[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01L 19/00 (2006.01)
F16L 41/03 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780002920.5

[43] 公开日 2009 年 2 月 18 日

[11] 公开号 CN 101371120A

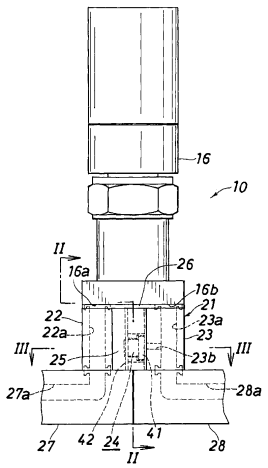
[22] 申请日 2007.1.24
[21] 申请号 200780002920.5
[30] 优先权
[32] 2006. 1.24 [33] JP [31] 015021/2006
[86] 国际申请 PCT/JP2007/051039 2007.1.24
[87] 国际公布 WO2007/086394 日 2007.8.2
[85] 进入国家阶段日期 2008.7.23
[71] 申请人 株式会社富士金
地址 日本大阪府
[72] 发明人 四方出 牧野惠 小艾睦典
塚田真盛 相泽十兵卫
[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
代理人 陈 伟
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

压力传感器装置、以及内置压力传感器的流体控制仪器

[57] 摘要

本发明提供一种压力传感器装置以及内置压力传感器的流体控制仪器，能够实现进一步的紧凑化，并且，使压力传感器的单独更换容易的集成化流体控制装置成为可能。 压力传感器装置(21)具有：第 1 通路块(22)，在该第 1 通路块上形成有规定的通路(22a)；第 2 通路块(23)，在该第 2 通路块上形成有规定的通路(23a)，且第 2 通路块(23)与第 1 通路块(22)隔开规定间隔地相对；压力传感器(24)，该压力传感器设在所述第 1、第 2 通路块的任一方的通路块(23)的相对面上，检测其内部通路(23b)的流体压力，该压力传感器装置(21)与压力调整器(16)一体化。



1. 一种压力传感器装置，其特征在于，具有：

第 1 通路块，在该第 1 通路块上形成有规定的通路；

第 2 通路块，在该第 2 通路块上形成有规定的通路，且该第 2 通路块与所述第 1 通路块隔开规定间隔地相对；

压力传感器，该压力传感器设在所述第 1、第 2 通路块的任一方的通路块的相对面上，检测该通路块的内部通路的流体压力。

2. 如权利要求 1 所述的压力传感器装置，其特征在于，

所述第 1、第 2 通路块经由对压力传感器进行保护的传感器罩而结合。

3. 如权利要求 2 所述的压力传感器装置，其特征在于，

在所述第 1、第 2 通路块之间夹置有所述传感器罩，并且，以横跨所述第 1、第 2 通路块的方式配置有连结板，

传感器罩具有：底壁，该底壁抵接在设有压力传感器的通路块的相对面上；一对侧壁，该一对侧壁夹在两通路块的相对面之间，

在所述底壁上设有压力传感器穿插用贯穿孔，在任一方的所述侧壁上设有配线取出用贯穿孔，

所述连结板具有多个螺栓穿插孔，通过将穿插在这些螺栓穿插孔中的螺栓与分别设在所述第 1、第 2 通路块上的螺纹孔相螺合，由此两通路块经由所述传感器罩而结合。

4. 一种内置压力传感器的流体控制仪器，其特征在于，具有：

流体控制仪器，该流体控制仪器具有入口端和出口端；

第 1 通路块，在该第 1 通路块上形成有通向流体控制仪器的入口端的通路；

第 2 通路块，在该第 2 通路块上形成有通向流体控制仪器的出口端的通路，且该第 2 通路块与所述第 1 通路块隔开规定间隔地相对；

压力传感器，该压力传感器设在所述第 1、第 2 通路块的任一

方的通路块的相对面上，检测该通路块的内部通路的流体压力。

5. 如权利要求 4 所述的内置压力传感器的流体控制仪器，其特征在于，

所述第 1、第 2 通路块经由对压力传感器进行保护的传感器罩而结合。

6. 如权利要求 5 所述的内置压力传感器的流体控制仪器，其特征在于，

在所述第 1、第 2 通路块之间夹置有所述传感器罩，并且，以横跨所述第 1、第 2 通路块的方式配置有连结板，

传感器罩具有：底壁，该底壁抵接在设有压力传感器的通路块的相对面上；一对侧壁，该一对侧壁夹在两通路块的相对面之间，

在所述底壁上设有压力传感器穿插用贯穿孔，在任一方的所述侧壁上设有配线取出用贯穿孔，

所述连结板具有多个螺栓穿插孔，通过将穿插在这些螺栓穿插孔中的螺栓与分别设在所述第 1、第 2 通路块上的螺纹孔相螺合，由此两通路块经由所述传感器罩而结合。

7. 如权利要求 4 至 6 的任一项所述的内置压力传感器的流体控制仪器，其特征在于，

所述流体控制仪器是压力调整器，所述压力传感器设在形成有通向所述压力调整器的出口端的通路的通路块上。

8. 一种流体控制装置，其特征在于，

具有多个流体控制仪器和多个块状接头部件，在所述块状接头部件上形成有将相邻流体控制仪器的下端开口彼此连接的通路，所述多个流体控制仪器中的至少 1 个是权利要求 4 至 7 的任一项所述的内置压力传感器的流体控制仪器。

压力传感器装置、以及内置压力传感器的流体控制仪器

技术领域

本发明涉及压力传感器装置、以及内置压力传感器的流体控制仪器，该压力传感器装置以及内置压力传感器的流体控制仪器使用于半导体制造装置等中、且适合使用在被组装成在保养检修时能够将流体控制仪器单独地从上方取出的集成化流体控制装置中。

背景技术

半导体制造装置中所使用的流体控制装置以下述方式构成：多列地配置质量流量控制器和开关阀等流体控制仪器，并且相邻列的流体控制仪器的流路彼此在规定部位通过仪器连接机构进行连接，但是近年来，在这种流体控制装置中，将多个流体控制仪器配置在上层、并将这些流体控制仪器通过配置在下层的块状接头部件进行连接的集成化得到了发展（专利文献 1 和专利文献 2）。

图 5 表示了专利文献 1 所公开的集成化流体控制装置，该流体控制装置的一条管路 C 由多个上层部件和多个下层部件构成，作为上层部件，配置有开关阀（手动）11、压力调整器 16、压力传感器 12、倒 V 字形通路块 20、阻断开放器 13、质量流量控制器 14、开关阀（自动）15、倒 V 字形通路块 20 以及过滤器 17，并且，作为下层部件，从左侧起依次配置有：与开关阀 11 连接、并安装有入口接头 31 的 L 字形通路块接头 32;将开关阀 11 和压力调整器 16 连通的 V 字形通路接头 33；将压力调整器 16 和压力传感器 12 连通的 V 字形通路接头 33；将压力传感器 12 和倒 V 字形通路块 20 连通的 V 字形通路接头 33；将倒 V 字形通路块 20 和阻断开放器 13 连通的 V 字形通路接头 33；将阻断开放器 13 和质量流量控制器 14 连通的 V

字形通路接头 33；将质量流量控制器 14 和开关阀 15 连通的 V 字形通路接头 33；将开关阀 15 和倒 V 字形通路块 20 连通的 V 字形通路接头 33；将倒 V 字形通路块 20 和过滤器 17 连通的 V 字形通路接头 33；与过滤器 17 连接、并安装有出口接头 34 的 L 字形通路块接头 32。而且，作为下层部件的各种接头部件 31、32、33、34 被载置在一个细长的副基板 3 上，并且，通过将作为上层部件的各种流体控制仪器 11、16、12、20、13、14、15、20、17 横跨这些下层部件 31、32、33、34 进行安装，由此形成一条管路 C，与该管路 C 结构类似的多条管路被并列地配置在主基板 2 上，并且，通过通路连接机构 50 将各管路 C 的阻断开放器 13 之间连接，由此形成集成化流体控制装置，其中，所述通路连接机构 50 由 3 个 I 字形通路块接头 51 以及将 I 字形通路块接头 51 相互连接的管 52 构成。

在专利文献 2 中，虽省略了图示，但提出了以下方案，即，通过将专利文献 1 中分别分离的压力调整器 16 和压力传感器 12 安装在一个块状主体上，由此形成新的流体控制仪器。

【专利文献 1】日本特开 2001－254900 号公报

【专利文献 2】日本特开平 11－118054 号公报

在这种集成化流体控制装置中，希望实现进一步的紧凑化，专利文献 2 的方案在紧凑化这一点上优于专利文献 1 的方案，但是，具有压力调整器功能和压力传感器功能这两种功能的流体控制仪器变成比压力调整器大的部件（管路方向上的长度大），另外，即使是在仅产生了更换压力传感器的必要性的情况下，也必须进行包括压力调整器在内的更换。

本发明的目的在于提供一种压力传感器装置以及内置压力传感器的流体控制仪器，能够实现进一步的紧凑化，并且，使压力传感器单独的更换容易的集成化流体控制装置成为可能。

本发明的压力传感器装置，具有：第 1 通路块，在该第 1 通路块上形成有规定的通路；第 2 通路块，在该第 2 通路块上形成有规定的通路，且该第 2 通路块与第 1 通路块隔开规定间隔地相对；压

力传感器，该压力传感器设在所述第 1、第 2 通路块的任一方的通路块的相对面上，检测该通路块的内部通路的流体压力。

压力传感器例如是半导体压力传感器，但只要形状（大小）合适便不限于此，可以根据用途（气体种类）等使用各种类型的压力传感器。用于惰性气体，适合选用例如使用了硅膜片的扩散型半导体压力传感器；用于半导体制造用的高纯度气体，适合选用例如使用了高耐蚀性膜片的薄膜式压力传感器。无论是哪一种膜片的压力传感器，基本结构都是由压力传感器模块和中转基底构成的。既有在中转基底上内置信号放大（放大器）功能的，也有将信号放大（放大器）部与中转基底制造成不同部件的。

各通路块是兼具有将压力传感器装置例如安装到流体控制装置上时的接头功能的部件，被制成正方体或大致正方体，其通路优选与相对面平行。在设有压力传感器的通路块上，形成有通向压力传感器的分支通路。

在本发明的压力传感器中，优选第 1、第 2 通路块经由对压力传感器进行保护的传感器罩而结合。这样一来，例如，在第 1、第 2 通路块之间夹置有传感器罩，并且，以横跨第 1、第 2 通路块的方式配置有连结板，传感器罩具有：底壁，该底壁抵接在设有压力传感器的通路块的相对面上；一对侧壁，该一对侧壁夹在两通路块的相对面之间，在底壁上设有压力传感器穿插用贯穿孔，在任一方的侧壁上设有配线取出用贯穿孔，连结板具有多个螺栓穿插孔，通过将穿插在这些螺栓穿插孔中的螺栓与分别设在第 1、第 2 通路块上的螺纹孔螺合，由此两通路块经由传感器罩而结合。

若如以上例子那样实施，能够将由第 1 通路块、第 2 通路块、压力传感器、传感器罩以及连结板构成的组合体作为一个部件使用，能够容易地组装入流体控制装置等中，并且，容易进行压力传感器的单独更换。传感器罩和连结板虽然也可以省略，但通过使用传感器罩和连结板，能够将压力传感器装置作为一个部件使用，便于保管和组装。将第 1、第 2 通路块经由传感器罩进行结合的结构并不限

于该例，例如，也可以具有相互结合的第 1 通路块侧传感器罩和第 2 通路块侧传感器罩，这些传感器罩通过从各通路块的反相对面侧穿插的螺栓被分别固定在所对应的通路块上。

本发明的内置压力传感器的流体控制仪器，具有：流体控制仪器，该流体控制仪器具有入口端和出口端；第 1 通路块，在该第 1 通路块上形成有通向流体控制仪器的入口端的通路；第 2 通路块，在该第 2 通路块上形成有通向流体控制仪器的出口端的通路，且该第 2 通路块与所述第 1 通路块隔开规定间隔地相对；压力传感器，该压力传感器设在所述第 1、第 2 通路块的任一方的通路块的相对面上，检测该通路块的内部通路的流体压力。

流体控制仪器指的是具有流体的压力调整、开关、流量调整、洁净化等流体控制功能的部件，具体地，是压力调整器、开关阀、过滤器等，例如，压力调整器和压力传感器被一体化而形成内置压力传感器的流体控制仪器。即，内置压力传感器的流体控制仪器例如可以是内置压力传感器的压力调整器、内置压力传感器的开关阀、内置压力传感器的过滤器。

关于通路块和压力传感器，是与上述的压力传感器装置同样的部件，形成在通路块上的通路的形状是与连接有内置压力传感器的流体控制仪器的部件（接头等）相配合地来决定。

压力传感器在以往的流体控制装置中，是作为配置在上层的流体控制仪器被使用的，通过将该压力传感器一体化在配置在上层的其他流体控制仪器上，不再需要用于设置压力传感器的空间，能够减少为检测压力而必须的流体控制装置的设置空间。

与上述压力传感器装置中的第 1、第 2 通路块相同，在本发明的内置压力传感器的流体控制仪器中，第 1、第 2 通路块优选经由对压力传感器进行保护的传感器罩而结合。这样一来，例如，在第 1、第 2 通路块之间夹置有传感器罩，并且，以横跨第 1、第 2 通路块的方式配置有连结板，传感器罩具有：底壁，该底壁抵接在设有压力传感器的通路块的相对面上；一对侧壁，该一对侧壁夹在两通路块

的相对面之间，在底壁上设有压力传感器穿插用贯穿孔，在任一方的侧壁上设有配线取出用贯穿孔，连结板具有多个螺栓穿插孔，通过将穿插在这些螺栓穿插孔中的螺栓与分别设在第 1、第 2 通路块上的螺纹孔相螺合，由此两通路块经由传感器罩而结合。

若如以上例子那样实施，能够将由第 1 通路块、第 2 通路块、压力传感器、传感器罩以及连结板构成的压力传感器组合体作为一个部件使用，能够容易地得到将该压力传感器组装体和流体控制仪器一体化的内置压力传感器的流体控制仪器，并且，容易进行压力传感器的单独更换。另外，将压力传感器组装体和流体控制仪器一体化而得到的内置压力传感器的流体控制仪器，能够作为一个部件进行使用，能够以与未内置传感器的流体控制仪器同样的方式进行使用。传感器罩和连结板虽然也可以省略，但通过使用传感器罩和连结板，能够将压力传感器组装体作为一个部件使用，便于保管和组装。将第 1、第 2 通路块经由传感器罩进行结合的结构并不限于该例，与压力传感器装置的情况相同。

作为内置压力传感器的流体控制仪器的优选例，可以举出流体控制仪器是压力调整器、压力传感器设在形成有通向该压力调整器的出口端的通路的通路块上的结构。虽然流体控制仪器如上述那样、可以是各种结构，但在其为压力调整器的情况下，由于是调整压力的部件，所以为了确认其两侧的压力是否被调整到适当的值，因而需要压力传感器。因此，将压力调整器和压力传感器一体化的内置压力传感器的流体控制仪器便成为能够在各种流体控制装置的多个部位使用的部件。

本发明的流体控制装置，具有多个流体控制仪器和多个块状接头部件，所述块状接头部件上形成有将相邻流体控制仪器的下端开口彼此连接的通路，多个流体控制仪器中的至少 1 个是上述的任一种内置压力传感器的流体控制仪器。

如上述那样，内置压力传感器的流体控制仪器其使用容易、并能够适用于已有的流体控制装置，使用了该内置压力传感器的流体

控制仪器的流体控制装置具有容易进行压力传感器的单独更换的优点，并且，不需要压力传感器的设置所需的空间，实现了大幅度地紧凑化。

（发明的效果）

根据本发明的压力传感器装置，由于具有：第 1 通路块，在该第 1 通路块上形成有规定的通路；第 2 通路块，在该第 2 通路块上形成有规定的通路，且该第 2 通路块与第 1 通路块隔开规定间隔地相对；压力传感器，该压力传感器设在第 1、第 2 通路块的任一方的相对面上，检测该通路块的内部通路的流体压力，因此，能够将压力传感器紧凑地配置在需要该压力传感器的流体控制装置内的规定部位上，并且，容易进行压力传感器的单独更换。

根据本发明的内置压力传感器的流体控制仪器，在具有多个流体控制仪器以及多个接头部件、且需要压力传感器的流体控制装置中，通过将任一个流体控制仪器置换成该内置压力传感器的流体控制仪器，不再需要用于设置压力传感器的空间，能够减少为进行压力检测而需要的流体控制装置的设置空间，并且，压力传感器的单独更换也变得容易。

附图说明

图 1 是表示本发明的内置压力传感器的流体控制仪器的 1 个实施方式的侧视图。

图 2 是沿图 1 的 II-II 线的剖视图。

图 3 是沿图 1 的 III-III 线的剖视图。

图 4 是表示本发明的压力传感器装置的 1 个实施方式的立体图。

图 5 是表示以往的流体控制装置的侧视图。

（符号说明）

10 内置压力传感器的流体控制仪器

16 压力调整器（流体控制仪器）

16a 入口端

16b 出口端

21 压力传感器装置

22 第 1 通路块

22a 通路

23 第 2 通路块

23a、23b 通路

24 压力传感器

25 传感器罩

26 连结板

26b 螺栓穿插孔

43 底壁

43a 压力传感器穿插用贯穿孔

44、45 侧壁

46 配线取出用贯穿孔

具体实施方式

下面参照附图对本发明的实施方式进行说明。

在本说明书中，关于“前后”、“上下”，是以图 1 的右为“前”、左为“后”、以图 1 的上下为“上下”的，而“左右”是朝向前方而定义的。该“前后”、“上下”是为方便而采用的说法，有时也会将前后反过来，或将上下当作左右来使用。

图 1 表示本发明的内置压力传感器的流体控制仪器，图 2 和图 3 是作为内置压力传感器的流体控制仪器的主要部分的、压力传感器装置部分的剖视图，图 4 表示本发明的压力传感器装置。

在图 1 中，内置压力传感器的流体控制仪器 10 具有：压力调整器 16，其具有入口端 16a 和出口端 16b；第 1 通路块 22，其形成有通路 22a，该通路 22a 通向压力调整器 16 的入口端 16a；第 2 通路块 23，其形成有通路 23a、23b，该通路 23a、23b 通向压力调整器 16 的出口端 16b，并且，该第 2 通路块 23 被配置为，在第 1 通路块 22

的前方隔开规定间隔与其相对；压力传感器 24，其设在第 2 通路块 23 的与第 1 通路块 22 相对的表面（后表面）上，检测第 2 通路块 23 的通路 23a、23b 的流体压力；传感器罩 25，其夹置在第 1、第 2 通路块 22、23 之间，保护压力传感器 24；连结板 26，其横跨第 1、第 2 通路块 22、23 的上表面而配置，将两通路块 22、23 一体化。

压力传感器装置 21 由第 1 通路块 22、第 2 通路块 23、压力传感器 24、传感器罩 25 以及连结板 26 构成。

压力调整器 16 是与图 5 所示的压力调整器 16 相同的部件，入口端 16a 和出口端 16b 设在该压力调整器 16 的下表面上。

图 1 所示的内置压力传感器的流体控制仪器 10，是将压力传感器装置 21 与图 5 的流体控制装置中所使用的压力调整器 16 一体化而成的部件。第 1 通路块 22 和第 2 通路块 23 位于被配置在上层侧的压力调整器 16 与被配置在下层侧的块状接头 27、28 之间，在流体控制装置中使用第 1 通路块 22 和第 2 通路块 23 的情况下，这些通路块 22、23 的下表面与压力调整器 16 以外的流体控制仪器（例如，图 5 的 11、50、14、15 等）的下表面共面。

第 1 通路块 22 是在正方体块状主体上形成有贯穿该块状主体的 I 字形通路 22a 的部件，I 字形通路 22a 将压力调整器 16 的入口端 16a 与支承压力调整器 16 后半部的块状接头（块状接头部件）27 的通路 27a 连通。

第 2 通路块 23 是在正方体块状主体上形成有贯穿该块状主体上下的 I 字形通路 23a、并且形成有通向压力传感器 24 的分支通路 23b 的部件，I 字形通路 22a 将压力调整器 16 的出口端 16b 与支承压力调整器 16 前半部的块状接头（块状接头部件）28 的通路 28a 连通。

压力传感器 24 被制成利用压电效应的扩散型的半导体压力传感器，具有：压力传感器模块 41，其输出与第 2 通路块 23 内的流体压力相应的输出信号；基底 42，其用于中转配线（省略图示）。虽省略了图示，但压力传感器模块 41 作为扩散型应变仪是将 Ni-Cr 族蒸镀在作为超合金的一种的 Inconel 生产的膜片上而制成的（薄膜式压

力传感器），当压力施加时，膜片挠曲，利用伴随着因压电效应而施加的应力而使扩散型应变仪的电阻系数变化的特性，以应变仪构成惠斯通电桥（Wheatstone bridge），通过对其附加恒流电路或恒压电路，由此得到随压力变化的电信号。压力传感器模块 41 通过电子束焊接等适当的方法被固定在第 2 通路块 23 的分支通路 23b 开口部处。通过该压力传感器模块 41，压力调整器 16 的出口侧的压力被监控。基底 42 是具有信号放大（放大器）功能的部件，虽然在本实施方式中，该基底 42 是与压力传感器模块 41 不同的分体部件，但也可以将基底内置于压力传感器模块中。

传感器罩 25 具有：底壁 43，其抵接在设有压力传感器模块 41 的第 2 通路块 23 的相对面（后表面）上；左、右侧壁 44、45，其被夹在第 1 通路块 22 以及第 2 通路块 23 的相对面之间。在底壁 43 上，设有压力传感器穿插用贯穿孔 43a、以及与其相连的压力传感器模块穿插用圆筒部 43b。左、右侧壁 44、45 的任一个从上方观察都呈带台阶状，在其台阶部 44a、45a 上，固定有压力传感器 24 的基底 42 的左、右缘部。连接在基底 42 上的配线能够从设在右侧壁 45 上的配线取出用贯穿孔 46 被取出。

连结板 26 是通过将正好覆盖两通路块 22、23 和传感器罩 25 的大小的方形上的、相当于通路块 22、23 的通路 22a、23a 开口部的部分切除而形成的 H 字形的部件，具有相对大的 4 个螺栓穿插孔 26a 和相对小的 4 个带沉头座的螺栓穿插孔 26b。

在各通路块 22、23 上，以隔着 I 字形通路 22a、23a 的方式设有一对螺栓穿插孔（贯穿孔）47，用于将压力调整器 16 和各通路块 22、23 固定到所对应的块接头 27、28 上的螺栓穿插在该螺栓穿插孔 47 中，另外，在各通路块 22、23 的上表面上，在各螺栓穿插孔 47 附近，形成有螺纹孔（有底孔）48，用于将连结板 26 固定到各通路块 22、23 上的螺栓螺合在该螺孔 48 中。

连结板 26 的相对大的 4 个螺栓穿插孔 26a 作为螺栓所穿插的孔被使用，所述螺栓是用于将压力调整器 16 的方形主体与各通路块

22、23 结合、并将其固定在所对应的块接头 27、28 上的螺栓。另外，连结板 26 的相对小的 4 个带沉头座的螺栓穿插孔 26b 作为螺栓所穿插的孔被使用，所述螺栓是用于将连结板 26 固定到各通路块 22、23 上的螺栓，通过将这些穿插在螺栓穿插孔 26b 中的螺栓与分别设在第 1、第 2 通路块 22、23 上的螺纹孔 48 螺合，由此两通路块 22、23 经由传感器罩 25 被结合。

在图 5 所示的流体控制装置中，可以将压力调整器 16 和压力传感器 12 置换成上述的内置压力传感器的流体控制仪器（内置压力传感器的压力调整器）10，由此，以往的用于压力传感器 12 的空间被完全省略，管路方向的长度变短，能够得到极度紧凑的流体控制装置。

压力传感器装置 21 还可以与压力调整器 16 以外的流体控制仪器，例如图 5 的流体控制装置中使用的阻断开放器 13、开关阀（手动）11、开关阀（自动）15、过滤器 17 等一体化，通过使用设有压力传感器装置 21 的阻断开放器、开关阀以及过滤器，以往的用于压力传感器 12 的空间被完全省略，管路方向的长度变短，能够得到极度紧凑的流体控制装置。

另外，压力传感器装置 21 不限于在流体控制装置的 1 条管路上附设 1 个，例如，也可以对压力调整器 16 和阻断开放器 13 这 2 个流体控制仪器附设压力传感器装置 21，在设置 2 个压力传感器装置 21 的情况下，也能够完全省略以往的用于压力传感器 12 的空间，管路方向的长度变短，能够得到极度紧凑的流体控制装置。

（工业实用性）

能够在用于半导体制造装置的集成化流体控制装置中使用，由于能够紧凑地配置、并且在保养检修时能够单独更换，因此有助于流体控制装置的性能提高。

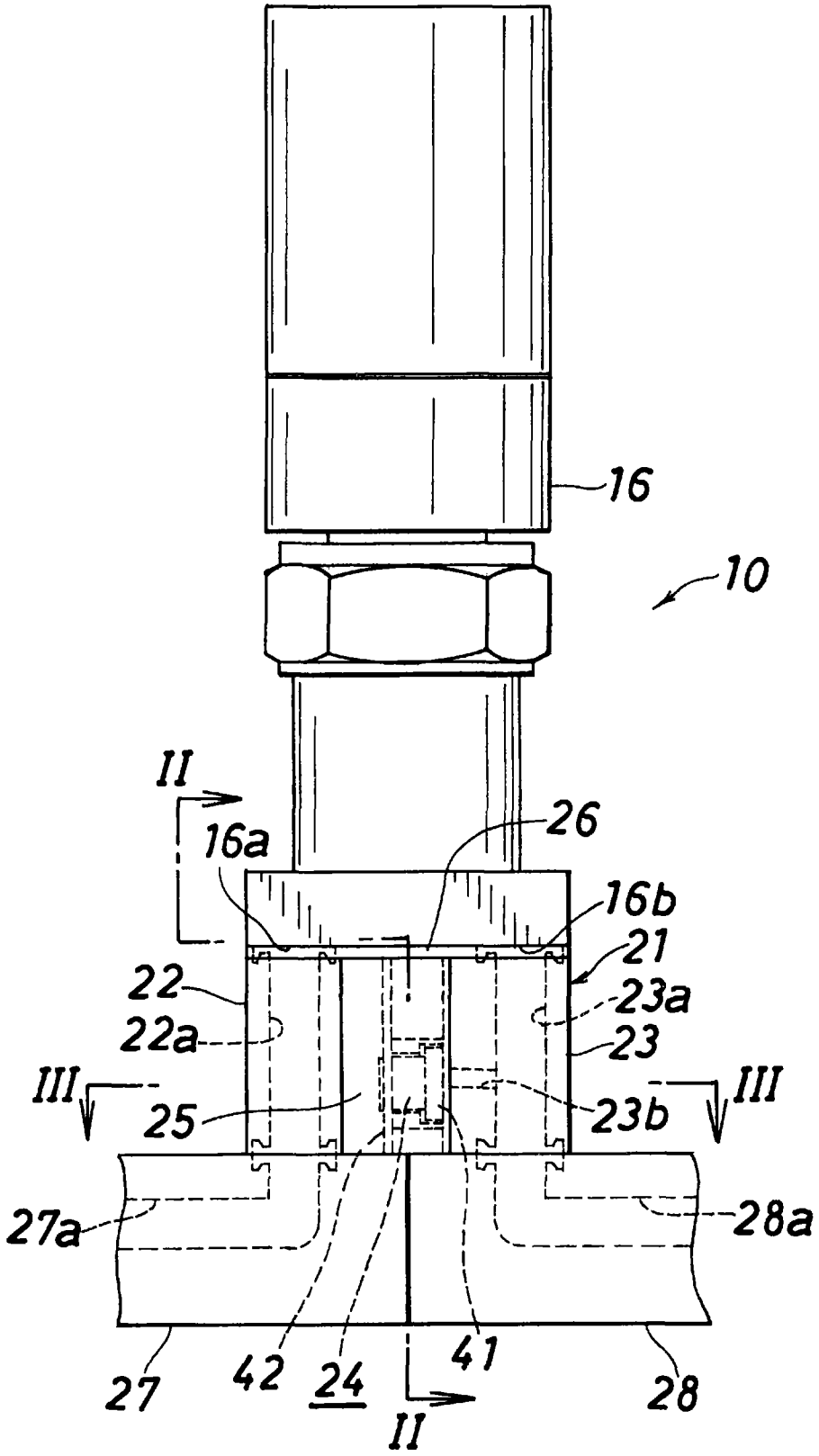

16
10
II
16a
26
16b
21
22
23a
22a
23
III
III
25
23b
27a
28a
27
42
24
41
28
II

图 1

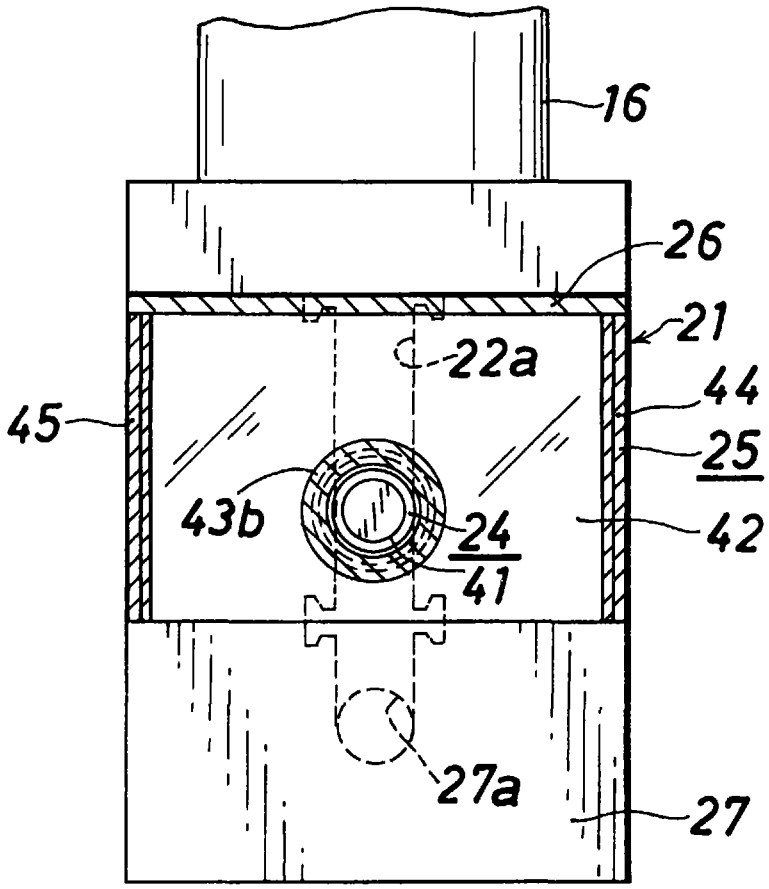

16
26
21
22a
44
45
25
43b
24
42
41
27a
27

图 2

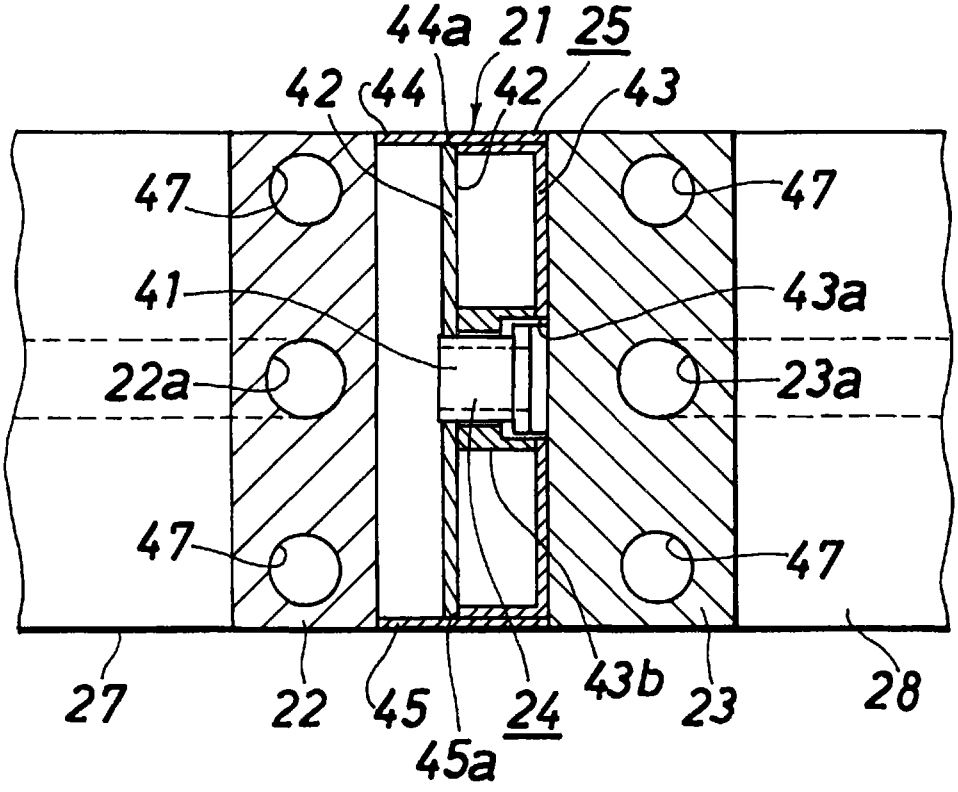

44a
21
25
42
44
42
43
47
47
41
43a
22a
23a
47
47
27
22
45
24
43b
23
28
45a

图 3

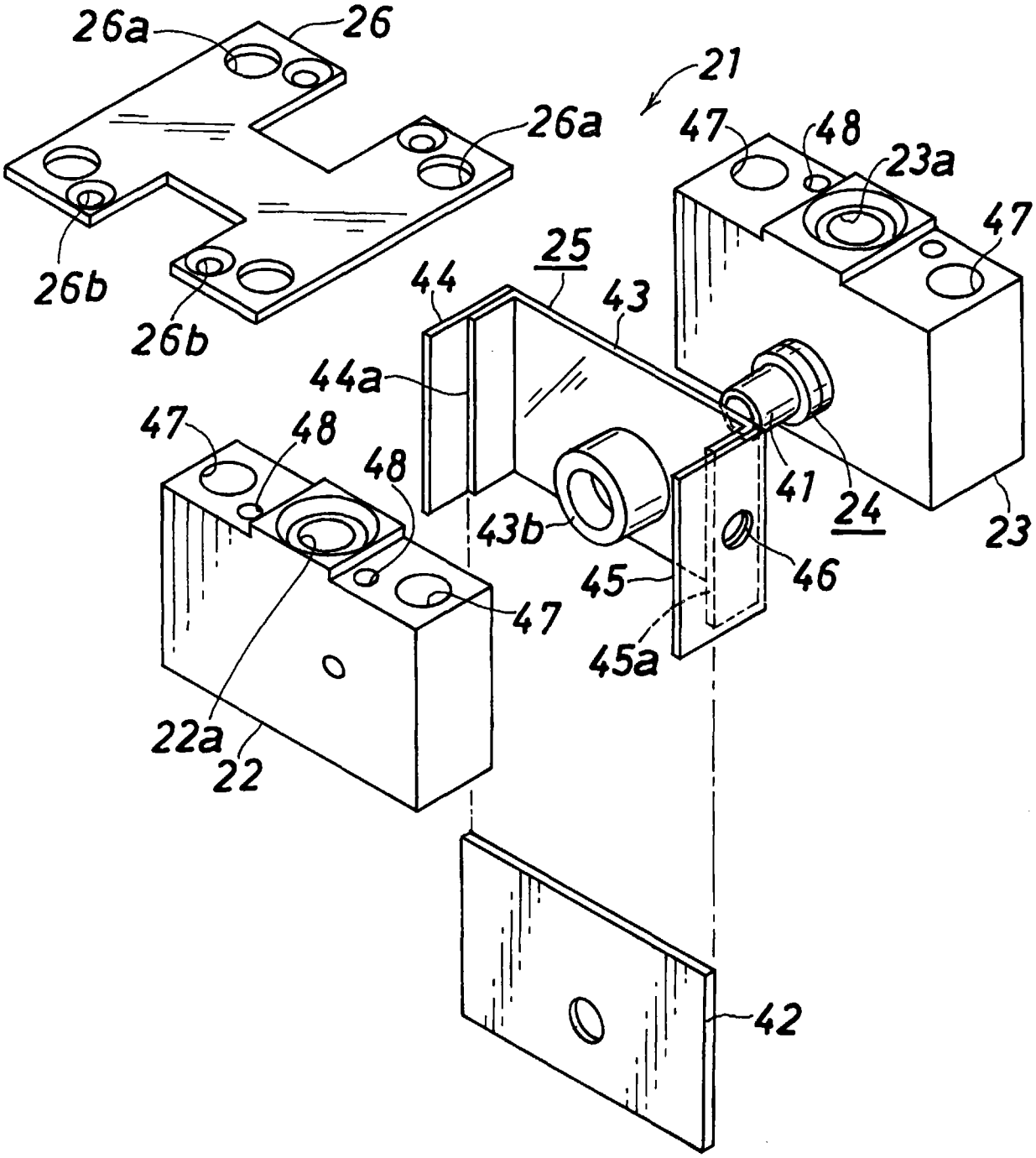

26a
26
21
26a
47
48
23a
47
26b
25
44
43
26b
44a
47
48
48
41
24
23
43b
45
46
47
45a
22a
22
42

图 4

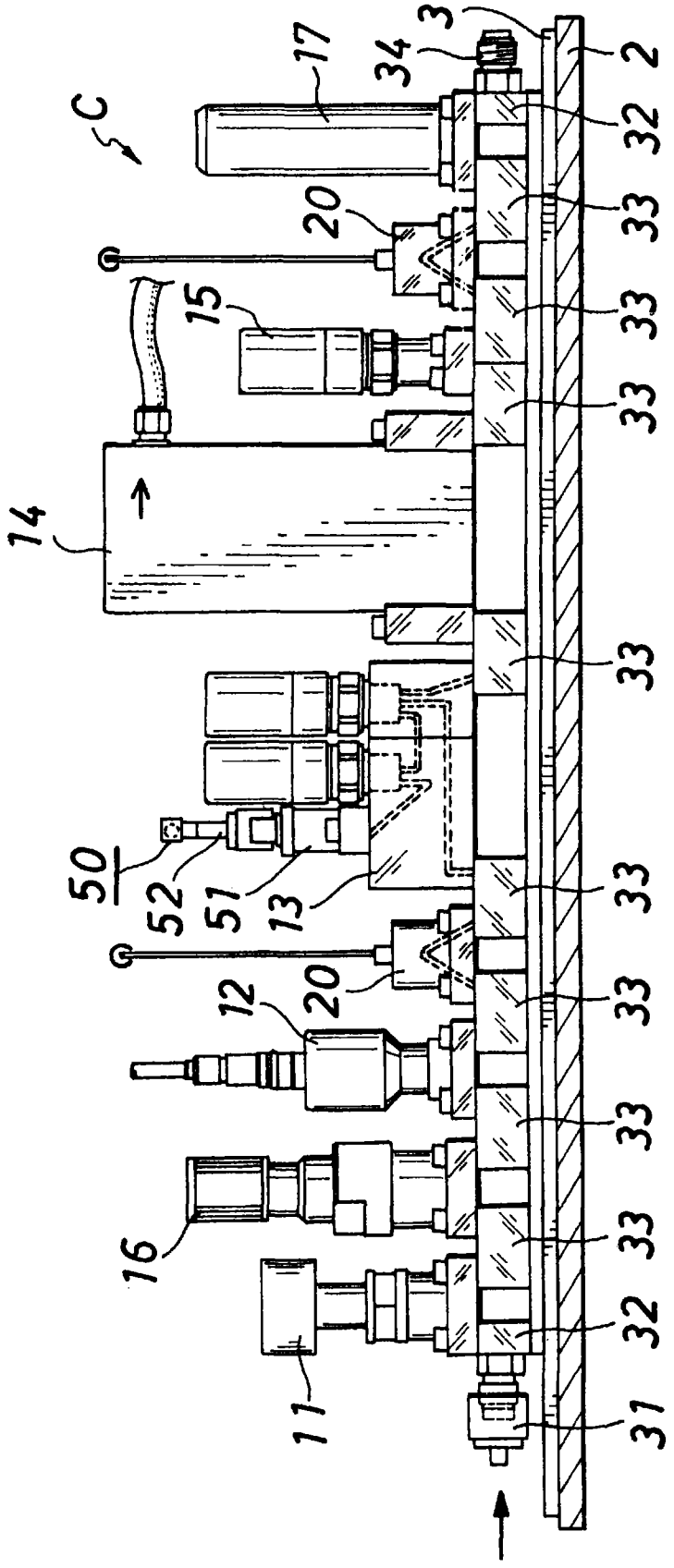


图 5