另外,在承受构件 16 的上游侧,形成有环状的隆起部 17,其在微反应器 10 的组装时被插入厚壁短圆筒状凹部 12C 中,在其与中侧隔壁板部 40 之间形成狭缝环状的外层流路 15C。

[0140] 如图 6、7 所示,在狭缝圆筒状贯穿孔 12B 中,沿着流出方向配设有多个棱条 42,其与内侧隔壁板部 38 和流路壁形成部 41 连接。该棱条 42 如图 6 所示,按照避开形成径向流路 13B、13C 的空间部分、并且相互的间隔基本相等的方式配设。另外,在接近狭缝圆筒状贯穿孔 12B 的流出口处,为了使流体呈圆管状以层流流出,未设置棱条 42。

[0141] 利用如上的构成,分别在外层流路 15C、狭缝圆筒状贯穿孔 12B 及平板贯穿孔 12A 中流动的流体就会以相同方向并且以层流形式流动。所以,这 3 条流路设定出各流体的起

始区间。

[0142] 而且,当在微反应器中流动的流体的流速较慢时,即使棱条 42 达到平板 12 的背面,在实用上也没有问题。另外,也可以如图 8 所示,在下游侧端设置实施了倒角处理的棱条 44 或下游端侧被制成流线形的棱条,这样就可以使穿过狭缝圆筒状贯穿孔 12B 的流体成为在短距离内稳定的圆管状的层流。

[0143] 另外,如图 9 所示,也可以按照从液流的上游侧到下游侧开口逐渐变宽的方式设置形成了圆锥形的狭缝圆筒状贯穿孔 62B 及厚壁短圆筒状凹部 62C。这样就可以获得整流效果。另外,此种圆锥形成为所谓的拔模斜度,从而可以利用能够以高效率生产的注塑成形来大批量生产平板 12。

[0144] 而且,当像热压花工艺等不需要拔模斜度的加工方法或精密冲裁加工等那样,使用难以形成圆锥形状的加工方法时,也可以如图 3、图 10 所示,使圆锥形角度为 0° (即,也可以不形成圆锥形)。此时,与形成圆锥形状的情况相比,考虑到用于形成层流的流速、流体粘度等条件要受到制约,经常有必要设定装置使用时的生产条件。

[0145] 如图 2 所示,在盖构件 14 的内侧,设有分别从盖构件 14 的上部中央及下部中央延伸出来的 2 个结合棒部 46、48,在平板 12 上,形成有结合棒部 46、48 所分别插入的嵌合孔 47、49。通过将结合棒部 46、48 分别插入嵌合孔 47、49 中,就可以使得盖构件 14 和平板 12 的相互位置匹配。结合棒部 46、48 相互之间直径不同,嵌合孔 47、49 相互之间直径也不同,从而防止将盖构件 14 上下反向地安装在平板 12 上。

[0146] 另外,在承受构件 16 的四角,分别形成有结合用的螺栓 52 所插入的插穿孔 54。同样,在平板 12 的四角及盖构件 14 的四角,也分别形成有插穿孔 56 及插穿孔 58。

[0147] 作为具体尺寸的一个例子,如图 3 所示,平板贯穿孔 12A 的直径 d 为 $500\ \mu\text{m}\phi$,狭缝圆筒状贯穿孔 12B 的流路宽度(空隙) W 为 $100\ \mu\text{m}\phi$,平板 12 的厚度 T 为 $600\ \mu\text{m}$,棱条 42 的壁厚 t (参照图 7) 为 $100\ \mu\text{m}$ 。为了使三种液体作为同心圆形状的层流从平板 12 流出,如果雷诺数在临界雷诺数(圆管的情况为 2320) 以下,则也可以改变所述的尺寸。

[0148] 而且,由于要反应的物质的扩散速度通常不太大,因此,平板贯穿孔 12A、狭缝圆筒状贯穿孔 12B 及厚壁短圆筒状凹部 12C 的直径越大,则需要越长的反应时间。所以,有时将这些直径设为 $1\ \text{mm}\phi$ 以下。另外,考虑到加工上的制约和流动的流体的流动阻力和产额的关系,有时将这些直径设为 $1\ \mu\text{m}\phi$ 以上。

[0149] 作为构成微反应器 10 的构件的材质,从增强强度、防止腐蚀、提高流动性的目的出发,多通过对 SUS(不锈钢) 制的构件进行微细电火花加工来形成微细流路。而且,通过对表 1 所示的材质的母材分别采用与之对应的加工方法加工,就可以作为微反应器 10 的构成构件,从而可以像这样利用各种各样的加工方法对各种各样的材质进行加工而作为构成构件。

[0150] [表 1]

[0151]

被加工材料的类别	被加工材料的材质	主要加工方法
金属、合金	Ni、Al、Cu、Ag、Au、 Pt、Ta、Ti、SUS、Ni -Fe、Au-Pt	超精密机械加工、微细 电火花加工、干式蚀刻 (ICP 等)、精密冲裁 (冲裁)、水射流、激光 加工、喷砂、湿式蚀刻、 精密模压成型
导电陶瓷	SiC	超精密机械加工、微细 电火花加工、干式蚀刻 (ICP 等)、精密冲裁 (冲裁)、水射流、激光 加工、喷砂、湿式蚀刻、 精密成形烧结
陶瓷	玻璃、Al ₂ O ₃	超精密机械加工、干式 蚀刻、热压花、水射流、 激光加工、喷砂、湿式 蚀刻、精密成形烧结
树脂	丙烯酸、PP、PE	注塑成形、超精密机械 加工、热压花、干式蚀 刻、水射流、激光加工、 喷砂、湿式蚀刻

[0152] 另外,也可以通过进行等离子体 CVD 法等表面改性处理,在微反应器 10 的构成构件的表面形成 SiN₄、SiN₂、Al₂O₃ 等覆盖膜,来提高耐腐蚀性、流动性。

[0153] 下面,作为微反应器 10 的作用,将对用微反应器 10 同时混合硝酸银水溶液 (AgNO₃ 水溶液)、凝胶 (gelatine) 水溶液及卤化盐水溶液 (XCl 水溶液等。X 根据产生的反应来选定) 三种液体来生成感光性乳剂的情况进行说明。

[0154] 本实施方式中,硝酸银水溶液 P 和卤化盐水溶液 R 被调节至以体积换算 1 : 1 而完成反应的浓度。所以,将平板贯穿孔 12A 的垂直于流动方向的面 12A 的截面积和外层流路 15C 的垂直于流动方向的面 15C 的截面积设为 1 : 1,由微细流路 24 层流化的硝酸银水溶液 P 和卤化盐水溶液 R,按照以相同流速相同时刻结束与凝胶水溶液 Q 的反应的方式来准备。

[0155] 由于流体粘度的影响、卤化盐水溶液 R 和混合流路 28 或管道 30 的内壁面之间所产生的剪切阻力等,而在硝酸银水溶液 P 和卤化盐水溶液 R 间产生流速差的情况下,通过调整浓度或压力,使在凝胶水溶液 Q 内的反应条件最合适。

[0156] 本实施方式中,分别在配管 18A 中流过硝酸银水溶液 P,在配管 18B 中流过凝胶水溶液 Q,在配管 18C 中流过卤化盐水溶液 R。

[0157] 其结果是,硝酸银水溶液 P 经过盖构件贯穿孔 14A 流入平板贯穿孔 12A,凝胶水溶液 Q 依次经过盖构件贯穿孔 14B 及径向流路 13B,流入狭缝圆筒状贯穿孔 12B,卤化盐水溶液 R 依次经过盖构件贯穿孔 14C、外层用贯穿孔 11C、径向流路 13C,流入外层流路 15C。

[0158] 所以,在平板 12 的下游侧,分别从平板贯穿孔 12A 流出硝酸银水溶液 P,从狭缝圆筒状贯穿孔 12B 流出凝胶水溶液 Q,从外层流路 15C 流出卤化盐水溶液 R,并以最内层为硝酸银水溶液层 P1、中间层为凝胶水溶液层 Q1、最外层为卤化盐水溶液层 R1 的状态流入承受构件 16 的混合流路 28 内。

[0159] 此后,在流经混合流路 28 及管道 30 的过程中,硝酸银水溶液及卤化盐水溶液在凝胶水溶液层 Q1 内扩散,并在其中反应,合成作为反应生成物的感光性乳剂。

[0160] 由于像这样,以层状流入混合流路 28 而在管道 30 中流动的凝胶水溶液层 Q1 中,分别从外层及内侧同时扩散并流入卤化盐水溶液 R 和硝酸银水溶液 P,因此就可以大幅度缩短到反应(混合)结束为止所花费的时间。另外,由于在凝胶水溶液的外侧,卤化盐水溶液层 R1 以层流状态流动,因此可以防止作为反应生成物的感光性乳剂 S 附着在混合流路 28 的流壁上。

[0161] 另外,虽然在混合流路 28 和连接器 32 的连接口及连接器 32 和管道 27 的连接口,都多少会有些高低差,但是,由于卤化盐水溶液 21 在该高低差处形成积液,因此作为反应层的凝胶水溶液层 R1 仍维持层流状态(参照图 3)。

[0162] 同样的理由,即使未将微细流路的加工面镜面化,由于卤化盐水溶液 R 在流路壁面的微细凹部处形成积液,因此作为反应层的凝胶水溶液层 Q1 仍维持层流状态。另外,可以避免作为反应生成物的感光性乳剂 S 附着在粗糙的流路内面而堵塞流路的情况。

[0163] 如上说明所示,在实施方式 1 中,盖构件 14、平板 12 及承受构件 16 都成为模块形式,从而都可以在微反应器 10 上自由装卸。这样,在进行维护时,就可以仅将盖构件 14、平板 12 及承受构件 16 中需要维护的构件取下而进行维护,因此,使维护变得十分容易,而且还可以大幅度缩短维护所花费的时间。并不仅限于维护,对于部件的更换也相同。

[0164] 另外,使三种液体呈同心圆形状流出而在混合流路 28 中混合,不会在平板的流出口使三种液体突然混合,因此,可以防止生成物的固化物附着在平板 12 的流出口上。

[0165] 另外,由于微细流路 24 的构造为可以用 1 片构件来构成平板 12 的构造,因此平板 12 的制造十分容易。

[0166] 另外,由于在最外层以层流流动卤化盐水溶液层 R1,因此可以防止作为反应生成物的感光性乳剂 S 附着在混合流路 28 内的流壁上。

[0167] [实施方式 2]

[0168] 下面对实施方式 2 进行说明。如图 11 所示,实施方式 2 的微反应器 70 与实施方式 1 相比,取代盖构件 14(参照图 1、图 2),设有具有插入平板贯穿孔 12A 的圆柱状的芯材 72 的盖构件 74,从而可以利用芯材 72 和内侧隔壁板部 38 形成环状流路。

[0169] 这样,通过预先调整设定芯材 72 的直径,就可以使流入混合流路 28(参照图 3)内的最外层(例如卤化盐水溶液的层)受到的来自流壁的流体阻力与最内层(例如硝酸银水溶液的层)受到的来自流壁(芯材表面)的流体阻力相等。另外,即使增大狭缝圆筒状贯穿孔 12B 及混合流路 28(都参照图 3)的直径,由于可以缩小最内层的宽度(即,由芯材 72 和内侧隔壁板部 38(参照图 3)形成的流路的流路宽度),因此可以实现 1 mm ϕ 以上的大型

的微反应器。另外,由于可以增大流体之间的接触界面的面积,因此可以大幅度增大每 1 台微反应器的产额。

[0170] [实施方式 3]

[0171] 下面对实施方式 3 进行说明。如图 12 所示,实施方式 3 的微反应器 80 与实施方式 1 相比,是在与盖构件 14 之间夹持平板 12 的承受构件 86 上设置连接器 20C,并在该连接器 20C 上连接有配管 18C 的例子。

[0172] 当为了实现对反应的促进等,而通过使管道 30 穿过热水浴等温热介质中来控制温度时,如实施方式 1 中说明所示,虽然经常将连接器 20C 设在与安装有连接器 20A、20B(参照图 1)侧相同的一侧,但是,当不需要使管道 30 穿过温热介质中时,本实施方式在配管 18C 的配置位置上具有自由度,而且,不是在盖构件 14 上形成,而是采用在承受构件 86 上形成如实施方式 1 中说明的那样的外层用贯穿孔 11C(参照图 1、图 3)的方式。

[0173] [实施方式 4]

[0174] 下面对实施方式 4 进行说明。如图 13 所示,实施方式 4 的微反应器与实施方式 1 相比,形成于由盖构件 14 和承受构件 16(参照图 1~图 3)所夹持的平板 92 上的微细流路 94 的形状不同,从平板 92 的流出侧、流入侧来观察,微细流路 94 呈矩形形状。

[0175] 即,从平板 92 的流出侧来观察,分隔最外层的流体(例如卤化盐水溶液)和中间层的流体(例如凝胶水溶液)的中侧隔壁板部 100、分隔中间层的流体和最内层的流体(例如硝酸银水溶液)的内侧隔壁板部 98 都呈矩形形状。与此同时,承受构件的混合流路(未图示)也呈矩形形状。

[0176] 另外,在中侧隔壁板部 100 的外周侧,设有用于加强中侧隔壁板部 100 的平坦部的加强棱条 102,利用其来加强中侧隔壁板部 100 的平坦部。而且,即使从平板 92 的流出侧来观察,中侧隔壁板部 100 为圆筒状,从提高强度的观点来考虑,设置加强棱条 102 也是很有有效的。

[0177] 利用实施方式 4,可以任意设置形成于平板上的微细流路的外形形状。

[0178] [实施方式 5]

[0179] 下面对实施方式 5 进行说明。如图 14 所示,实施方式 5 的微反应器与实施方式 1 相比,形成于平板 12 上的微细流路 114 的形状不同,从平板 112 的流出侧、流入侧来观察,微细流路 114 呈锯齿状(例如星形或手形)。

[0180] 即,从平板 112 的流出侧来观察,分隔最外层的流体(例如卤化盐水溶液的层)和中间层的流体(例如凝胶水溶液的层)的中侧隔壁板部 120 与分隔中间层的流体和最内层的流体(例如硝酸银水溶液的层)的内侧隔壁板部 118 都呈锯齿形状。与此同时,承受构件的混合流路(未图示)也呈锯齿形状。在通过加工来形成此种流路时,可以利用已有的微细电火花加工技术等进行。

[0181] 利用实施方式 5,可以增大流体之间的接触界面的面积,因此就可以缩短反应时间,同时,还可以大幅度增大每 1 台微反应器的产额。

[0182] [实施方式 6]

[0183] 下面对实施方式 6 进行说明。如图 15 所示,实施方式 6 的微反应器与实施方式 1 相比,形成于平板 122 上的微细流路 124 的形状不同,从流出侧看,仅将内侧隔壁板部 128 制成锯齿状,而中侧隔壁板部 40 与以往相同地制成圆筒状。而且,设有与实施方式 1 相同

的棱条 42。

[0184] 当以同心圆状形成层流,并且使各流体层的截面积均匀时,流经最内层的流体(即流经中央的流路的流体)与流经最外层的流体相比,与流经中间层的流体的界面面积(接触面积)变小。所以,从流经最内层中央的流路的流体向中间层的流体的扩散速度,小于从流经最外层的流体向中间层的流体的扩散速度,所以,就会产生到反应结束为止所花费的时间变长的情况。在实施方式 6 中,仅将内侧隔壁板部 128 制成锯齿状,将中侧隔壁板部 40 制成与以往相同的圆筒状,这样,就可以使中间层的内周侧和外周侧的界面面积相同,即使得扩散速度相同,从而可以缩短反应时间。

[0185] [实施方式 7]

[0186] 下面对实施方式 7 进行说明。如图 16 所示,实施方式 7 的微反应器与实施方式 5 相比,虽然设于平板 132 上的分隔最内层和中间层的中侧隔壁板部 138 与实施方式 5 相同,都是锯齿状,但是,分隔最外层和中间层之间的中侧隔壁板部 140 的外周,即最外层的流路的内周面的截面为圆形,最外层的流路的外周的截面也为圆形。所以,从流出侧看,最外层成为环状,因而被薄层化。

[0187] 本实施方式中,有意地使最内层的流体及中间层的流体都在超过临界雷诺数的条件下游动,使之紊流化。这样,最内层的流体和中间层的流体的反应迅速地进行,在短时间内即结束。另外,即使反应生成物为剧毒药品或高腐蚀性物质,也可以用最外层的流体来保护最外层的流路的外侧流壁不受反应生成物的损害。

[0188] [实施方式 8]

[0189] 下面对实施方式 8 进行说明。如图 17 所示,实施方式 8 的微反应器 150 与实施方式 1 相比,在平板 12 和承受构件 16 之间,自由装卸地设有形成了产生紊流的小孔 151(orifice)的锐孔板 152。

[0190] 这样,通过将由盖构件 14 和承受构件 16 所夹持的板状构件多层化,从而容易进行产生紊流的锐孔板 152 的更换,就可以实现不用更换高价的具有微细流路的平板 12 而能灵活地与各种各样的流体对应的微反应器。

[0191] 锐孔板 152 与平板 12 相同,如表 1 所示,可以通过利用各种各样的加工方法对各种各样的材质的原料进行加工而制得。

[0192] [实施方式 9]

[0193] 下面对实施方式 9 进行说明。如图 18 所示,实施方式 9 的微反应器 160 与实施方式 1 相比,使装置构成简单化,采用形成 2 层同心层流的构成,使这 2 层流体进行化学反应或混合。

[0194] 设于微反应器 160 的盖构件 164 上的连接器有 2 个,即,配管 18A 所连接的连接器 20A 及配管 18B 所连接的连接器 20B,未设置实施方式 1 中所说明的连接器 20C。另外,平板 162 与实施方式 1 中所说明的平板 12(参照图 1~3)相比,未形成最外层的流路。另外,在承受构件 166 上,未形成实施方式 1 中所说明的隆起部 17(参照图 1)。

[0195] 利用本实施方式,可以实现使装置构成进一步简化的微反应器。另外,通过层叠形成有微细流路的平板,即,在盖构件 164 和承受构件 166 之间设置多片平板,就可以形成多层的同心层流。

[0196] [实施方式 10]

[0197] 下面对实施方式 10 进行说明。如图 19 所示,实施方式 10 的微反应器 170 与实施方式 9 相比,使具有微细流路的平板形成为层叠构造。

[0198] 微反应器 170 具有盖构件 174、从盖构件 174 一侧开始依次层叠的第 1 平板 178、分隔平板 179 及第 2 平板 180(同时参照图 1、图 2)、承受构件 186(同时参照图 1、图 2)。

[0199] 与实施方式 1 中所说明的盖构件 14(参照图 2)相比,在盖构件 174 上,还形成有盖构件贯穿孔 174D,在盖构件贯穿孔 174D 上,与盖构件贯穿孔 14A~C 相同,连接有连接器及配管。

[0200] 在第 1 平板 178 上,形成有与盖构件贯穿孔 14A 连通的第 1 平板贯穿孔 178A、形成于第 1 平板贯穿孔 178A 的周围的狭缝圆筒状贯穿孔 178D、与盖构件贯穿孔 174D 及狭缝圆筒状贯穿孔 178D 连通的径向流路 177D。另外,在第 1 平板 178 上,还形成有与盖构件贯穿孔 14B 连通的第 1 平板贯穿孔 178B、与盖构件贯穿孔 14C 连通的第 1 平板贯穿孔 178C。利用此种构成,从狭缝圆筒状贯穿孔 174D 流出的流体以覆盖从第 1 平板贯穿孔 178A 作为层流而流出的流体的周围的状态,作为层流而流出。

[0201] 在分隔平板 179 上,设有使从第 1 平板贯穿孔 178A 流出的流体、从狭缝圆筒状贯穿孔 174D 流出的流体混合的第 1 混合流路 188。另外,在分隔平板 179 上,形成有使从第 1 平板贯穿孔 178B 流出的流体穿过的分隔平板贯穿孔 179B、使从第 1 平板贯穿孔 178C 流出的流体穿过的分隔平板贯穿孔 179C。

[0202] 第 2 平板 180 的构成与实施方式 1 中所说明的平板 12(参照图 1~图 3)相比,除了使形成于平板中央的第 2 平板贯穿孔 182 的直径、和形成于第 2 平板贯穿孔 182 的周围的狭缝圆筒状贯穿孔 184 与第 1 混合流路 188 相比而略微增大以外,采用相同的构成。

[0203] 承受构件 186 的构成与实施方式 1 中所说明的承受构件 16(参照图 1~图 3)相比,除了混合流路(未图示)的直径与狭缝圆筒状贯穿孔 174D 相比而略微增大以外,也采用相同的构成。

[0204] 利用本实施方式,可以使 4 层的同心圆状的层流流出而混合四种液体。

[0205] [实施方式 11]

[0206] 下面对实施方式 11 进行说明。如图 20 所示,实施方式 11 的微反应器 190 是利用配管 198 将与实施方式 1 相同构成的 2 台微反应器 10X、10Y 串联起来的装置。

[0207] 这样就可以使五种液体以 5 层的同心圆状的层流流出而混合,进而发生反应。另外,通过进一步串联相同构成的微反应器,可以形成并混合更多的层的层流。

[0208] [实施方式 12]

[0209] 下面对实施方式 12 进行说明。如图 21 所示,实施方式 12 的微反应器 200 与实施方式 11 相比,取代配管 198,使用连接构件 204 将微反应器 10X 和微反应器 10Y 连接起来。在设于连接构件 204 上的配管的配管口周围,全都配置有 O 形密封圈 206,通过利用外力与其他构件紧密接触来防止流体的泄漏。上游侧的微反应器 10X 的盖构件 14X 和下游侧的微反应器 10Y 的承受构件 16Y,由螺栓 202 固定在一起。

[0210] 连接构件 204 在与上游侧的微反应器 10X 的盖构件 16X、下游侧的微反应器 10Y 的承受构件 14Y 面对的部位以外的面上,也设有配管口,例如,在连接构件 204 的上表面形成有 2 个配管口 207、208。这样,就可以将进一步扩散的两种液体的流入口设置在连接构件 204 的上表面等任意的面上。

[0211] 利用本实施方式,与实施方式 11 相比,可以消除如配管 198(参照图 20)那样的容易受到变形力的部位,同时,还可以不用设置用于连接该配管 198 的连接器,从而可以使装置构成更紧凑。

[0212] [实施方式 13]

[0213] 下面对实施方式 13 进行说明。如图 22(A) 及 (B) 所示,实施方式 13 的微反应器 210 与实施方式 12 相比,使用箝位器 (clamber) 212 来固定构成构件。箝位器 212 具有形成了使连接器 32 贯穿的开口的板构件 214,在连接器 32 上连接有流出用的管道 30。

[0214] 利用本实施方式,可以实现模块化的微反应器 210。

[0215] [实施方式 14]

[0216] 下面对实施方式 14 进行说明。如图 23 所示,实施方式 14 的微反应器 220 将实施方式 13 的微反应器 210 沿纵向排列,并用另一个箝位器 222 来固定。通过更改箝位器 222 的形状,如图 24 所示那样使用较宽的箝位器 224,就可以制成将微反应器 210 排列成面状的微反应器 230。

[0217] 这样,就可以不用设置连接微反应器 210 之间的配管和连接器,从而实现紧凑的微反应器 220 或微反应器 230。

[0218] 而且,通过将箝位器 210 的流体供给口(反应生成物的流出口)标准化,就可以仅通过将微反应器 220 的构成构件,即,将盖构件、平板、承受构件、连接构件等构成构件更换为良好的构件,来进行生产设备(即微反应器 220 或微反应器 230)的更新,从而可以在短时间内极为容易地进行设备更新。

[0219] [实施方式 15]

[0220] 下面对实施方式 15 进行说明。如图 25 所示,实施方式 15 的微反应器 240 与实施方式 1 相比,在相邻构件,即盖构件 244、平板 242 及承受构件 246 的对角线上的角部上形成有凹坑构造部 248。在相邻构件上设置凹坑构造部,就是在相邻构件的一方侧设置凸部,在另一方侧设置与该凸部咬合的凹部。

[0221] 利用本实施方式,即使增减平板构件的层叠数目,也可以很容易地进行位置匹配。而且,该凹坑构造对于微反应器和箝位器的位置匹配也十分有效。

[0222] [实施方式 16]

[0223] 下面对实施方式 16 进行说明。如图 26 所示,实施方式 16 的微反应器 250 是在所设置的微反应器 210 的总数少于可以用箝位器 224 固定的数量的情况下,使用虚设单元(dummy block)的例子。作为虚设单元,使用未形成流路的连接构件 254。

[0224] 利用本实施方式,就可以不用改变箝位器 224 的形状,而将所设置的微反应器的个数减少为任意的个数。

[0225] [实施方式 17]

[0226] 下面对实施方式 17 进行说明。实施方式 17 的微反应器与实施方式 1 相比,不是用螺栓来固定盖构件 14、平板 12 及承受构件 16(都参照图 1、图 2),而是用粘接剂来固定。当用粘接剂固定时,为了防止粘接剂的溢出,需要进行使用了转印涂布、利用了精密分配器等精密涂布。

[0227] 通过像这样利用直接接合,就可以避免粘接剂的溢出的问题。

[0228] 而且,在盖构件 14、平板 12、承受构件 16 的材质相同的情况下,可以使用加热直接

接合。当材质不同时,为了减少因热膨胀而产生的变形,可采用常温直接接合。

[0229] [实施方式 18]

[0230] 下面对实施方式 18 进行说明。实施方式 18 的微反应器与实施方式 1 相比,利用磁力使盖构件 14、平板 12、承受构件 16(都参照图 1、图 2)相互拉近。例如,用碳素钢等磁性材料制造平板 12,用铁系材料制造盖构件 14 及承受构件 16。其结果是,平板 12 用磁力吸引盖构件 14 及承受构件 16。

[0231] 在微细流路 24 中,即使流体的压力很高,将各构件拉开的力也较小,因此即使磁力较弱,通常也不会产生问题。另外,通过从外部对微反应器施加反磁场来消除永久磁性,就可以容易地使之分解,即,分离成各构件单位。

[0232] 只要盖构件 14、平板 12 及承受构件 16 通过磁力相互吸引,也可以用磁性材料构成盖构件 14 或承受构件 16。

[0233] 当需要较强的保持力时,如果使用钕-铁-硼类的磁铁来制造平板 12,由于磁力很强,因此可以获得强大的保持力。一般来说,可以利用「原料溶解→粉碎→磁场中冲压成形→液相烧结→时效」的顺序来制得钕-铁-硼类的磁铁,该生产方法也可以适用于本实施方式中。

[0234] 另外,通过在最外层流过磁性流体,就可以在微细流路、配管内面上形成磁性保护层,这样就可以实现流壁的覆盖效果的改善。

[0235] [实施方式 19]

[0236] 下面对实施方式 19 进行说明。如图 27 所示,实施方式 19 的微反应器是在一片平板 262 上配置多条微细流路 24,从而实现了装置数量的增加的例子。利用直接接合将平板 262 与盖构件和承受构件结合(粘接)在一起,省略了 O 形密封圈,将配管的条数、长度都抑制在最小限度。

[0237] 作为制造技术,可以使用干式蚀刻等半导体制造技术、微刻(microimprint)等塑性加工技术、激光烧蚀等。

[0238] 利用本实施方式,可以实现微反应器的高密度安装。

[0239] [实施方式 20]

[0240] 下面对实施方式 20 进行说明。如图 28 所示,实施方式 20 的流体混合系统 270 具有盖构件 274、承受构件 276、由盖构件 274 及承受构件 276 所夹持的平板 272、与盖构件 274 连接的配管 278A~C。它们虽然是与实施方式 1 中所说明的装置相同的构成,但是是按比例放大的装置。另外,流体混合系统 270 不具有实施方式 1 等所示的管道 30(参照图 1、图 2),而具有收纳流体 4 的收纳容器 276。

[0241] 作为流体 4,将像油类那样,比所使用的其他流体密度更小,并且相互之间没有亲和性的液体收纳于收纳容器 276 中后使用。另外,选定流体 1~4,使分别流经配管 278A~C 而作为原料使用的流体 1~3 和所述的流体 4 的密度,构成流体 4<流体 3<流体 2<流体 1 的顺序,并且混合的流体可以在反应结束后分离。当流体 4 的密度过小时,同心状层流因重力而加速,形成紊流状态,所以流体的密度·粘度应当在不破坏同心状层流的范围内设定。流体 1~3 例如为,流体 1 为硝酸银水溶液,流体 2 为凝胶水溶液,流体 3 为卤化盐水溶液。

[0242] 本实施方式中,以流体 1 作为最内层,以流体 2 作为中间层,以流体 3 作为最外层,

分别流过流体 35 中。

[0243] 此时,流体 1 向流体 2 中扩散,同时,流体 2 向流体 1 中扩散浸入。所述的流体中,由于流体 1 的密度最大,因此,在收纳容器 276 内,在流体 1 中扩散浸入了流体 2 的部分作为最底层残留。

[0244] 流体混合系统 270 具有与配管 278A 连接并向配管 278A 送出流体的循环泵 280A、与循环泵 280A 的下游侧连接的混合器 282A、与混合器 282A 的下游侧连接的过滤器 284A、将反应物质向混合器 282A 供给的供给管道 286A。在导出残留于收纳容器 276 的最底层的流体的位置上连接有配管 288A,在过滤器 284A 的下游侧连接有该配管 288A。

[0245] 所以,残留在收纳容器 276 的最底层的流体(在流体 1 中扩散浸入了流体 2 的部分)穿过过滤器 284。此后,从供给管道 286A 流入反应物质,在混合器 282A 中混合,由循环泵 280A 再次向配管 278A 送出。

[0246] 另外,在最外层的流体 3 向流体 2 中扩散的同时,流体 2 向流体 3 中扩散。所述的流体中,由于流体 3 的密度紧靠并小于流体 35,因此,在收纳容器 276 中,流体 4 作为最上层而残留,在流体 3 中扩散浸入了流体 2 的部分残留在离流体 35 最近的下层。

[0247] 流体混合系统 270 与配管 278C 连接,具有向配管 278C 送出流体的循环泵 280C、与循环泵 280C 的下游侧连接的混合器 282C、与混合器 282C 的下游侧连接的过滤器 284C、将反应物质提供给混合器 282C 的供给管道 286C。在将残留于离收纳容器 276 的流体 4 的层最近的下层的流体导出的位置上,连接有配管 288C,过滤器 284C 的下游侧与该配管 288C 连接。

[0248] 所以,在收纳容器 276 内,残留在离流体 4 最近的下层的流体(在流体 3 中扩散浸入了流体 2 的部分)穿过过滤器 284C。此后,从供给管道 286C 流入反应物质,在混合器 282C 中混合,由循环泵 280C 再次向配管 278C 送出。

[0249] 另外,流体 2 作为流体 1 和流体 3 的中间层而流动,在该流体 2 向流体 1 及流体 3 中扩散的同时,流体 1 及流体 3 向流体 2 中扩散。由于流体 2 的密度小于流体 1,大于流体 3,因此在收纳容器 276 内,在流体 2 中浸入了流体 1 及流体 3 的 3 种液体的混合流体 5 作为离最底层最近的上层残留。

[0250] 该 3 种液体的混合流体 5 由 3 种液体(流体 1、流体 2 及流体 3)适度混合而成的乳剂 6、流体 2 构成。

[0251] 流体混合系统 270 与配管 278B 连接,具有向配管 278B 送出流体的循环泵 280B、与循环泵 280B 的下游侧连接的过滤器 284B、与过滤器 284B 的下游侧连接的分离装置 285。在将残留于离收纳容器 276 的最底层最近的上层的流体导出的位置上,连接有配管 288B,分离装置 285 的下游侧与该配管 288B 连接。

[0252] 所以,残留于离收纳容器 276 的最底层最近的上层的流体在分离装置 285 中,被分离为乳剂 6 和流体 2。乳剂 6 流入与分离装置 285 连接的乳剂流出用配管 290 而被回收。分离出来的流体 2 穿过过滤器 284B,由循环泵 280B 再次向配管 278B 送出。

[0253] 本实施方式中,不用设置与承受构件 276 连接的流出用管道,同时,通过用加热器 292 等对流体 4 的温度进行控制,就可以获得能够对反应温度进行精密控制的效果。另外,还可以对流体 1 ~ 3 的介质回收利用。

[0254] 而且,如果在混合器 282A ~ C 中,使用实施方式 1 或实施方式 2 中所说明的微反

应器,则可以进行更有效的混合。

[0255] [实施方式 21]

[0256] 下面对实施方式 21 进行说明。如图 29 所示,实施方式 21 的微反应器中,在平板 302 上形成微细槽 304、306,分别装入温度传感器 305、加热器 307。这样就可以进行高精度的温度控制,从而可以实现反应的均匀化、高效率化。

[0257] 而且,通过使用硅构件作为平板 302,就可以在平板 302 上使用 MEMS 技术直接安装温度传感器、加热器。另外,当难以从两面对平板 302 进行加工的情况下,也可以对每个单面用蚀刻等实施微细加工,对非加工面之间进行背面接合。

[0258] [实施方式 22]

[0259] 下面对实施方式 22 进行说明。如图 30 所示,实施方式 22 是通过在将晶片之间接合后进行分割来制造微反应器的例子。

[0260] 本实施方式中,通过对晶片 312 进行蚀刻加工,在将互相连接的多个平板排列好的状态下来制造,同时,对晶片 314 及晶片 316 分别进行蚀刻加工,在将互相连接的多个盖构件及承受构件分别排列好的状态下来制造。

[0261] 此后,利用常温直接接合将晶片之间接合在一起,通过划片分割成各个微反应器 320。

[0262] 利用此种晶片级别的安装技术,就可以进一步提高微反应器的制造效率。

[0263] 而且,如图 31、图 32 所示,通过在重合晶片 318A ~ G 的状态下制成形成了流路的构成,就可以不用对晶片 318A ~ G 进行划片而达到排列了多个流体混合装置的状态。

[0264] 这样,当通过增加装置的数量来大量制造反应生成物时,就可以大幅度减少配管操作所花费的时间。另外,通过从少数(图 31 中为 3 个)供给口 317 向多个同心整流部供给流体,就可以从 1 个取出口 319 取出由多个流体混合部排出的混合流体。此种构成中,虽然有可能产生一直以来就有的通常的流体装置中的堵塞问题,但是,通过用同心型使流体流出,就可以构建难以发生堵塞的大型装置。

[0265] [实施方式 23]

[0266] 下面对实施方式 23 进行说明。如图 33 所示,实施方式 23 的微反应器与实施方式 2 相比,平板的构成不同。在平板 322 上,未形成实施方式 2 中所说明的狭缝圆筒状贯穿孔 12B(参照实施方式 1 中所说明的图 4),而是形成配置于同一圆上的多个中间层流出孔 324,同时,未形成实施方式 2 中所说明的厚壁短圆筒状凹部 12C(参照图 11),而是形成配置于同一圆上的多个最外层流出孔 326。

[0267] 这样利用从中间层流出孔 324 及最外层流出孔 326 流出的流体来产生紊流,或者即使为层流,也可以增大流体相互之间的接触界面。所以,与实施方式 2 相比,可以进一步缩短在混合中所花费的时间。

[0268] [实施方式 24]

[0269] 下面对实施方式 24 进行说明。如图 34、图 35 所示,实施方式 24 的微反应器 330 是如下的装置,即,将两种液体层流化成同心圆状,同时通过使之混合而反应,进而将流过流路芯侧的流体作为抽出物而获得。

[0270] 微反应器 330 具有第 1 平板 332(同时参照图 36)、分别配置于第 1 平板 332 的上游侧及下游侧并夹持第 1 平板 332 的第 1 盖构件 334 及混合流路构件 336。第 1 平板 332

及第 1 盖构件 334 可以在微反应器上自由装卸。另外,第 1 平板 332 及第 1 盖构件 334 与实施方式 1 相比,未形成用于流向最外层的流路,而是采用如下的构成。

[0271] 即,在第 1 盖构件 334 的上游侧,设有分别自由装卸地安装 2 条流入用的配管 18A、B 的连接器 20A、B。在第 1 平板 332 上,形成有将从配管 18A、B 分别流出的流体层流化成同心圆状的第 1 微细流路 344。

[0272] 另外,在混合流路构件 336 中,形成有将从第 1 微细流路 344 流出的两种液体同时混合而成为混合流体(反应生成物)的混合流路 336F,从而使得从第 1 微细流路 344 流出的两种液体在维持同心状层流的同时,进行反应・扩散・清洗等。

[0273] 另外,微反应器 330 具有配置于混合流路构件 336 的下游侧的第 2 平板 337(同时参照图 37)、和与混合流路构件 336 共同夹持第 2 平板 337 的第 2 盖构件 339。第 2 平板 337 及第 2 盖构件 339 可以在微反应器 330 上自由装卸。

[0274] 在第 2 平板 337 上,形成有第 2 微细流路 346,其用于在从混合流路 336F 以同心层流 340 流出的流体当中,将流经流路芯侧的芯侧流体 341、流经流路壁侧(流路周侧)的壁侧流体 343 分离并取出。在第 2 盖构件 339 上,形成有将利用第 2 微细流路 346 分离并流出的芯侧流体 341 及壁侧流体 343 分别送出的流出路 339A、B。

[0275] 为了形成该第 2 微细流路 346,在第 2 平板 337 上,如图 37 所示,形成有同心层流 340 所流入的流入口 348、在该流入口 348 内具有环状的抽出口 350I 的抽出用隔壁板部 350。

[0276] 第 2 盖构件 339 和第 2 平板 337 的组合与第 1 平板 332 和第 1 盖构件 334 的组合形成镜面对称(面对称),从而可以将两种液体形成同心状层流,并将穿过混合流路 336F 的同心层流 340 分离为两种液体。

[0277] 而且,通过使第 2 平板 337 的中心孔径(抽出用隔壁板部 350 的内径)相对于第 1 平板 332 的中心孔径略大,就可以提高作为抽出物质的芯侧流体 341 的分离・回收率。另一方面,当使第 2 平板 337 的中心孔径相对于第 1 平板 332 的中心孔径略小时,就可以提高芯侧流体 341 的纯度。

[0278] 本实施方式中,例如,将芯侧流体 341 设为有机类颜料分散剂,将壁侧流体 343 设为水。通过使水的羟基离子向有机类颜料分散剂中扩散,有机类颜料即析出。所析出的有机颜料与羟基离子相比更大,扩散速度更小,因此,在基本未扩散进包围其外周的水层(壁侧流体 343)中的时间内,羟基的扩散・有机类颜料的析出即结束。所以,不用担心有机类颜料会附着在混合流路 336F 的壁面上。

[0279] 在流体分离后,即在穿过第 2 平板 337 后,虽然有机类颜料有可能会附着在壁面上,但是,用于分离的第 2 平板 337 制作得较薄,因此清洗也十分容易。另外,由于第 2 盖构件 339 的流路没有必要为微细流路,所以堵塞的可能性很低。

[0280] 通过在混合流路构件 336 中装入加热器或珀耳帖(Peltier)元件,而将混合流路 336F 内的流体加热到适当的温度,就可以加快扩散速度,从而可以缩短混合流路 336F。另一方面,通过在混合流路构件 336 中装入冷却装置,还可以加快析出速度。另外,通过组合加热/冷却操作,可以期待获得更加理想的效果。

[0281] 作为微反应器的材质,例如使用相对于有机类颜料分散剂具有高耐久性 & 高耐热性的 SUS。但是,本实施方式的情况下,由于有机类物质被水层覆盖,因此即使是一般对有机

类的材料较弱的树脂,也可以充分应用其加工适应性,作为混合流路构件 336 的构成构件来使用。

[0282] 混合流路 336F 的直径只要是使 Re 数的值在 2300 以下的直径即可。虽然还依赖于流量、流体的粘性,但是只要混合流路 336F 的等价直径在 10 mmφ 以下,大部分的情况下,Re 数的值都在 2300 以下,基本上形成层流。但是,由于物质的扩散时间与其距离的平方成比例,因此,当混合流路 336F 的等价直径较大时,由于到扩散(反应·清洗)结束为止需要较长的时间,因此需要加长混合流路 336F。所以,在实际应用上,有时将混合流路 336F 的等价直径设为 1mm φ 以下。

[0283] 本实施方式中,如图 34、图 35、图 37 所示,虽然表示了设置具有第 2 微细流路 346 的第 2 平板的例子,但是也可以如图 38-图 40 所示,设置具有从上游侧贯穿至下游侧的贯穿孔 353 的第 2 平板 354。在设置了第 2 平板 337 的情况下,由于难以产生液流的紊乱,所以分离效率提高。另外,由于第 2 平板 337 与第 1 平板 332 为镜面对称型,因此没有必要重新设计微细流路构造。这里,由于第 2 平板 354 不具有微细流路,因此在设置了第 2 平板 354 的情况下,第 2 平板 354 的构造更简单,制造更容易。

[0284] 本实施方式中,如图 41 所示,虽然表示了设置有混合流路 336F 沿水平朝向的微反应器 330,但是如图 42 所示,通过按照混合流路 336F 为垂直朝向的方式来设置微反应器 330,就可以抑制因重力造成的同心状层流的紊乱。其结果是,即使当流体密度差别很大或分散的粒子较大时,也可以稳定地形成同心状层流。

[0285] 另外,本实施方式中,虽然用螺栓 352 将第 1 盖构件 334、第 1 平板 332、混合流路构件 336、第 2 平板及第 2 盖构件 339 结合在一起,并为了防止流体的泄漏而使用 O 形圈,但是,组装方法并不限于此,也可以使用利用了相互的构件表面的分子间力的直接接合。通过使用直接接合,就可以形成不使用 O 形圈的构成,从而也可以适用于会腐蚀橡胶类材料的流体。另外,通过在真空中向构件照射氩离子束,在原子水平上对构件的表面进行清洗,使用在常温下加压接合的常温直接接合(表面活性化接合技术),就可以抑制构件的热变形的影响。该常温直接接合技术在用相互不同的材质的构件来构成第 1 平板 332 和第 1 盖构件 334 时,或用相互不同的材质来构成第 2 平板 337 和第 2 盖构件 339 时,在抑制因线膨胀系数的差别而造成的热应力的产生方面非常有效。

[0286] [实施方式 25]

[0287] 下面对实施方式 25 进行说明。如图 43 所示,实施方式 25 的微反应器 360 在微反应器 330 的后段侧,连接有微反应器 330 中没有第 1 盖构件 332 的部分,形成与将微反应器 330 串联成 2 段的装置相同的构成。在单元构件 356 上,形成有将从上游侧的微反应器流出的芯侧流体 341 向下游侧的微反应器导引的导引流路 356F。

[0288] 通过使用微反应器 360,就可以更彻底地进行扩散、反应、清洗等。

[0289] 另外,在使第 2 平板 337 的中心孔径比第 1 平板 332 的中心孔径略大以提高回收率的情况下,如图 44 所示,通过在第 2 盖构件 339 上形成头端变细的圆锥形流路 358,使第一段的微反应器的出口尺寸与第二段的微反应器的入口尺寸相吻合,来实现微反应器的模块化。

[0290] 相反,在提高抽出的芯侧流体 341 的纯度的情况下,通过使第 1 平板 332 的中心孔径比第 2 平板 337 的中心孔径略大,如图 45 所示,在第 2 平板 337 上形成头端变粗的圆锥

形流路 359,就可以实现与所述的模块化。

[0291] [实施方式 26]

[0292] 下面对实施方式 26 进行说明。如图 46 所示,实施方式 26 将使用箝位器 376 来固定构成构件的微反应器 370 沿垂直方向连接在一起。

[0293] 该微反应器 370 具有实施方式 24 中所说明的第 1 平板 332 及第 2 平板 337、从上游侧、下游侧夹持第 1 平板 332 的第 1 盖构件 374 及混合流路构件 336、与混合流路构件 336 共同夹持第 2 平板 337 的第 2 盖构件 379、将这些构成构件固定的所述的箝位器 376。此外,本实施方式中,用外框用箝位器 378 将该微反应器 370 沿垂直方向连接在一起。

[0294] 如图 47 所示,在第 1 盖构件 374 上,形成有从上方流入流经混合流路构件 336 的混合流路内的流路壁侧的流体的流入用垂直方向流路 384。该流入用垂直方向流路 384 沿上下方向贯穿第 1 盖构件 374,与相邻的微反应器 370 的流入用垂直方向流路相互连通。

[0295] 如图 48 所示,在第 2 盖构件 379 上,形成有向上方流出流经混合流路构件 336 的混合流路内的流路壁侧的流体的流出用垂直方向流路 386。该流出用垂直方向流路 386 沿上下方向贯穿第 2 盖构件 379,与相邻的微反应器 370 的流出用垂直方向流路相互连通。

[0296] 而且,在外框用箝位器 378 上,形成有与流入用垂直方向流路 384 连通的流入用配管 385 及与流出用垂直方向流路 386 连通的流出用配管 387。

[0297] 这样,在本实施方式中,将微反应器可以连接地模块化,这样就可以达到利用所谓的放大产能 (numbering up,从研究开发阶段转向工业化生产阶段) 而带来的产额增加。

[0298] [实施方式 27]

[0299] 下面对实施方式 27 进行说明。如图 49 所示,实施方式 27 是通过在将晶片接合后进行分割来制造微反应器的例子。

[0300] 本实施方式通过对晶片 390 进行蚀刻加工,在将相互连接的多个第 1 盖构件排列好的状态下来制造,同时,对晶片 392 及晶片 394 分别进行蚀刻加工,在将相互连接的多个第 1 平板及混合流路构件分别排列好的状态下来制造。另外,对晶片 396 及晶片 398 分别进行蚀刻加工,在将相互连接的第 2 平板及第 2 盖构件分别排列好的状态下进行制造。

[0301] 此后,将晶片之间接合,通过划片分割成各个微反应器 400。接合时,虽然可以用粘接剂进行,但是通过使用直接接合的技术,可以防止粘接剂向流路溢出。在进行加热接合的情况下,虽然可以使用与硅的线膨胀系数基本相等的硼酸盐耐热玻璃 (Pyrex),但是对线膨胀系数不同的晶片进行接合时,最好进行常温直接接合。

[0302] 利用此种晶片级别的安装技术,可以进一步提高微反应器的制造效率。

[0303] 另外,通过用湿式蚀刻形成微细流路,还可以使用硅以外的材料 (例如 SUS)。另外,通过使用电火花加工,可以对具有导电性的全部材料进行加工。

[0304] 另外,如图 50 所示,通过在重合晶片 404A ~ H 的状态下制成形成了流路的构成,就可以不用对晶片 404A ~ H 进行划片而达到排列了多个微反应器的状态。这样,当通过放大产能来大量制造反应生成物时,就可以大幅度减少划片或配管操作所花费的时间。另外,通过从少数的供给口向多个微反应器供给流体,就可以从 1 个取出口 406 取出所抽出的混合流体。通过采用此种构成,就可以构建不易发生堵塞的大型的装置。

[0305] [实施方式 28]

[0306] 下面对实施方式 28 进行说明。如图 51 所示,实施方式 28 的微反应器 410 是使三

种液体反应而进行分离、抽出的微反应器。

[0307] 本实施方式中,以同心层流状态在最内部 412 流过硝酸银水溶液,在中间层 414 流过凝胶水溶液,在最外层 416 流过卤化盐水溶液,形成感光材料用银盐微粒。硝酸银与卤化盐反应而形成的卤化银被作为中间层 414 的凝胶水溶液所捕捉。

[0308] 利用本实施方式就可以仅对中间层 414 进行分离、抽出。

[0309] [实施方式 29]

[0310] 下面对实施方式 29 进行说明。如图 51 所示,实施方式 29 的微反应器 420 是以同心层流状流动五种液体并进行反应、分离、抽出的微反应器。

[0311] 本实施方式中,在最内部 422 和最外层 430 中都流动水,在与最内部 422 的外周侧相邻的第 1 中间层 424 中流动硝酸银水溶液,在与第 1 中间层 424 的外周侧相邻的第 2 中间层 426 中流动凝胶水溶液,在与第 2 中间层 426 的外周侧相邻的第 3 中间层 428 中流动卤化盐水溶液。

[0312] 这样,在增大反应界面的面积的同时,还可以防止卤化盐附着在流过五种液体的同心层流的流路壁上。而且,本实施方式中,没有必要进行最外层 430 的水和其内侧(第 3 中间层 428)的卤化盐水溶液的分离・抽出、及最内部 422 的水和其外侧(第 1 中间层 424)的硝酸银水溶液的分离・抽出。所以,只要分离、抽出为从第 2 中间层 426 流出的凝胶水溶液和其外侧的水溶液 / 内侧的水溶液三种即可。

[0313] 即使是以同心层流状态流过六种以上的液体的微反应器,也能够以相同的构成仅对特定的液体进行分离・抽出。

[0314] 以上虽然通过列举实施方式对本发明的实施方式进行了说明,但是这些实施方式是一个例子,在不脱离主旨的范围内可以进行各种更改。另外,本发明的权利范围当然也不限于所述实施方式。

[0315] 本发明由于采用所述构成,因此可以防止反应生成物向流壁的附着,能够以低成本大量生产,并可以实现维护性良好的流体混合装置及流体混合系统。另外,可以实现将混合后抽出的液层与其他液层分离而抽出的流体分离装置及流体混合・分离装置。

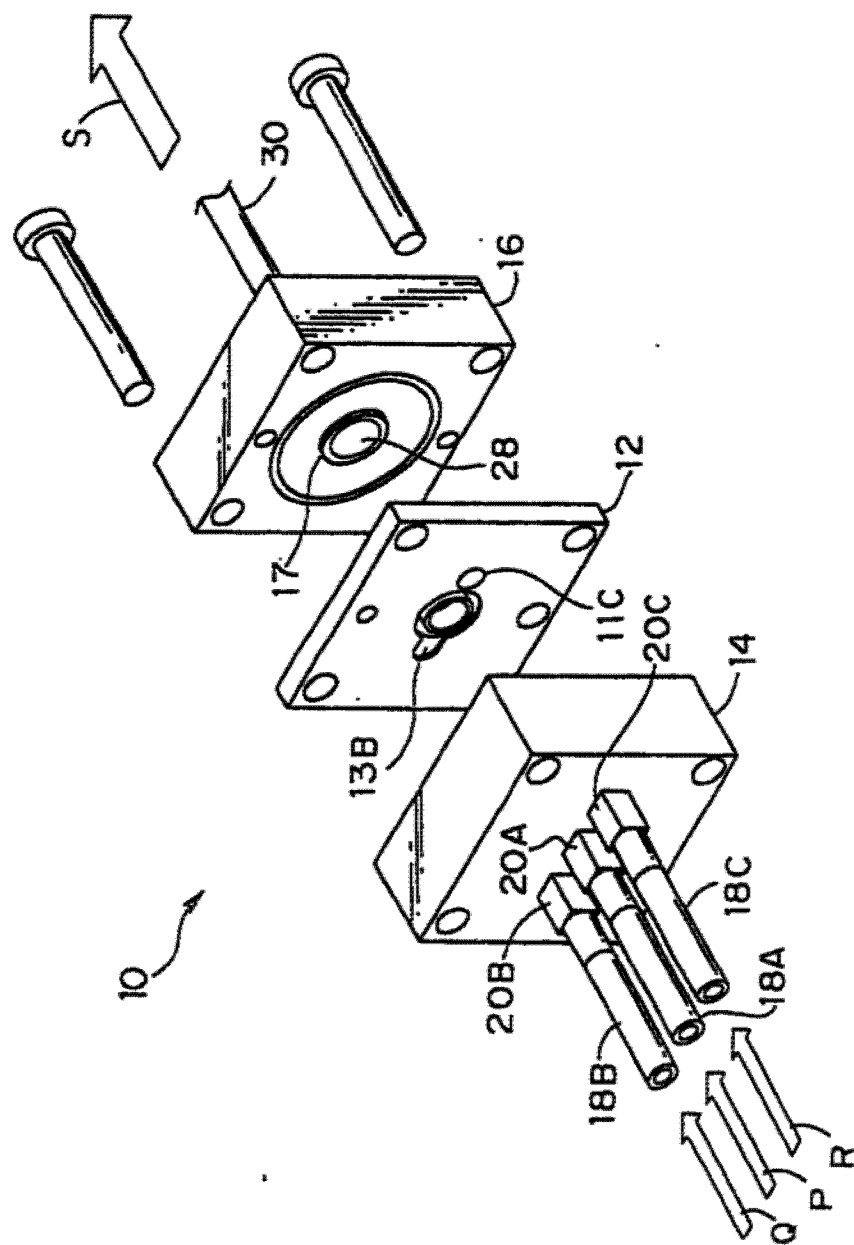


图 1

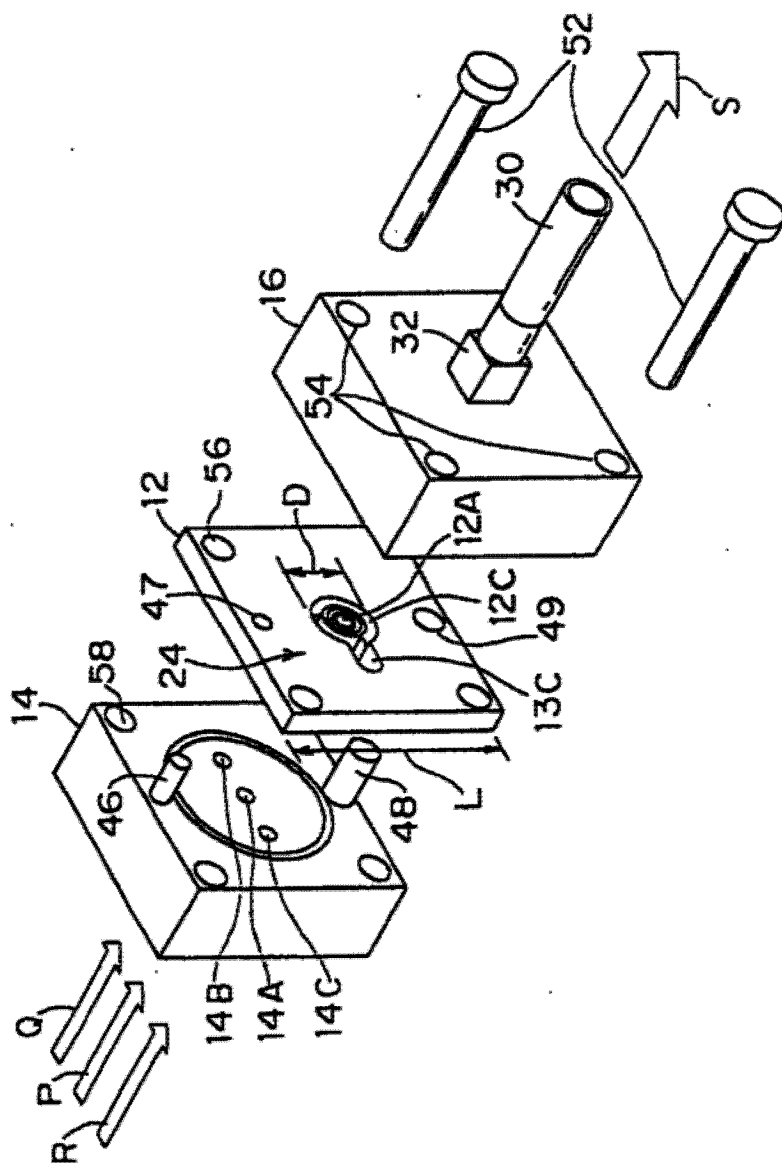


图 2

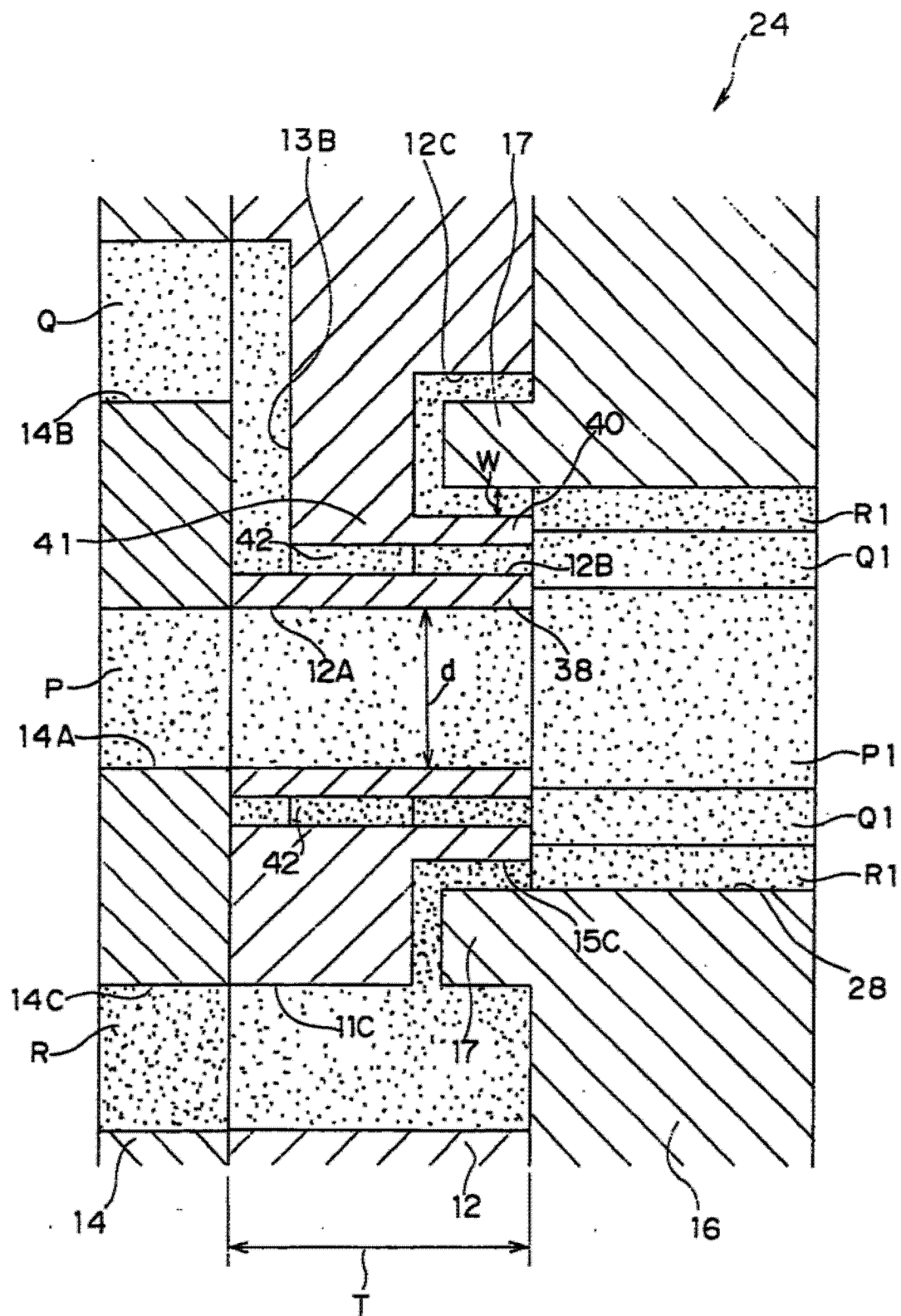


图 3

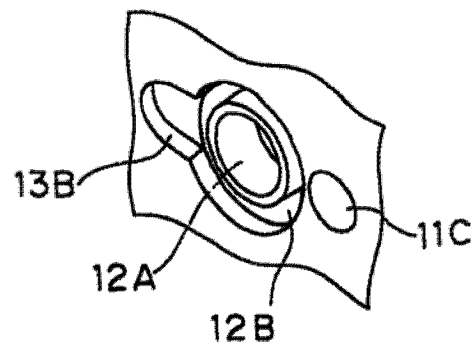


图 4

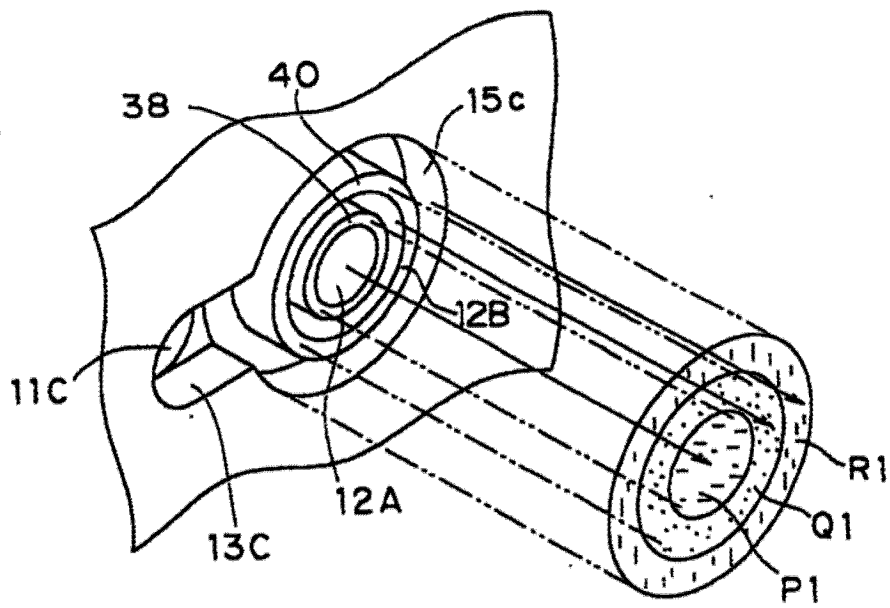


图 5

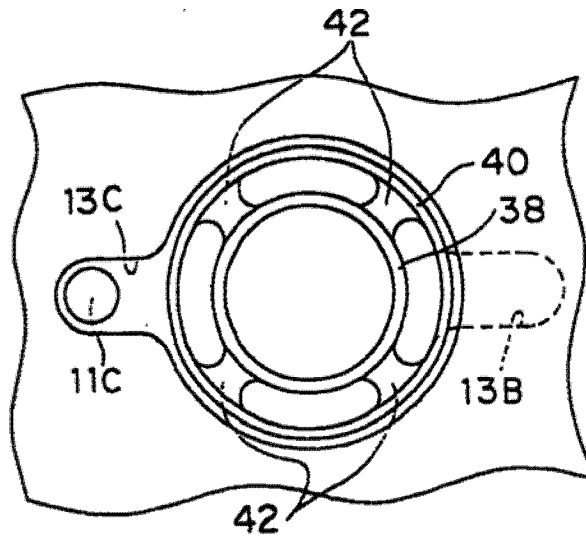


图 6

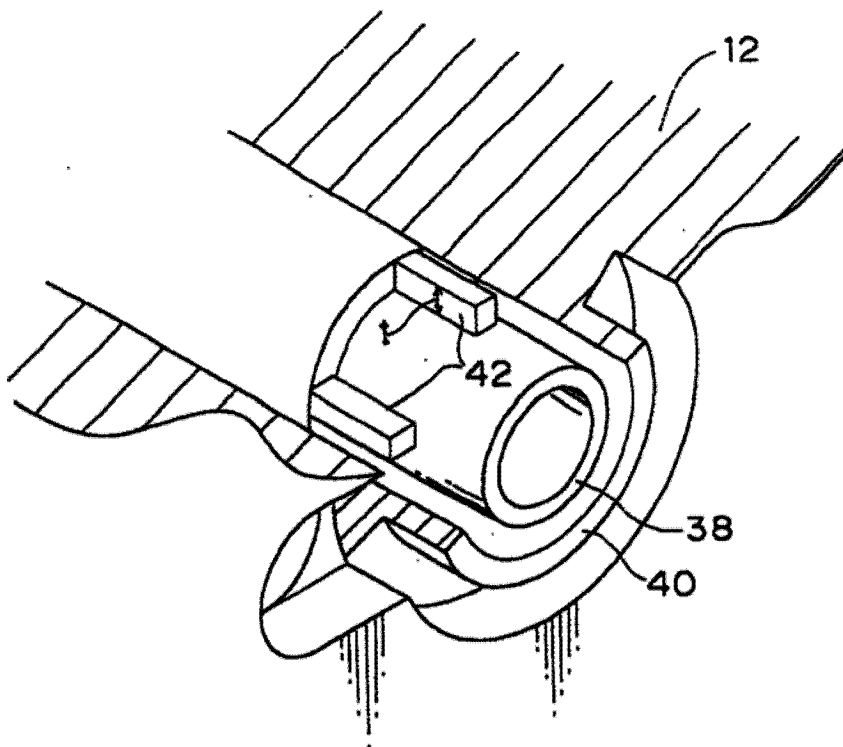


图 7

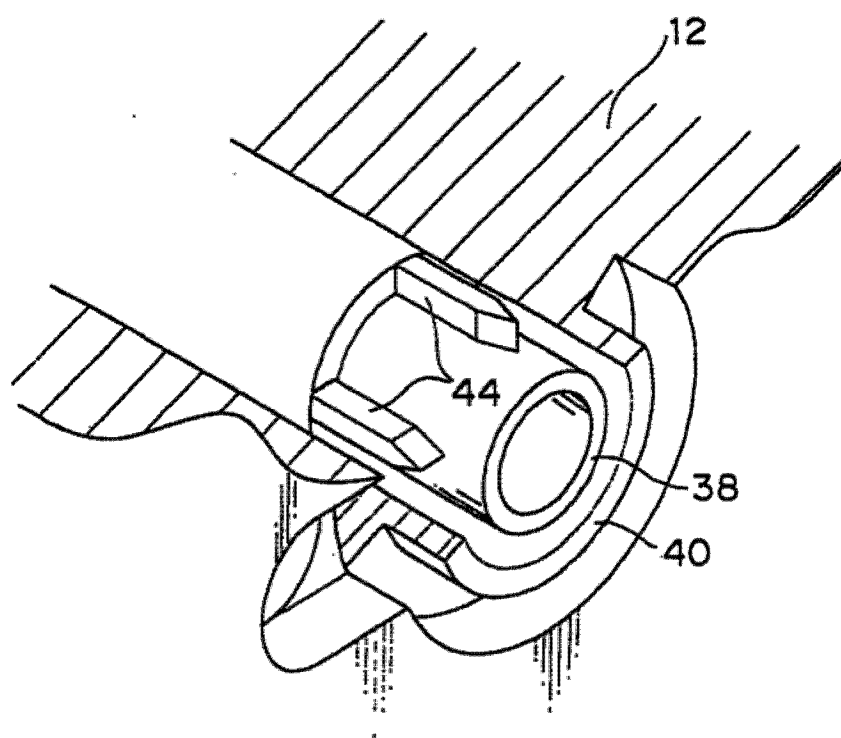


图 8

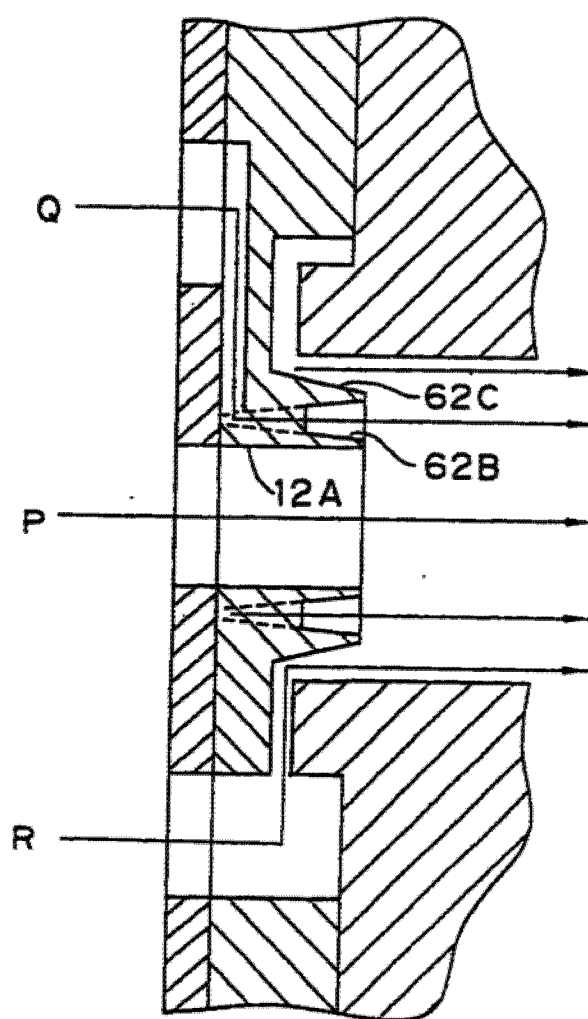


图 9

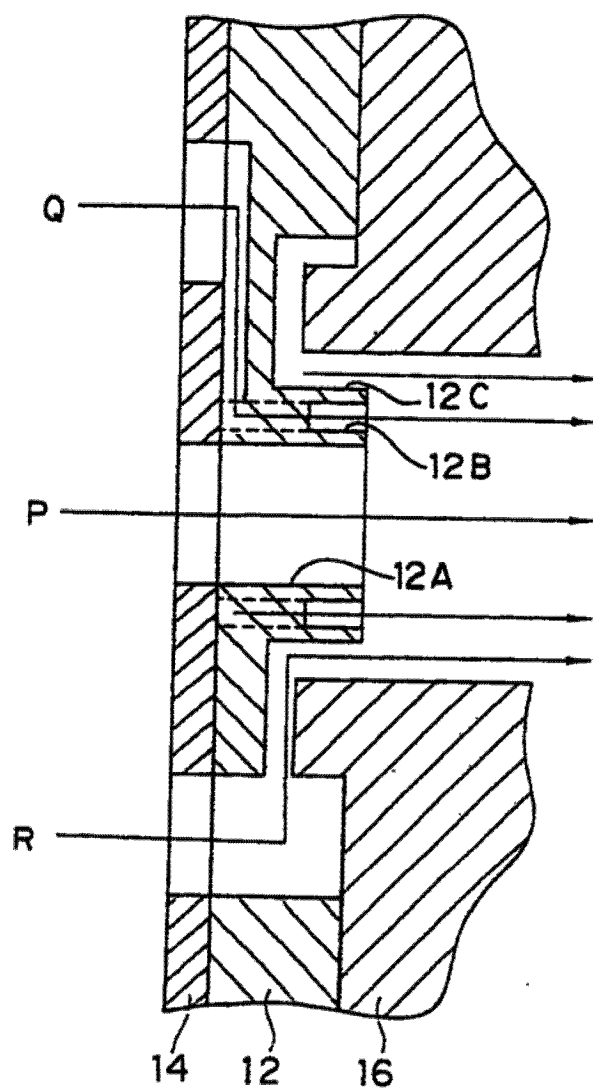


图 10

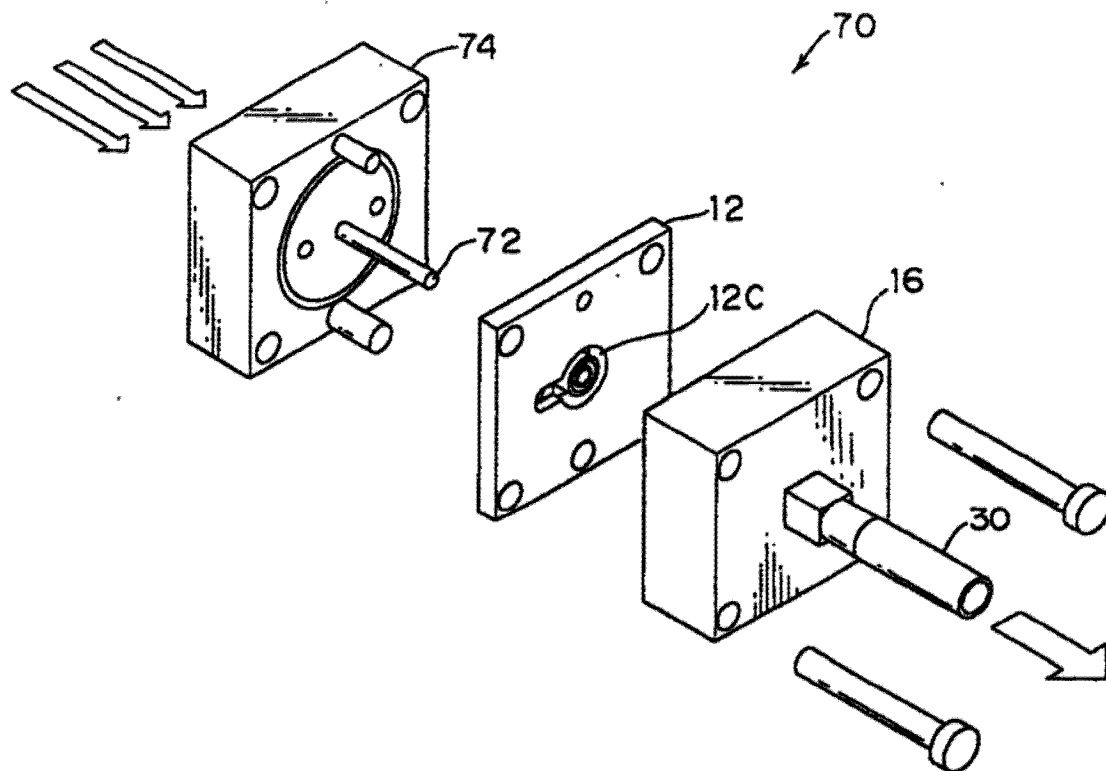


图 11

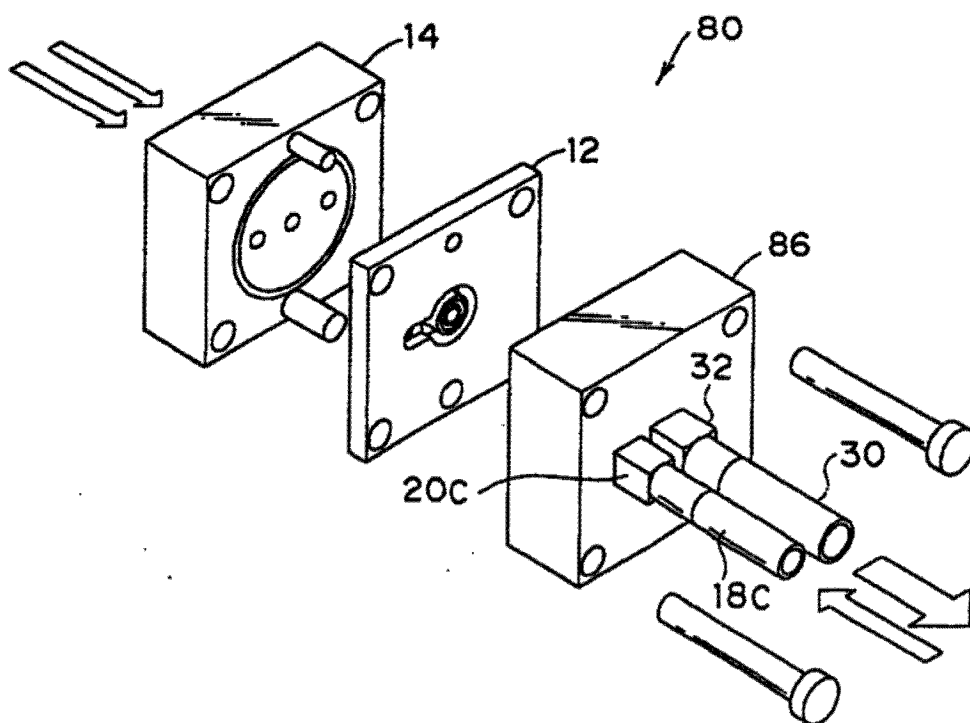


图 12

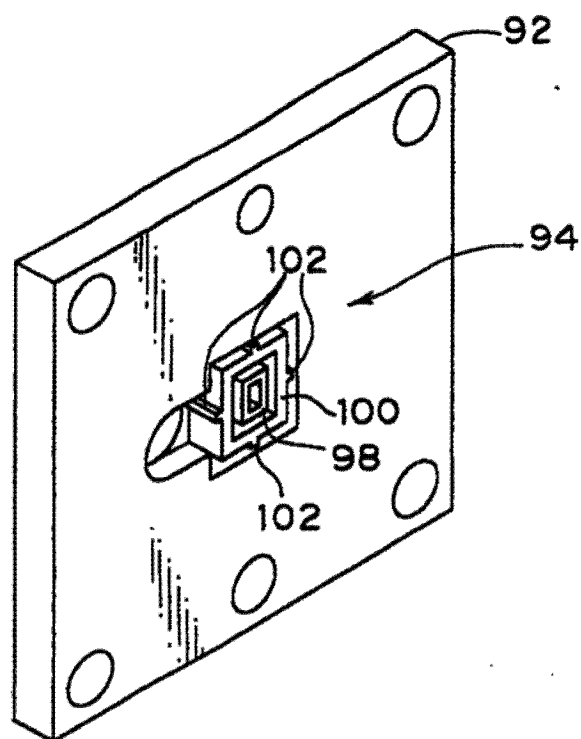


图 13

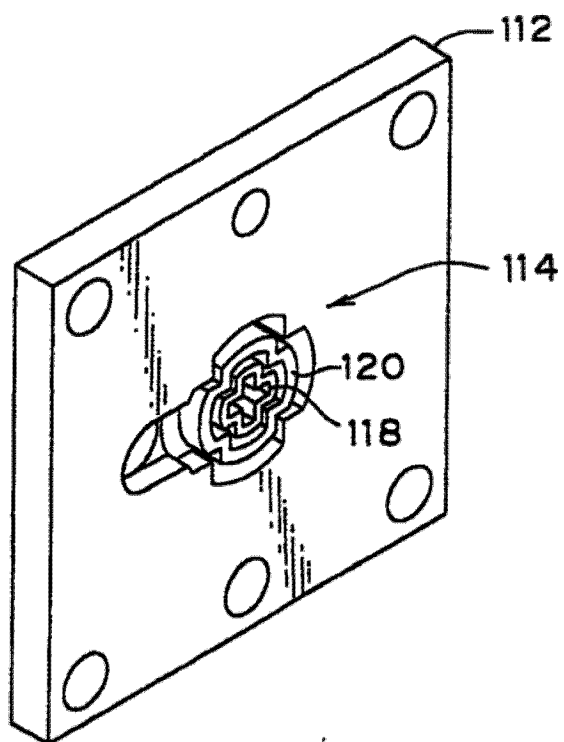


图 14

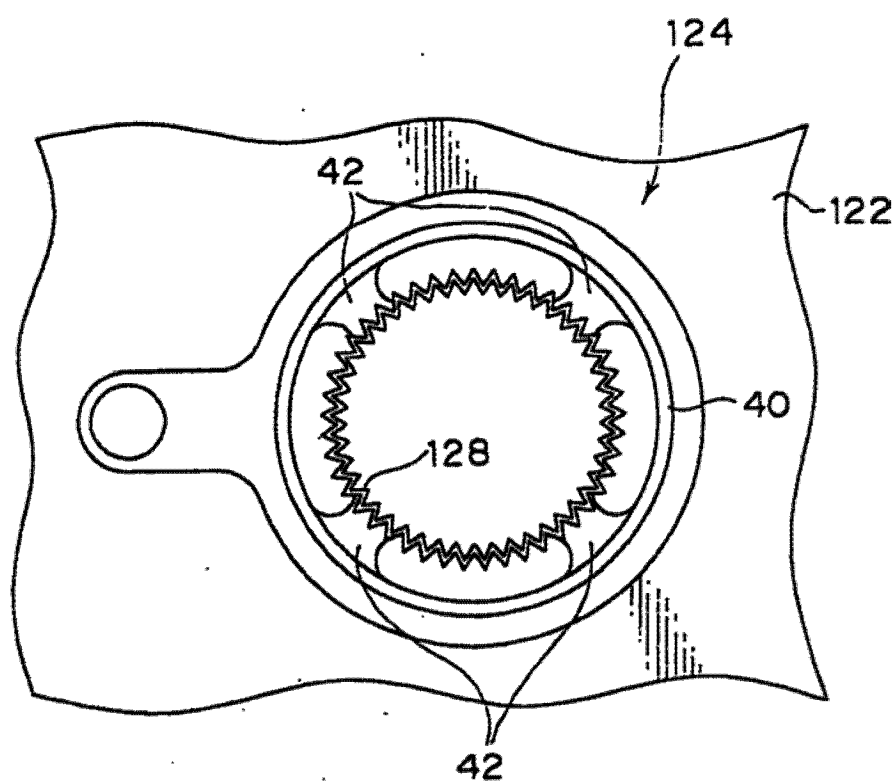


图 15

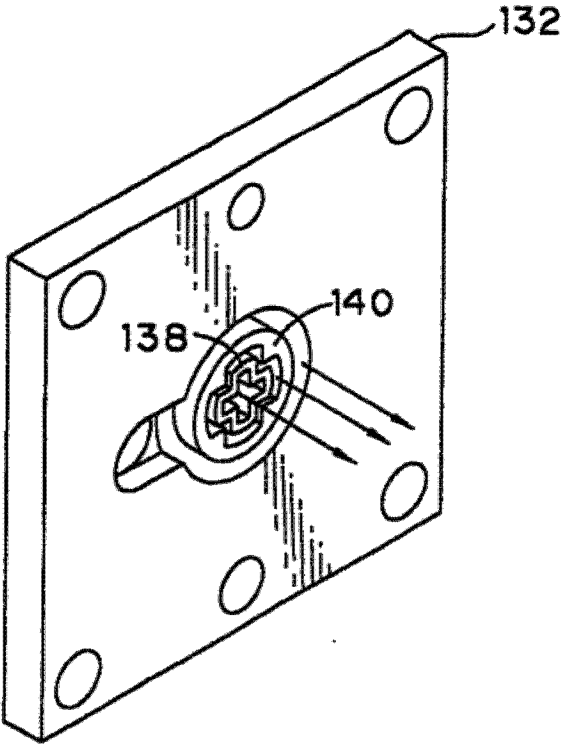


图 16

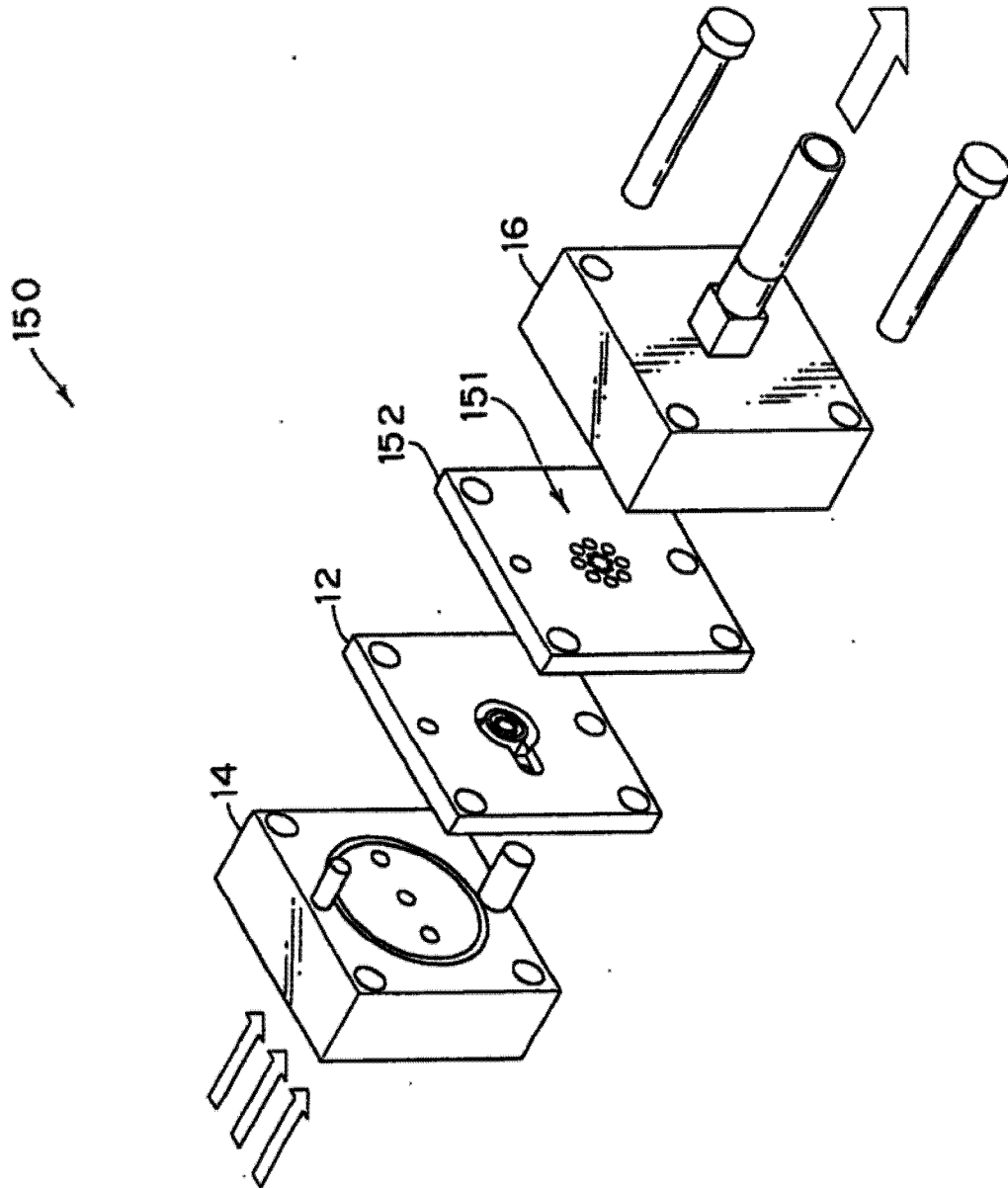


图 17

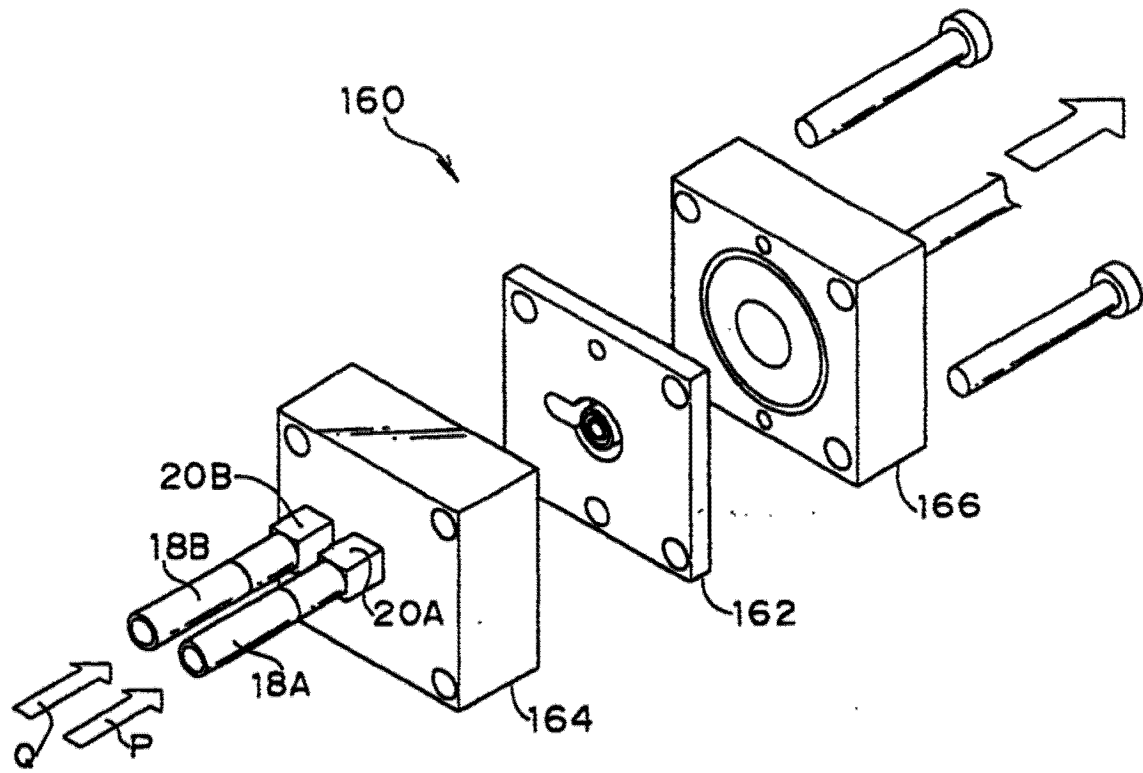


图 18

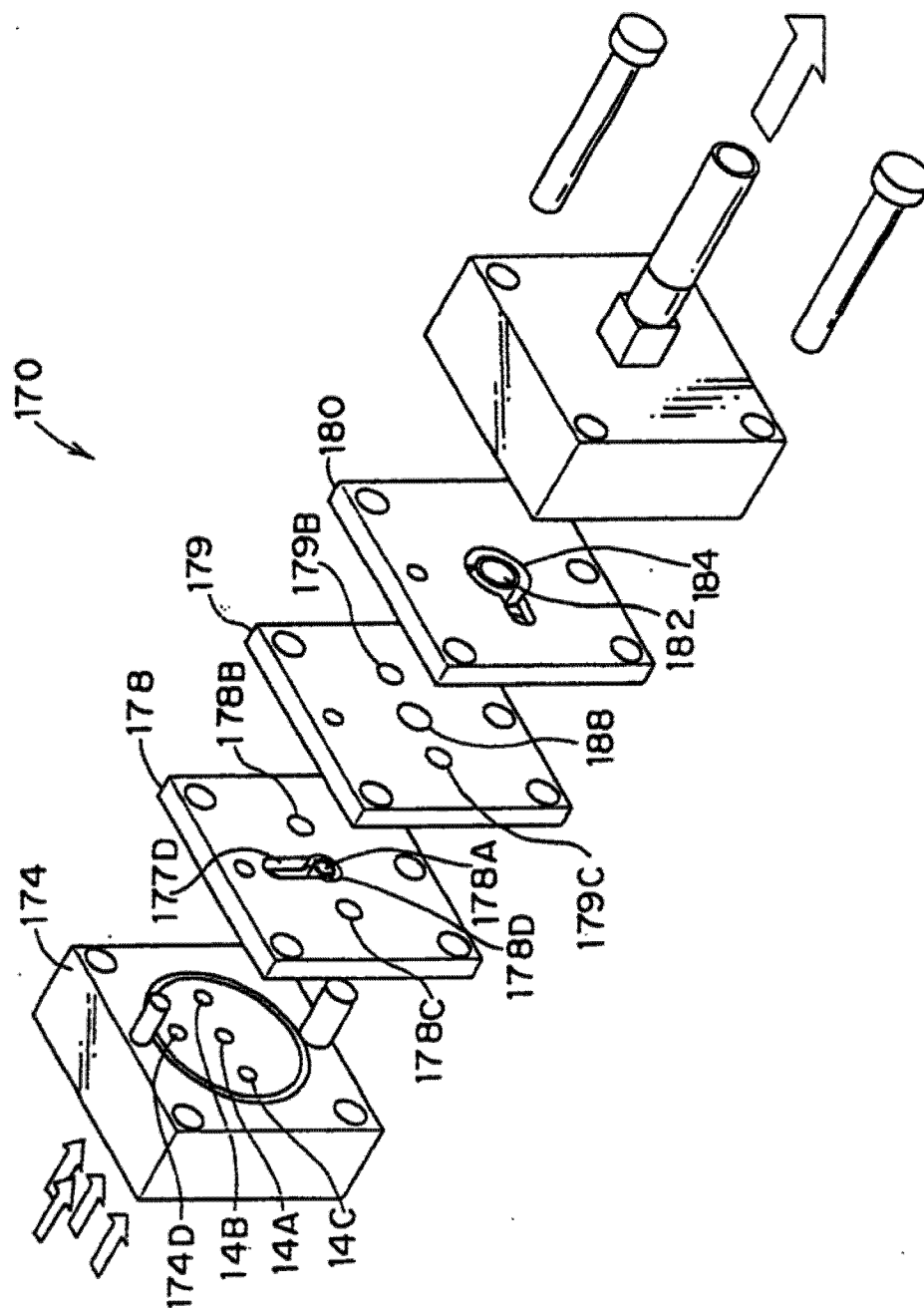


图 19

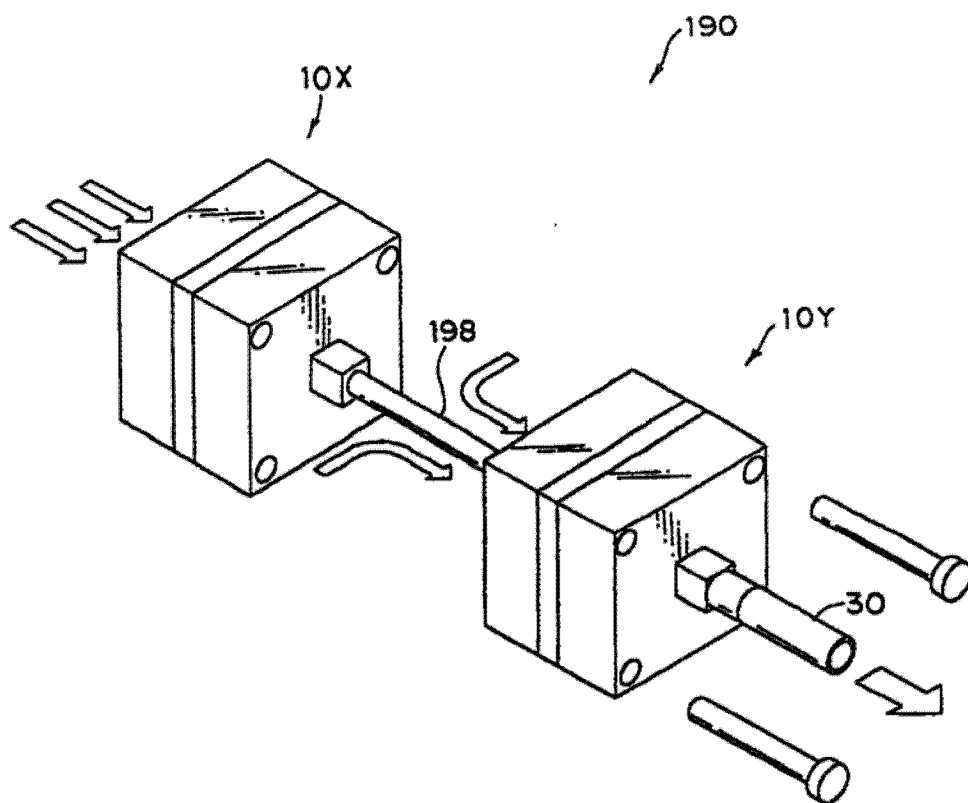


图 20

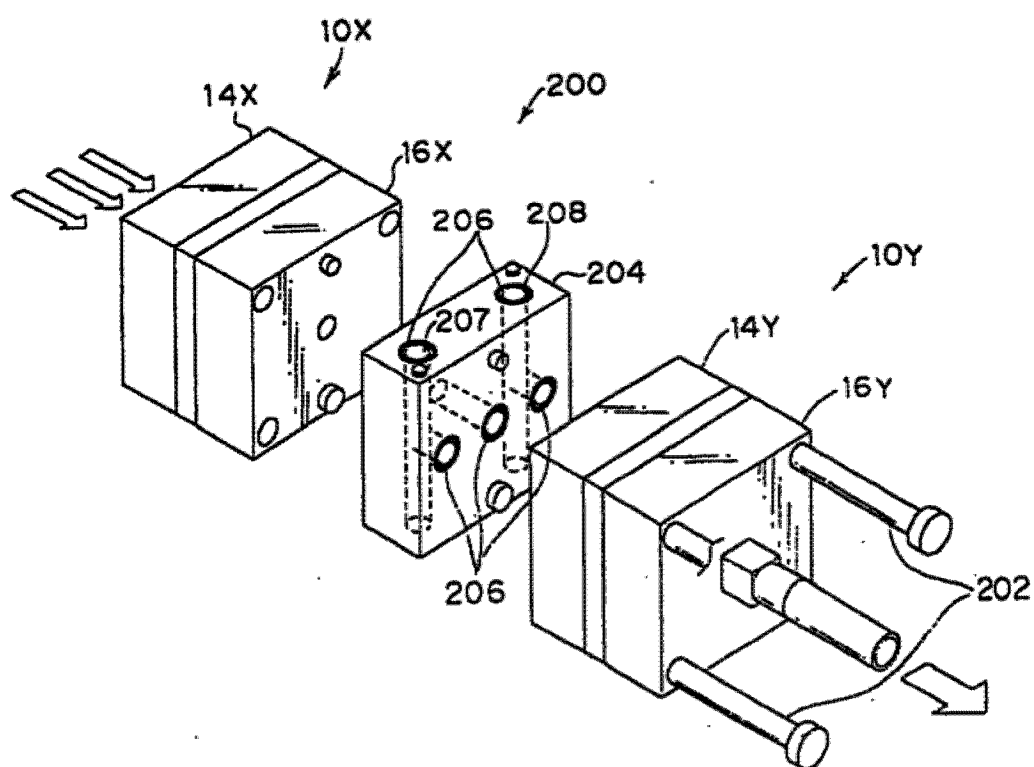


图 21

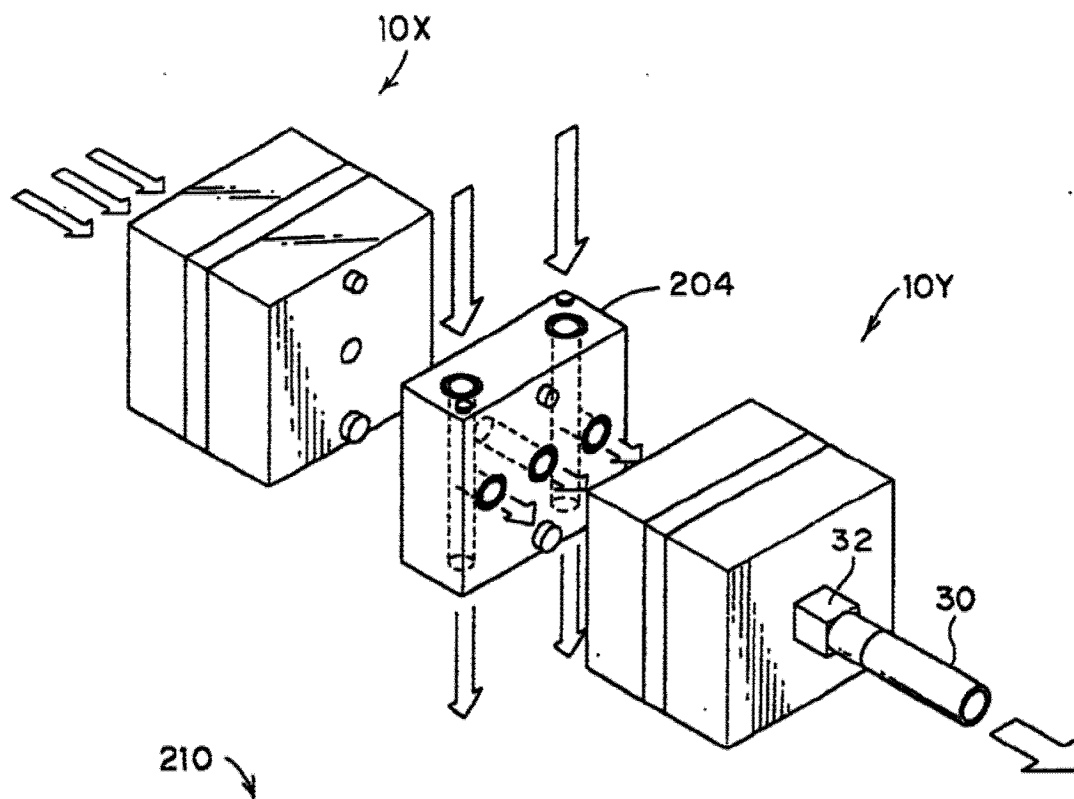


图 22A

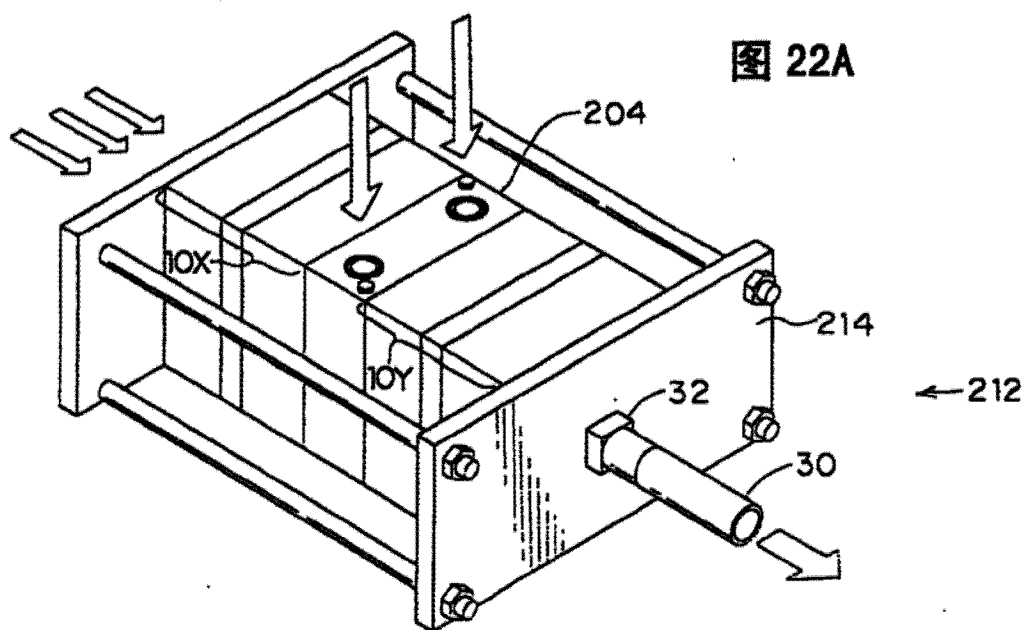


图 22B

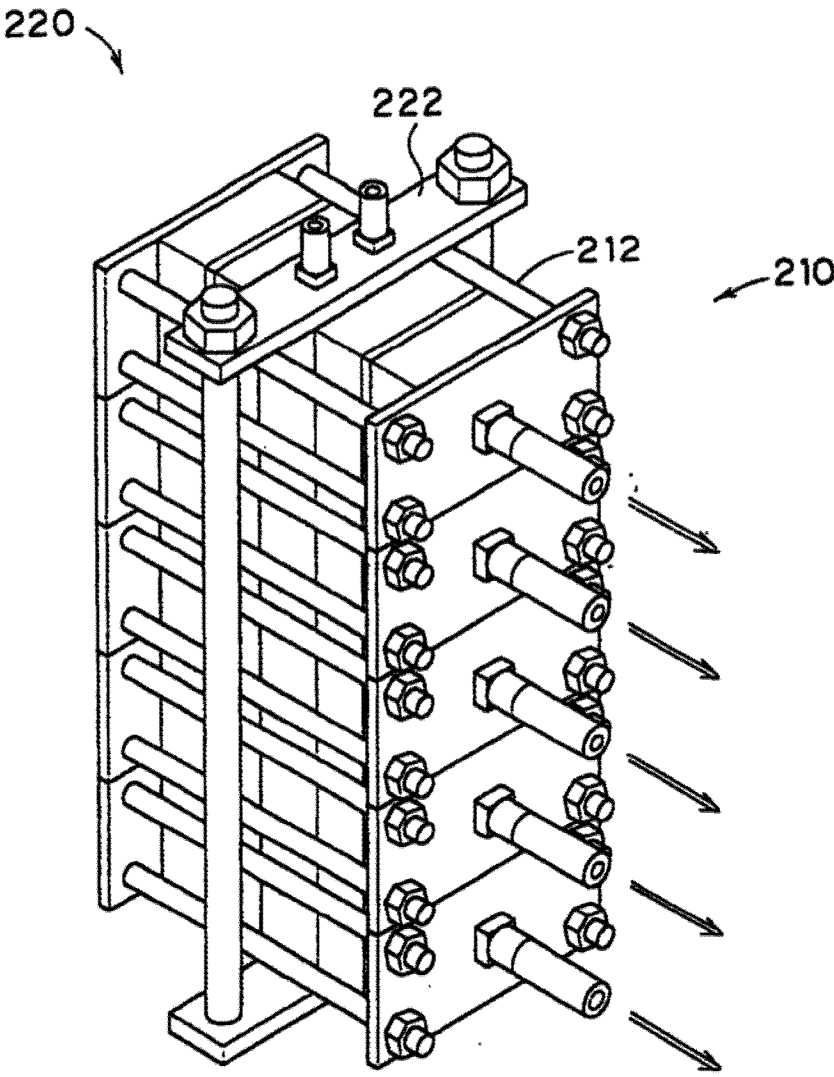


图 23

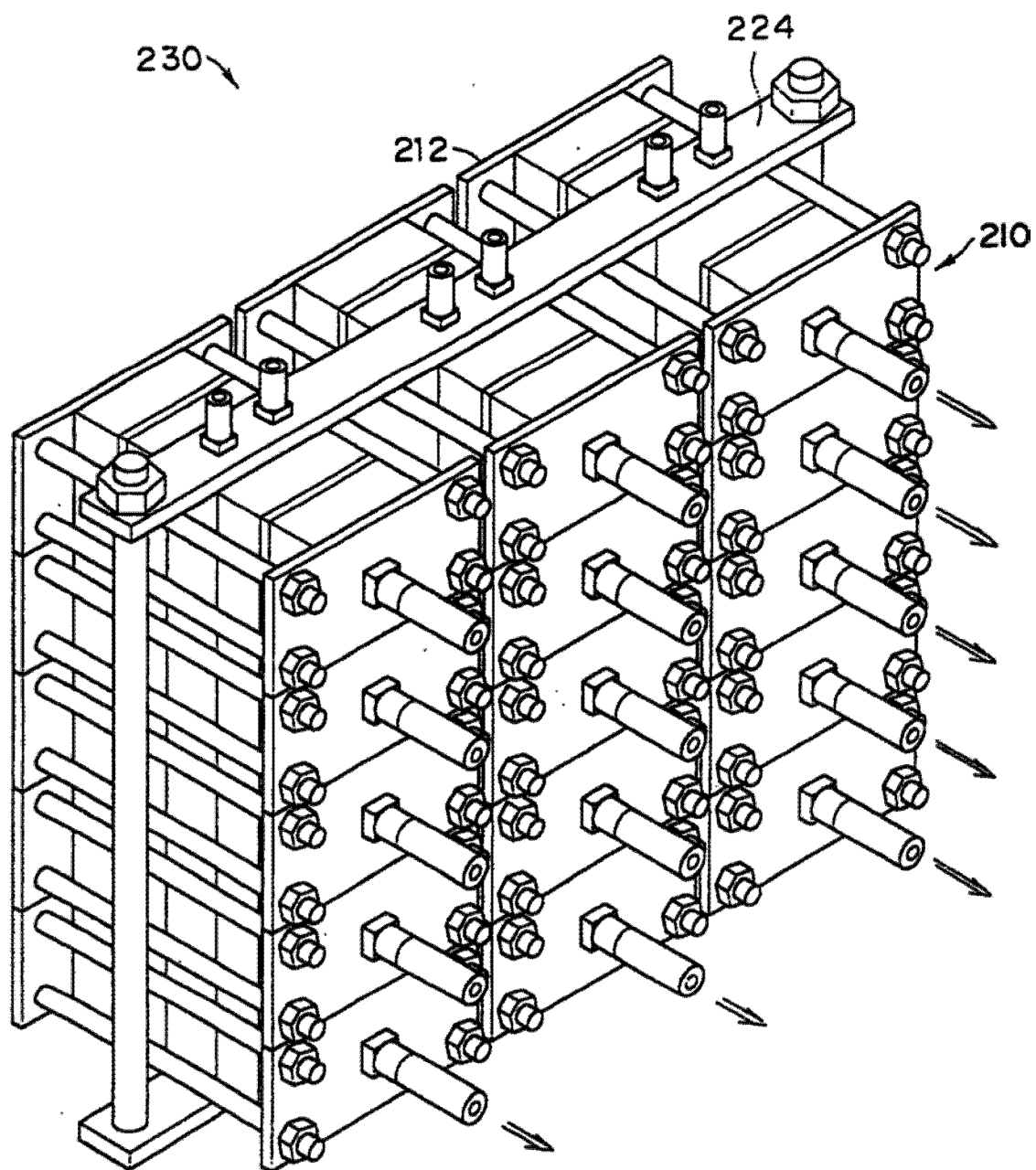


图 24

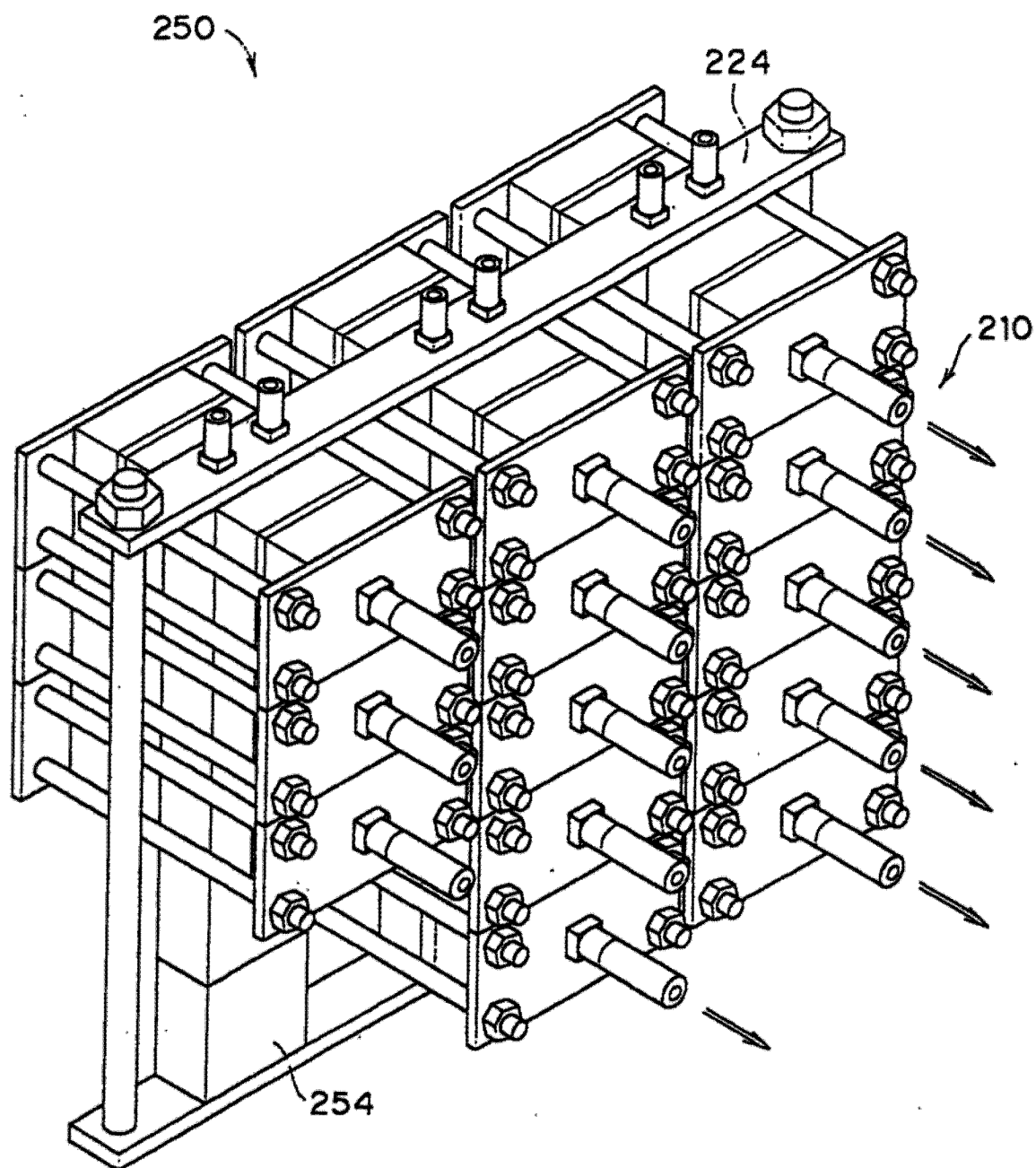


图 26

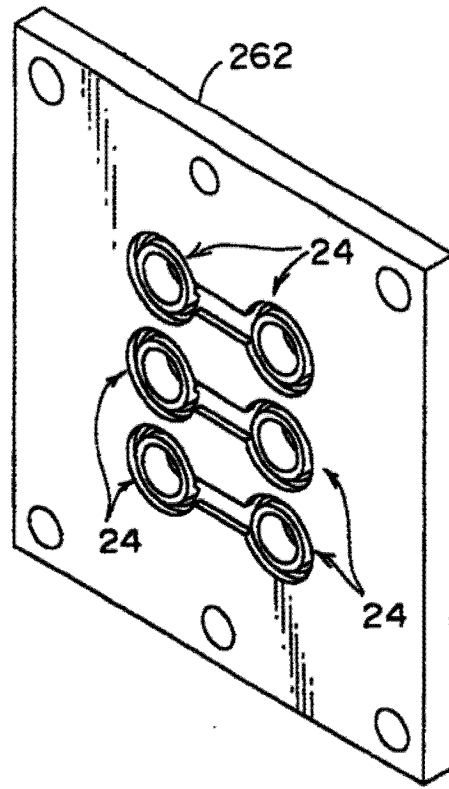


图 27A

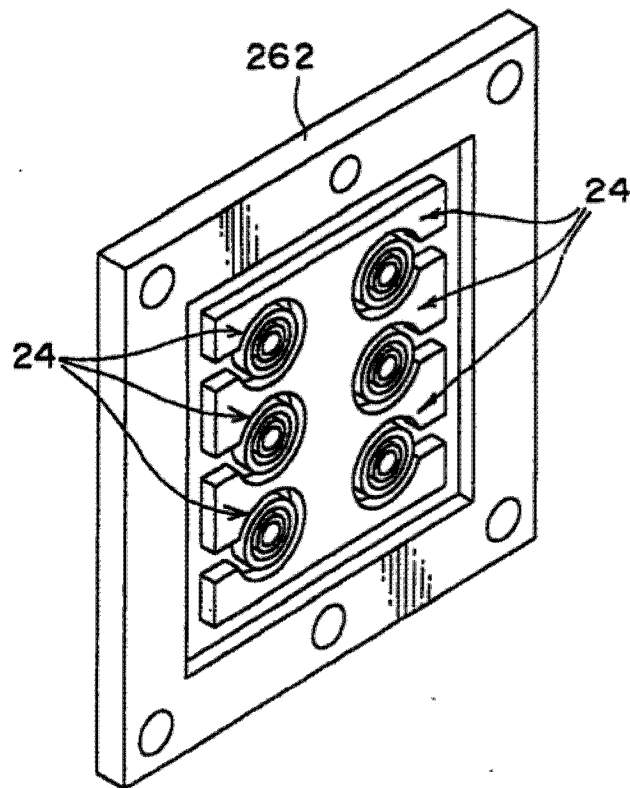


图 27B

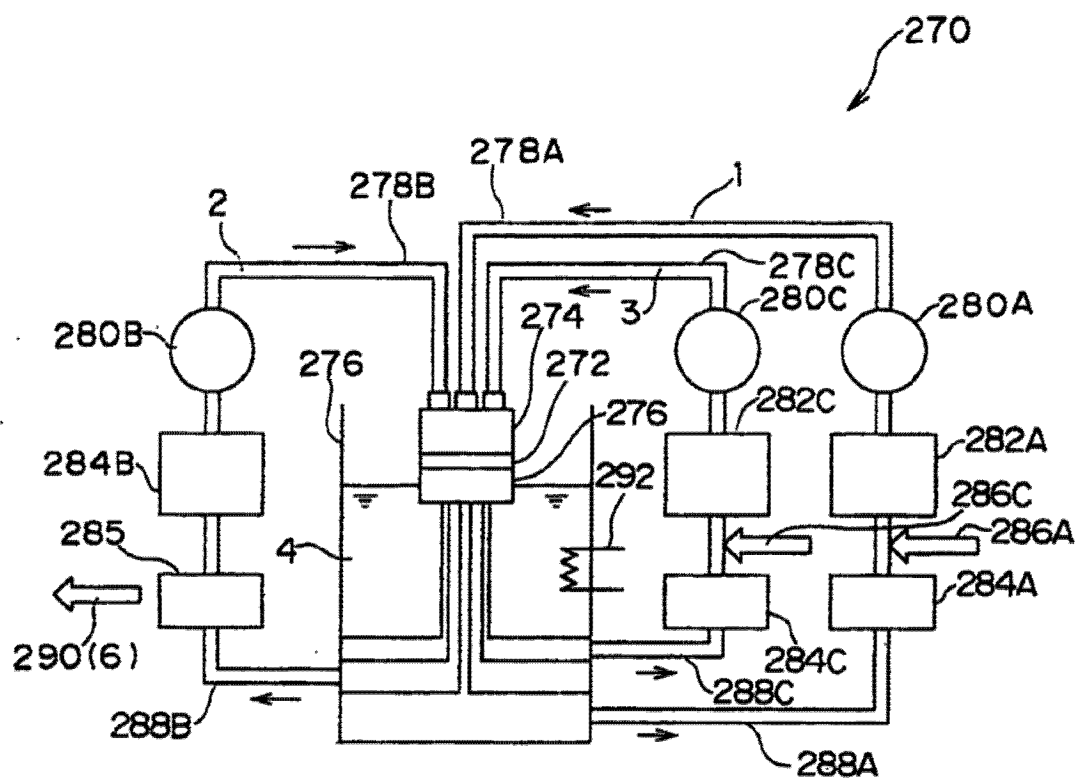


图 28

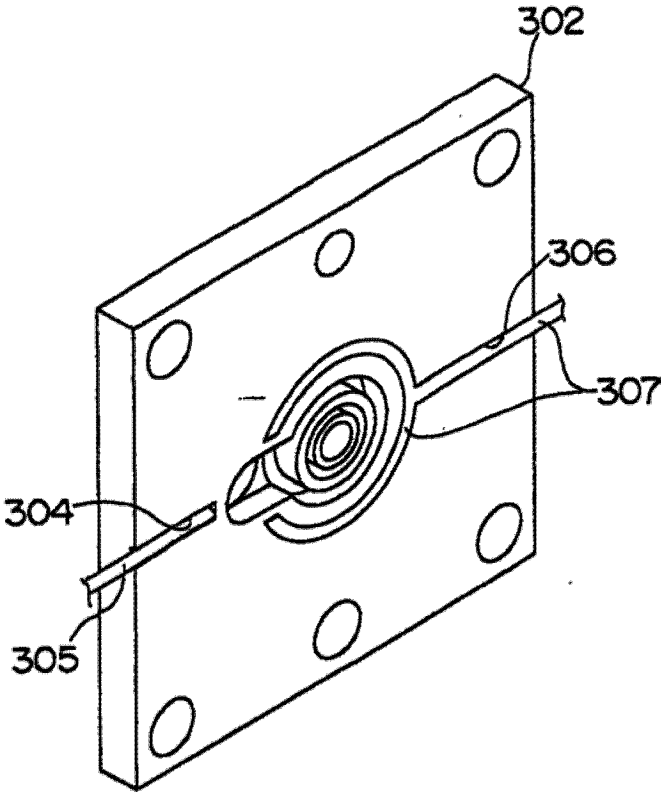


图 29

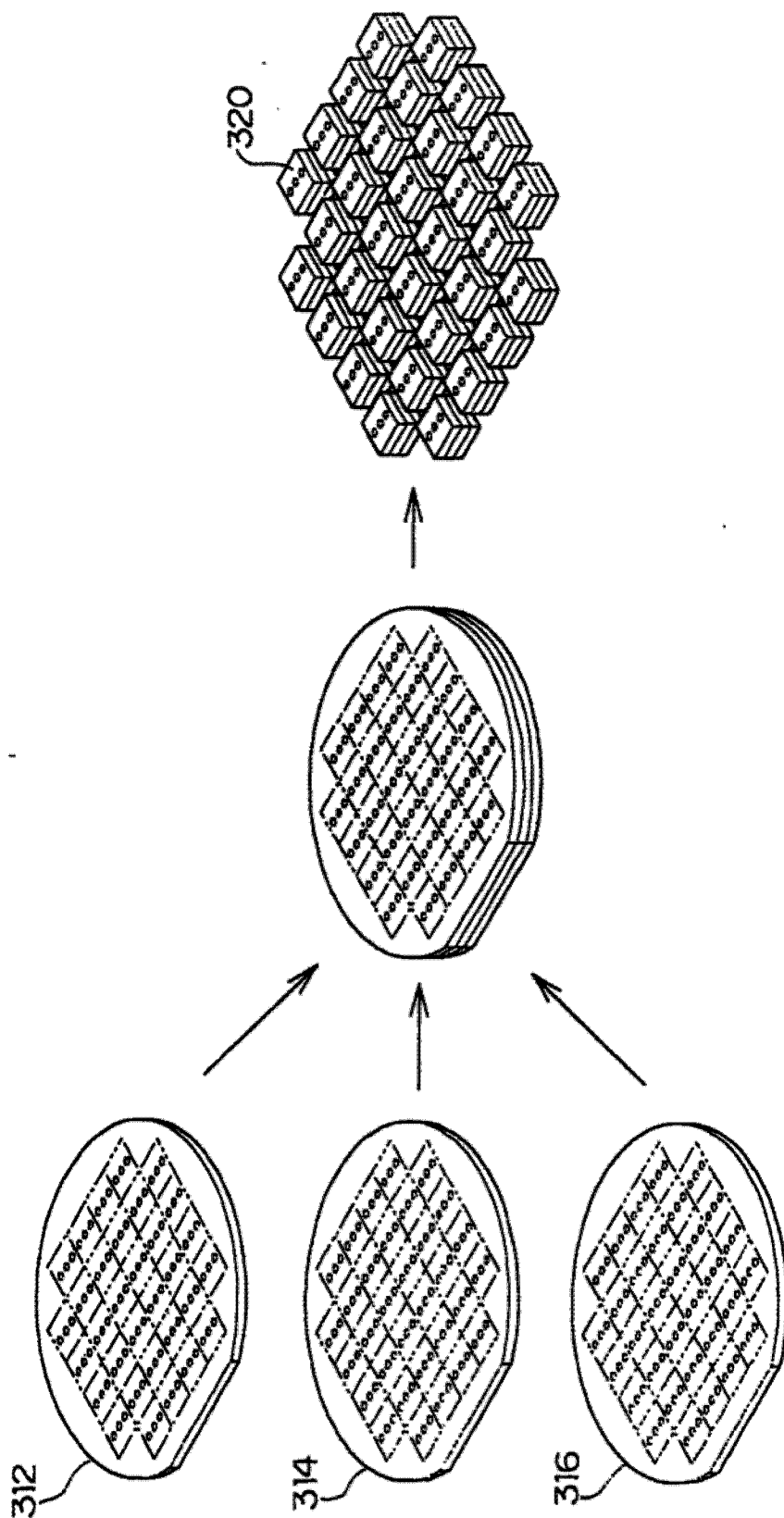


图 30

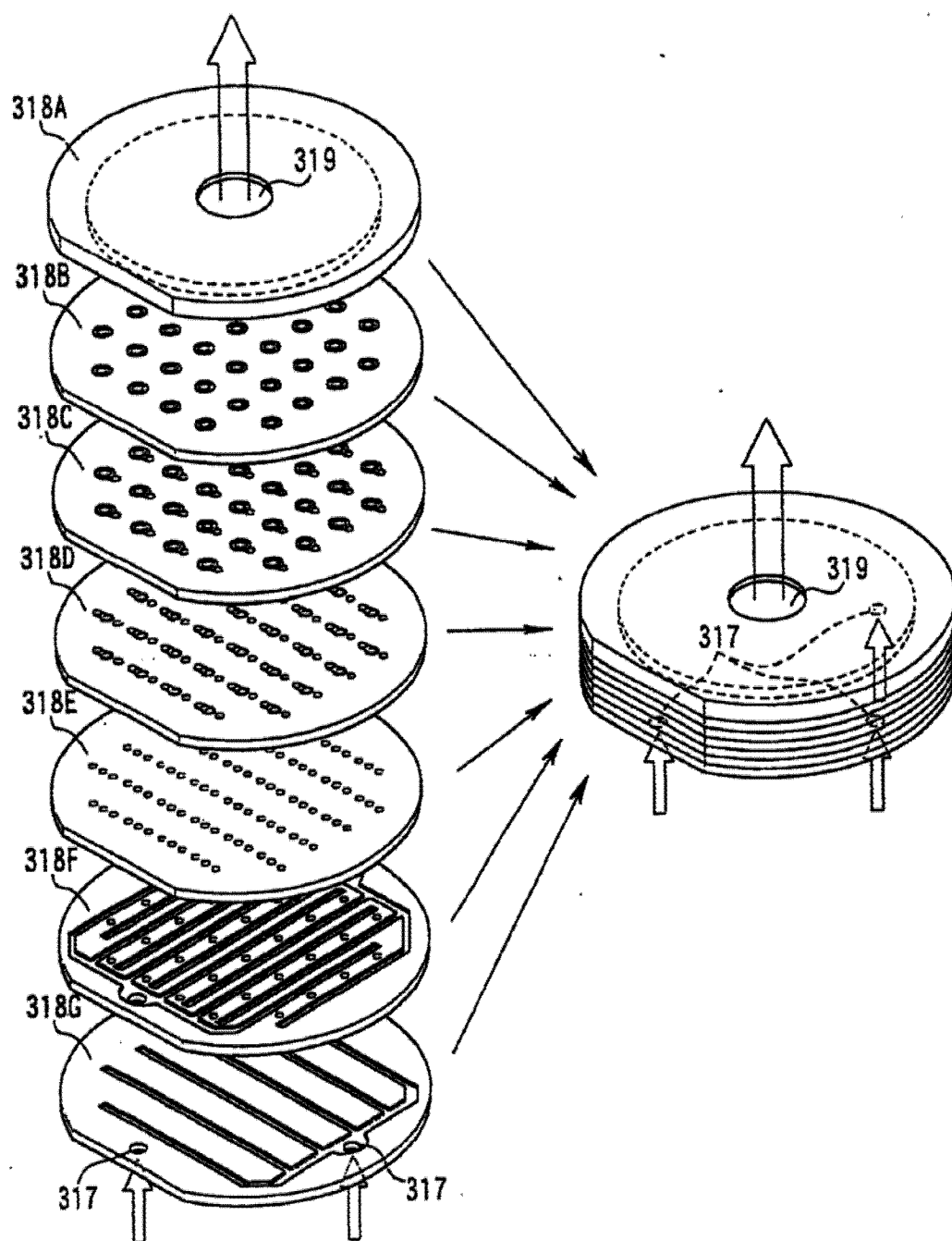


图 31

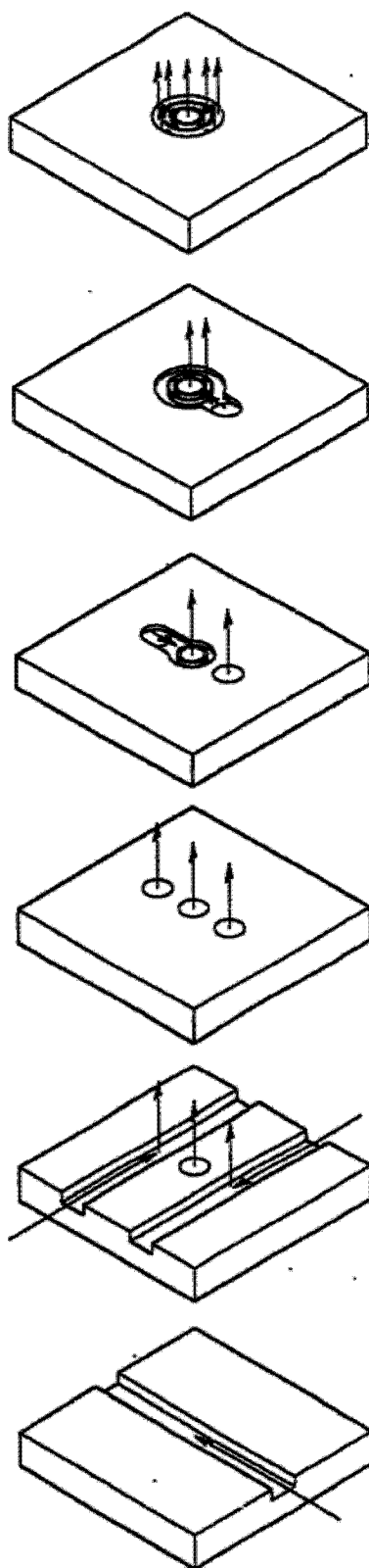


图 32

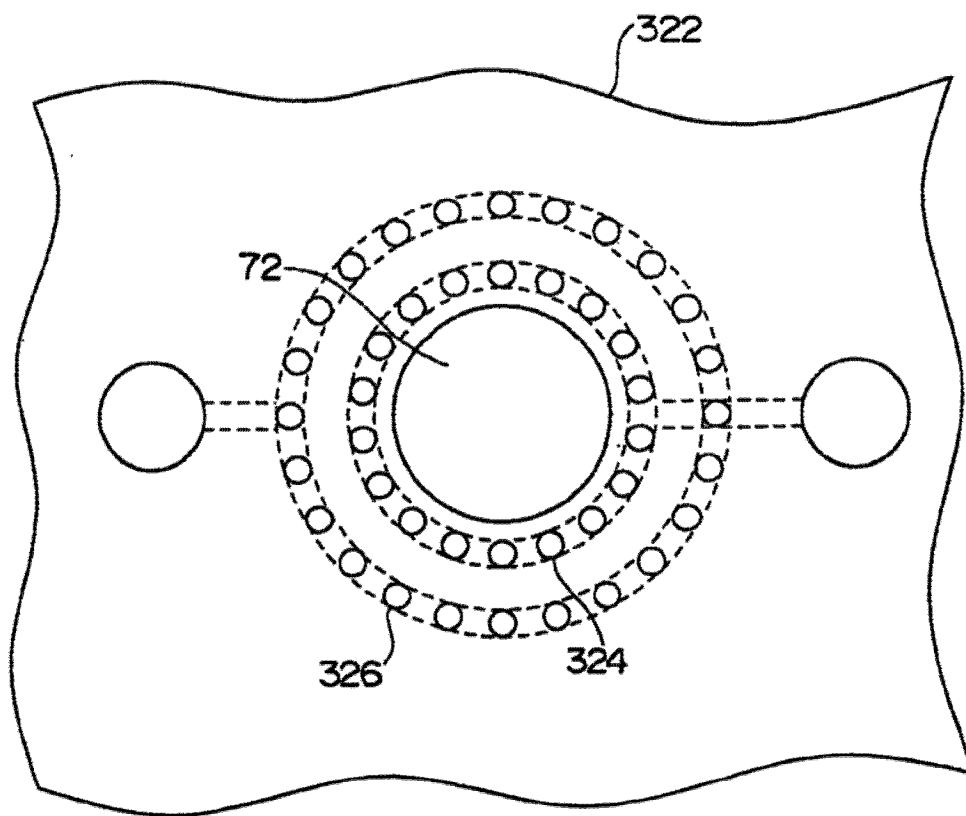


图 33

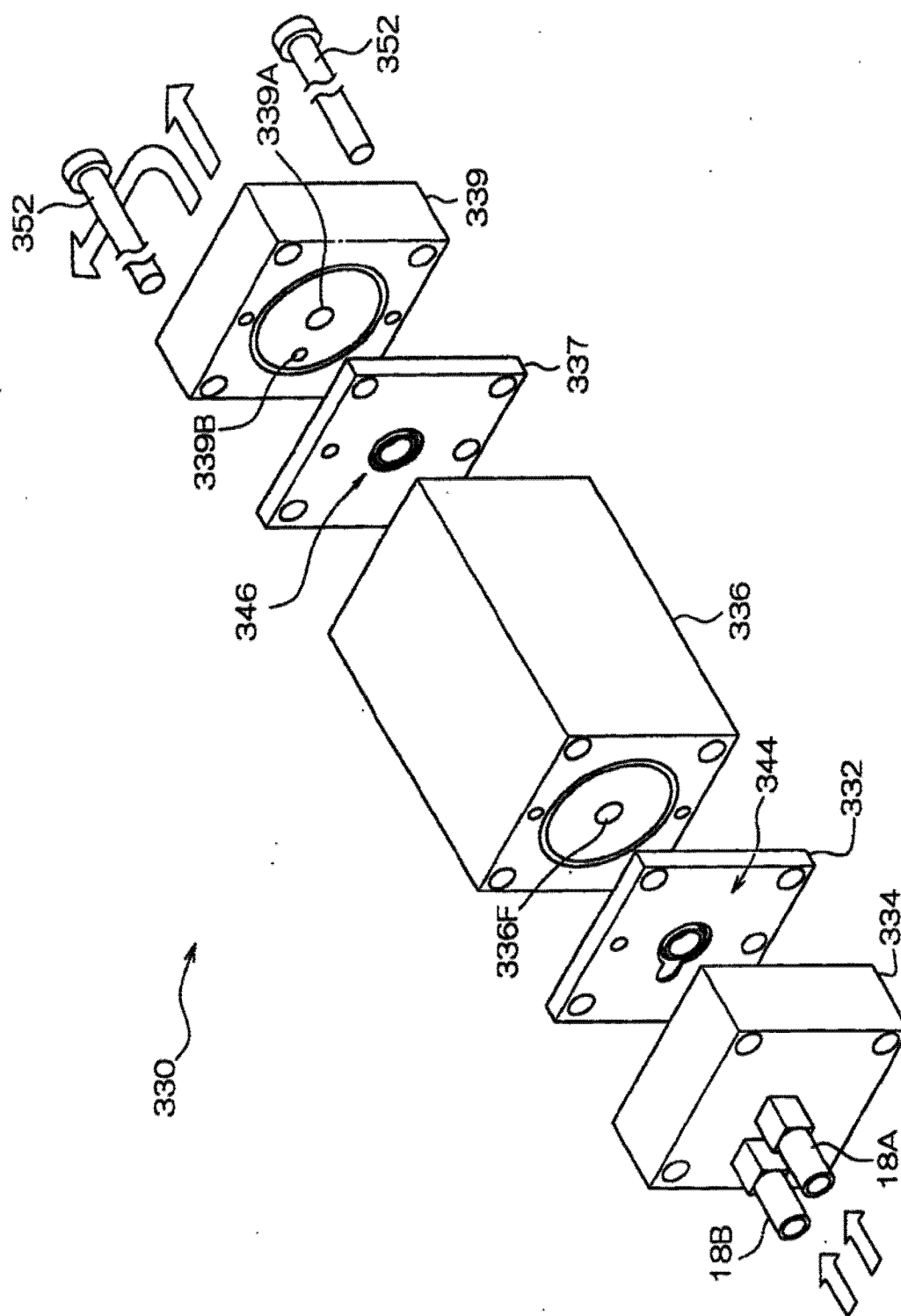


图 34

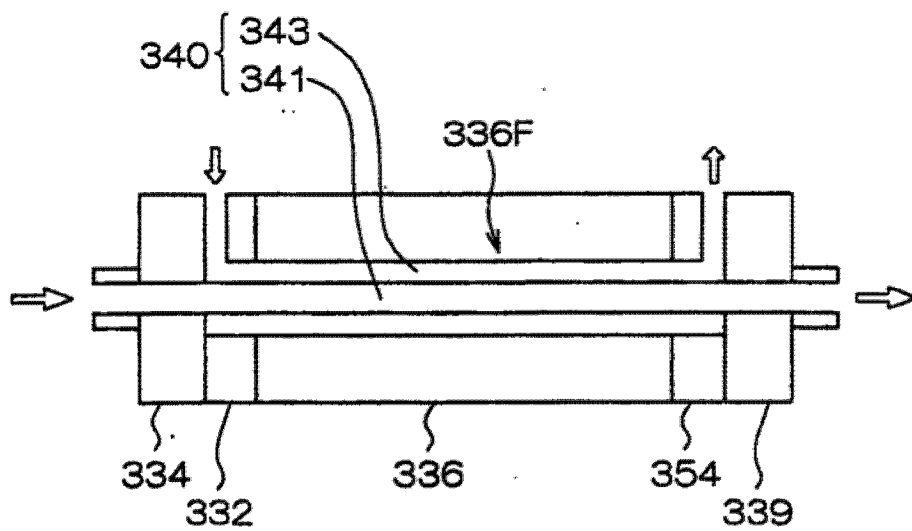


图 35

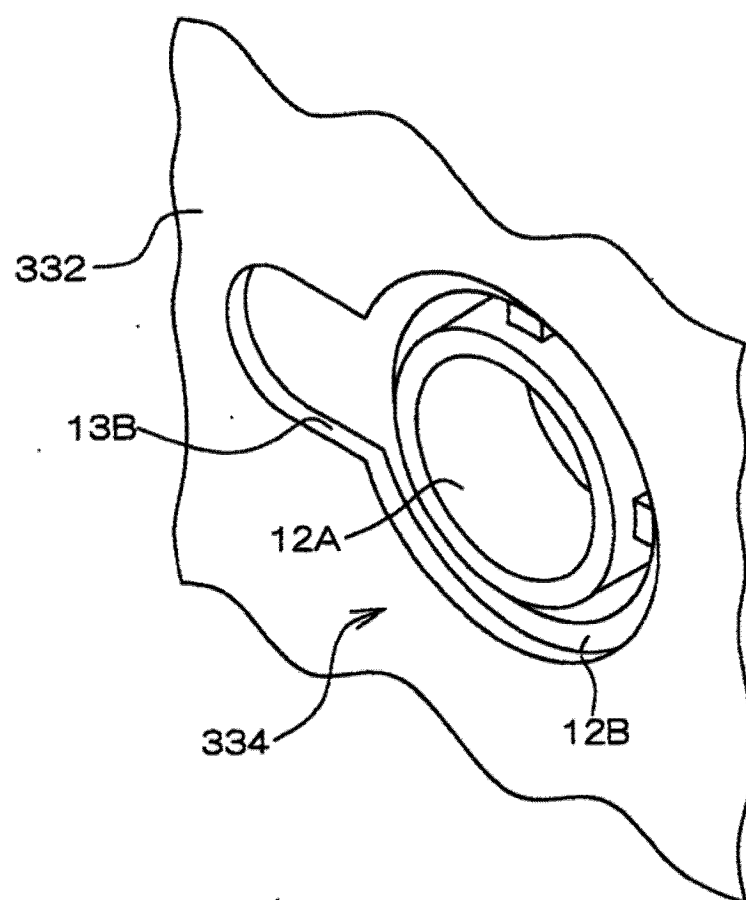


图 36

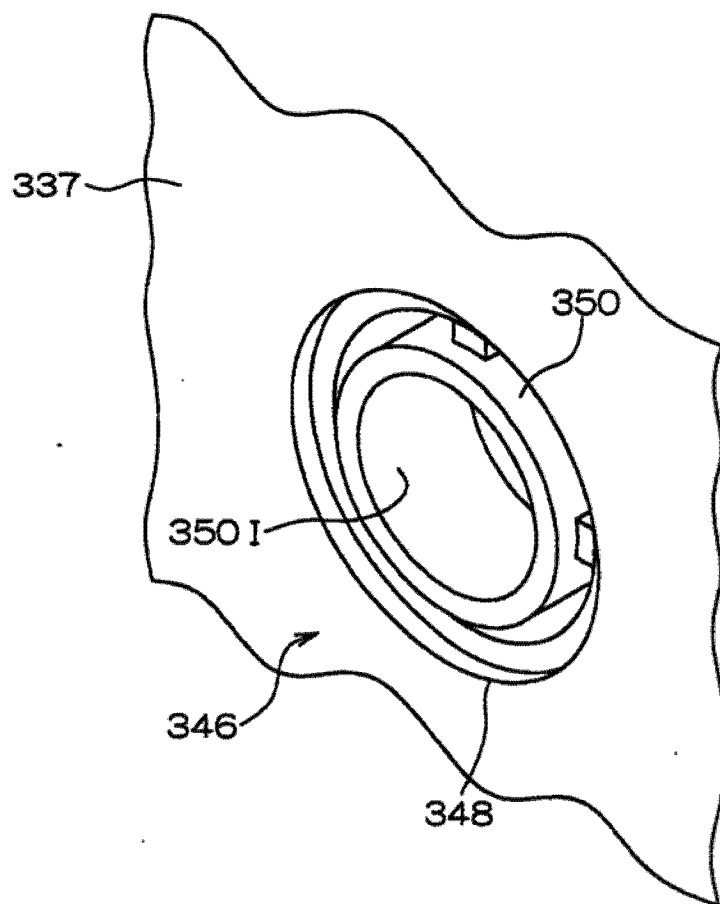


图 37

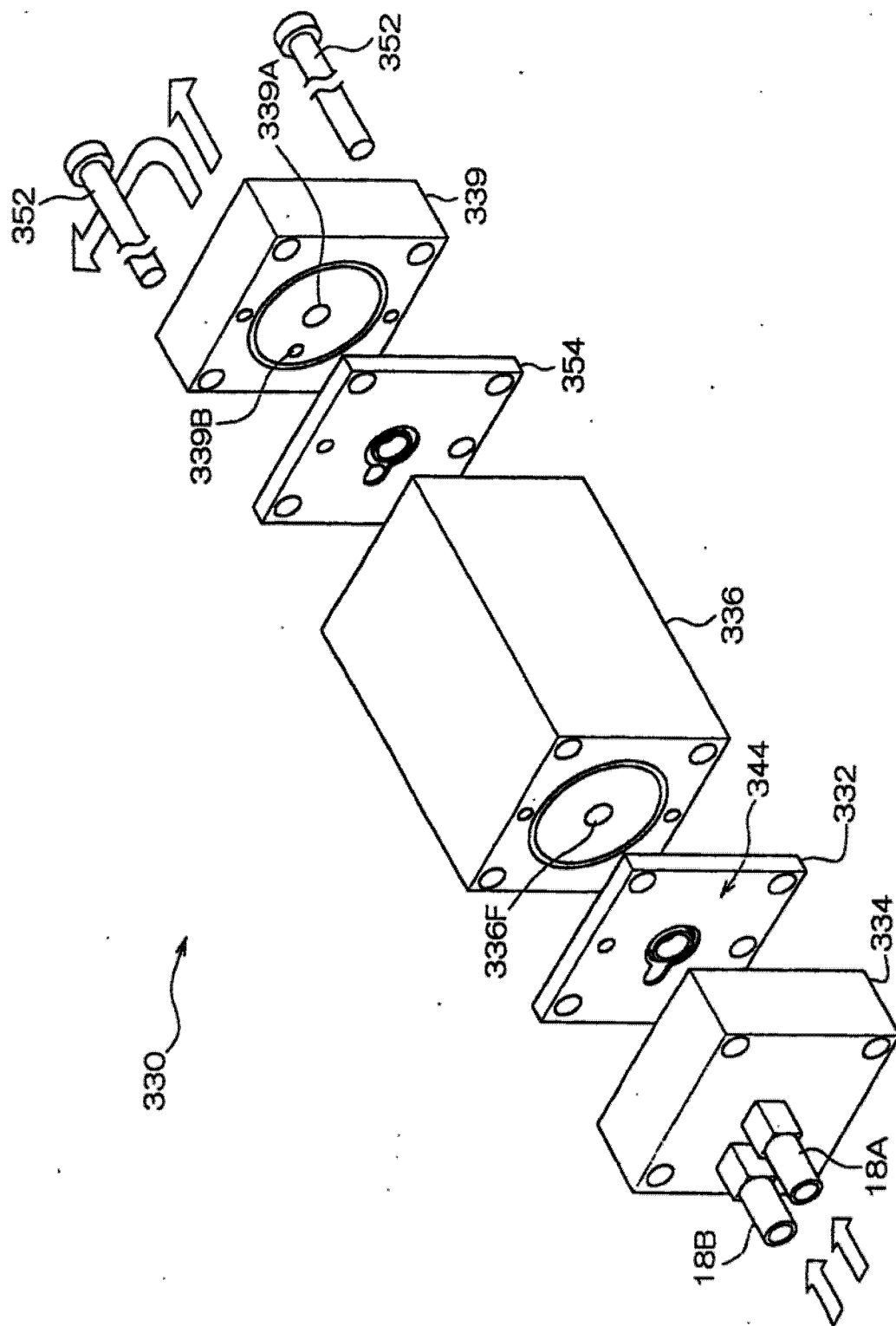


图 38

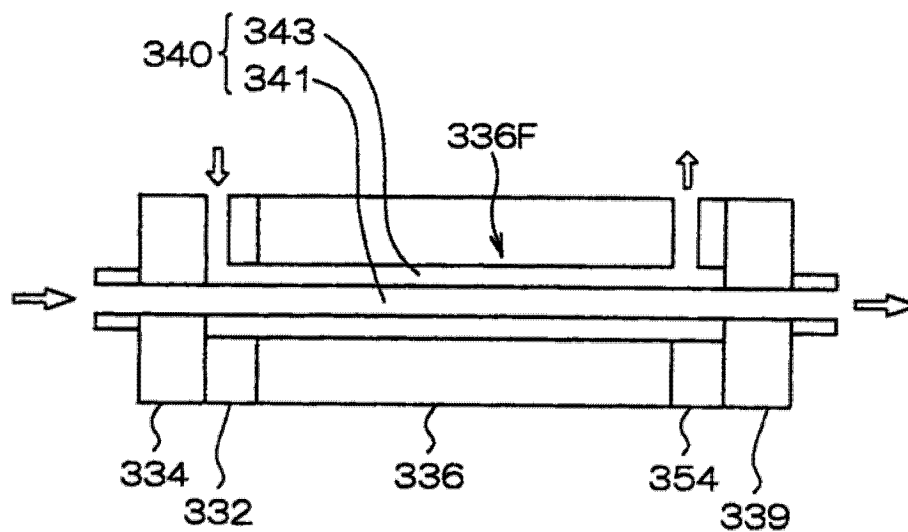


图 39

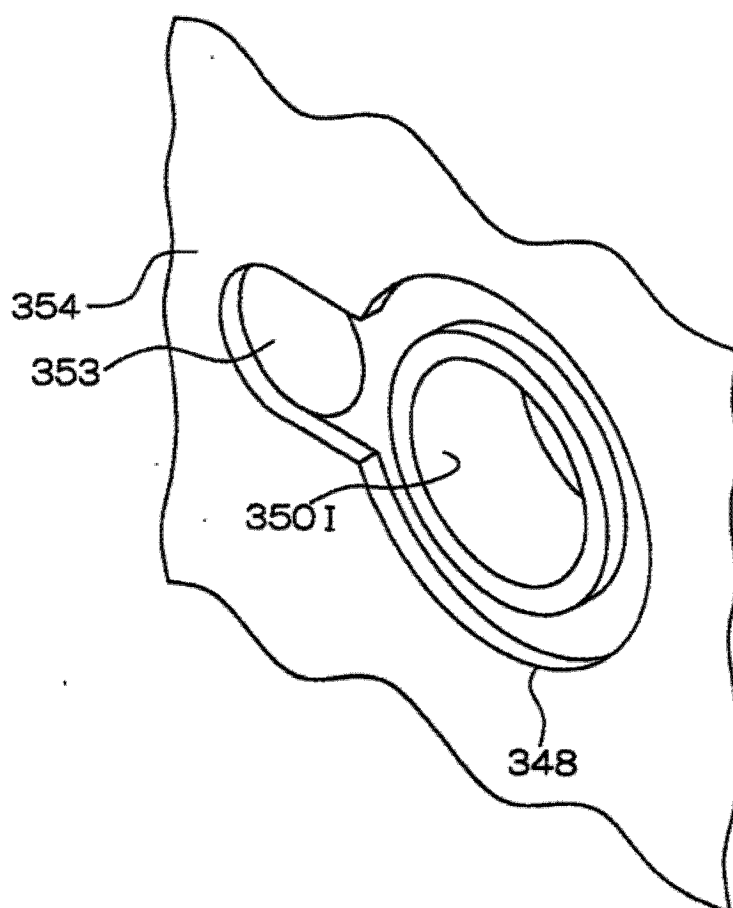


图 40

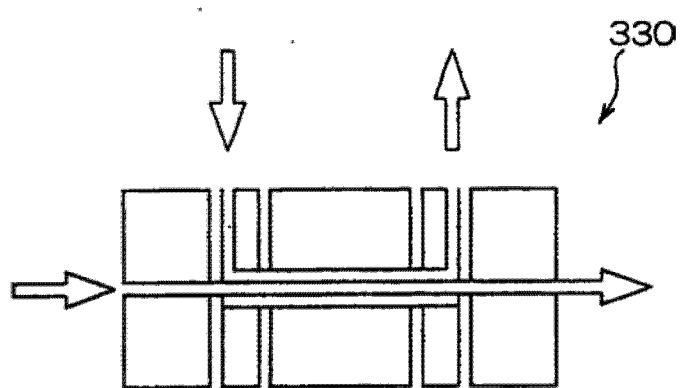


图 41

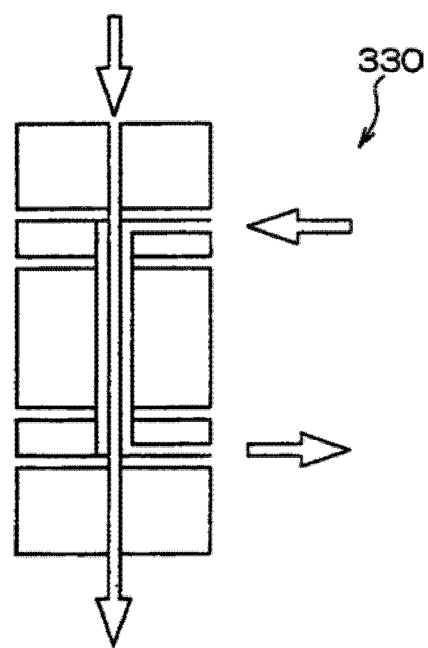


图 42

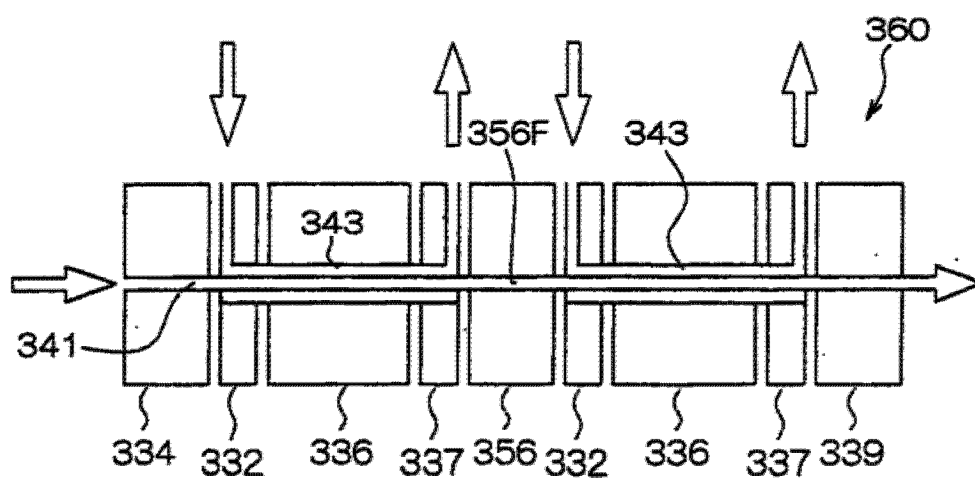


图 43

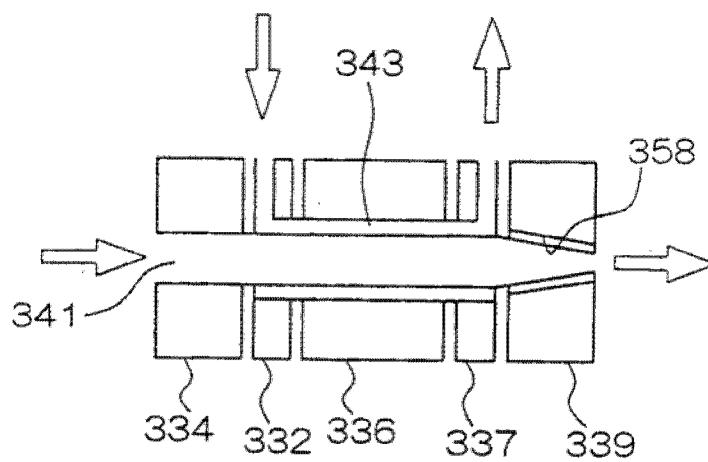


图 44

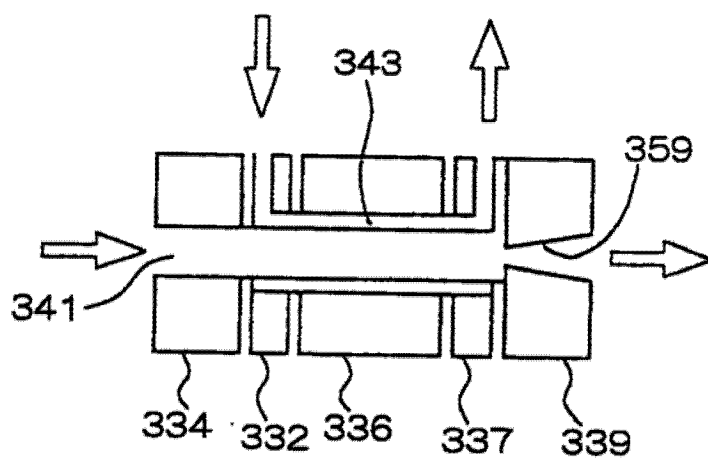


图 45

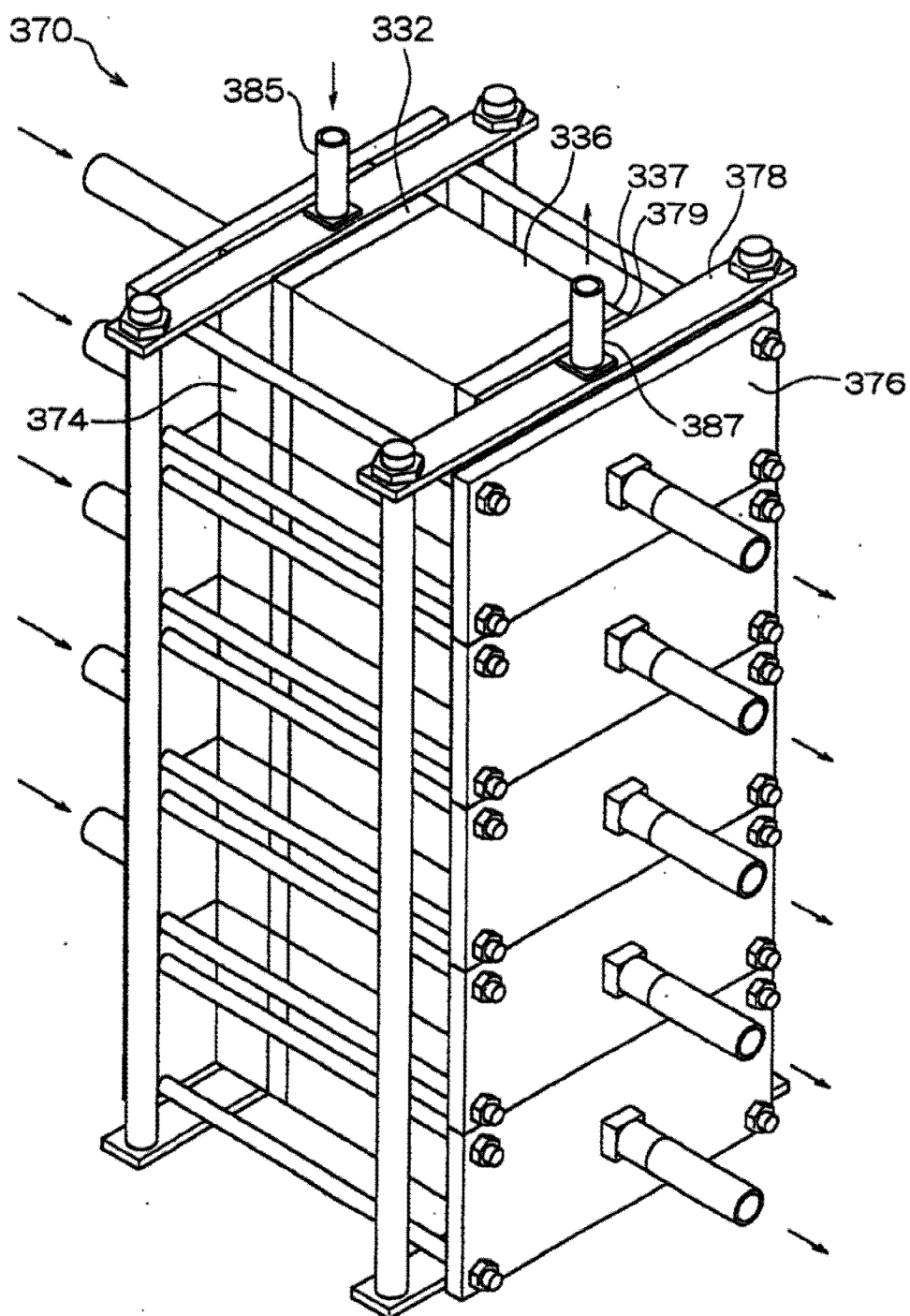


图 46

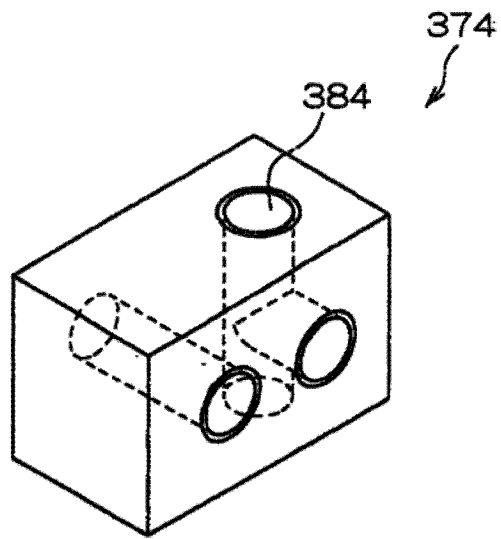


图 47

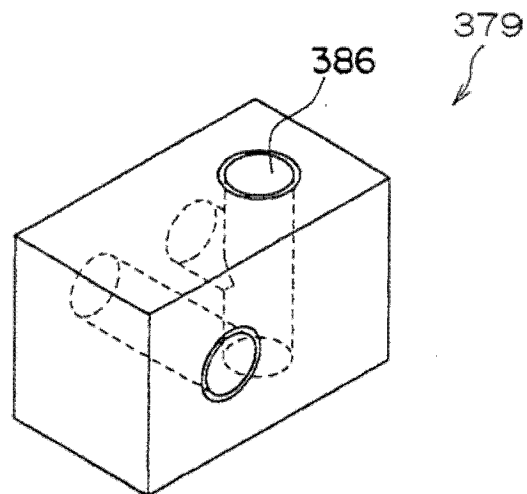


图 48

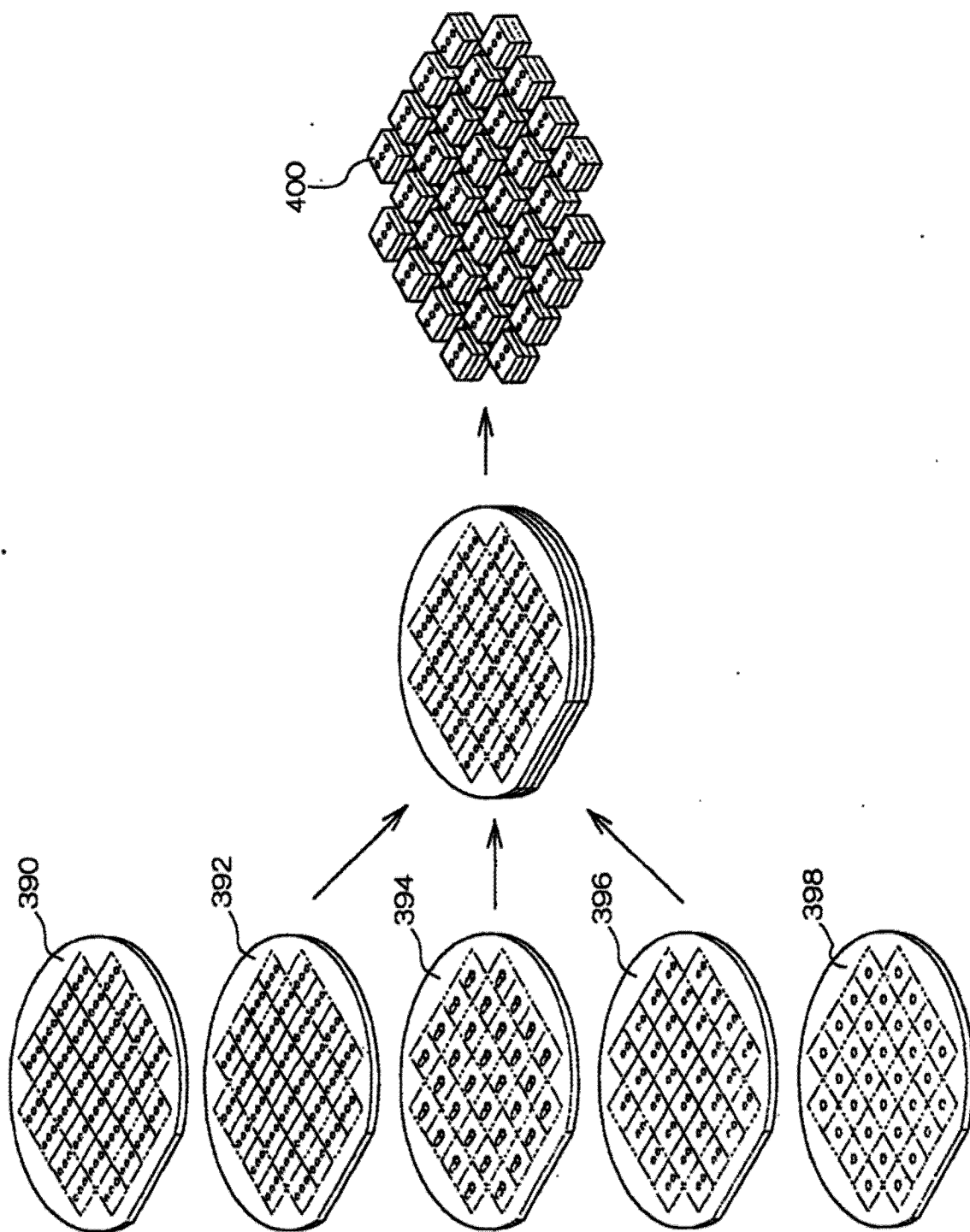


图 49

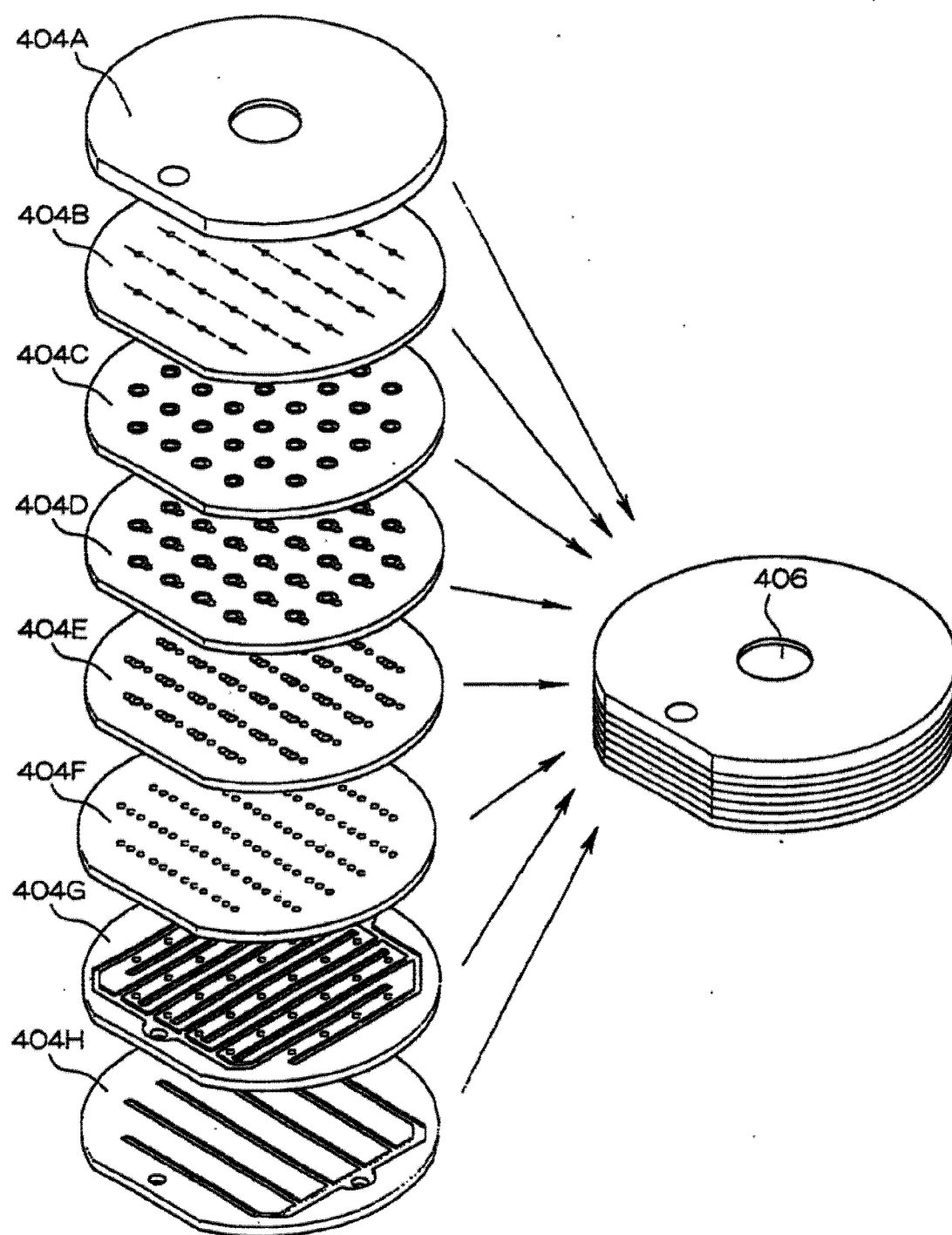


图 50

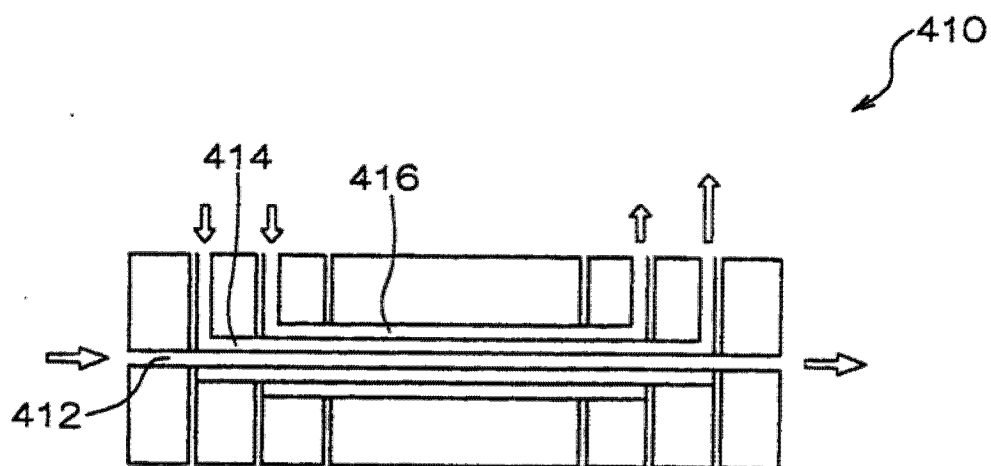


图 51

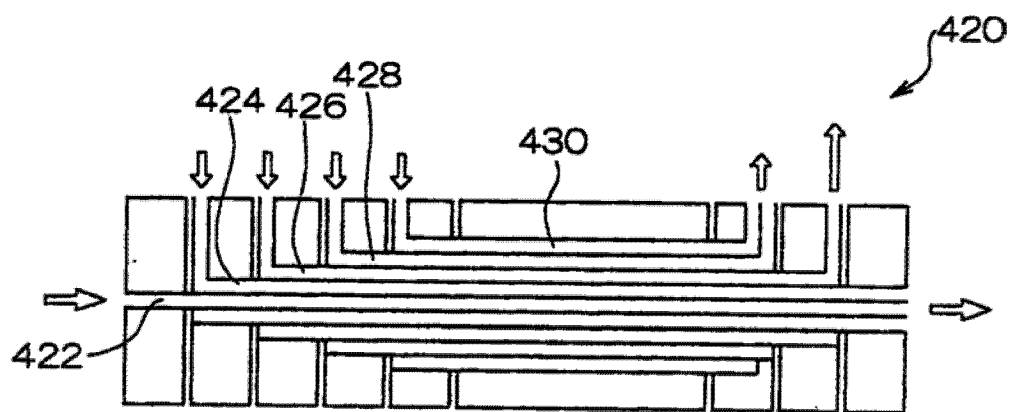


图 52

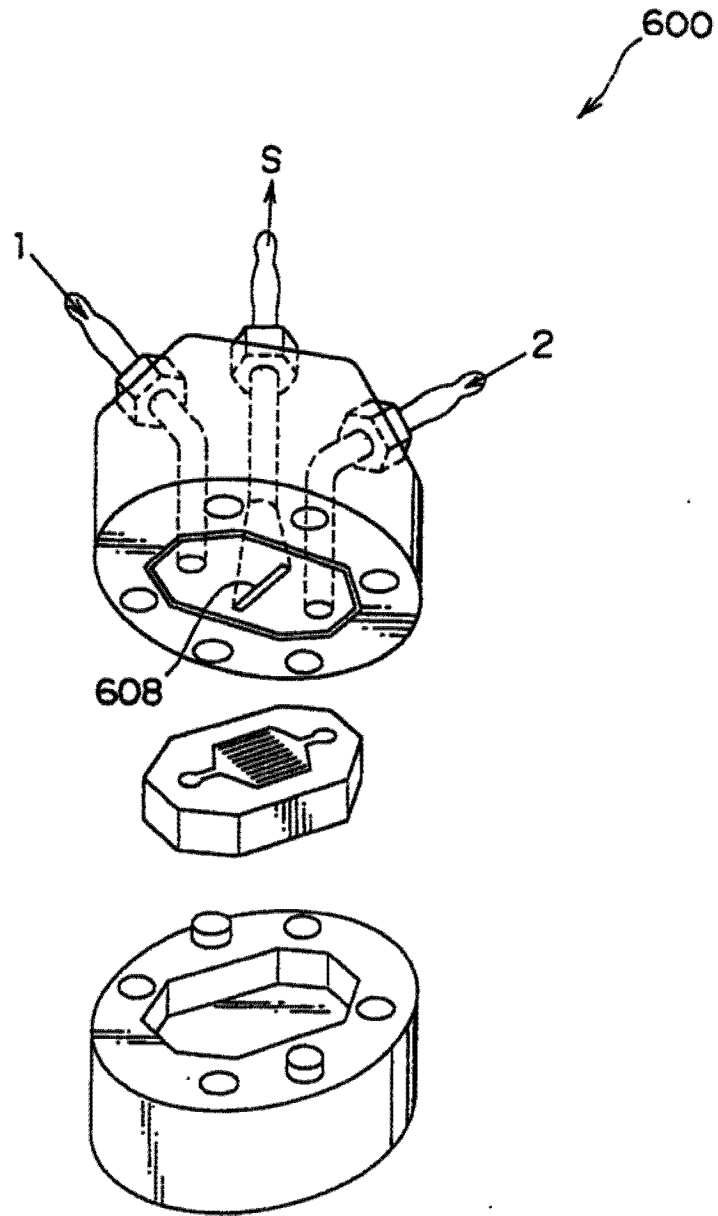


图 53

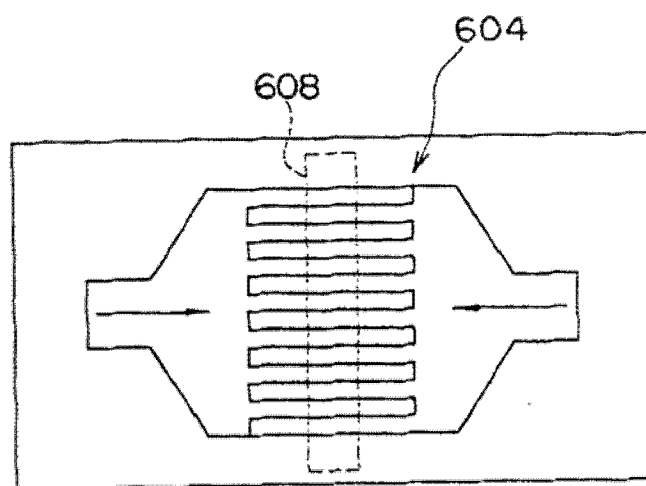


图 54

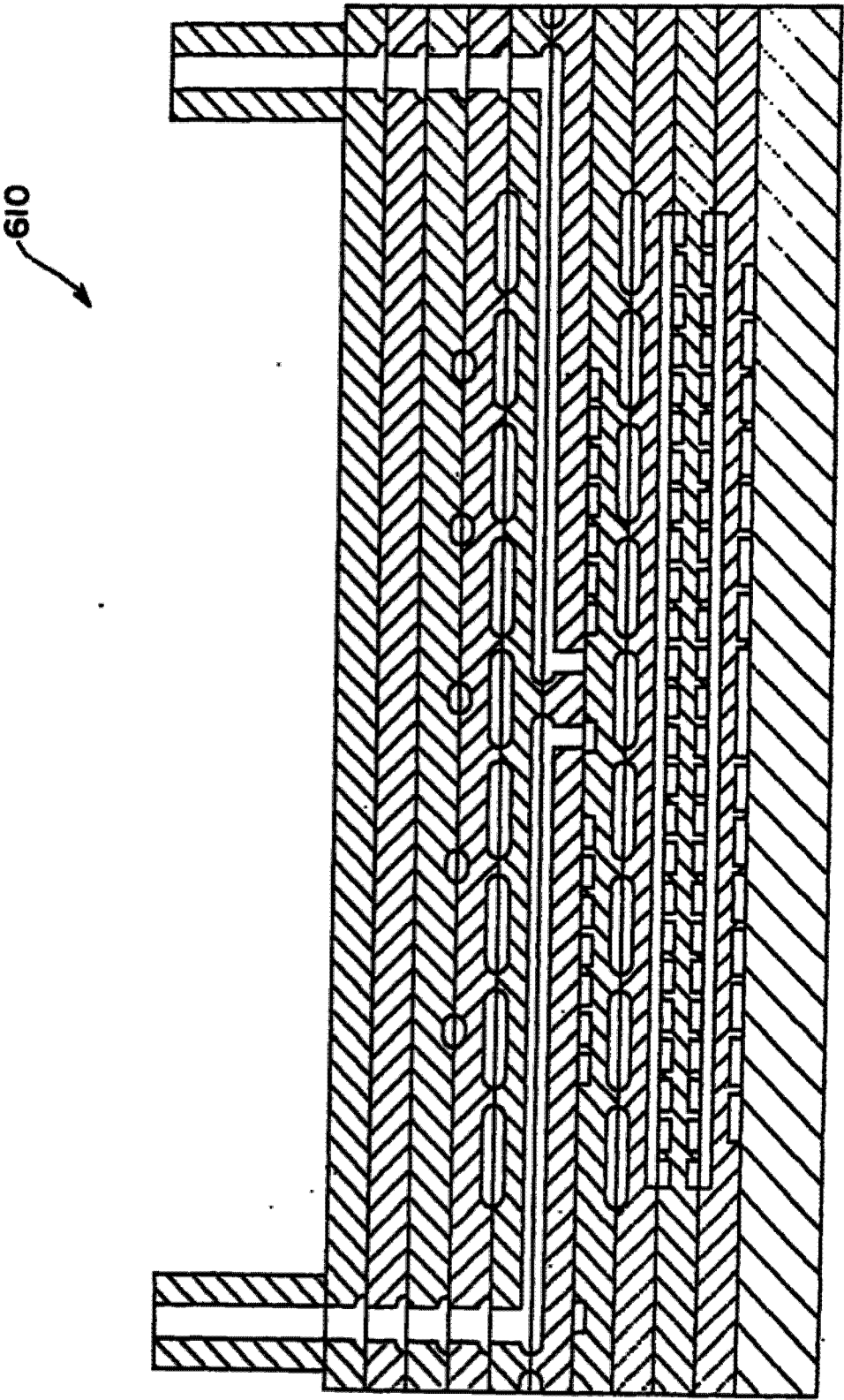


图 55

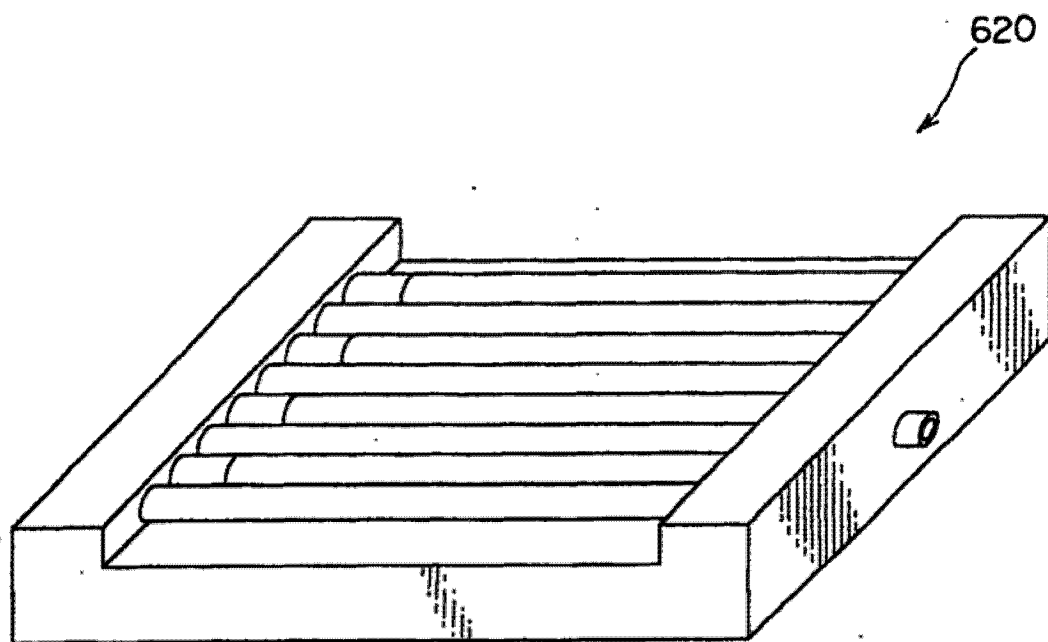


图 56A

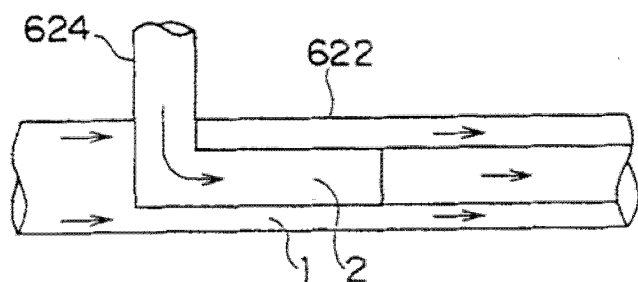


图 56B

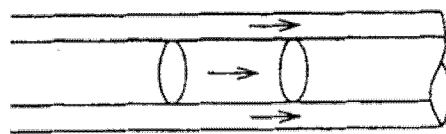


图 56C