



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106849741 B

(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201610959198.5

(22)申请日 2016.11.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106849741 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(30)优先权数据

2015-222564 2015.11.13 JP

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 荒川丰

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李洋 青炜

(51)Int.Cl.

H02N 2/02(2006.01)

H02N 2/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2014293155 A1,2014.10.02,

US 2014293155 A1,2014.10.02,

CN 1722600 A,2006.01.18,

US 2004094815 A1,2004.05.20,

CN 104022679 A,2014.09.03,

CN 1423276 A,2003.06.11,

US 2001011860 A1,2001.08.09,

CN 1445871 A,2003.10.01,

CN 103151951 A,2013.06.12,

审查员 何大波

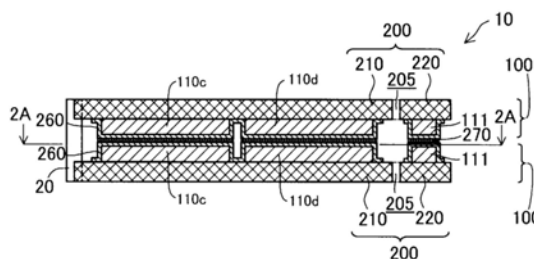
权利要求书1页 说明书9页 附图15页

(54)发明名称

压电致动器、层叠致动器、压电马达、机器人以及机械手

(57)摘要

本发明提供一种压电致动器、层叠致动器、压电马达、机器人、机械手。压电致动器(10)具备两个基板(200);配置于两个基板(200)之间的压电元件(110a~110e);以及覆盖压电元件110a~110e的周围的至少一部分的覆盖部(260)。



1. 一种压电致动器,其中,具备:  
两个基板;  
压电元件,所述压电元件配置于所述两个基板之间;以及  
覆盖部,所述覆盖部覆盖所述压电元件的至少一部分,  
所述基板具有振动部以及支承所述振动部的支承部,  
所述压电元件设置于所述振动部,  
所述压电致动器具备:  
布线层,所述布线层被配置成连接所述振动部和所述支承部;以及  
电路基板,所述电路基板与所述布线层电连接,并与所述支承部连接。
2. 一种压电致动器,其中,具备:  
两个基板,所述两个基板被配置为在俯视视角下至少有一部分重叠;  
压电元件,所述压电元件分别配置于在所述俯视视角下所述两个基板重叠的区域中的、所述两个基板彼此相向侧的面上;以及  
覆盖部,所述覆盖部覆盖两个所述压电元件的各自的至少一部分,  
所述基板具有振动部以及支承所述振动部的支承部,  
两个所述压电元件设置于所述振动部,  
所述压电致动器具备:  
布线层,所述布线层被配置成连接所述振动部和所述支承部;以及  
电路基板,所述电路基板与所述布线层电连接,并与所述支承部连接。
3. 根据权利要求2所述的压电致动器,其中,  
在两个所述覆盖部之间配置有粘接层。
4. 根据权利要求2所述的压电致动器,其中,  
所述覆盖部覆盖所述压电元件的整体。
5. 根据权利要求2或4所述的压电致动器,其中,  
所述覆盖部覆盖所述支承部的周围的至少一部分。
6. 根据权利要求2至4中任一项所述的压电致动器,其中,  
在所述振动部的前端具有突出的区域。
7. 根据权利要求5所述的压电致动器,其中,  
在所述振动部的前端具有突出的区域。
8. 一种层叠致动器,其中,  
层叠有多个权利要求1至7中任一项所述的压电致动器。
9. 一种压电马达,其中,具备:  
权利要求1至7中任一项所述的压电致动器或者权利要求8所述的层叠致动器。
10. 一种机器人,其中,具备:  
权利要求9所述的压电马达。
11. 一种机械手,其中,具备:  
权利要求9所述的压电马达。
12. 一种送液泵,其中,具备:  
权利要求9所述的压电马达。

## 压电致动器、层叠致动器、压电马达、机器人以及机械手

### 技术领域

[0001] 本发明涉及压电致动器以及使用该压电致动器的各种装置。

### 背景技术

[0002] 已知在垫片材料的两个面粘接压电体,且该压电体的周围用树脂覆盖的压电致动器(例如,专利文献1)。

[0003] 专利文献1:日本特开2006-80318号公报

[0004] 专利文献1的压电致动器由于压电体处于垫片材料的两面(外侧),有可能受到外部损伤。特别是在将压电体设为薄膜的情况下,由于压电体受到外部损伤,存在其功能受损的可能性。

### 发明内容

[0005] 本发明就是为了解决上述问题而完成的,能够作为以下方式实现。

[0006] (1) 根据本发明的一方式,提供一种压电致动器。该压电致动器具备:两个基板;压电元件,上述压电元件配置于上述两个基板之间;以及覆盖部,上述覆盖部覆盖上述压电元件的至少一部分。根据该方式,压电元件被两个基板和覆盖部保护,因此难以受到外部损伤。

[0007] (2) 根据本发明的一方式,提供一种压电致动器。该压电致动器具备:两个基板,上述两个基板被配置为在俯视视角下至少有一部分重叠;压电元件,上述压电元件分别配置于在上述俯视视角下上述两个基板重叠的区域中的、上述两个基板彼此相向侧的面上;以及覆盖部,上述覆盖部覆盖上述两个压电元件的各自的至少一部分。根据该方式,压电元件由覆盖部覆盖,并且分别配置于至少一部分重叠地配置的两个基板的彼此相向侧的面上,因此,也由两个基板保护,从而难以受到外部损伤。

[0008] (3) 在上述方式中,也可以在上述两个覆盖部之间配置粘接层。根据该方式,由于在两个覆盖部之间配置粘接层,所以两个覆盖部难以剥离,压电元件容易被保护。

[0009] (4) 在上述方式中,也可以构成为,上述基板具有振动部以及支承上述振动部的支承部,上述两个压电元件设置于上述振动部。根据该方式,能够减少支承部的振动,并且能够提高基板的强度。

[0010] (5) 在上述方式中,也可以构成为,上述覆盖部覆盖上述压电元件的整体。根据该方式,覆盖部覆盖压电元件的整体,因此压电元件容易被保护。

[0011] (6) 在上述方式中,也可以构成为,上述覆盖部覆盖上述支承部的周围的至少一部分。根据该方式,上述覆盖部覆盖上述支承部的周围的至少一部分,因此也能够保护支承部。

[0012] (7) 在上述方式中,也可以构成为,在上述振动部的前端具有突出的区域。根据该方式,能够使用突出的区域将振动部的振动传递至其他的部件。

[0013] (8) 在上述方式中,也可以构成为,上述压电致动器具备:布线层,上述布线层被配

置成连接上述振动部和上述支承部;以及电路基板,上述电路基板与上述布线层电连接,并与上述支承部连接。由于电路基板与支承部连接,所以电路基板难以受到振动部的振动的影响。

[0014] (9) 根据本发明的一方式,提供一种层叠致动器。该层叠致动器层叠有多个上述方式的任一个所记载的压电致动器。根据该方式,能够较大地产生层叠致动器的驱动力。

[0015] 本发明能够以各种方式实现,例如,除了压电致动器、层叠致动器之外,还能够以具备压电致动器或者层叠致动器的压电马达、具备压电马达的机器人、机械手、送液泵等各种方式实现。

## 附图说明

[0016] 图1A是示出压电致动器的概要结构的主视图。

[0017] 图1B是压电致动器的截面图。

[0018] 图1C是压电致动器的侧视图。

[0019] 图2A是压电致动器单元的俯视图。

[0020] 图2B是压电致动器单元的第二连接部的截面图。

[0021] 图3是放大示出压电致动器单元的说明图。

[0022] 图4是示出压电致动器的制造工序的流程图。

[0023] 图5是示出压电致动器单元的制造工序的说明图。

[0024] 图6是示出基于布线电极的布线的图案的说明图。

[0025] 图7是示出使用两个压电致动器单元制造压电致动器的工序的说明图。

[0026] 图8是压电致动器中的与电路基板连接的连接部的说明图。

[0027] 图9是示出对压电致动器和基板进行连接的工序的说明图。

[0028] 图10是示出压电致动器的等效电路的说明图。

[0029] 图11是示出压电致动器的动作的例子的说明图。

[0030] 图12是示出第二实施方式的压电致动器的说明图。

[0031] 图13是示出第三实施方式的层叠致动器的说明图。

[0032] 图14是示出利用了压电致动器(压电马达)的机器人的一例的说明图。

[0033] 图15是示出利用了压电致动器(压电马达)的机械手的说明图。

[0034] 图16是示出利用了压电致动器的手指辅助装置的说明图。

[0035] 图17是示出利用了压电致动器(压电马达)的送液泵的一例的说明图。

[0036] 符号说明如下:

[0037] 10、11:压电致动器;12:层叠致动器;20:凸部件;50:转子;51:中心;100:压电致动器单元;110a、110b、110c、110d、110e:压电元件;111:压电元件构造;130:第一电极;140:压电体;150:第二电极;200:基板;201:绝缘层;205:间隙;210:振动部;216:凹部;220:支承部;221:固定部;222:第一连接部;223:第二连接部;240:绝缘层;250:布线层;251:第一布线;252:第二布线;253:第三布线;254:第四布线;260:保护层(覆盖部);270:粘接层;280:无电解镀镍层;285:凸部;290:镀金层;300:电路基板;501、502:减速器;700:手指;701、702:手指支承部;703:绑带;1000:手指辅助装置;1001、1002:手指辅助部;1003:基座部件;2000:机械手;2003:把持部;2010:臂;2012:连杆部;2020:关节部;2022:手腕转动部;2050:

机器人;2200:送液泵;2202:凸轮;2202A:突起部;2211:贮存器;2212:管;2213:指部;2222:转子;2223:减速传递机构。

## 具体实施方式

[0038] • 第一实施方式:

[0039] 图1A是示出压电致动器10的概要结构的主视图。压电致动器10具备压电元件110a、110b、110c、110d、110e、基板200以及凸部件20。基板200具有振动部210以及支承振动部210的支承部220。振动部210具有大致长方形形状,并配置有压电元件110a、110b、110c、110d、110e。压电元件110e被构成为大致长方形形状,并在振动部210的宽度方向的中央沿振动部210的长度方向构成。压电元件110a、110b、110c、110d被构成在振动部210的四角的位置。支承部220以围绕振动部210的大约一半的方式构成,支承部220的端部与振动部210在振动部210的长边的中央进行连接。将支承部220中的与振动部210连接的端部称为“第一连接部222、第二连接部223”,将第一连接部222、第二连接部223以外的部分称为“固定部221”。在振动部210与支承部220之间构成间隙205。当向压电元件110a~110e施加电压时,压电元件110a~110e进行伸缩,振动部210进行振动,间隙205构成为使得振动部210不会由于该振动而与支承部220的固定部221接触的大小。在振动部210的未被支承部220围绕的一侧的短边配置有凸部件20。即,在振动部210的前端配置有突出的形状的区域。凸部件20优选通过陶瓷(例如 $Al_2O_3$ )等具有耐久性的材料构成。

[0040] 图1B是图1A的压电致动器10的1B-1B截面图。压电致动器10具备两个压电致动器单元100。两个压电致动器单元100分别具备基板200、被配置在基板200上的五个压电元件110a~110e。此外,在图1B中,图示有两个压电元件110c、110d,其他三个压电元件110a、110b、110e未被图示。压电元件110a~110e分别被配置在俯视视角下(图1A)两张基板200重叠的区域(振动部210的区域)中、两张基板200彼此相向的一侧的面上。另外,标注相同符号的两个压电元件、例如两个压电元件110a处于在两张基板200的俯视视角下互相重叠的位置。对于其他的压电元件110b~110e也是同样的。两个压电致动器单元100被配置为将基板200设为外侧、将压电元件110a~110e用两张基板200夹持。压电元件110a~110e被保护层260覆盖。此处,也将“保护层260”称为“覆盖部260”。两个压电致动器单元100的覆盖部260彼此之间通过粘接层270粘接在一起,由此构成压电致动器10。在图1A中,对于凸部件20的形状未作说明,但凸部件20呈大致圆柱形状,并跨设于两个基板200。将凸部件20设为球形状、椭圆体形状,也可以将凸部件20分别设置于各基板200。

[0041] 如图1B所示,压电致动器10在支承部220上也具备压电元件构造111,该压电元件构造111具有与压电元件110a~110e相同的层构造。此处,在压电致动器10在基板200的支承部220上不具备压电元件构造111的情况下,两个支承部220隔开间隙配置。另一方面,在振动部210中,在两张基板200之间配置压电元件110a~110e。因此,当在支承部220上不具备压电元件构造111的情况下,由于在振动部210和支承部220厚度不同,所以存在在支承部220中压电致动器单元100彼此不接触而致使构造不稳定的情况。当在支承部220上具备压电元件构造111时,在振动部210和支承部220厚度基本一致,压电致动器单元100彼此在支承部220也接触,因此构造容易稳定。此外,如果压电元件构造111被施加电压而进行伸展、收缩,存在支承部220振动的可能性,因此优选将压电元件构造111构成为避免对其压电体

施加电压,或者即使被施加电压也不进行伸展、收缩。例如,只要使夹着压电元件构造111的压电体的两块电极接地或者短路即可。

[0042] 图1C是压电致动器10的侧视图。在图1C中,为了便于图示,图示出振动部210的侧视图,而省略了支承部220(图1A、1B)的侧视图。由图1C可见,覆盖部260还覆盖到压电元件110a~110e的侧面。

[0043] 图2A是一个压电致动器单元100的俯视图。在图2A中,图示振动部210,支承部220除了第一连接部222和第二连接部223的一部分之外都省略图示。并且,压电致动器单元100的各自的压电元件110a~110e被覆盖部260覆盖。此外,在同第一连接部222和第二连接部223接触的区域没有覆盖部260,可以说覆盖部260覆盖压电元件110a~110e的周围的至少一部分。此外,覆盖部260可以将压电元件110a~110e的周围全部覆盖。

[0044] 图2B是一个压电致动器单元100的第二连接部223的截面图。此外,在图2B中,用虚线表示振动部210。振动部210上的压电元件110a~110e以及覆盖部260被省略。能看见第二连接部223上的布线252、253,但在第二连接部223上没有配置覆盖部260。同样地,在第一连接部222上也没有配置覆盖部260,不过对此并未图示。这样,覆盖部260不需要覆盖压电元件110a~110e的全部,可以不覆盖压电元件110a~110e的周围的一部分(例如布线252、253的部分)。此外,覆盖部260也可以将压电元件110a~110e的周围全部覆盖。

[0045] 图3是详细地示出压电致动器单元100的截面的说明图。压电致动器单元100在基板200上按照绝缘层201、第一电极130、压电体140、第二电极150、绝缘层240、布线层250、保护层260(覆盖部260)的顺序配置各部件。绝缘层201将基板200与其他电极(第一电极130、第二电极150、布线层250)绝缘。第一电极130、压电体140以及第二电极150构成压电元件110a~110e。绝缘层240覆盖压电元件110a~110e来进行绝缘。不过,绝缘层240具备接触孔,所述接触孔用于使压电元件110a~110e的第一电极130和第二电极150与布线层250接触。布线层250构成用于对第一电极130和第二电极150通电的布线。保护层260(覆盖部260)如上述那样保护压电元件110a~110e。

[0046] 图4是示出压电致动器的制造工序的流程图。图5是示出压电致动器单元的制造工序的说明图。在步骤S100中,在基板200上形成绝缘层201。作为基板200例如能够使用Si晶片。在一片Si晶片上能够形成多个压电致动器单元100。作为绝缘层201,例如能够使用对基板200的表面进行热氧化而形成的SiO<sub>2</sub>层。此外,在图1B等中,省略了绝缘层201的图示。作为绝缘层201能够使用氧化铝(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、丙烯酸或聚酰亚胺等有机材料。此外,在基板200是绝缘体的情况下,能够省略形成绝缘层201的工序。

[0047] 在步骤S110中,形成第一电极130,并进行图案形成。作为第一电极130的材料,能够使用Al(铝)、Ni(镍)、Au(金)、Pt(铂)、Ir(铱)、Cu(铜)等导电性高的任意的材料。第一电极130例如能够通过溅射而形成,例如能够通过蚀刻进行图案形成。

[0048] 在步骤S120中,在第一电极130上形成压电体140,并进行图案形成。作为压电体140的材料能够使用陶瓷等体现压电效应的任意的材料,所述陶瓷采用ABO<sub>3</sub>型的钙钛矿构造。作为采用ABO<sub>3</sub>型的钙钛矿构造的陶瓷,例如能够使用锆钛酸铅(PZT)、钛酸锂、钛酸铅、铌酸钾、铌酸锂、钽酸锂、钨酸钠、氧化锌、钛酸钡(BST)、钽酸锶铋(SBT)、偏铌酸铅、铌锌酸铅、铈铌酸铅等。另外,也可以使用陶瓷以外的体现压电效应的材料例如聚偏二氟乙烯、水晶等。

[0049] 例如能够使用溶胶-凝胶法进行压电体140的形成。即,将压电体材料的溶胶凝胶溶液滴下到基板200(第一电极130)上,并使基板200高速旋转,由此在第一电极130上形成溶胶凝胶溶液的薄膜。之后,在200~300℃的温度下煅烧而在第一电极130上形成压电体材料的第一层。之后,通过重复多次溶胶凝胶溶液的滴下、高速旋转、煅烧的循环,在第一电极130上形成希望厚度的压电体层。此外,在一个循环中形成的压电体的一层的厚度也依赖于溶胶凝胶溶液的粘度、基板200的旋转速度,约为50nm~150nm的厚度。在形成希望的厚度的压电体层后,通过在600℃~1000℃的温度烧结而形成压电体140。如果将烧结后的压电体140的厚度设为50nm(0.05μm)以上20μm以下,则能够实现小型的压电致动器10。此外,如果将压电体140的厚度设为0.05μm以上,则能够根据压电体140的伸缩产生足够大的力。另外,如果将压电体140的厚度设为20μm以下,则即使将对压电体140施加的电压设为600V以下也能够产生足够大的力。结果,能够以廉价的元件构成用于驱动压电致动器10的驱动电路(未图示)。此外,可以将压电体的厚度设为400nm以上,在该情况下,能够较大地得到由压电元件产生的力。此外,煅烧、烧结的温度、时间是一个例子,能够根据压电体材料适当选择。

[0050] 在使用溶胶凝胶法形成压电体材料的薄膜后进行烧结的情况下,与混合原料粉末进行烧结的以往的烧结法比较,具有以下优点:(a)容易形成薄膜;(b)使晶格方向一致而容易结晶;(c)能够提高压电体的耐压。

[0051] 在第一实施方式中,在步骤S120中,通过使用了氩离子束的离子铣削来进行压电体140的图案形成。此外,也可以代替使用离子铣削来进行图案形成,转而通过其他的任意的图案形成方法(例如,使用了氯基气体的干蚀刻)进行图案形成。

[0052] 在步骤S130中,在压电体140上形成第二电极150,并进行图案形成。第二电极150的形成以及图案形成与第一电极130同样地能够通过蚀刻进行。

[0053] 在步骤S140中,在第二电极150上形成绝缘层240,并进行图案形成来形成接触孔。在步骤S150中,在绝缘层240上使用铜或黄铜来形成布线层250,对布线层250进行图案形成来形成布线。

[0054] 图6是示出基于布线层250的布线的图案的说明图。布线层250具有四个布线251、252、253、254。这些布线251~254从固定部221经过连接部222或者223形成直至振动部210。即,布线251~254将振动部210和支承部220相连地配置。第一布线251在振动部210与压电元件110a、110d(图1)的第二电极150连接。同样地,第二布线252在振动部210与压电元件110b、110c的第二电极150连接,第3布线253在振动部210与压电元件110e的第二电极150连接,第4布线254在振动部210与压电元件110a、110b、110c、110d、110e的第一电极130连接。另外,这些布线251~254在支承部220与电路基板连接。此外,布线251~254不与固定部221的压电元件构造111连接。

[0055] 在步骤S160中,形成保护层260(覆盖部260)。覆盖部260例如由JCR(junction coating resin)这样的硅树脂形成。此外,也可以代替JCR,转而使用环氧树脂、聚酰亚胺等的树脂材料形成。

[0056] 在步骤S170中,通过蚀刻形成各个基板200的形状,同时在振动部210与支承部220之间形成间隙205,并形成用于安装凸部件20的凹部216。

[0057] 图7是示出使用两个压电致动器单元100来制造压电致动器10的工序的说明图。在步骤S180中,将两个压电致动器单元100彼此以基板200朝向外侧,压电元件110a~110e朝

向内侧,相同符号的部件为面对称的方式配置。之后,使用粘接层270将两个压电致动器单元100的覆盖部260彼此之间粘接。压电元件110a~110e被覆盖部260覆盖,并被两张基板200夹持,因此难以受到由于垃圾等导致的外部伤害。在步骤S190中,将凸部件20通过粘接剂粘接在凹部216。

[0058] 图8是压电致动器10与电路基板(未图示)的连接部的说明图。压电致动器10在支承部220与外部的电路基板连接。在支承部220,在支承部220(基板200)上形成有绝缘层(图3的绝缘层201,在图8中省略图示),在绝缘层上依次形成有压电元件构造111、绝缘层240、布线252(在图8的B-B截面中,能看见布线层250的布线251~254中的第二布线252)、保护层260(覆盖部260)。此外,在图5所示的工序中未作说明,在压电致动器单元100中,由于使用蚀刻、离子铣削来进行图案形成,因此从层叠方向观看时的外形越靠上层变得越小。第二布线252从压电元件构造111上形成至支承部220的未形成压电元件构造111的位置。在两个第二布线252之间形成有无电解镀镍层280。在无电解镀镍层280上形成有镀金层290。

[0059] 图9是示出连接压电致动器与电路基板的工序的说明图。此处,以第二布线252为例进行说明,对于其他的布线251、253、254也是同样的。在步骤S200中,在第二布线252上形成无电解镀镍层280。在无电解镀镍层280的形成中,首先,在包含钯离子的催化剂溶液中浸渍压电致动器10的端部。第二布线252由铜或黄铜形成,因此铜的一部分由钯置换,钯金属被吸附在第二布线252上。

[0060] 接着,将压电致动器10的端部浸渍在无电解镀镍磷酸液中。无电解镀镍磷酸液包含镍离子( $\text{Ni}^{2+}$ )和次亚磷酸根离子( $\text{H}_2\text{PO}_2^-$ )。镍离子( $\text{Ni}^{2+}$ )和次亚磷酸根离子( $\text{H}_2\text{PO}_2^-$ )将钯作为催化剂发生以下的氧化还原反应,被还原的镍析出到第二布线252上。由于镍沿着第二布线252析出,因此成为沿着基板200(支承部220)具有相比基板200朝外缘侧突出的凸部285的形状。此外,镍可以在析出时含有磷。

[0061] 
$$\text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ni} + \text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{H}_2$$

[0062] 在步骤S210中,在无电解镀镍层280上形成镀金层290。在步骤S220中,将压电致动器10和电路基板300接合。电路基板300具有在柔性基板上形成了布线的构造。通过将具有镀金层290的凸部285按压在电路基板300上,使凸部285咬入电路基板300,将压电致动器10和电路基板300接合并进行电连接。

[0063] 图10是示出压电致动器10的等效电路的说明图。此外,压电致动器10具有两个压电致动器单元100,但在图10中仅图示出一个压电致动器单元100。由图10可见,五个压电元件110a~110e的第一电极130被与布线254连接,并被连接到电路基板300。压电元件110a、110d的第二电极150被与布线251连接,并被连接到电路基板300。压电元件110b、110c的第二电极150被与布线252连接,并被连接到电路基板300。压电元件110e的第二电极150被与布线253连接,并被连接到电路基板300。即,压电元件110a~110e被分成三组。第一组具有两个压电元件110a、110d。第二组具有两个压电元件110b、110c。第三组仅具有一个压电元件110e。第一组的压电元件110a、110d被彼此并联连接,并被连接到电路基板300。第二组的压电元件110b、110c被彼此并联连接,并被连接到电路基板300。当并联连接时,能够使施加在各压电元件110a~110d的电压较大。第三组的压电元件110e单独地被连接到电路基板300。此外,第一组的压电元件110a、110d可以被串联连接。在该情况下,被施加了电压时的压电元件110a和110d的极化的朝向优选是相同的。对于第二组的压电元件110b、110c也可



以同样地串联连接。当进行串联连接时,能够使电容变小。

[0064] 通过从电路基板300向五个压电元件110a~110e中的预定的压电元件、例如第一组的压电元件110a、110d的第一电极130与第二电极150之间施加周期性变化的交流电压或者脉动电压,能够使压电致动器10进行超声波振动,并使与凸部件20接触的转子(被驱动体、被驱动部件)向预定的旋转方向旋转。此处,所谓“脉动电压”是指对交流电压施加DC偏置后的电压,脉动电压的电压(电场)的朝向是从一个电极朝向另一个电极的一个方向。对于电流的朝向,与从第一电极130向第二电极150相比,从第二电极150向第一电极130的朝向更为理想。另外,通过对第二组的压电元件110b、110c的第一电极130与第二电极150之间施加交流电压或者脉动电压,能够使与凸部件20接触的转子向相反方向旋转。即,压电致动器10作为压电马达发挥作用。

[0065] 图11是示出压电致动器10的动作的例子的说明图。为了便于图示而省略了支承部220。压电致动器10的凸部件20与作为被驱动部件的转子50的外周接触。在图11所示的例子中,对第一组的两个压电元件110a、110d施加交流电压或者脉动电压,压电元件110a、110d沿图11的箭头x的方向进行伸缩。与此相应,压电致动器10的振动部210在振动部210的平面内弯曲而变形为曲折形状(S形状),凸部件20的前端在箭头y的方向上进行往返运动、或者进行椭圆运动。结果,转子50绕其中心51沿预定的方向z(在图11中绕顺时针方向)旋转。此外,在电路基板300对第二组的两个压电元件110b、110c(图10)施加交流电压或者脉动电压的情况下,转子50向相反方向旋转。此外,如果对中央的压电元件110e施加交流电压或者脉动电压,则压电致动器10在长度方向上进行伸缩,因此能够使从凸部件20赋予给转子50的力更大。此外,关于压电致动器10的这样的动作被日本专利文献特开2004-320979号公报(或者,对应的美国专利第7224102号)记载,其公开内容通过参照而被并入本文。

[0066] 以上,根据第一实施方式,压电致动器10具备:被配置在两张基板200之间的压电元件110a~110e;以及覆盖压电元件110a~110e的周围的至少一部分的覆盖部260。结果,压电元件110a~110e由于被两张基板200和覆盖部260保护,因此难以受到外部损伤。

[0067] 另外,根据第一实施方式,压电致动器10具备:在俯视视角下至少一部分重叠配置的两张基板200;在俯视视角下两张基板200重叠的区域(振动部210的区域)中、两张基板200彼此相向侧的面上分别配置的压电元件110a~110e;以及在各自的压电致动器单元100中覆盖压电元件110a~110e的覆盖部260。根据该方式,压电元件110a~110e除了被覆盖部260覆盖,还分别被配置在至少一部分重叠配置的两张基板200的彼此相向侧的面上,因此,也被两张基板200保护,难以受到外部损伤。

[0068] 根据第一实施方式,覆盖各压电致动器单元100的压电元件110a~110e的覆盖部260由于彼此通过粘接层270粘接,因此两个覆盖部260难以剥落,压电元件110a~110e容易被保护。

[0069] 根据第一实施方式,基板200具有振动部210和支承部220,压电元件110a~110e被设置于振动部210,因此能够减少支承部220的振动,并提高基板200的强度。

[0070] 在上述方式中,覆盖部260在振动部210与支承部220的连接部222、223没有覆盖压电元件110a~110e,但也可以覆盖压电元件110a~110e的整体。覆盖部260如果覆盖压电元件110a~110e的整体,则压电元件110a~110e更容易被保护。

[0071] 在上述方式中,可以采用覆盖部260覆盖支承部220的周围的至少一部分的结构。

覆盖部260如果覆盖支承部220的周围的至少一部分,则能够保护支承部220。

[0072] • 第二实施方式:

[0073] 图12是示出第二实施方式的压电致动器11的说明图。第一实施方式的压电致动器10具备两个压电致动器单元100,第二实施方式的压电致动器11仅具备一个压电致动器单元100,取代第一实施方式的第二个压电致动器单元100而具备未被配置压电元件的基板200。即,使第一压电致动器单元100的压电元件110a~110e被第一压电致动器单元100的基板200和未被配置压电元件的基板200夹持。

[0074] 第二实施方式的压电致动器11具备:两张基板200;被配置于两张基板200之间的压电元件110a~110e;以及覆盖压电元件的周围的至少一部分的覆盖部260。根据第二实施方式的压电致动器11,压电元件110a~110e被两张基板200和覆盖部260保护的效率变高,因此与第一实施方式的压电致动器10同样地,难以受到外部损伤。

[0075] • 第三实施方式:

[0076] 图13是示出第三实施方式的层叠致动器12的说明图。在第一实施方式中,对压电致动器10进行了说明。使用多个该压电致动器10,在基板200的面的法线方向上层叠,能够构成层叠致动器12。此外,可以使用多个第二实施方式的压电致动器11在基板200的面的法线方向上层叠。

[0077] • 其他实施方式:

[0078] 上述的压电致动器10是能够通过利用共振而对被驱动部件施加大的力的部件,能够应用于各种装置。压电致动器10例如能够作为机器人(也包含电子部件输送装置(IC自动分拣机))、投药用泵、时钟的日历推进装置、印刷装置(例如送纸机构。不过,在被头使用的压电致动器中由于不使振动板共振,因此在头中不能应用。)等的各种设备中的驱动装置使用。以下,对代表的实施方式进行说明。

[0079] 图14是示出使用了上述的压电致动器10的机器人2050的一例的说明图。机器人2050具有臂2010(也称为“前臂部”),所述臂具备多根连杆部2012(也称为“连杆部件”)以及将这些连杆部2012之间以能够转动或者弯曲的状态连接的多个关节部2020。在各个关节部2020内置上述的压电致动器10,能够使用压电致动器10将关节部2020转动或者弯曲任意的角度。在臂2010的前端连接有机械手2000。机械手2000具备一对把持部2003。在机械手2000内也内置压电致动器10,能够使用压电致动器10对把持部2003进行打开关闭来把持物体。另外,在机械手2000与臂2010之间也设置有压电致动器10,也能够使用压电致动器10使机械手2000相对于臂2010进行旋转。

[0080] 图15是图14所示的机器人2050的手腕部分的说明图。手腕的关节部2020夹持手腕转动部2022,手腕的连杆部2012以能够绕手腕转动部2022的中心轴0转动的方式安装于手腕转动部2022。手腕转动部2022具备压电致动器10,压电致动器10使手腕的连杆部2012以及机械手2000绕中心轴0转动。在机械手2000立起设置有多个把持部2003。把持部2003的基端部能够在机械手2000内移动,在该把持部2003的根部搭载有压电致动器10。因此,通过使压电致动器10动作,能够使把持部2003移动来把持对象物。

[0081] 此外,作为机器人并不限定于单臂的机器人,在臂的数目是2个以上的多臂机器人中也能应用压电致动器10。此处,在手腕的关节部2020、机械手2000的内部,除了压电致动器10之外,还包含向力传感器、陀螺传感器等各种装置供应电力的电力线、传递信号的信号

线等,需要非常多的布线。因此,在关节部2020、机械手2000的内部配置布线是非常困难的。但是,由于上述的实施方式的压电致动器10与通常的电动马达、以往的压电驱动装置相比能够减小驱动电流,因此即使在关节部2020(特别是臂2010的前端的关节部)、机械手2000这样的小的空间也能够布线。

[0082] 在上述说明中,以具备机械手2000的机器人2050为例进行了说明,但机械手2000不仅作为机器人2050的部件,也可以作为单独的产品来构成。

[0083] 图16是示出利用了上述的压电致动器10的手指辅助装置1000的说明图。手指辅助装置1000具备第一手指辅助部1001、第二手指辅助部1002以及基座部件1003,并被佩戴于手指700。第一手指辅助部1001具备压电致动器10、减速器501以及手指支承部701。第二手指辅助部1002具备压电致动器10、减速器502、手指支承部702以及绑带703。除了绑带703之外,第一手指辅助部1001和第二手指辅助部1002是基本相同的结构。绑带703从手指700的腹侧固定第二手指辅助部1002。此外,绑带703也被设置于第一手指辅助部1001,但在图16中省略。手指辅助装置1000通过压电致动器10辅助手指700的伸屈。此外,在本实施方式中,手指辅助装置1000作为辅助手指700的伸屈的部件而进行了说明,但代替手指700,可以使用机器人的机械手,并将机械手和手指辅助装置1000一体化。在该情况下,机械手被压电致动器10驱动而进行伸屈。

[0084] 图17是示出利用了上述的压电致动器10的送液泵2200的一例的说明图。送液泵2200在壳体2230内设置有贮存器2211、管2212、压电致动器10、转子2222、减速传递机构2223、凸轮2202以及多个指部2213、2214、2215、2216、2217、2218、2219。贮存器2211是用于容纳作为输送对象的液体的容纳部。管2212是用于输送从贮存器2211送出的液体的管。压电致动器10的凸部件20以被按压在转子2222的侧面的状态被设置,压电致动器10对转子2222进行旋转驱动。转子2222的旋转力经由减速传递机构2223被传递给凸轮2202。指部2213到2219是用于堵塞管2212的部件。当凸轮2202旋转时,通过凸轮2202的突起部2202A将指部2213到2219依次被推向辐射方向外侧。指部2213到2219从输送方向上游侧(贮存器2211侧)依次堵塞管2212。由此,管2212内的液体依次被输送到下游侧。如此,能够高精度地输送极少量的液体,并且能够实现小型的送液泵2200。此外,各部件的配置并不限于附图所示的情况。另外,可以是不具备指部等的部件而由设置于转子2222的球等堵塞管2212的结构。如上述那样的送液泵2200能够有效利用于将胰岛素等药液投放人体的投药装置等。此处,通过使用上述的实施方式的压电致动器10,与以往的压电驱动装置相比驱动电流变小,因此能够抑制投药装置的消耗电力。因此,在电池驱动投药装置的情况下特别有效。

[0085] 以上,基于几个实施例对本发明的实施方式进行了说明,但是上述的发明的实施方式是用于易于本发明的理解的,并不是限定本发明。本发明在不脱离其主旨以及权利要求的范围内,能够变更、改良,并且在本发明中当然也包含其等价物。

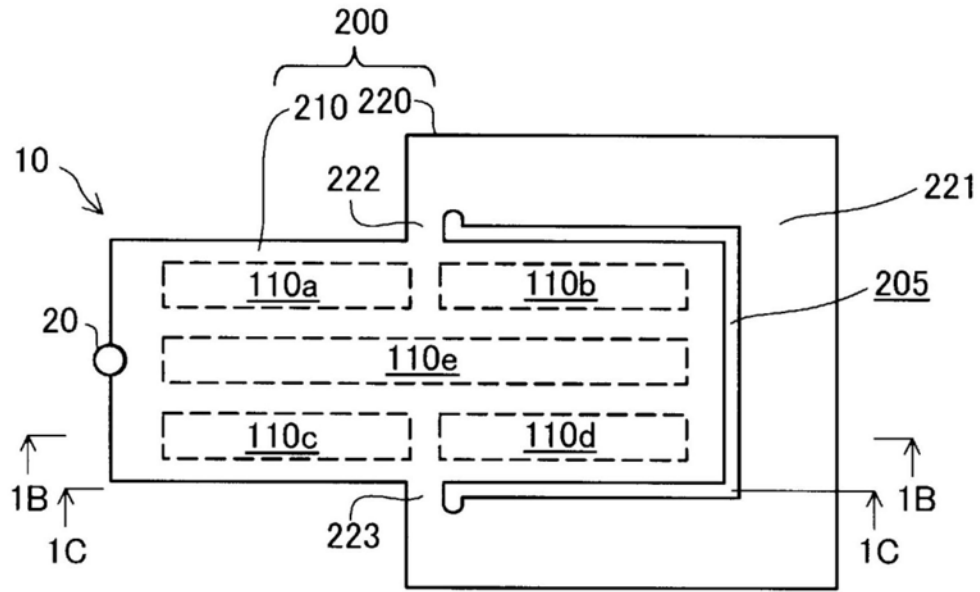


图1A

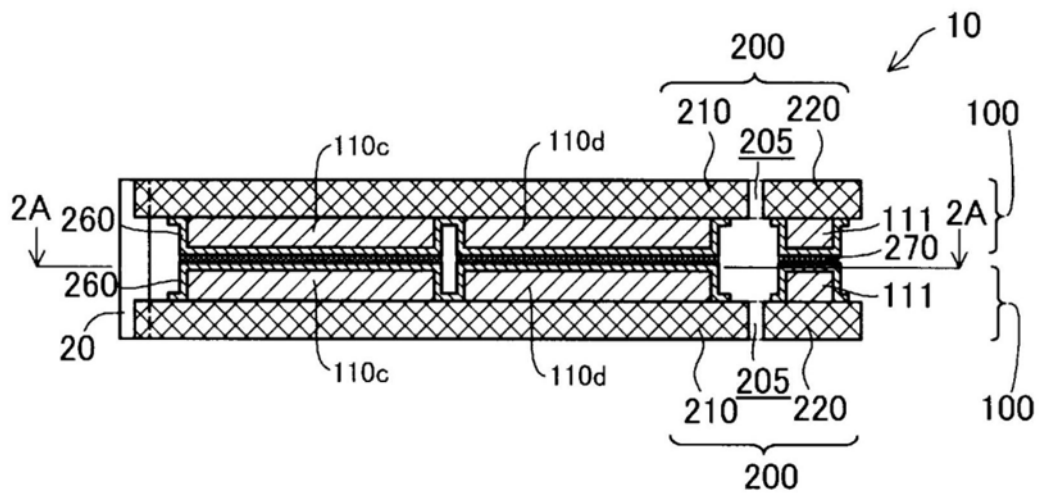


图1B

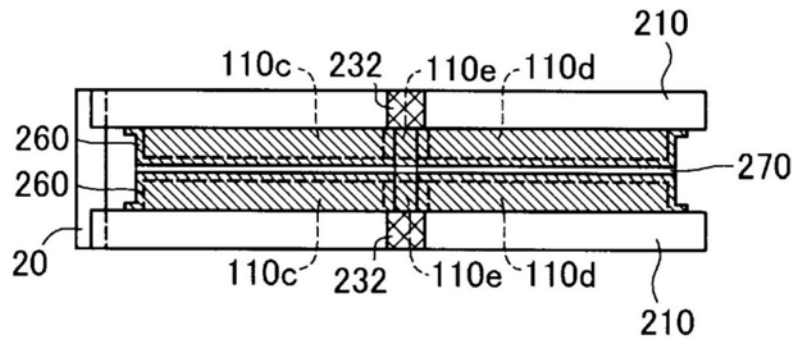


图1C

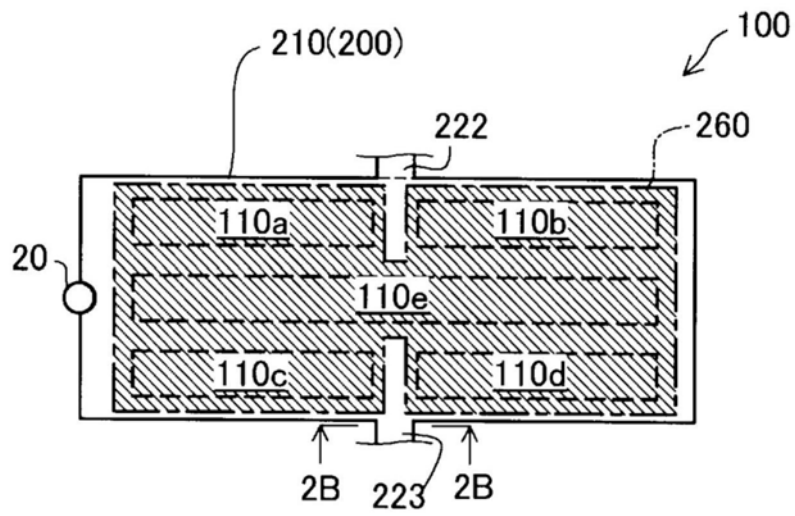


图2A

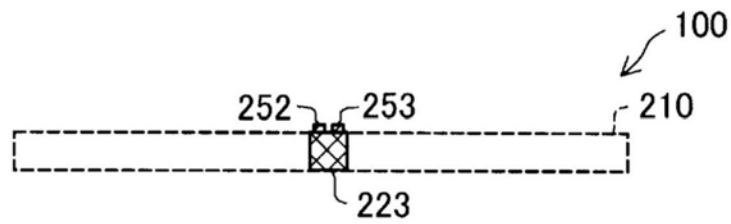


图2B

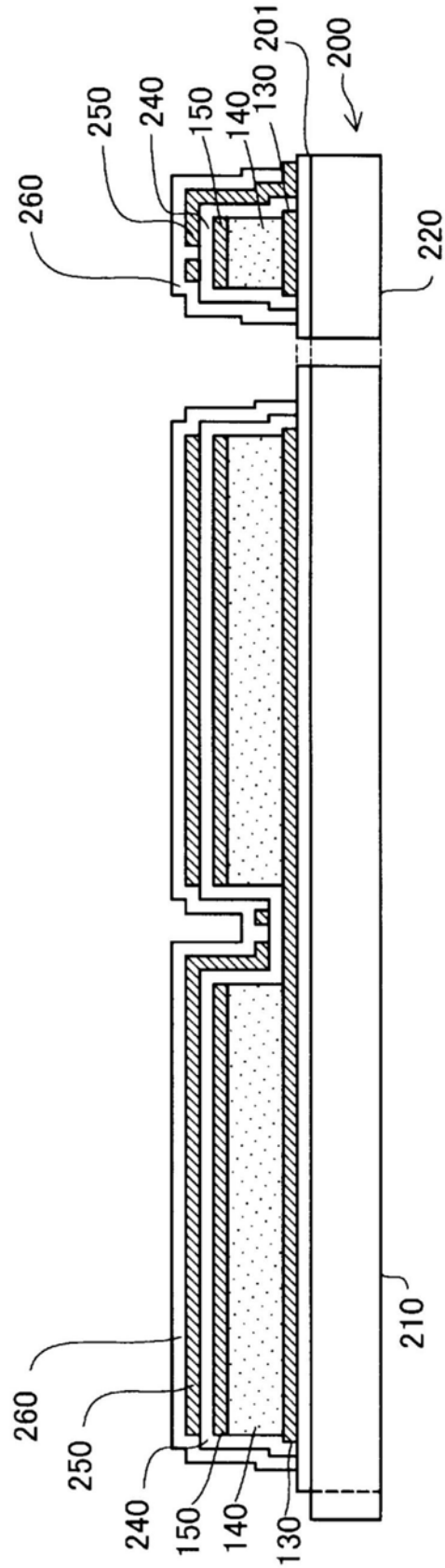


图3

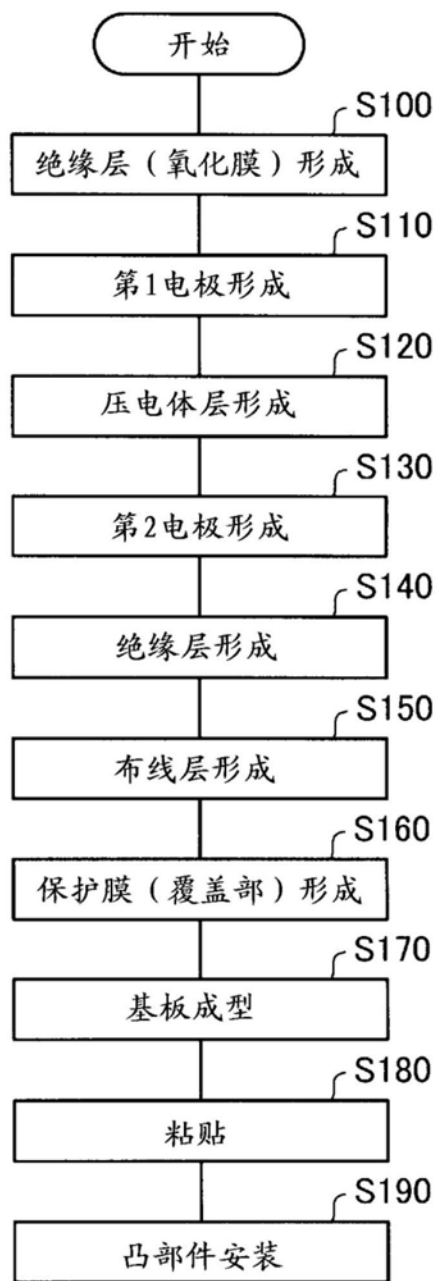


图4

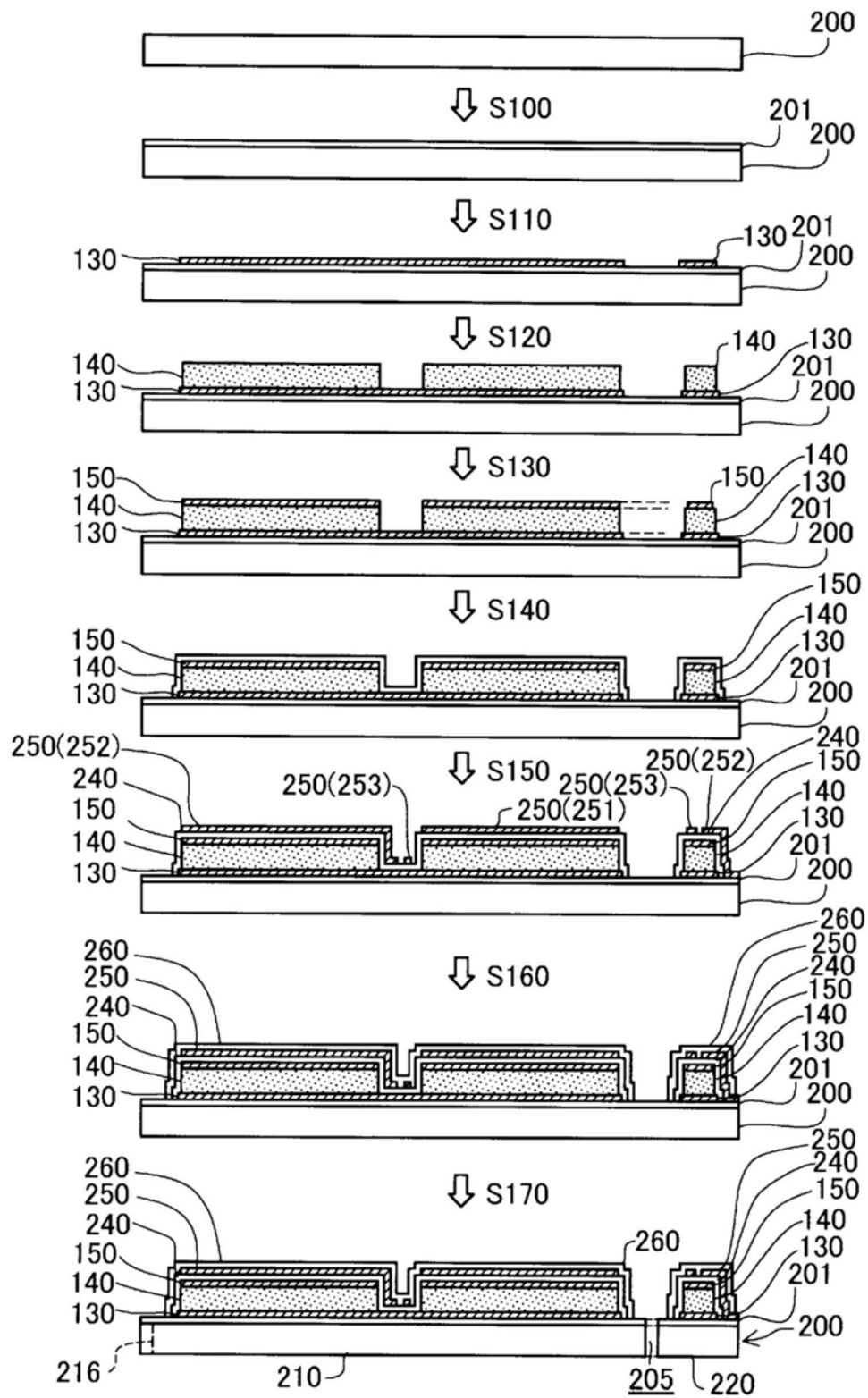


图5



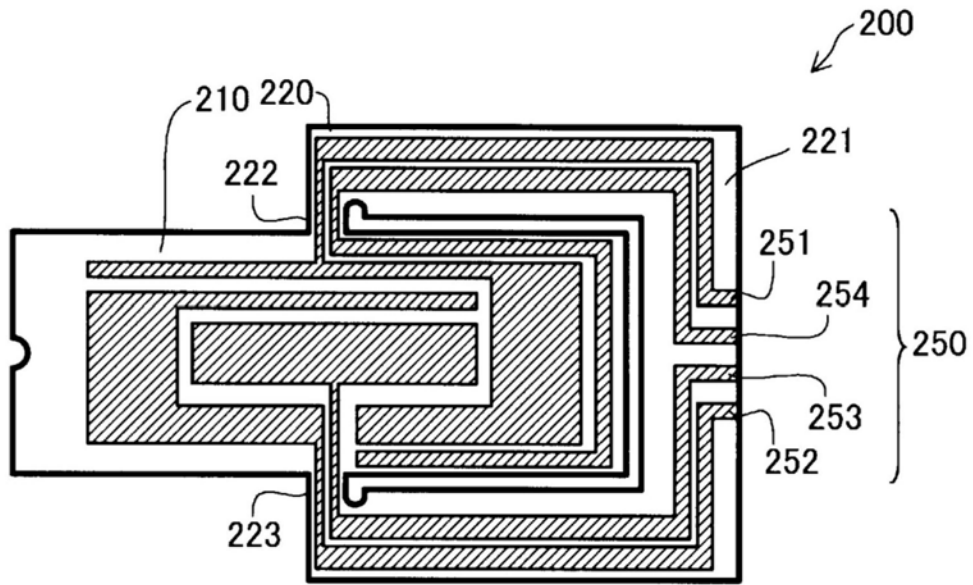


图6

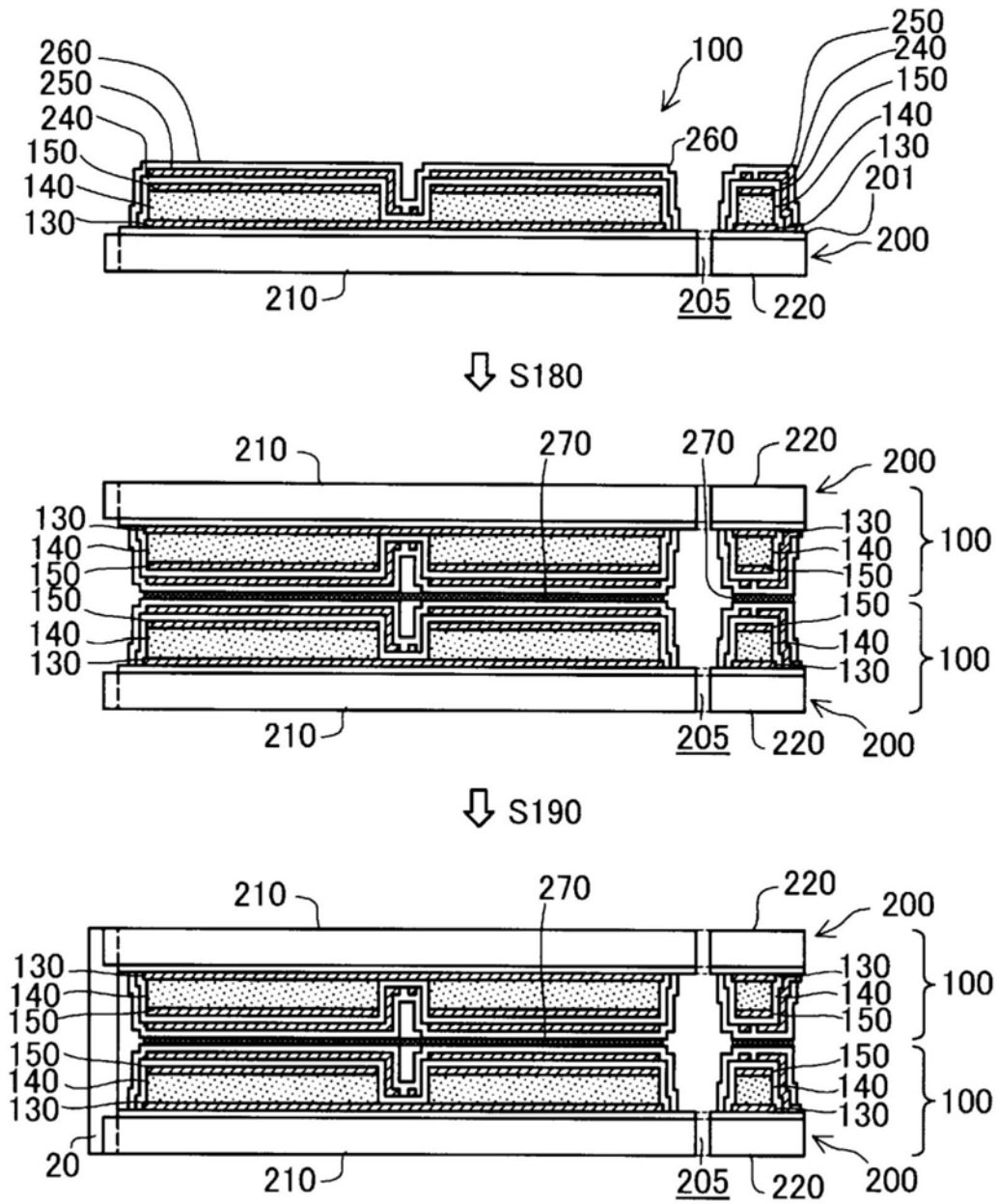


图7

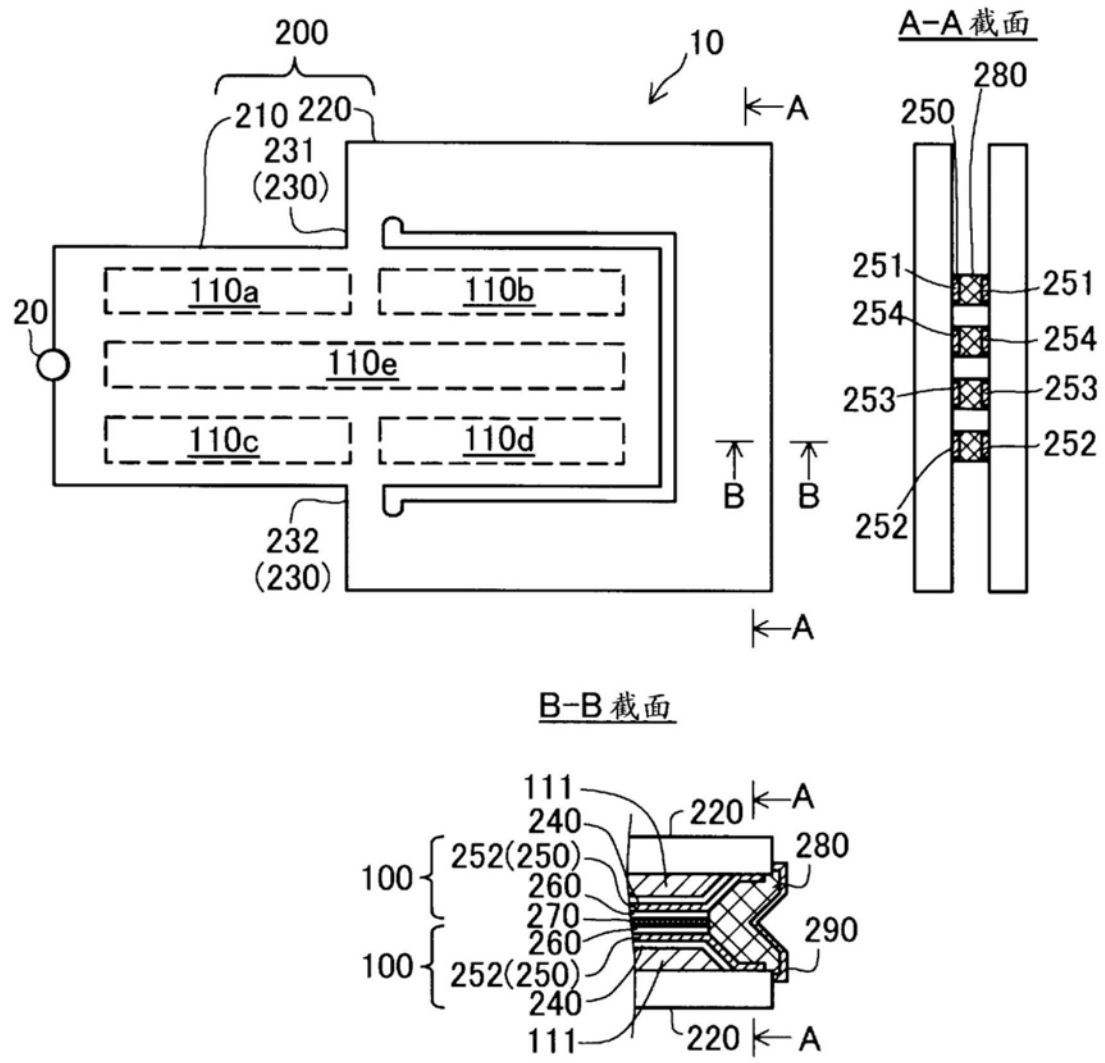


图8

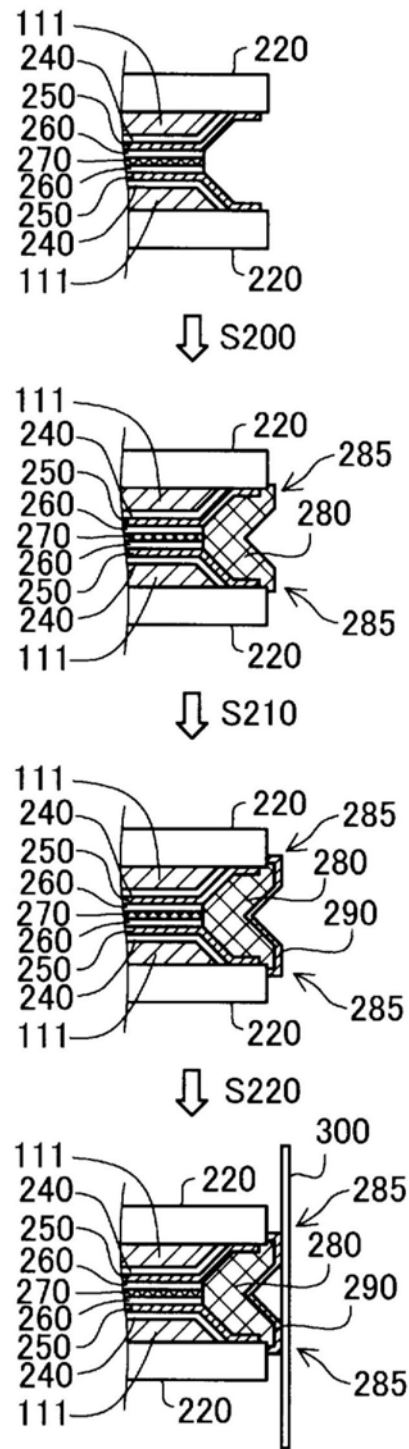


图9

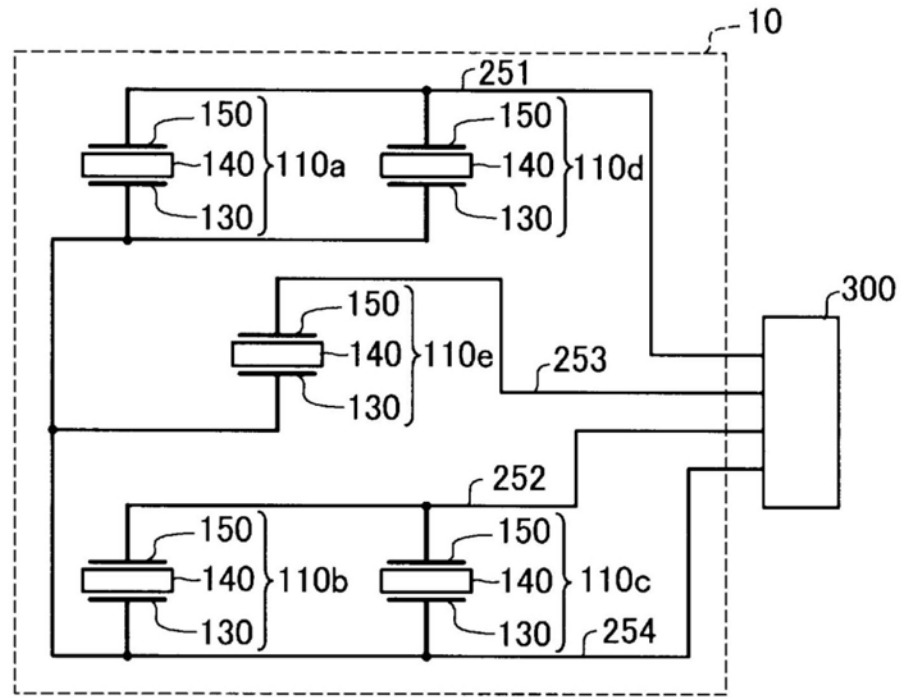


图10

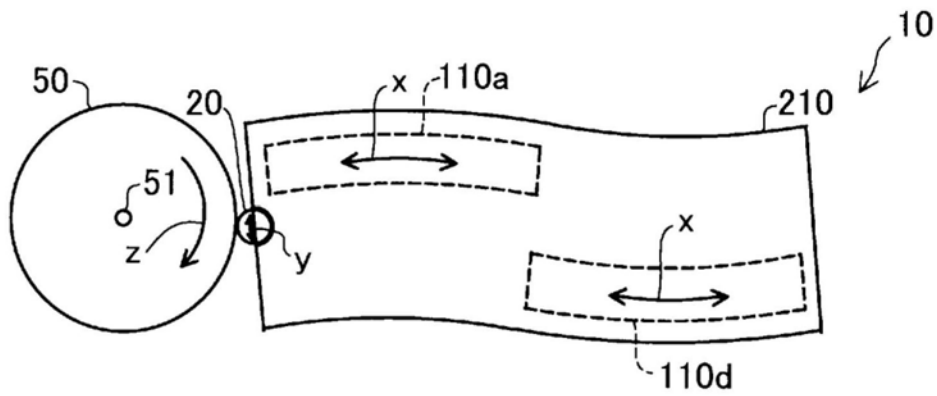


图11

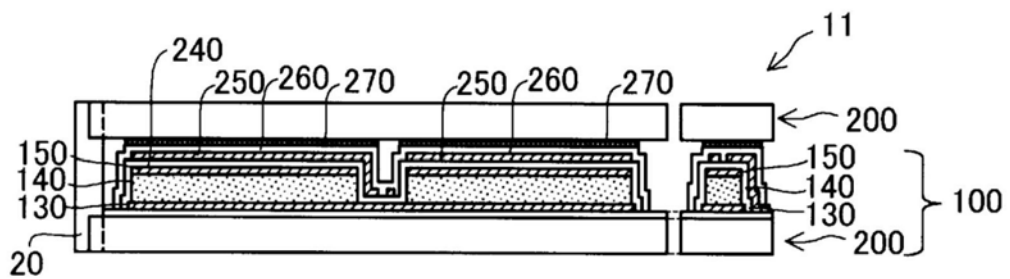


图12

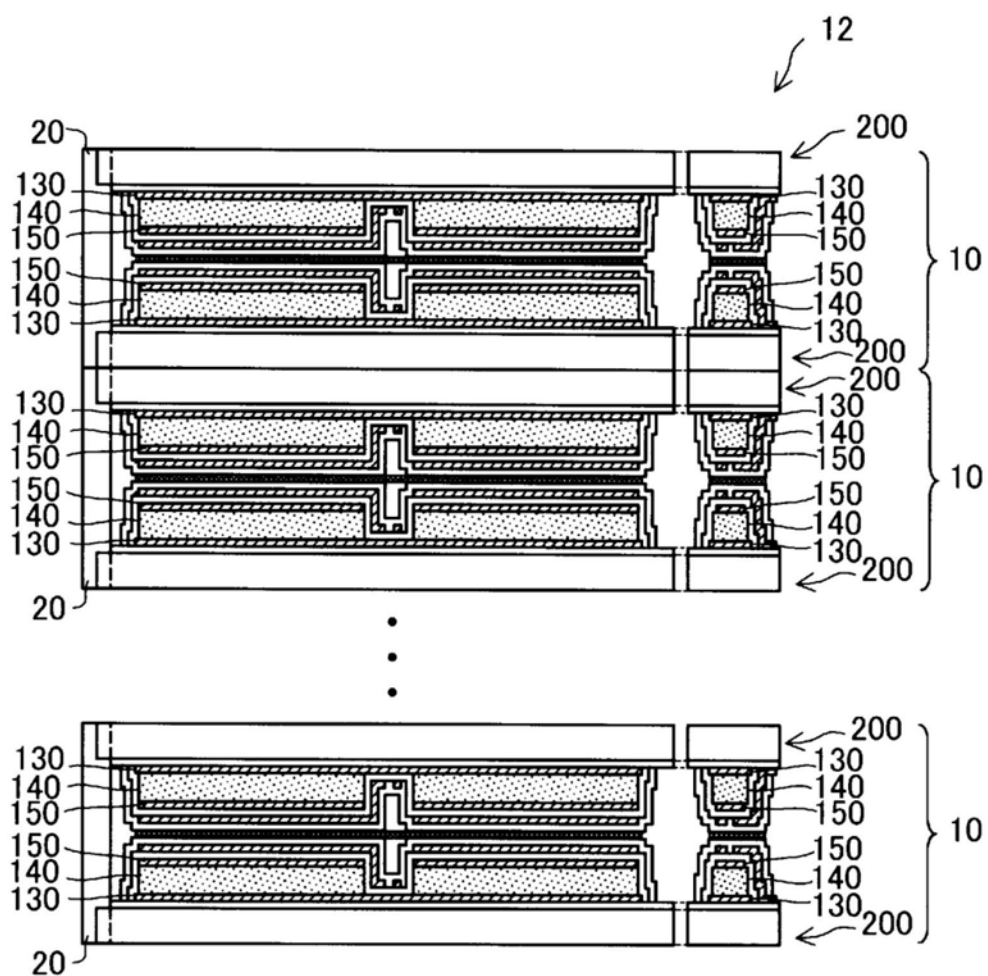


图13

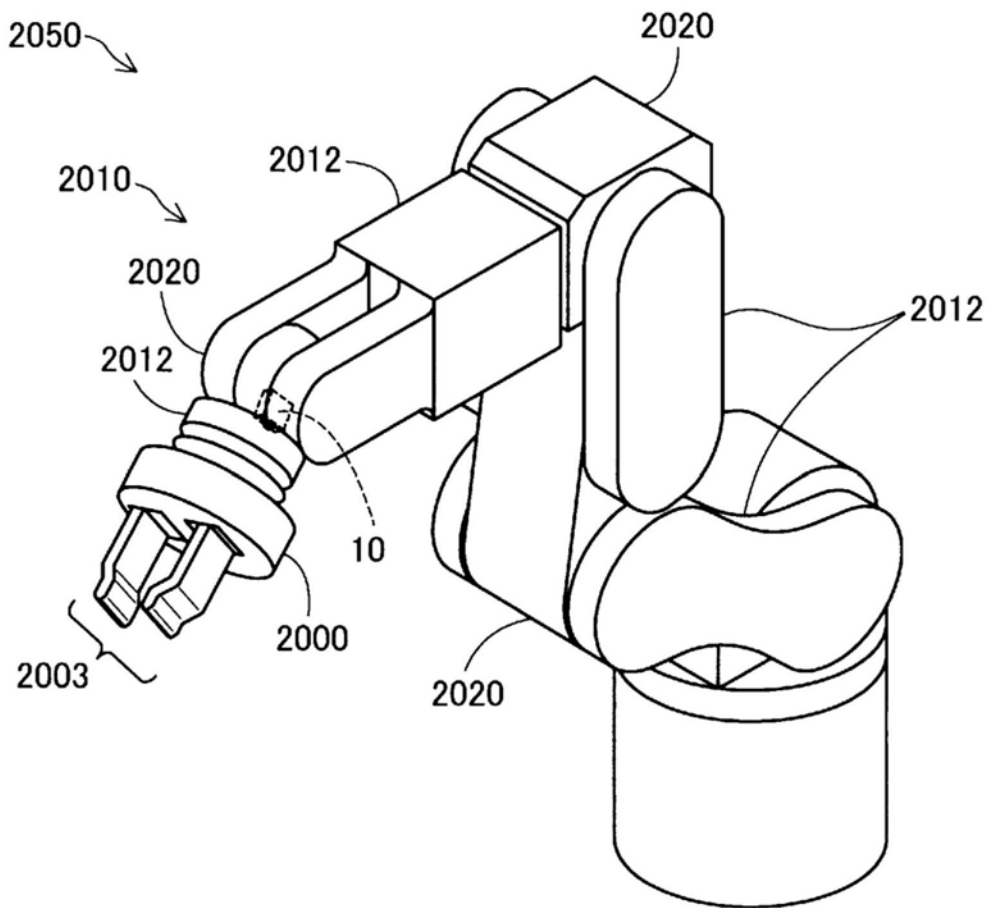


图14

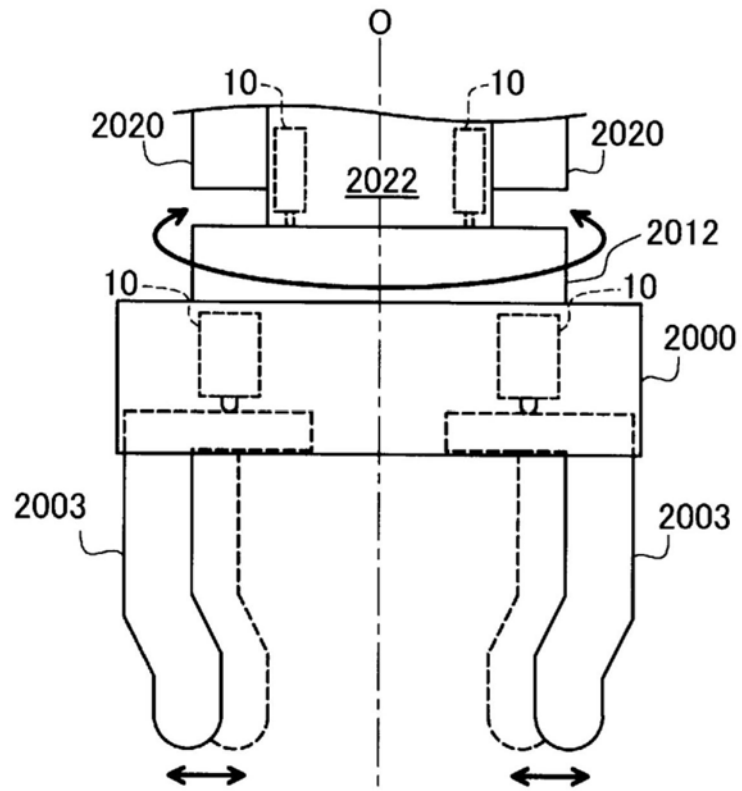


图15



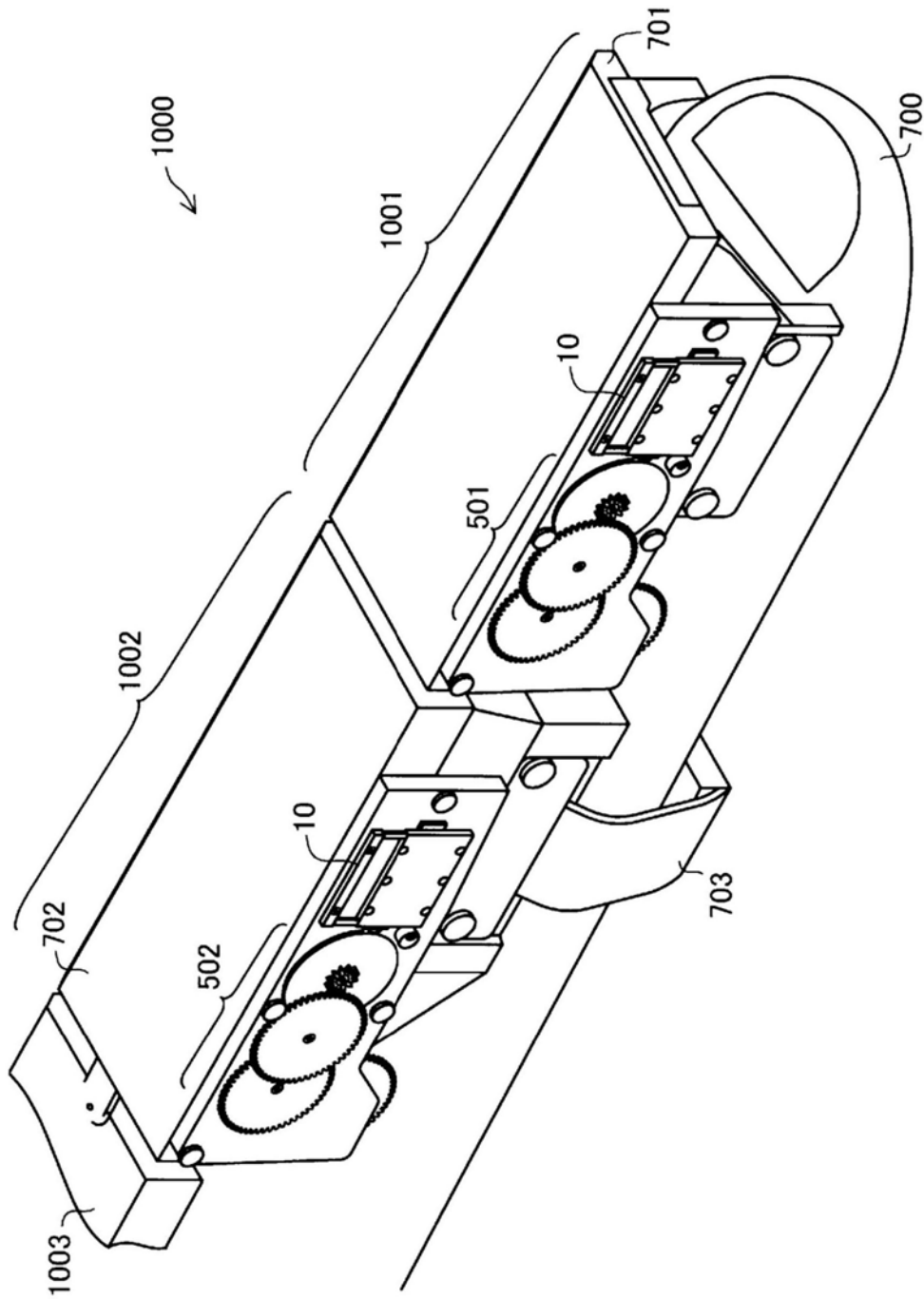


图16

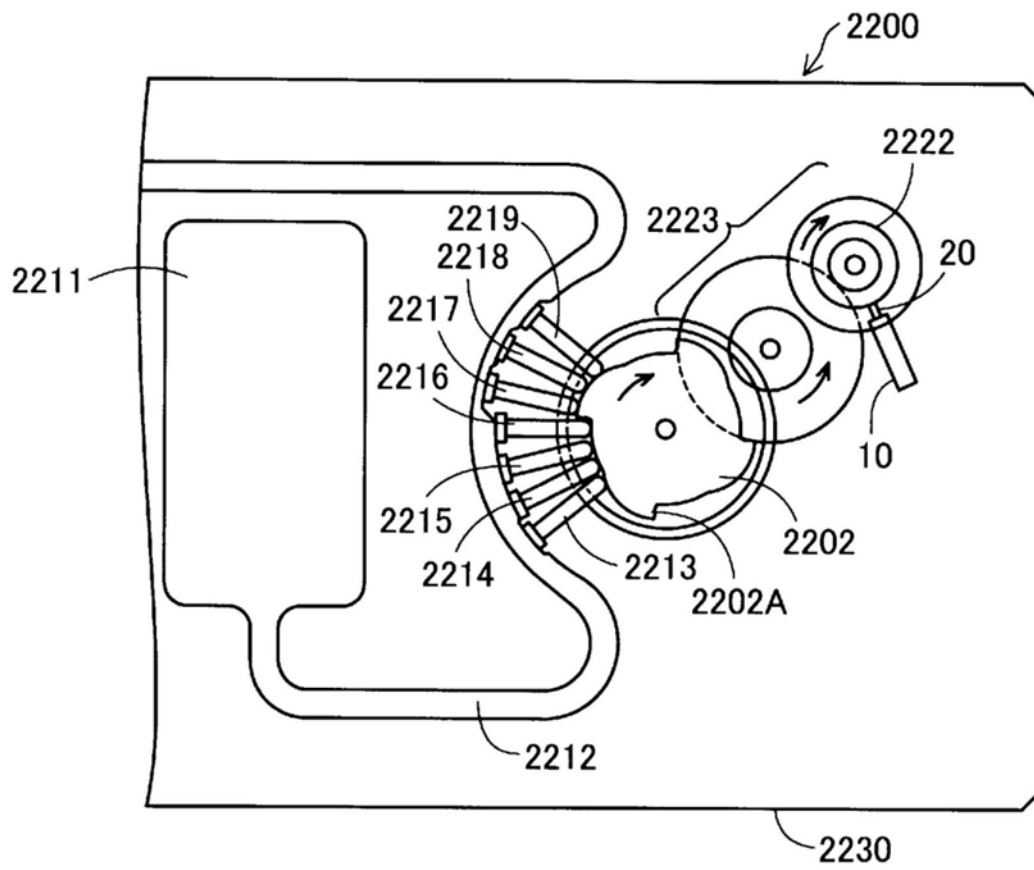


图17