



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104662399 B

(45)授权公告日 2016.10.26

(21)申请号 201380049578.X

(72)发明人 藤田博之 年吉洋 三屋裕幸

(22)申请日 2013.06.18

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 丁文蕴 杜嘉璐

申请公布号 CN 104662399 A

(51)Int.Cl.

G01L 9/00(2006.01)

(43)申请公布日 2015.05.27

B81B 3/00(2006.01)

(30)优先权数据

B81C 1/00(2006.01)

2012-210578 2012.09.25 JP

H01L 29/84(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2015.03.24

US 2005/0142688 A1, 2005.06.30,

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 101114591 A, 2008.01.30,

PCT/JP2013/066674 2013.06.18

JP 特许第3745648 B2, 2006.02.15,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 101111993 A, 2008.01.23,

W02014/050229 JA 2014.04.03

钟保安.关于干法刻蚀SiO<sub>2</sub>的探讨.《北京邮电学院学报》.1979,(第2期),

(73)专利权人 国立大学法人东京大学

审查员 徐锦丹

地址 日本东京都

权利要求书1页 说明书13页 附图15页

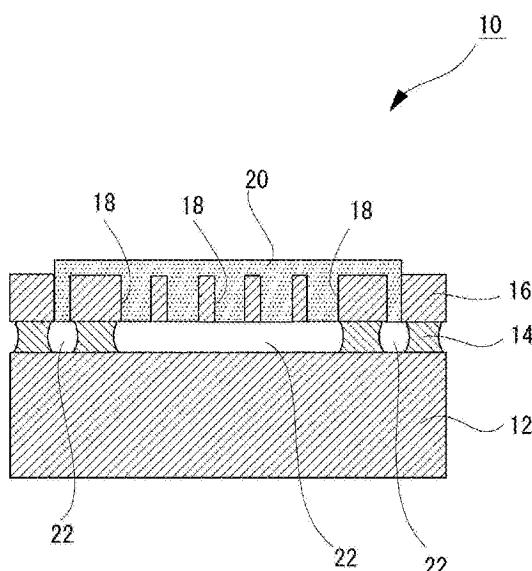
专利权人 株式会社鹭宫制作所

(54)发明名称

具备内腔的设备部件以及具备内腔的设备部件的制造方法

(57)摘要

本发明提供没有密封层侵入内腔内并填埋内腔的可能且能够以简单的工序形成具有作为预期目标的规定形状的内腔，并且作为设备具有期待功能的设备部件以及其制造方法。该设备部件具备：由半导体构成的基板部件(12)；形成于基板部件(12)的上表面且具有绝缘性的中间层(14)；形成于中间层(14)的上表面且由半导体构成的上面层(16)；形成于上面层(16)的开口部(18)；以及以密封开口部(18)的方式形成的透气性的密封层(20)，内腔(22)是由透过密封层(20)的蚀刻气体来除去中间层(14)而形成的内腔(22)。



1. 一种设备部件，其具备内腔，  
上述设备部件的特征在于，具备：  
基板部件，其由半导体构成；  
中间层，其形成于上述基板部件的上表面且具有绝缘性；  
上面层，其形成于上述中间层的上表面且由半导体构成；  
开口部，其形成于上述上面层；以及  
透气性的密封层，其以密封在上述上面层形成的开口部的方式形成，  
上述内腔是由透过上述密封层的蚀刻气体来除去上述中间层而形成的内腔，  
上述密封层整体能够使蚀刻气体以及中间层被蚀刻气体蚀刻时产生的所有气体透过。
2. 根据权利要求1所述的设备部件，其特征在于，在上述密封层的上表面具备非透气性的保护膜。
3. 根据权利要求2所述的设备部件，其特征在于，  
上述内腔为真空状态。
4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的设备部件，其特征在于，  
上述基板部件是Si，上述中间层是SiO<sub>2</sub>，上述上面层是Si。
5. 一种静电电容型压力传感器，其特征在于，  
使用了权利要求1~4中的任一项所述的设备部件。
6. 一种设备部件制造方法，上述设备部件具备内腔，  
上述设备部件制造方法的特征在于，具备：  
准备设备材料的工序，该设备材料具备由半导体构成的基板部件、形成于上述基板部件的上表面且具有绝缘性的中间层、以及形成于上述中间层的上表面且由半导体构成的上面层；  
在上述上面层形成开口部的工序；  
利用透气性的密封层来密封形成于上述上面层的开口部的工序；以及  
使蚀刻气体透过上述透气性的密封层，从而除去上述中间层而形成内腔的工序，  
上述密封层整体能够使蚀刻气体以及中间层被蚀刻气体蚀刻时产生的所有气体透过。
7. 根据权利要求6所述的设备部件制造方法，其特征在于，  
具备在上述密封层的上表面形成非透气性的保护膜的工序。
8. 根据权利要求7所述的设备部件制造方法，其特征在于，  
通过在真空条件下实施形成非透气性的保护膜的工序，来使上述内腔成为真空状态。
9. 根据权利要求6~8中的任一项所述的设备部件制造方法，其特征在于，  
上述设备材料是上述基板部件为Si、上述中间层为SiO<sub>2</sub>、上述上面层为Si的SOI晶片。
10. 一种静电电容型压力传感器，其特征在于，  
使用了通过权利要求6~9中的任一项所述的设备部件制造方法而得到的设备部件。

## 具备内腔的设备部件以及具备内腔的设备部件的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于MEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微机电系统)的技术领域,涉及具备内腔的设备部件以及具备内腔的设备部件的制造方法。

[0002] 这样的具备内腔的设备部件例如能够作为静电电容型压力传感器、喷墨打印机头、医疗、生物技术等所使用的微流道设备等利用。

### 背景技术

[0003] 这样的静电电容型压力传感器例如使用于冷冻、冷藏、空调设备用的制冷剂压力传感器、供水、工业用泵等的水压传感器、蒸气锅炉的蒸气压力传感器、空/液压工业设备的空/液压传感器、汽车等的压力传感器等各种用途。

[0004] 然而,从以往,作为这种具备内腔的设备部件,例如,对于静电电容型压力传感器,提出了在专利文献1(日本特开2004—260187号公报)中公开的制造方法。

[0005] 图9~图13是表示这样的现有的具备内腔的设备部件的制造方法的工序的示意图。

[0006] 如图9(A)所示,例如,准备包括由Si构成的基板部件102、在该基板部件102的上表面形成的由SiO<sub>2</sub>构成的中间层104、以及在中间层104的上表面形成的由Si构成的上面层106的、由SOI(Silicon On Insulator)晶片构成的设备材料101。

[0007] 接下来,如图9(B)所示,在上面层106的上表面形成例如正性光致抗蚀剂层108。然后,如图9(C)所示,从该光致抗蚀剂层108的上表面,经由规定图案的光掩模110,例如利用紫外线(UV)对光致抗蚀剂层108进行曝光。

[0008] 之后,例如,通过TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide:四甲基氢氧化铵)等的显影液进行显影。其结果,如图10(A)所示,被曝光的部分的光致抗蚀剂被除去,以规定的图案残存光致抗蚀剂层108。

[0009] 该状态下,如图10(B)所示,将光致抗蚀剂层108作为掩模,使用深RIE(Deep Reactive Ion Etching:深反应离子蚀刻)的方法,对上面层106进行例如被称为“博施(BOSCH)工艺”的“交互进行利用SF<sub>6</sub>的蚀刻和利用C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>的钝化的工序”。由此,在上面层106形成有与以规定的图案残存的光致抗蚀剂层108相同的图案的开口部112。接下来,如图10(C)所示,除去所有光致抗蚀剂层108。

[0010] 然后,如图11(A)所示,通过例如使用HF气体来对中间层104进行蚀刻处理,从而在中间层104形成有规定图案的空隙114。

[0011] 然后,如图11(B)所示,通过从上面层106的上表面,例如使铝等的金属、多晶硅等的半导体、或者聚对二甲苯等的树脂蒸镀,来形成密封层116。由此,密封层116的一部分进入形成于上面层106的开口部112并密封,形成有内腔118。

[0012] 接下来,如图11(C)所示,在密封层116的上表面例如旋涂正性光致抗蚀剂层120。

[0013] 之后,如图12(A)所示,从该光致抗蚀剂层120的上表面,经由规定图案的光掩模122,例如利用紫外线(UV)对光致抗蚀剂层120进行曝光。之后,例如,通过TMAH(Tetra

Methyl Ammonium Hydroxide)等的显影液进行显影。其结果,如图12(B)所示,被曝光的部分的光致抗蚀剂被除去,光致抗蚀剂层120以规定的图案残存。

[0014] 接下来,例如,在密封层116是铝的情况下,使用铝蚀刻液,另外,在密封层116是树脂的情况下,通过使用了O<sub>2</sub>等离子体的O<sub>2</sub>灰化,如图12(C)所示从密封层116除去不必要的部分。

[0015] 之后,通过除去所有光致抗蚀剂层120,如图13所示,得到密封层116形成为规定图案的设备部件100。

[0016] 此外,虽然未图示,但是在设备部件100,根据其用途,在上面层106形成有规定的电路、应变片(Strain gauge)、对置电极等。

[0017] 图15是表示将通过现有的制造方法制造出的设备部件100作为静电电容型压力传感器使用的情况的概略的示意图。

[0018] 如图15所示,压力传感器200使用被上述的密封层116密封的上面层106作为膜片202。另外,膜片202被作为对置电极204使用,并且,由Si构成的基板部件102本身也被作为对置电极206使用。

[0019] 而且,如图15(A)、(B)所示,在将内腔118的压力设为P1,从外部施加于膜片202的压力设为P2时,压力传感器检测该压力差。

[0020] 另外,以内腔118内成为真空状态的方式密封内腔118,由此,构成为内腔118内的压力P1成为真空的压力基准室,是绝对压力式压力传感器。

[0021] 然而,由经由电介质(绝缘体)彼此分离的两个电极构成的一般的电容器的容量C由下述的公式表示。

[0022] [公式1]

$$[0023] C = \epsilon \cdot \frac{S}{d}$$

[0024] 这里,ε表示电极间的电介质(绝缘体)的介电常数,S表示电极的面积,d表示电极间的距离。根据该公式明确可知,容量C分别与电极间的电介质(绝缘体)的介电常数ε、电极的面积S成比例,与电极间的距离d成反比例。

[0025] 如图15(A)、(B)所示的静电电容型压力传感器200也相同地,作为由经由作为电介质(绝缘体)的中间层104彼此分离的两个电极的对置电极204和对置电极206构成。

[0026] 该情况下,构成一方电极的对置电极204作为根据施加于对置电极204的压力变化而发生位移的膜片202来使用。由此,构成为,作为膜片202发挥作用的对置电极204、与构成另一方电极的对置电极206之间的电极间的距离d变化。

[0027] 因此,根据上述公式也明确可知,若对置电极204与对置电极206之间的电极间的距离d根据施加于作为膜片202发挥作用的对置电极204的压力的变化而变化,则静电电容型压力传感器200能够视为容量C与电极间的距离d成反比例变化的可变容量电容器。

[0028] 另外,如图15(A)、(B)所示,在对置电极204连接有布线208的一端,在对置电极206连接有布线210的一端,这些布线208、210的任意一个的另一端均与未图示的测定控制装置连接。

[0029] 由此,构成为能够经由这些布线208、布线206,通过测定控制装置对对置电极204、对置电极206施加电压。

[0030] 由此,根据上述公式也明确可知,能够将施加于作为膜片202发挥作用的对置电极204的压力的变化引起的对置电极204的位移,即,将对置电极204的位移引起的对置电极204与对置电极206之间的电极间距离d的变化,捕捉为与电极间的距离d成反比例的容量C的变化。

[0031] 因此,如果预先知道该容量C的变化、与施加于作为膜片202发挥作用的对置电极204的压力的变化量之间的关系,则能够通过测量容量C来得知当时的施加于对置电极204的压力,所以能够作为压力传感器使用。利用这样的原理的压力传感器一般被称为“静电电容型压力传感器”。

[0032] 另外,虽然未图示,但是作为压力传感器,除了静电电容型压力传感器以外,也有构成为在膜片的表面形成应变片(Strain gauge),并将因来自外部的压力变形而膜片发生变形的压电电阻效应的电阻变化换算成压力的压电电阻式压力传感器。

[0033] 现有技术文献

[0034] 专利文献

[0035] 专利文献1:日本特开2004—260187号公报

## 发明内容

[0036] 发明要解决的课题

[0037] 然而,在现有的如专利文献1所述的具备内腔的设备部件的制造方法中,如图13所示,存在密封材料侵入空隙114的内部(参照符号124)并填埋空隙114的可能,无法形成具有预期目标的规定形状的内腔118的情况。

[0038] 此外,在本说明书中,所谓“空隙114”是指在被密封材料密封之前通过除去中间层的一部分而形成的空间,所谓“内腔118”是指被密封层116密封之后形成的空间。

[0039] 这样的情况下,例如,在作为静电电容型压力传感器的设备部件使用的情况下,成为内部具有规定形状的内腔118的膜片构造很困难,无法测定与压力变化对应的规定静电电容变化,所以无法提供高精度的压力传感器。

[0040] 另外,为了避免这样的状态,需要极力使密封材料不侵入空隙114的内部。因此,在现有的具备内腔118的设备部件的制造方法中,需要以严格的条件形成密封层116,并且,需要复杂的工序,所以制造成本不得不变高。

[0041] 本发明鉴于这样的现状,目的在于提供没有如现有的具备内腔的设备部件的制造方法那样不必要的密封材料侵入空隙内并填埋空隙的可能,能够以简单的工序形成具有预期目标的规定形状的内腔,且具有期待功能的设备部件以及其制造方法。

[0042] 另外,本发明的目的在于,提供在作为静电电容型压力传感器的设备部件使用的情况下,能够成为在内部具有规定形状的内腔的膜片构造,能够测定与压力变化对应的规定的静电电容变化的高精度的压力传感器。

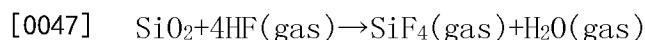
[0043] 本发明是以解决上述那样的现有技术中的课题作为目的而发明的,本发明的设备部件是具备内腔的设备部件,其特征在于,具备:基板部件,其由半导体构成;中间层,其形成于上述基板部件的上表面且具有绝缘性;上面层,其形成于上述中间层的上表面且由半导体构成;开口部,其形成于上述上面层;以及透气性的密封层,其以密封在上述上面层形成的开口部的方式形成,上述内腔是由透过上述密封层的蚀刻气体来除去上述中间层而形

成的内腔。

[0044] 另外,本发明的设备部件的制造方法是具备内腔的设备部件的制造方法,其特征在于,具备:准备设备材料的工序,该设备材料具备由半导体构成的基板部件、形成于上述基板部件的上表面且具有绝缘性的中间层、以及形成于上述中间层的上表面且由半导体构成的上面层;在上述上面层形成开口部的工序;利用透气性的密封层来密封形成于上述上面层的开口部的工序;以及使蚀刻气体透过上述透气性的密封层,从而除去上述中间层而形成内腔的工序。

[0045] 通过这样构成,利用透气性的密封层密封形成于上面层的开口部,并经由该密封层使蚀刻气体透过,来除去中间层从而形成内腔。

[0046] 此外,例如,在中间层由SiO<sub>2</sub>构成的情况下,若表示蚀刻气体的化学反应式,则如下述的公式。



[0048] 因此,如果考虑利用SOI(Silicon On Insulator)晶片来制作绝对压力式压力传感器的情况下,则该密封层除了作为蚀刻气体的HF气体必须绝对透过这样的条件以外,也优选气体状的SiF<sub>4</sub>和H<sub>2</sub>O能够透过并排出。

[0049] 即,该密封层优选具有能够使绝缘性的中间层被蚀刻气体蚀刻而产生的气体透过的透气性。

[0050] 因此,没有如现有的具备内腔的设备部件的制造方法那样,密封材料侵入空隙内并填埋用于形成内腔的空隙的可能。

[0051] 由此,能够提供能够以简单的工序形成具有作为预期目标的规定形状的内腔并且具有期待功能的设备部件。

[0052] 另外,在利用透气性的密封层密封形成于上面层的开口部时,例如,密封材料使用液体的光致抗蚀剂进行旋涂,从而通过液体的毛细管现象进入开口部并被密封,所以整个开口部被透气性的密封材料密封。

[0053] 因此,无需如以往那样以严格的条件形成密封层,另外,无需复杂的工序,能够减少制造成本,并且,能够极稳定地提供品质优异的设备部件。

[0054] 另外,本发明的设备部件的特征在于,在上述密封层的上表面具备非透气性的保护膜。

[0055] 另外,本发明的设备部件的制造方法的特征在于,具备形成非透气性的保护膜的工序。

[0056] 通过这样构成,在密封层的上表面具备非透气性的保护膜,所以气体不从外部侵入设备部件的内腔内,内腔内不会被污染。另外,因为也没有内腔内的气体的进出,所以能够提供内腔内的内压不会变化,且具有期待的功能的设备部件。

[0057] 另外,本发明的设备部件的特征在于,上述内腔是真空状态。

[0058] 另外,本发明的设备部件的制造方法的特征在于,通过在真空条件下实施形成非透气性的保护膜的工序,来使上述内腔成为真空状态。

[0059] 此外,该情况下,所谓“真空”是指包含绝对真空、接近绝对真空状态、或者与大气压相比进行了减压且作为压力传感器使用没有问题的程度的状态的含意。

[0060] 通过这样构成,在现有的设备部件的制造方法中,因为LPCVD(Low Pressure

Chemical Vapor Deposition: 低压化学气相沉积)、使残留在内腔内的氢燃烧而形成真空室, 所以需要使例如由SOI(Silicon On Insulator)晶片等构成的设备材料成为高温。因此, 存在无法使用不耐高温的材料, 材料局限, 缺乏通用性等问题。

[0061] 与此相对, 根据本发明, 能够提供如下的设备部件, 即, 为了使内腔内成为真空, 例如, 能够使用金属的真空蒸镀等非常简单的工序, 在密封层的上表面形成非透气性的保护膜, 并且, 具备杂质气体等不会残留在内腔内的密封为真空状态的压力基准室。

[0062] 因此, 例如, 能够简单且低成本地制造静电电容型绝对压力式压力传感器等, 并且, 能够制造与以往相比品质稳定的压力传感器等。

[0063] 另外, 本发明的设备部件的特征在于, 上述基板部件是Si, 上述中间层是SiO<sub>2</sub>, 上述上面层是Si。

[0064] 另外, 本发明的设备部件的制造方法的特征在于, 上述设备材料是上述基板部件为Si、上述中间层为SiO<sub>2</sub>、上述上面层为Si的SOI(Silicon On Insulator)晶片。

[0065] 这样, 在本发明中, 使用基板部件是Si、中间层是SiO<sub>2</sub>、上面层是Si的SOI(Silicon On Insulator)晶片作为设备材料。

[0066] 这样的SOI(Silicon On Insulator)晶片在其晶片制造工序中, 能够容易地使中间层SiO<sub>2</sub>的厚度(即, 基板部件与上面层之间的间隙)恒定。

[0067] 因此, 通过使用这样的SOI(Silicon On Insulator)晶片作为设备材料, 来除去作为中间层的SiO<sub>2</sub>, 从而内腔形成时的、基板部件与上面层之间的间隙的偏差较小, 能够形成均一的间隙的内腔。

[0068] 并且, SOI(Silicon On Insulator)晶片能够大量地得到相同品质的产品, 具有通用性, 制造方法简单, 所以也能够减少制造成本。

[0069] 并且, 因为上面层是Si, 所以在上面层形成开口部的工序为, 例如, 通过在形成由被光刻法被曝光的部分和未被曝光的部分构成的图案并进行显影后, 使用深RIE(Deep Reactive Ion Etching)的方法来进行蚀刻处理, 从而能够在上面层形成开口部。

[0070] 因此, 因为使用光刻法, 所以图案化容易, 能够使用该图案大量并且具有良好的再现性地在上面层形成规定的图案。

[0071] 另外, 因为中间层是SiO<sub>2</sub>, 所以通过利用透气性的密封层密封形成于上面层的开口部, 并经由该透气性的密封层, 例如使由HF气体构成的蚀刻气体透过来除去中间层, 从而简单地形成内腔。

[0072] 因此, 无需复杂的工序, 能够减少制造成本, 并且, 能够极稳定地提供品质优异的设备部件。

[0073] 另外, 本发明是静电电容型压力传感器, 其特征在于, 使用上述的任一项所述的设备部件。

[0074] 另外, 本发明是静电电容型压力传感器, 其特征在于, 使用通过上述的任一项所述的设备部件制造方法而得到的设备部件。

[0075] 通过这样构成, 能够提供在作为静电电容型压力传感器的设备部件使用的情况下, 能够成为在内部具有规定的形状的内腔的膜片构造, 能够测定与压力变化对应的规定静电电容变化的高精度的压力传感器。

[0076] 发明的效果

[0077] 根据本发明，通过利用透气性的密封层密封形成于上面层的开口部，经由该密封层使蚀刻气体透过，来除去中间层而形成内腔。

[0078] 因此，没有如现有的具备内腔的设备部件的制造方法那样，密封材料侵入空隙内并填埋用于形成内腔的空隙的可能。

[0079] 由此，能够提供能够以简单的工序形成具有作为预期目标的规定形状的内腔并且具有期待功能的设备部件。

[0080] 另外，在利用透气性的密封层密封形成于上面层的开口部时，例如，通过密封材料使用液体的光致抗蚀剂来进行旋涂，从而通过液体的毛细管现象进入开口部并被密封，所以整个开口部被透气性的密封材料密封。

[0081] 因此，无需如以往那样在利用密封材料密封时以严格的条件形成密封层，另外，无需复杂的工序，能够减少制造成本，并且，能够极稳定地提供品质优异的设备部件。

## 附图说明

[0082] 图1是本发明的具备内腔的设备部件的局部放大剖视图。

[0083] 图2是对本发明的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0084] 图3是对本发明的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0085] 图4是对本发明的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0086] 图5是对本发明的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0087] 图6是本发明的具备内腔的设备部件的另一实施例的局部放大剖视图。

[0088] 图7是对本发明的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0089] 图8是对本发明的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0090] 图9是对现有的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0091] 图10是对现有的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0092] 图11是对现有的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0093] 图12是对现有的具备内腔的设备部件的制造方法进行说明的局部放大剖视图。

[0094] 图13是现有的具备内腔的设备部件的局部放大剖视图。

[0095] 图14是表示将通过本发明的制造方法制造出的设备部件10作为静电电容型压力传感器使用的情况的概略的示意图。

[0096] 图15是表示将通过现有的制造方法制造出的设备部件100作为静电电容型压力传感器使用的情况的概略的示意图。

## 具体实施方式

[0097] 以下，基于附图对本发明的实施方式(实施例)进行更详细的说明。

[0098] 实施例1

[0099] 图1是本发明的具备内腔的设备部件的局部放大剖视图。

[0100] 在图1中，符号10整体表示本发明的具备内腔的设备部件。

[0101] 如图1所示，本发明的设备部件10具备由半导体构成的基板部件12，在该基板部件12的上表面形成有具有绝缘性的中间层14。另外，在该中间层14的上表面形成有由半导体构成的上面层16。

[0102] 并且,在上面层16具备形成为规定的图案形状的开口部18,具备以密封形成于该上面层16的开口部18的方式形成的透气性的密封层20。

[0103] 另外,如图1所示,在与该透气性的密封层20对应的中间层14的一部分形成有内腔22。此外,该内腔22是通过透过透气性的密封层20的蚀刻气体而形成的。

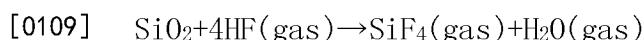
[0104] 另外,基板部件12例如能够使用Si等半导体,根据设备部件10的用途适当地选择即可,并不特别限定。

[0105] 另一方面,作为中间层14,具有绝缘性且被透过透气性的密封层20的蚀刻气体蚀刻即可,根据所使用的蚀刻气体的种类适当地选择即可。例如,在选择HF气体作为蚀刻气体的情况下,作为中间层14,例如,能够使用SiO<sub>2</sub>等氧化物等。

[0106] 并且,上面层16与基板部件12相同,例如,能够使用Si等半导体,根据设备部件10的用途适当地选择即可,并不特别限定。

[0107] 另外,作为透气性的密封层20,根据使用的蚀刻气体的种类,适当地选择使该蚀刻气体透过的材料即可,并不特别限定。例如,在选择HF气体作为蚀刻气体的情况下,作为透气性的密封层20,例如能够使用微克姆(Microchem)公司制的负性光致抗蚀剂“SU-8(商品名)”等。

[0108] 此外,例如,在中间层14由SiO<sub>2</sub>构成的情况下,若由化学反应式表示利用蚀刻气体的内腔形成,则如下述的公式。



[0109] 因此,如果考虑通过SOI(Silicon On Insulator)晶片制造绝对压力式压力传感器的情况,则密封层20除了作为蚀刻气体的HF气体绝对必须透过这一条件以外,还优选气体状的SiF<sub>4</sub>和H<sub>2</sub>O透过密封层20。

[0110] 即,优选密封层20具有也使中间层14被蚀刻气体蚀刻时产生的气体透过的透气性。

[0111] 这样,在本发明中,所谓“透气性的密封层20”的“透气性”是指,使蚀刻气体、以及中间层14被蚀刻气体蚀刻时产生的所有气体透过。

[0112] 例如,在使用SOI(Silicon On Insulator)晶片作为设备材料,使用HF气体作为蚀刻气体的情况下,作为透气性的密封层20所需的透气性,例如,优选能够使由HF气体构成的蚀刻气体、以及SiF<sub>4</sub>气体、H<sub>2</sub>O气体等因蚀刻形成的反应气体全部透过。

[0113] 以下参照图2~图5对于这样构成的本发明的设备部件10的制造方法进行说明。

[0114] 首先,如图2(A)所示,例如,准备由SOI(Silicon On Insulator)晶片构成的设备材料1,其由Si构成的基板部件12、在该基板部件12的上表面形成的由SiO<sub>2</sub>构成的中间层14、以及在中间层14的上表面形成的由Si构成的上面层16构成。

[0115] 接下来,如图2(B)所示,在上面层16的上表面例如形成正性光致抗蚀剂层24。然后,如图2(C)所示,从该光致抗蚀剂层24的上表面,经由规定图案的光掩模26,例如利用紫外线(UV)对光致抗蚀剂层24进行曝光。之后,例如,通过TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)等的显影液进行显影。

[0116] 由此,如图3(A)所示,被曝光的部分的光致抗蚀剂被除去,光致抗蚀剂层24以规定的图案残存。

[0117] 在该状态下,如图3(B)所示,将光致抗蚀剂层24作为掩模,对上面层16使用深RIE

(Deep Reactive Ion Etching)的方法,例如,进行被称为“博施工艺”的“交互进行利用SF<sub>6</sub>的蚀刻和利用C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>的钝化的工序”。由此,在上面层16形成有与以规定的图案残存的光致抗蚀剂层24相同的图案的开口部18。接下来,如图3(C)所示,除去所有光致抗蚀剂层24。

[0119] 然后,如图4(A)所示,例如,通过在上面层16的上表面旋涂由微克姆(Microchem)公司制的负性光致抗蚀剂“SU—8(商品名)”构成的密封材料,来形成透气性的密封层20。

[0120] 该情况下,“SU—8(商品名)”原本是液体,在形成于上面层16的开口部18内,“SU—8(商品名)”通过液体的毛细管现象进入开口部18并被密封,所以整个开口部18被密封材料密封。

[0121] 接下来,如图4(B)所示,经由规定图案的光掩模28,例如利用紫外线(UV)对“SU—8(商品名)”进行曝光。而且,之后,以95℃热烘后,例如,通过PGMEA(Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate:丙二醇甲醚醋酸酯)等的显影液进行显影。由此,如图4(C)所示,被曝光的部分的作为密封材料的“SU—8(商品名)”残留,透气性的密封层20以规定的图案残存。

[0122] 在该状态下,如图5的箭头所示,通过使蚀刻气体透过透气性的密封层20,例如使用HF气体来对中间层14进行蚀刻处理,从而除去中间层14的一部分,以规定的图案形成内腔22。

[0123] 由此,如图1所示,能够制造形成有内腔22的设备部件10。

[0124] 该情况下,在由Si构成的上面层16与由Si构成的基板部件12之间形成有内腔22。因此,通过将上面层16作为根据压力变化而位移的膜片,并且作为构成一方电极的对置电极使用,将基板部件12作为构成另一方电极的对置电极使用,从而能够视为可变容量电容器。

[0125] 图14是表示使用通过本发明的制造方法制造出的设备部件10作为静电电容型压力传感器的情况的概略的示意图。

[0126] 如图14所示,压力传感器50使用被上述的密封层20密封的上面层16作为膜片52。另外,膜片52被作为对置电极54使用,并且,由Si构成的基板部件12本身也被作为对置电极56使用。

[0127] 而且,如图14(A)、(B)所示,在将内腔18的压力设为P1,将从外部施加于膜片52的压力设为P2时,压力传感器检测该压力差。

[0128] 另外,以内腔18内成为真空状态的方式密封内腔18,由此,构成为内腔18内的压力P1成为真空的压力基准室,是绝对压力式压力传感器。

[0129] 然而,由经由电介质(绝缘体)彼此分离的两个电极构成的一般的电容器的容量C由下述的公式表示。

[0130] [公式2]

$$[0131] C = \epsilon \cdot \frac{S}{d}$$

[0132] 这里,ε表示电极间的电介质(绝缘体)的介电常数,S表示电极的面积,d表示电极间的距离。根据该公式明确可知,容量C分别与电极间的电介质(绝缘体)的介电常数ε、电极的面积S成比例,与电极间的距离d成反比例。

[0133] 如图14(A)、(B)所示的静电电容型压力传感器50也相同地由对置电极54和对置电

极56构成,对置电极54和对置电极56是经由作为电介质(绝缘体)的中间层14彼此分离的两个电极。

[0134] 该情况下,构成一方电极的对置电极54被作为根据施加于对置电极54的压力变化而产生位移的膜片52使用。由此,构成为,作为膜片52发挥作用的对置电极54、与构成另一方电极的对置电极56之间的电极间的距离d变化。

[0135] 因此,根据上述公式也明确可知,若对置电极54与对置电极56之间的电极间的距离d根据施加于作为膜片52发挥作用的对置电极54的压力的变化而变化,则静电电容型压力传感器50能够视为容量C与电极间的距离d成反比例变化的可变容量电容器。

[0136] 另外,如图14(A)、(B)所示,在对置电极54连接有布线58的一端,在对置电极56连接有布线60的一端,这些布线58、60的任意一个的另一端均与未图示的测定控制装置。

[0137] 由此,构成为能够经由这些布线58、布线56,通过测定控制装置对于对置电极54、对置电极56施加电压。

[0138] 由此,根据上述公式也明确可知,能够将因施加于作为膜片52发挥作用的对置电极54的压力变化而引起的对置电极54的位移,即,因对置电极54的位移而引起的对置电极54与对置电极56之间的电极间距离d的变化,捕捉为与电极间的距离d成反比例的容量C的变化。

[0139] 因此,如果预先知道该容量C的变化、与施加于作为膜片52发挥作用的对置电极54的压力变化量之间的关系,则能够通过测量容量C来得知当时的施加于对置电极54的压力,所以能够作为压力传感器使用。利用这样的原理的压力传感器一般被称为“静电电容型压力传感器”。

[0140] 此外,虽然未图示,但是作为压力传感器,除了静电电容型压力传感器以外,也能够应用于压电电阻式压力传感器,其构成为在膜片的表面形成应变片(Strain gauge),将因来自外部的压力变形而膜片发生变形的压电电阻效应的电阻变化换算成压力。

[0141] 通过这样构成,利用透气性的密封层20密封形成于上面层16的开口部18,并使蚀刻气体透过该透气性的密封层20,从而在中间层14形成内腔22。

[0142] 因此,没有如现有的具备内腔的设备部件的制造方法那样,密封材料侵入空隙内并填埋用于形成内腔的空隙的可能。

[0143] 由此,能够提供能够以简单的工序形成具有作为预期目标的规定形状的内腔22并且具有期待功能的设备部件10。

[0144] 另外,在对形成于上面层16的开口部18进行密封时,例如,密封材料使用液体的光致抗蚀剂并进行旋涂,从而通过液体的毛细管现象进入开口部18并被密封,所以整个开口部18被透气性的密封层20密封。

[0145] 因此,无需如以往那样,在利用密封材料进行密封时以严格的条件形成密封层,另外,无需复杂的工序,减少制造成本,并且,能够极稳定地提供优异品质的设备部件10。

[0146] 并且,这样,使用基板部件12为Si、中间层14为SiO<sub>2</sub>、上面层16为Si的SOI(Silicon On Insulator)晶片作为设备材料。

[0147] 这样的SOI(Silicon On Insulator)晶片在其晶片制造工序中,能够容易地使作为中间层14的SiO<sub>2</sub>的厚度(即,基板部件12与上面层16之间的间隙)恒定。

[0148] 因此,通过使用这样的SOI(Silicon On Insulator)晶片作为设备材料,来除去作

为中间层14的SiO<sub>2</sub>,从而形成内腔22时的基板部件12与上面层16之间的间隙偏差较小,能够形成具有均一间隙的内腔22。

[0149] 并且,SOI(Silicon On Insulator)晶片能够大量地获得相同品质的产品,具有通用性,制造方法简单,所以能够减少制造成本。

[0150] 并且,因为上面层16是Si,所以在上面层16形成开口部18的工序为,例如,通过在形成由被光刻法被曝光的部分和未被曝光的部分构成的图案并进行显影后,使用深RIE(Deep Reactive Ion Etching)的方法来进行蚀刻处理,从而能够在上面层16形成开口部18。

[0151] 因此,因为使用光刻法,所以图案化容易,能够使用该图案来大量并且具有良好再现性地在上面层16形成规定的图案。

[0152] 另外,因为中间层14是SiO<sub>2</sub>,所以利用透气性的密封层20密封形成于上面层16的开口部18,并使蚀刻气体透过该透气性的密封层20,例如使用HF气体对中间层14进行蚀刻处理,由此,除去了中间层14的一部分,能够以规定图案简单地形成内腔22。

[0153] 因此,无需复杂的工序,能够减少制造成本,并且,能够极稳定地提供优异品质的设备部件10。

[0154] 实施例2

[0155] 图6是本发明的具备内腔的设备部件的另一实施例的局部放大剖视图。

[0156] 该实施例的设备部件10是与图1所示的设备部件10基本相同的构成,对相同的构成部件标注相同的参照符号,省略其详细的说明。

[0157] 在该实施例的设备部件10中,如图6所示,在透气性的密封层20的上表面具备非透气性的保护膜30。

[0158] 该情况下,作为非透气性的保护膜30,根据设备部件10的用途适当选择即可,并不特别限定,但是例如能够根据蒸镀等使用铝等金属、多晶硅等半导体、聚对二甲苯等树脂等来形成。

[0159] 该情况下,所谓“非透气性的保护膜30”的“非透气性”是指气体不从外部透过保护膜30、透气性的密封层20侵入内腔22内。由此,内腔22内不会被污染,也没有内腔22内的气体的进出,内腔22内的内压不会变化。

[0160] 另外,保护膜30的膜厚也根据设备部件10的用途适当选择即可,并不特别限定,但是为了不使气体侵入内腔22内,优选例如位于100nm~5μm的范围,优选的是,在保护膜30是铝的情况下位于100nm~200nm的范围,在保护膜30是聚对二甲苯的情况下位于2μm~5μm的范围。

[0161] 根据这样构成的设备部件10,在密封层20的上表面具备非透气性的保护膜30,所以气体不从外部侵入设备部件10的内腔22内,内腔22内不会被污染。另外,因为也没有内腔22内的气体的进出,所以内腔22内的内压不会变化,能够提供具有期待功能的设备部件10。

[0162] 该情况下,优选内腔22是真空状态。即,优选通过在真空条件下实施形成非透气性的保护膜30的工序,来使内腔22成为真空状态。

[0163] 此外,该情况下,所谓“真空”是包含绝对真空、接近绝对真空状态、或者与大气压相比进行了减压的作为压力传感器使用没有问题的程度的状态的含意。

[0164] 通过这样构成,在现有的设备部件的制造方法中,由于LPCVD(Low Pressure

Chemical Vapor Deposition)、使内腔内残留的氢燃烧来形成真空室,所以需要使例如由SOI(Silicon On Insulator)晶片等构成的设备材料成为高温状态。因此,存在无法使用部耐受高温的材料,材料局限,缺乏通用性等的问题。

[0165] 与此相对,根据本发明,能够提供设备部件10,其为了使内腔22内成为真空,例如,能够使用金属的真空蒸镀等非常简单的工序,来在密封层20的上表面形成非透气性的保护膜30,并且,具备杂质气体等不会残留在内腔22内的密封为真空状态的压力基准室。

[0166] 因此,例如,能够简单且低成本地制造静电电容型绝对压力式压力传感器等,并且,能够制造与以往相比品质稳定的压力传感器等。

[0167] 以下参照图7~图8对于这样构成的本发明的设备部件10的制造方法进行说明。

[0168] 首先,图2~图5为止的工序与上述实施例1的设备部件10的制造方法相同。

[0169] 如图5所示,通过使蚀刻气体透过透气性的密封层20,来对中间层14进行蚀刻处理,从而除去中间层14的一部分,以规定的图案形成内腔22。

[0170] 之后,如图7(A)所示,在该透气性的密封层20的上表面,例如,通过蒸镀等,使用铝等金属、多晶硅等半导体、聚对二甲苯等树脂等来形成保护膜30。

[0171] 接下来,如图7(B)所示,在保护膜30的上表面例如旋涂正性光致抗蚀剂层32。然后,如图7(C)所示,从该光致抗蚀剂层32的上表面,经由规定的图案的光掩模34,例如利用紫外线(UV)对光致抗蚀剂层32进行曝光。之后,例如,通过TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)等的显影液进行显影。

[0172] 由此,如图8(A)所示,被曝光的部分的光致抗蚀剂被除去,光致抗蚀剂层32以规定的图案残存。

[0173] 在该状态下,如图8(B)所示,将光致抗蚀剂层32作为掩模,例如使用混酸等的铝蚀刻剂来对上面层16进行蚀刻处理,从而以规定图案除去保护膜30。之后,除去所有光致抗蚀剂层32。

[0174] 由此,如图8(C)所示,能够制造在密封层20的上表面具备非透气性的保护膜30的设备部件10。

### [0175] 实施例3

[0176] 与上述实施例1、实施例2相同地制造了具备非透气性的保护膜30的设备部件10。

[0177] 即,如图2(A)所示,准备了由Si构成的基板部件12、在该基板部件12的上表面形成的由SiO<sub>2</sub>构成的中间层14、以及在中间层14的上表面形成的由Si构成的上面层16构成的、由SOI(Silicon On Insulator)晶片构成的设备材料1。

[0178] 使用氨水双氧水清洗了该设备材料1。另外,通过HF水溶液(稀释为1/100)清洗1分钟。

[0179] 然后,在设备材料1的上面层16的上表面涂覆底涂剂,并在其上表面,如图2(B)所示,在上面层16的上表面使用希普利(SHIPLEY)公司制的正性光致抗蚀剂“S1805G(商品名)”,以4000rpm/30秒进行旋涂,从而形成光致抗蚀剂层24。

[0180] 接下来,如图2(C)所示,从该光致抗蚀剂层24的上表面,经由规定图案的光掩模26,利用紫外线(UV)对光致抗蚀剂层24进行3秒曝光。

[0181] 之后,通过TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)(东京应化工业株式会社制的显影液“NMD-3(商品名)”)进行1分钟显影。

[0182] 由此,如图3(A)所示,被曝光的部分的光致抗蚀剂被除去,光致抗蚀剂层24以规定的图案残存。

[0183] 在该状态下,如图3(B)所示,以光致抗蚀剂层24作为掩模,对上面层16,使用深RIE(Deep Reactive Ion Etching)的方法,进行被称为“博施工艺”的“交互进行利用SF<sub>6</sub>的蚀刻和利用C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>的钝化的工序”。由此,在上面层16形成有与以规定的图案残存的光致抗蚀剂层24相同的图案的开口部18。

[0184] 接下来,如图3(C)所示,通过2分钟的使用了O<sub>2</sub>等离子体的O<sub>2</sub>灰化除去了所有光致抗蚀剂层24。然后,如图4(A)所示,通过在上面层16的上表面以2000rpm/30秒旋涂由微克姆(Microchem)公司制的负性光致抗蚀剂“SU—8(商品名)”构成的密封材料,来形成透气性的密封层20。

[0185] 该情况下,“SU—8(商品名)”原本是液体,在形成于上面层16的开口部18内,“SU—8(商品名)”通过液体的毛细管现象进入开口部18并被密封,所以整个开口部18被密封材料密封。

[0186] 接下来,如图4(B)所示,经由规定图案的光掩模28,利用紫外线(UV)对“SU—8(商品名)”进行30秒的曝光。

[0187] 而且,之后,在95℃、3分钟热烘后,通过作为显影液的PGMEA(Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate)进行了1分钟显影。由此,如图4(C)所示,曝光以及热烘后的部分作为密封材料的“SU—8(商品名)”残留,透气性的密封层20以规定的图案残存。

[0188] 该状态下,如图5的箭头所示,通过使作为蚀刻气体的HF气体透过透气性的密封层20达20分钟,来除去中间层14的一部分,以规定的图案形成内腔22。

[0189] 接下来,如图7(A)所示,在该透气性的密封层20的上表面通过真空蒸镀使用铝来形成200nm厚度的保护膜30。

[0190] 然后,在保护膜30的上表面涂覆底涂剂,在其上表面,如图7(B)所示,在保护膜30的上表面以3000rpm/30秒旋涂希普利(SHIPLEY)公司制的正性光致抗蚀剂“S1818G(商品名)”,来形成光致抗蚀剂层32。

[0191] 然后,如图7(C)所示,从该光致抗蚀剂层32的上表面经由规定图案的光掩模34,利用紫外线(UV)对光致抗蚀剂层32进行3秒曝光。

[0192] 之后,通过TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)(东京应化工业株式会社制的显影液“NMD—3(商品名)”)进行了1分钟显影。

[0193] 由此,如图8(A)所示,被曝光的部分的光致抗蚀剂被除去,光致抗蚀剂层32以规定的图案残存。

[0194] 在该状态下,如图8(B)所示,将光致抗蚀剂层32作为掩模,通过使用铝蚀刻剂(混酸铝)对上面层16进行3分钟蚀刻处理,以规定图案除去了保护膜30。之后,除去了所有光致抗蚀剂层32。

[0195] 由此,如图8(C)所示,能够制造在密封层20的上表面具备非透气性的保护膜30的设备部件10。

[0196] 将该设备部件10用作绝对压力式压力传感器进行了实验的结果,明确得到,压力与静电电容关系为线性的相关关系,作为压力传感器具有可靠性。

[0197] 以上,对本发明的优选的实施方式进行了说明,但是本发明并不局限于此。本发明

的设备部件10例如能够应用于静电电容型压力传感器、喷墨打印机头、医疗、生物技术等所使用的微流道设备等,但是也能够作为各种设备部件使用等,能够在不脱离本发明的目的的范围内进行各种变更。

[0198] 工业上的可利用性

[0199] 本发明属于MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)的技术领域,涉及具备内腔的设备部件以及具备内腔的设备部件的制造方法。

[0200] 这种具备内腔的设备部件例如能够作为静电电容型压力传感器、喷墨打印机头、医疗、生物技术等所使用的微流道设备等利用。

[0201] 符号的说明

[0202] 1...设备材料;10...设备部件;12...基板部件;14...中间层;16...上面层;18...开口部;20...密封层;22...内腔;24...光致抗蚀剂层;26...光掩模;28...光掩模;30...保护膜;32...光致抗蚀剂层;34...光掩模;50...压力传感器;52...膜片;54、56...对置电极;58、60...布线;100...设备材料;102...基板部件;104...中间层;106...上面层;108...光致抗蚀剂层;110...光掩模;112...开口部;114...空隙;116...密封层;118...内腔;120...光致抗蚀剂层;122...光掩模;200...压力传感器;202...膜片;204、206...对置电极;208、210...布线。

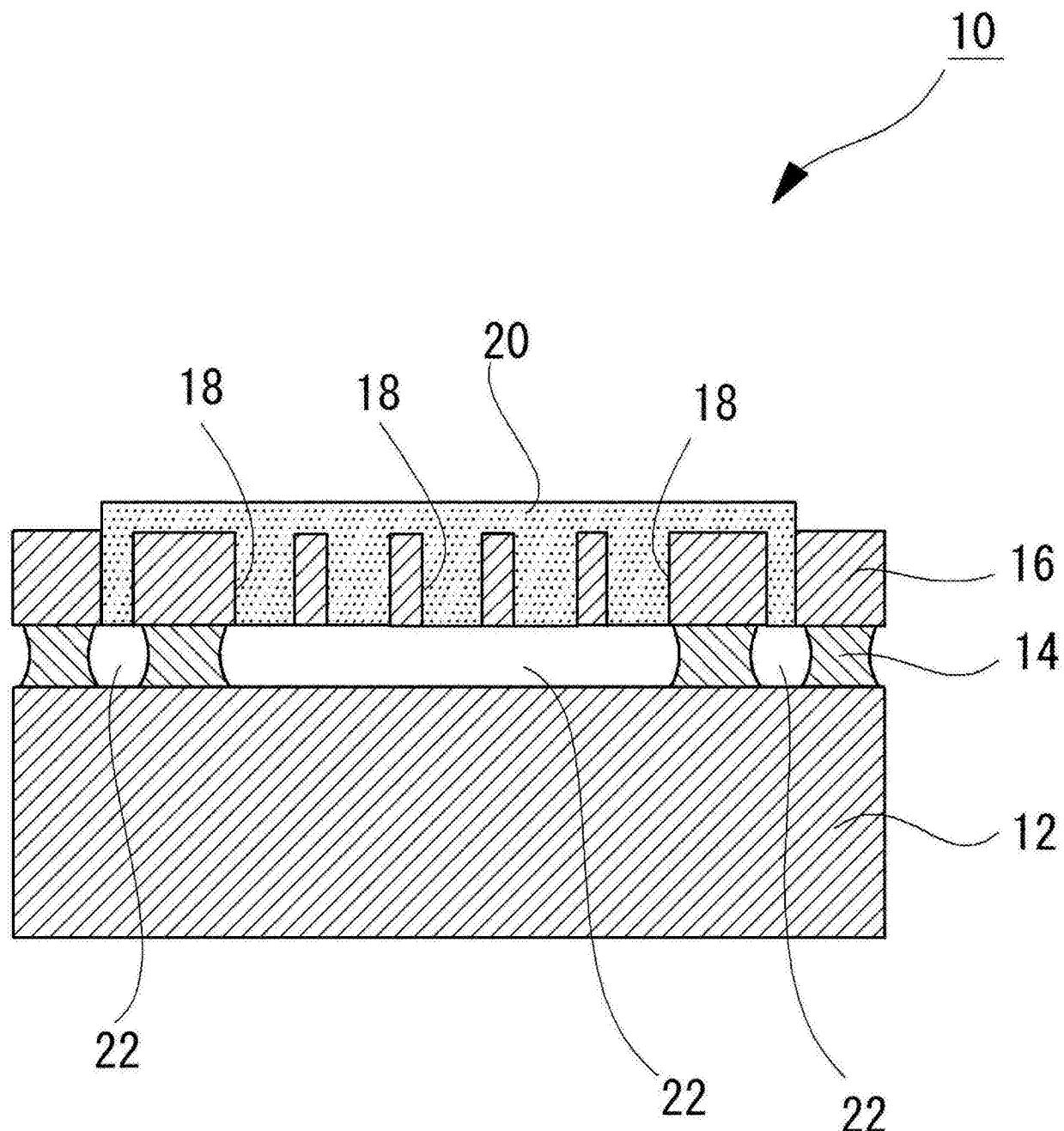


图1

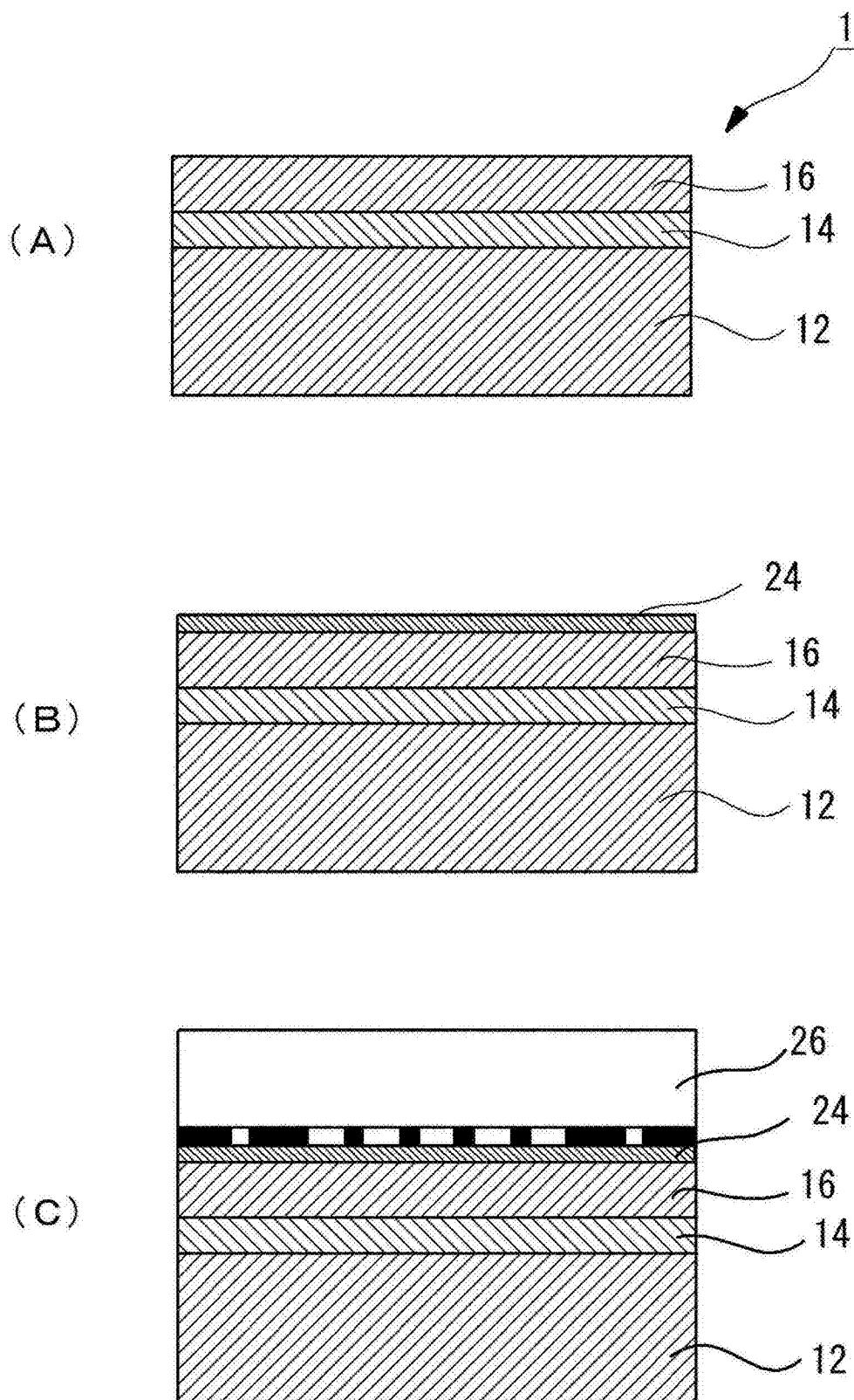


图2

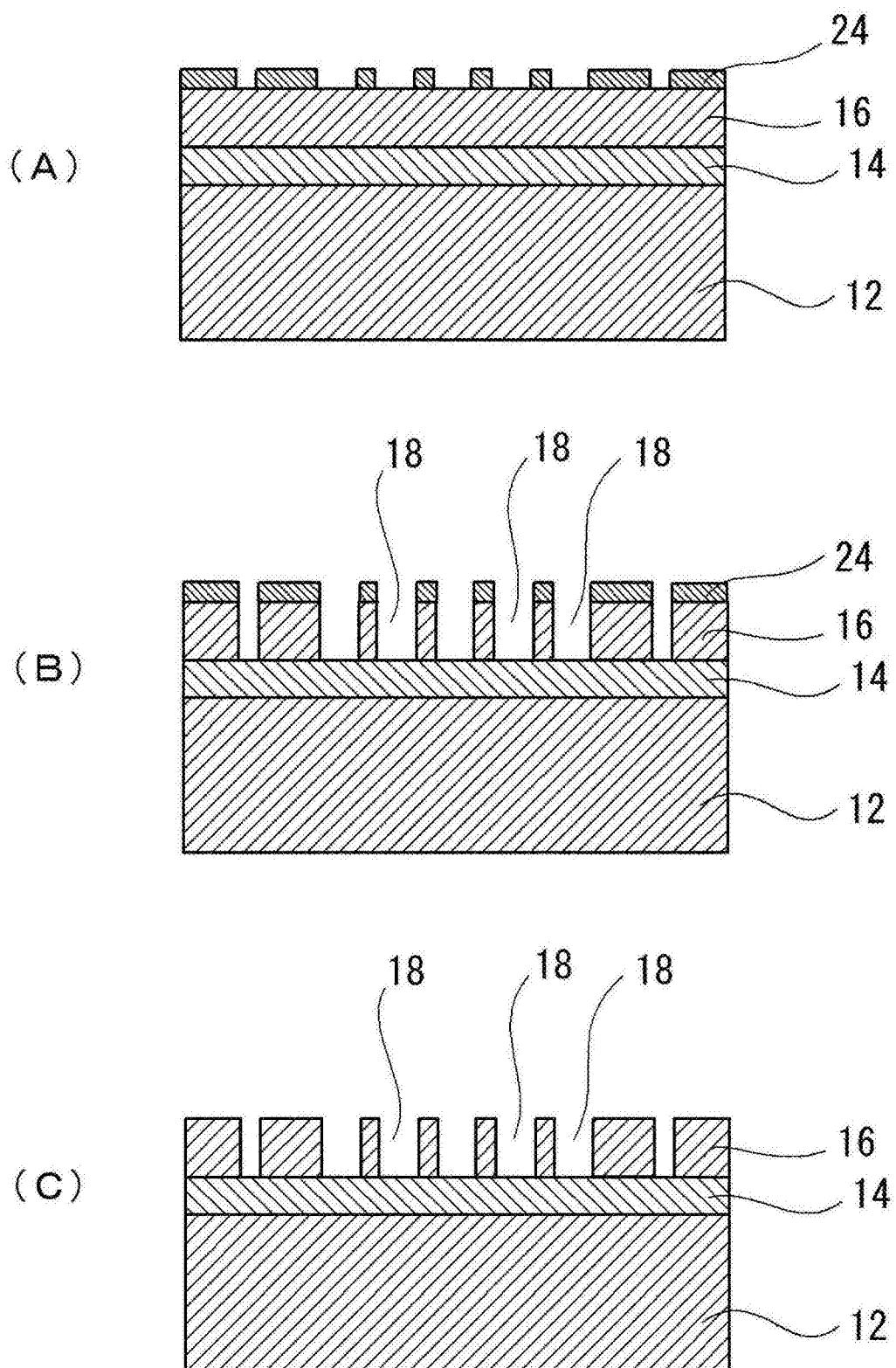


图3

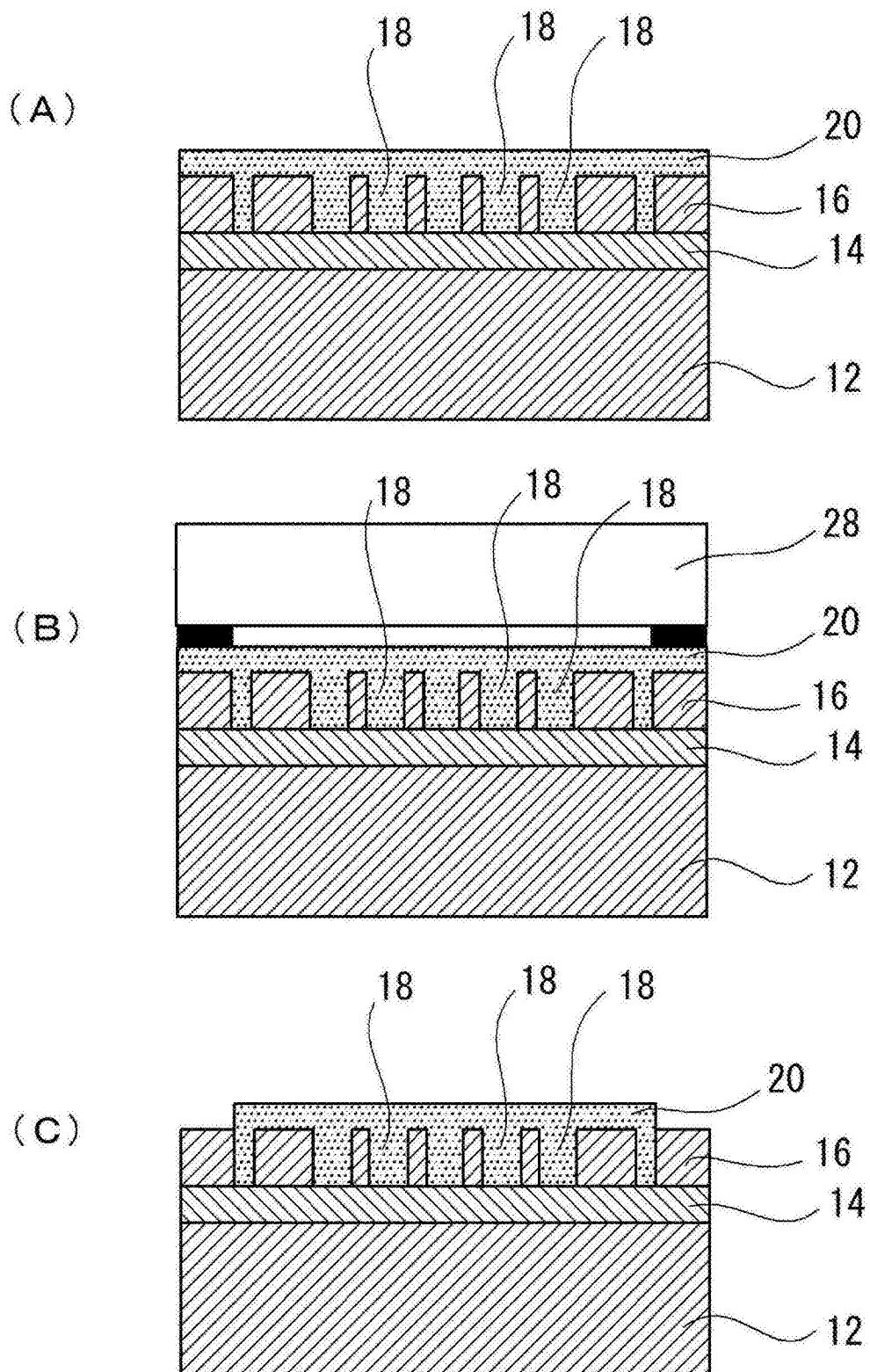


图4

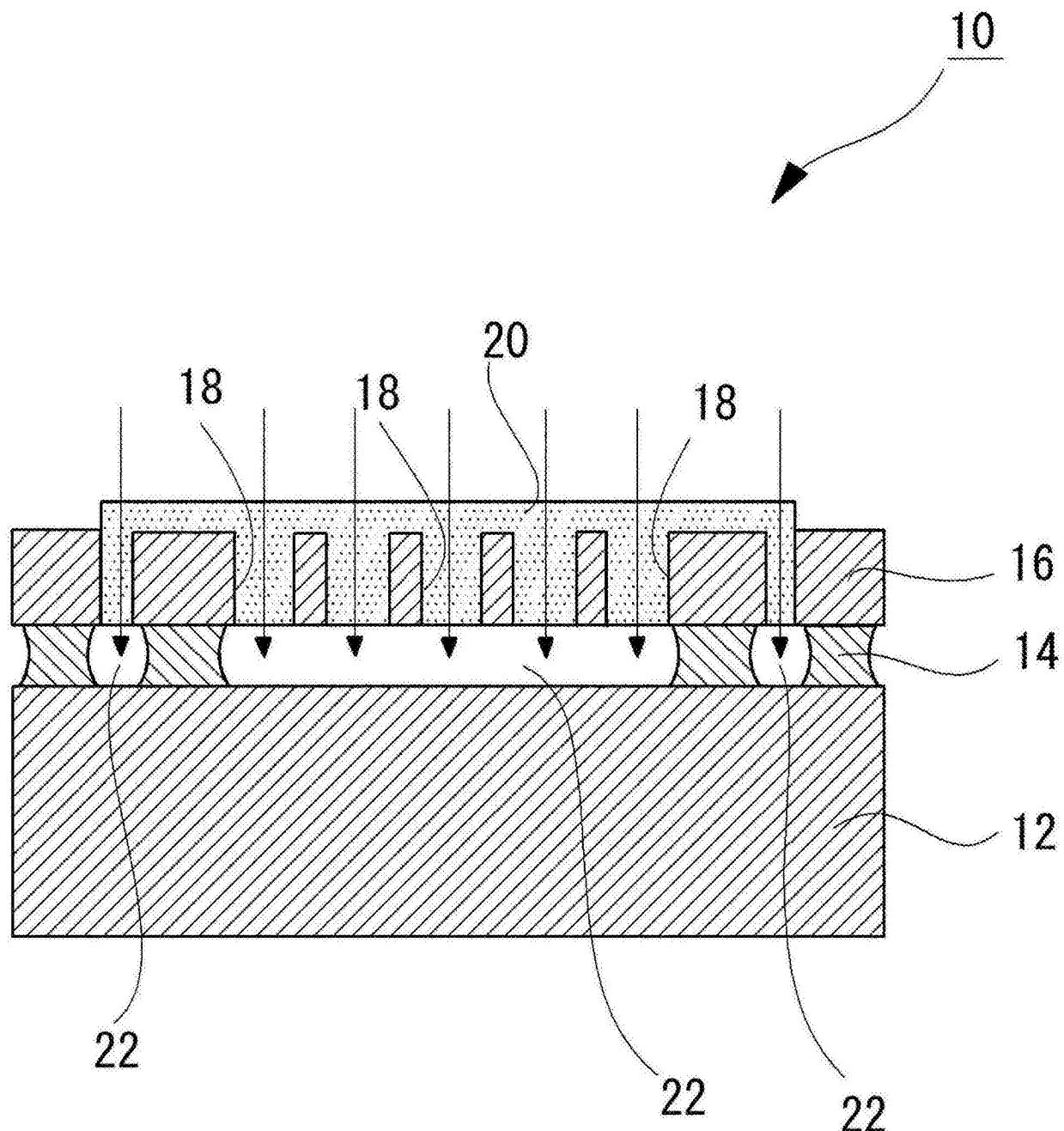


图5

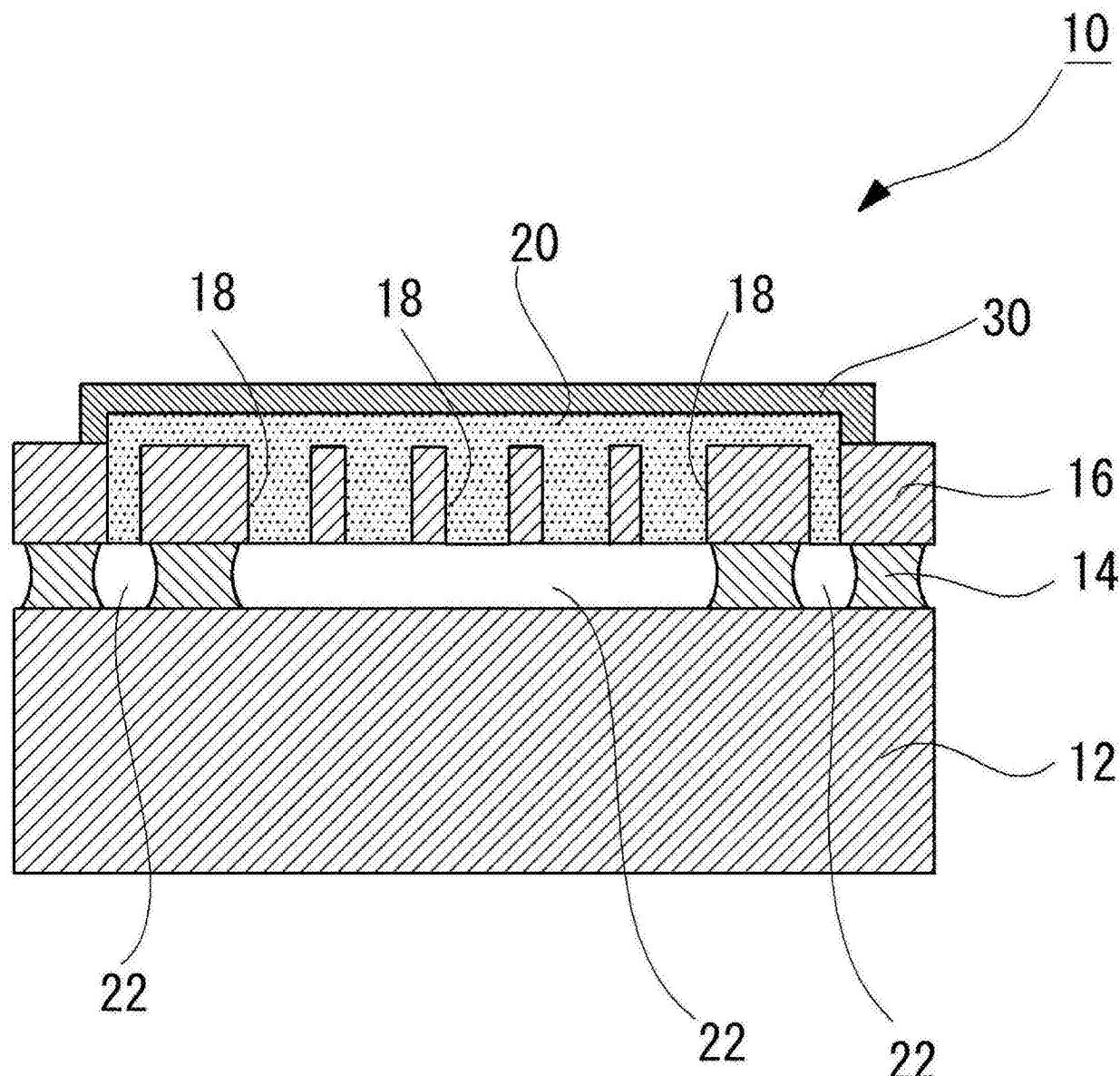


图6

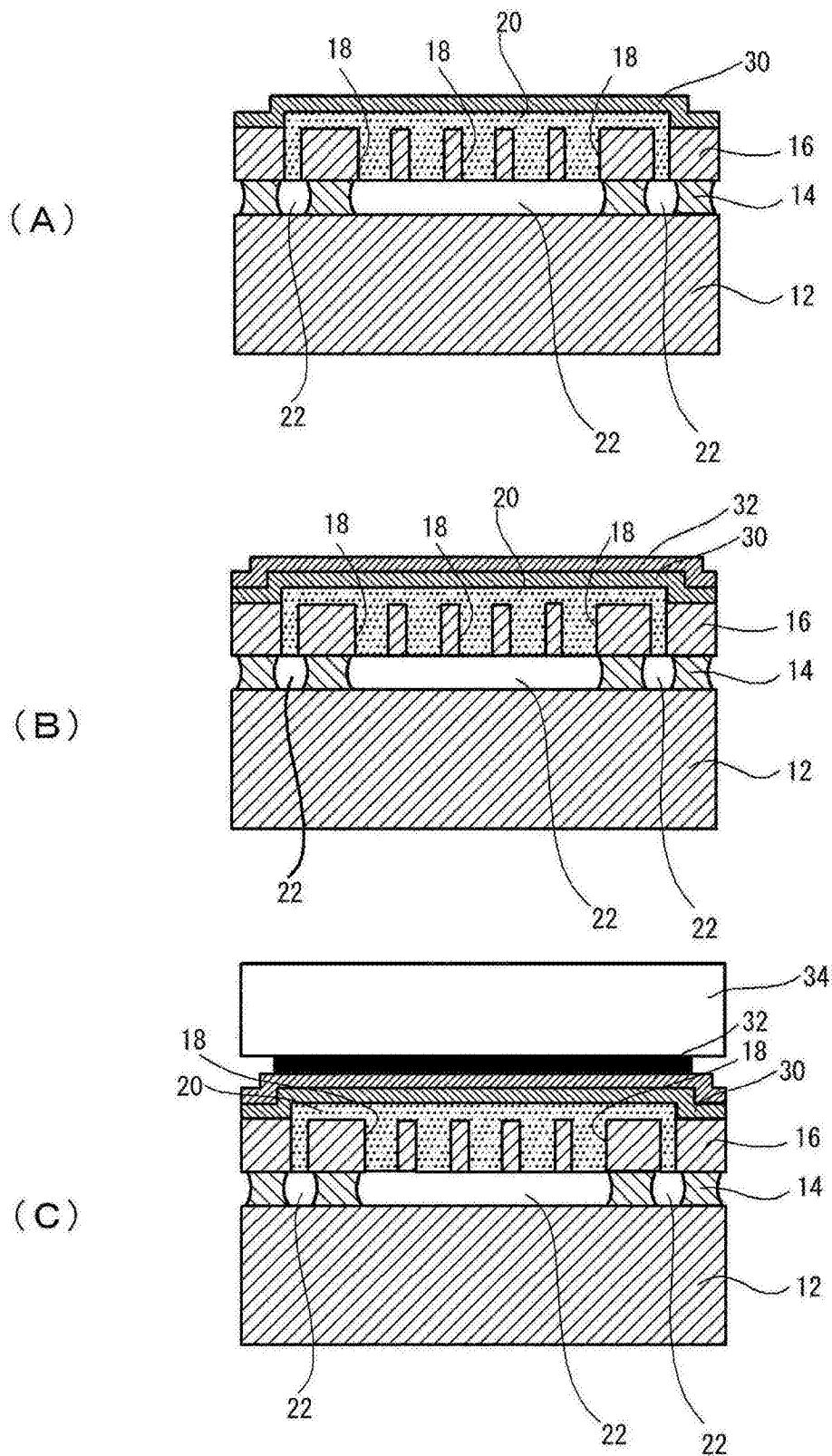


图7

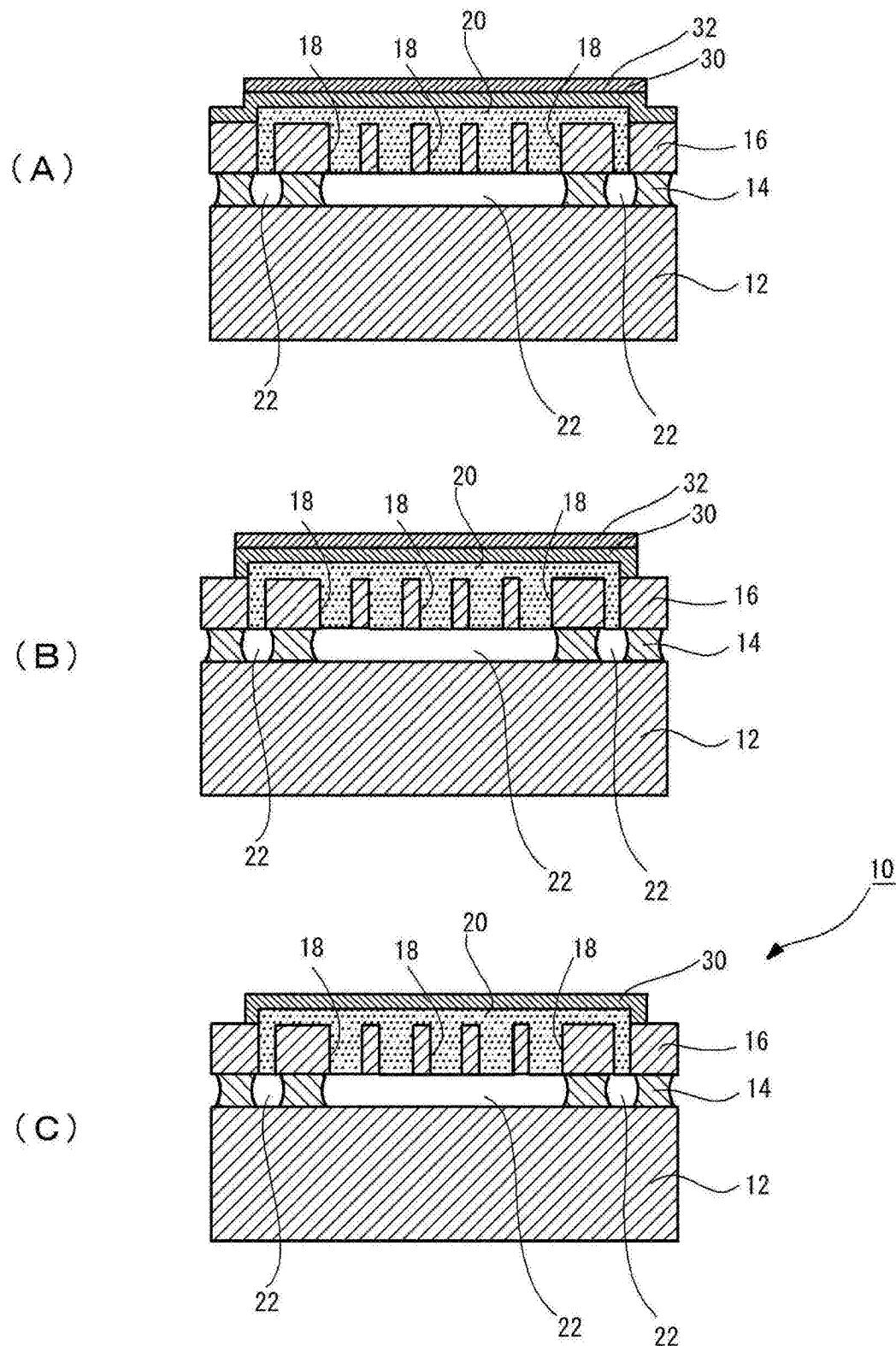


图8

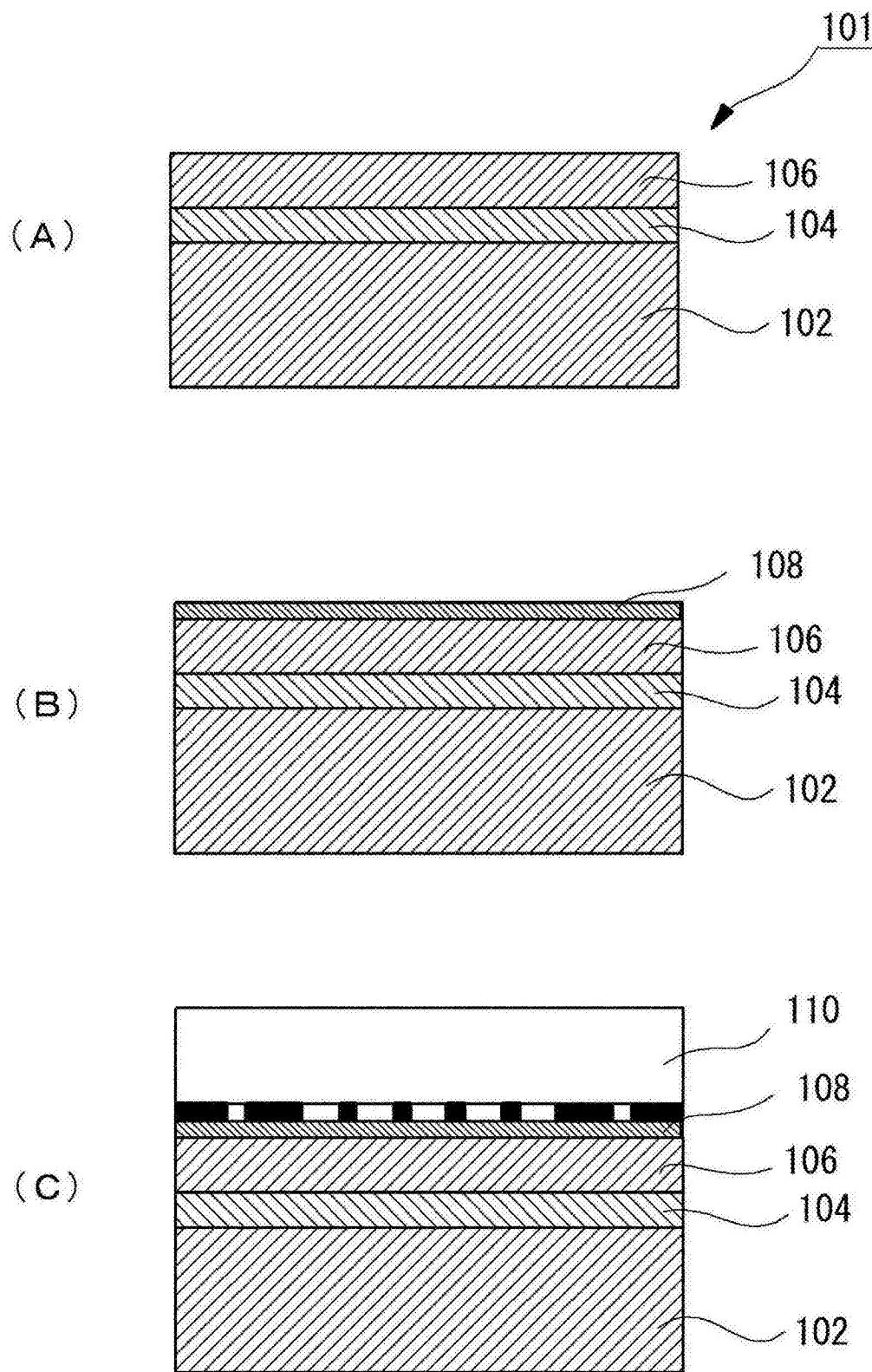


图9

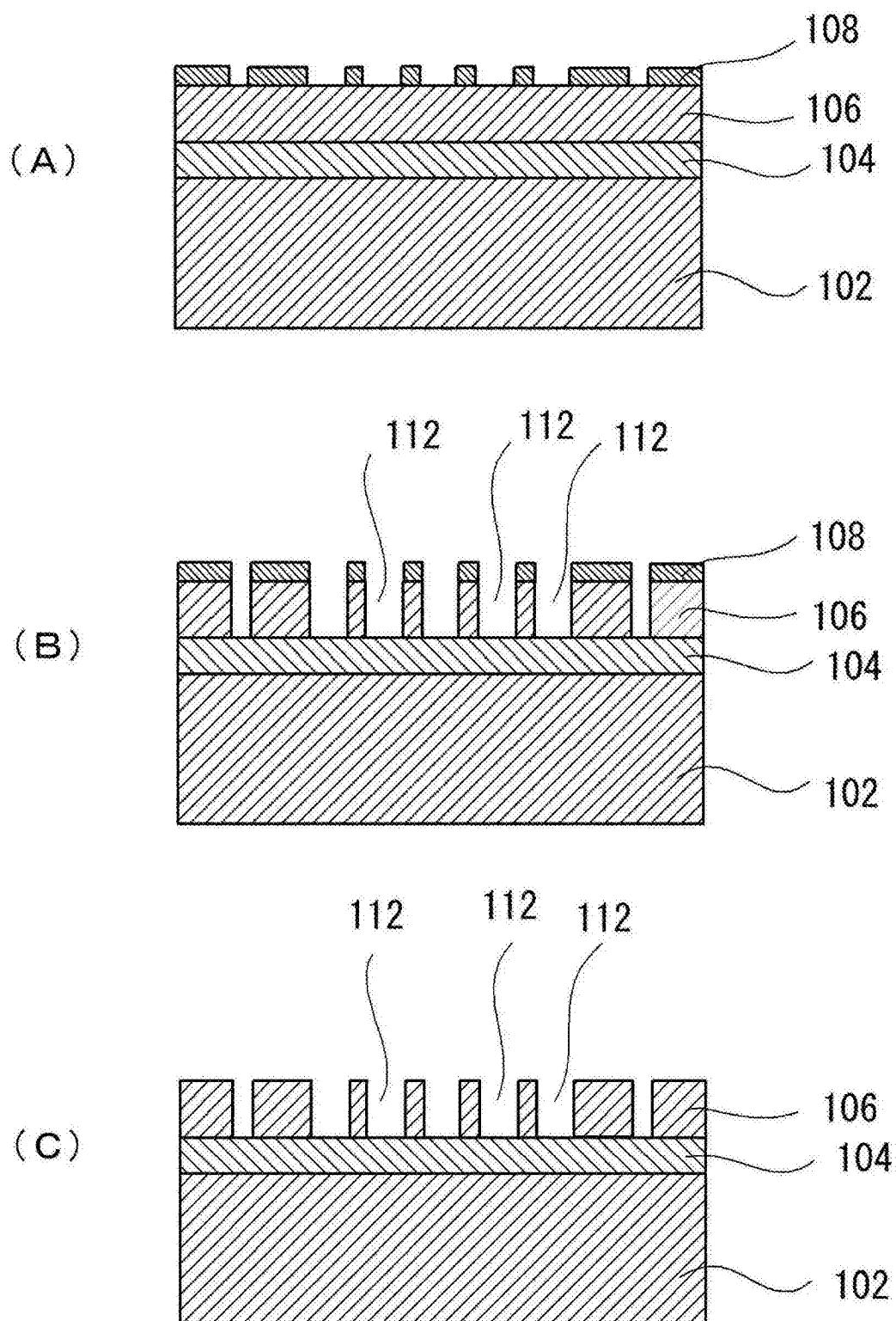


图10

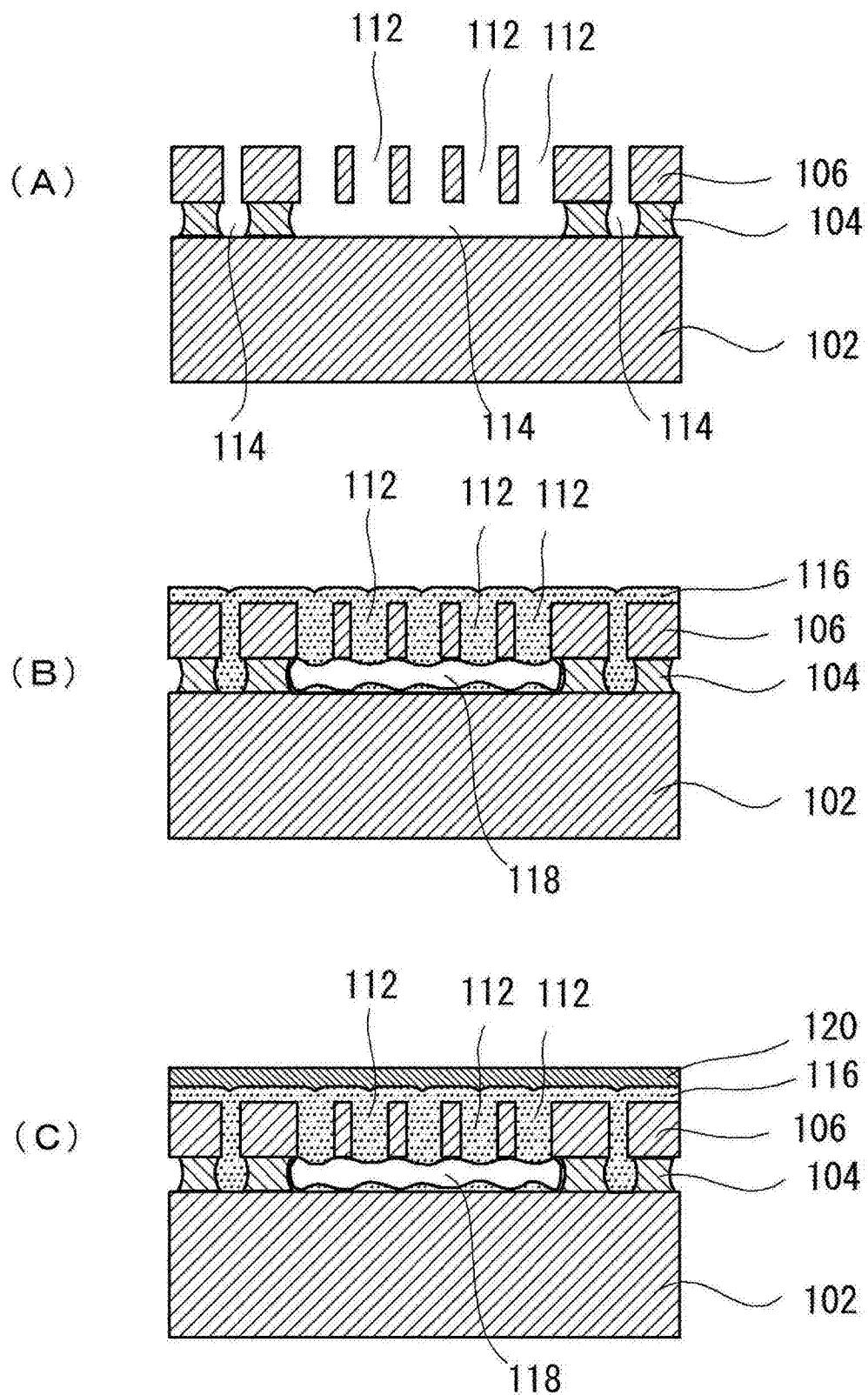


图11

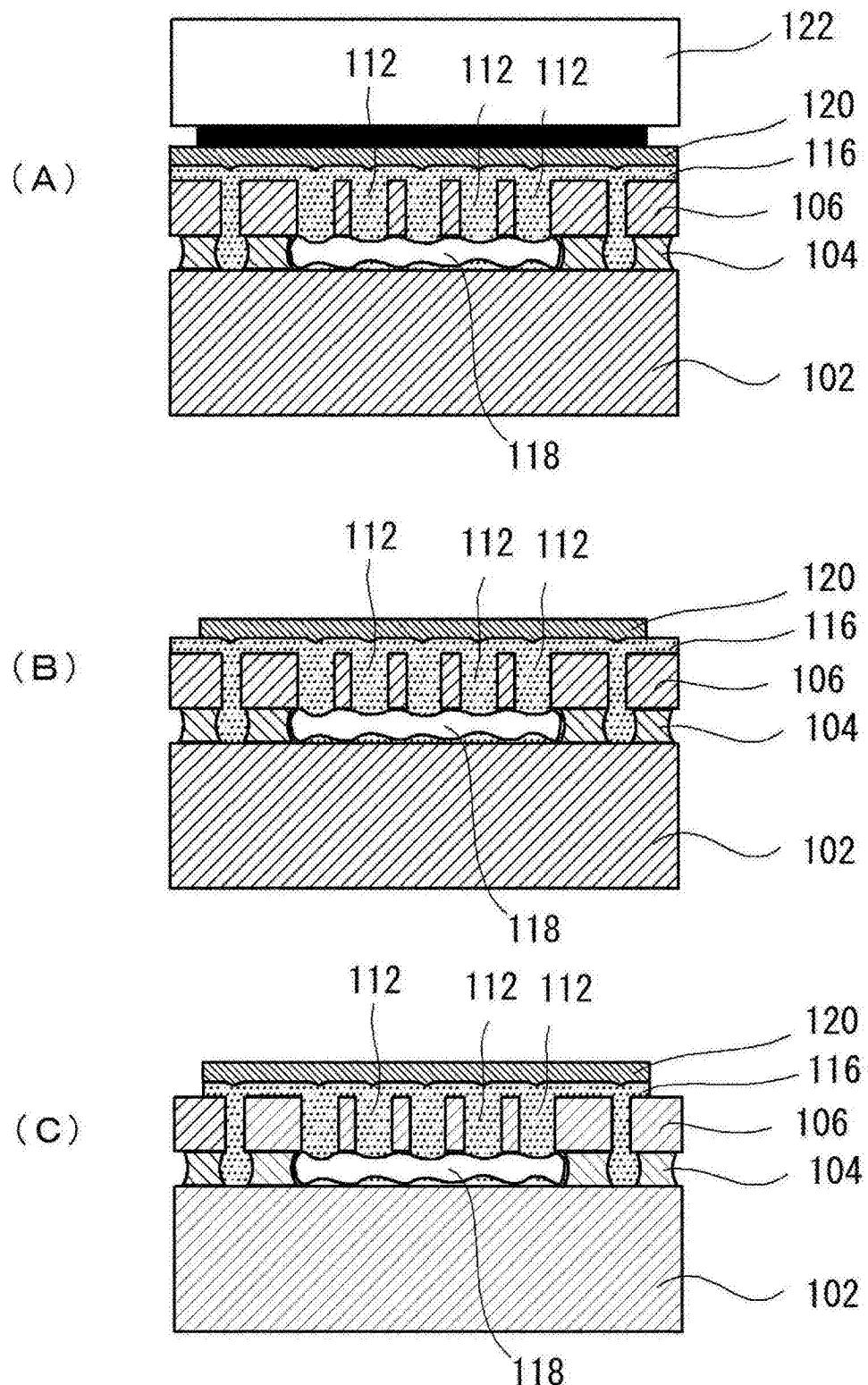


图12

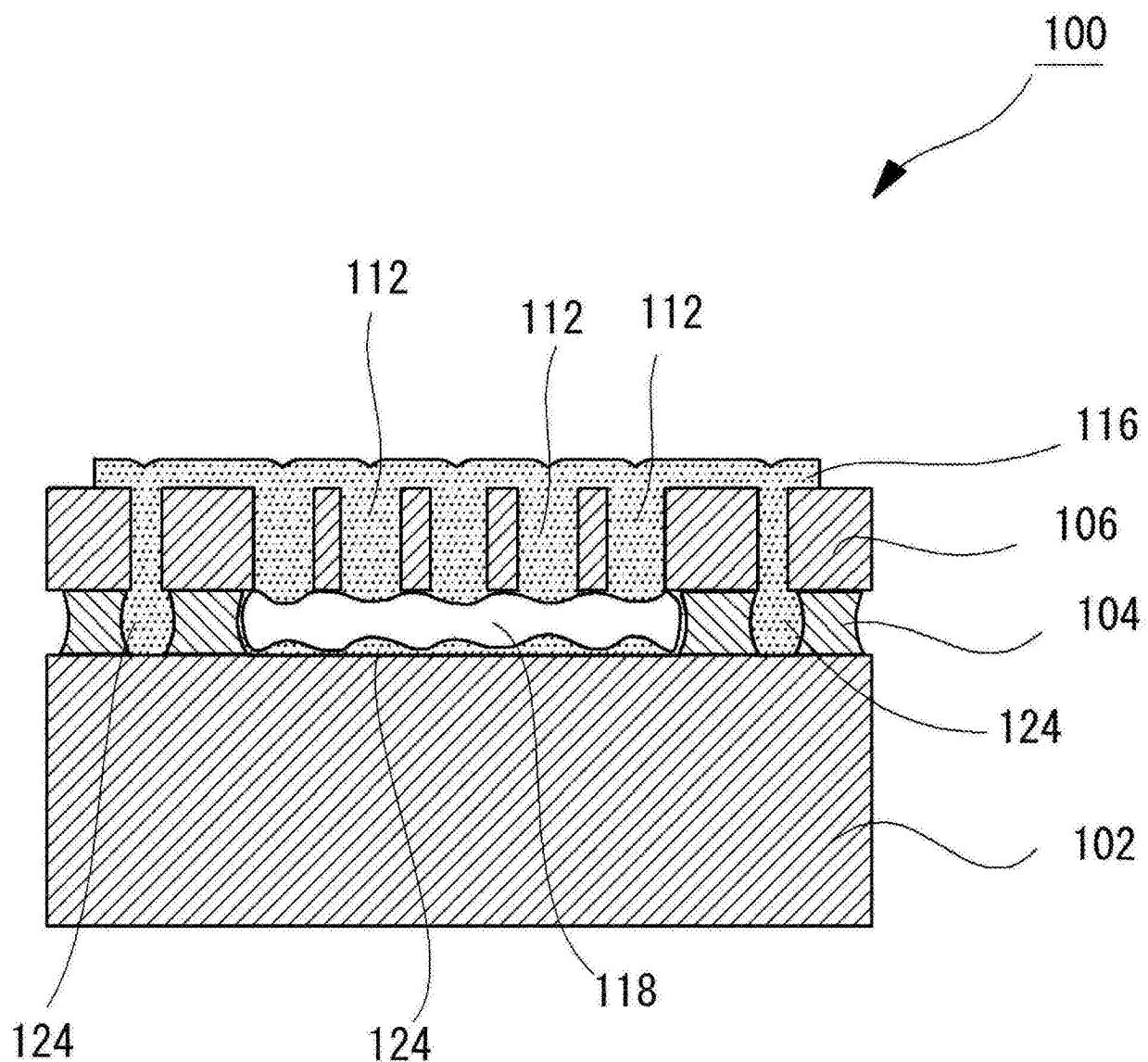


图13

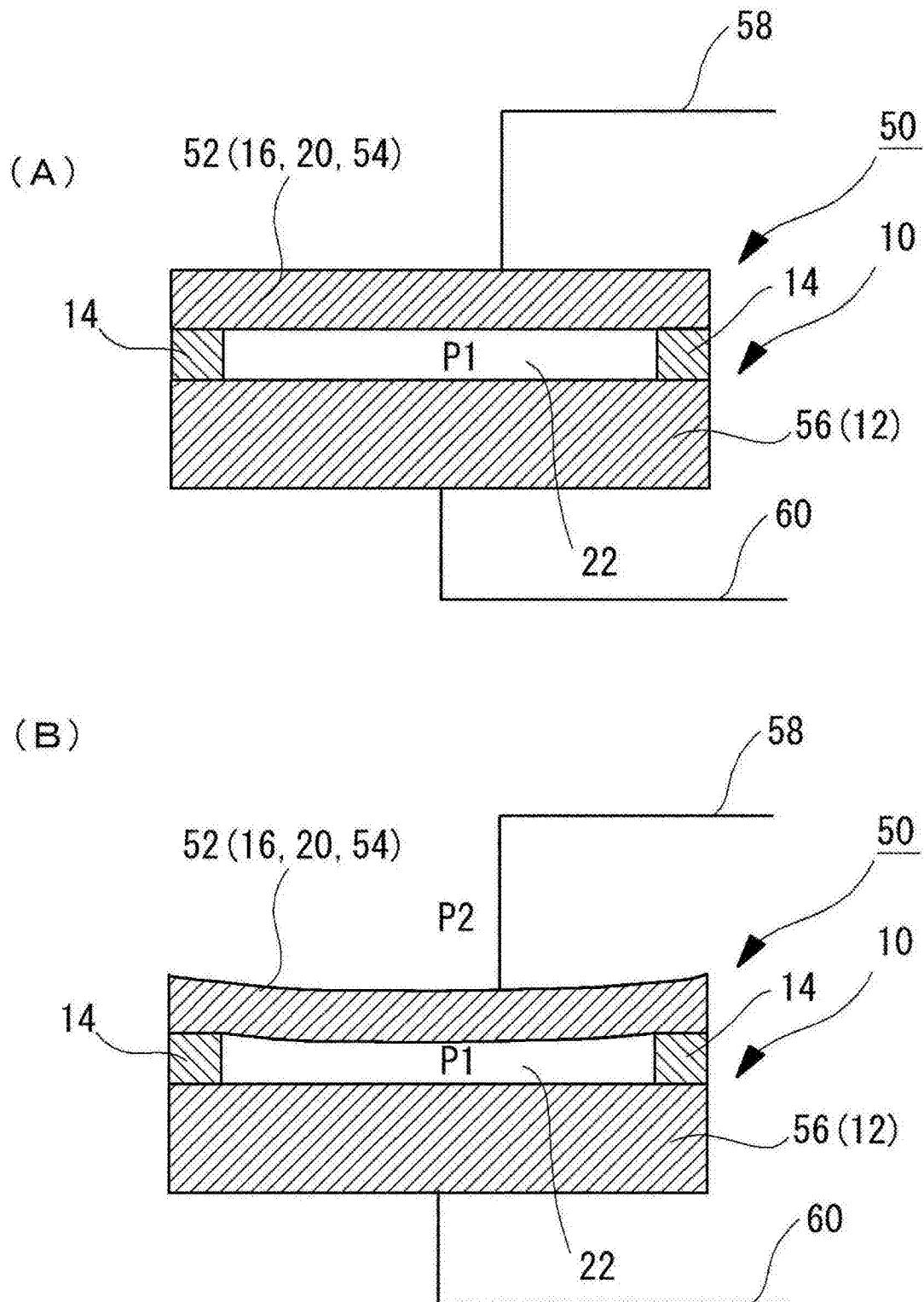


图14

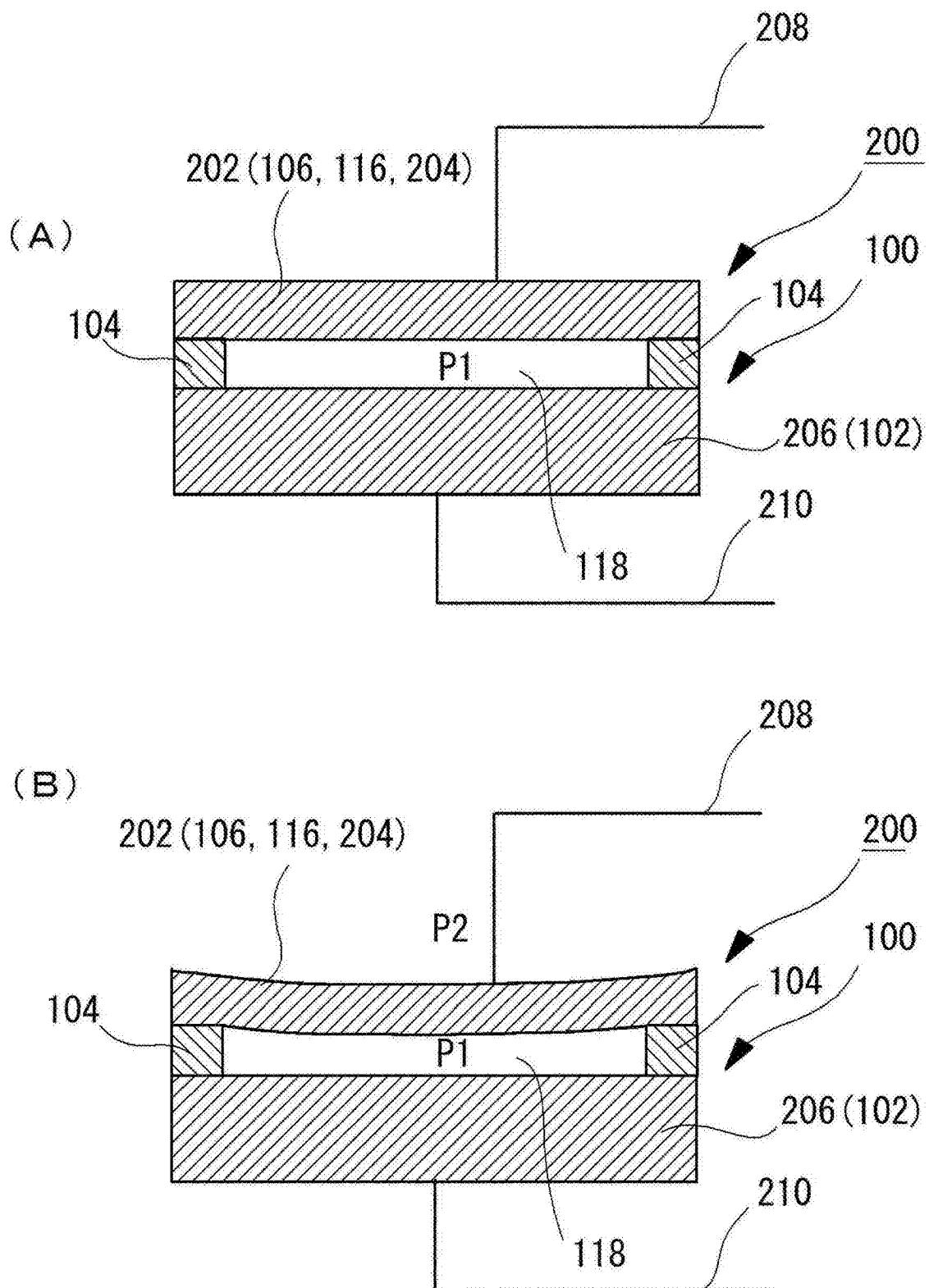


图15