



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106329985 A

(43)申请公布日 2017. 01. 11

(21)申请号 201610423946.8

(22)申请日 2016.06.15

(30)优先权数据

2015-134198 2015.07.03 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 荒川丰 小西晃雄 桥本泰治

宫泽修 岩崎友寿 露木幸一郎

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 舒艳君 李洋

(51)Int.Cl.

H02N 2/10(2006.01)

H02N 2/14(2006.01)

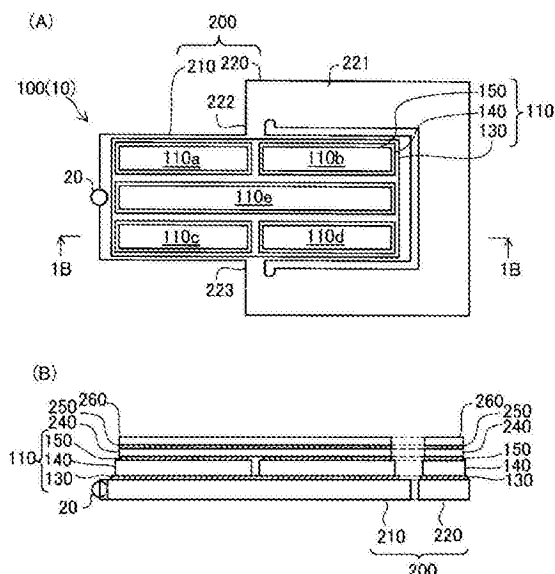
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

压电驱动装置、机器人以及压电驱动装置的驱动方法

(57)摘要

本发明涉及压电驱动装置、机器人以及压电驱动装置的驱动方法,目的在于减少来自压电元件的驱动力的传递损失。压电驱动装置(10)具备振动体(210)、与上述振动体(210)一体地形成的支承部(220)、以及在上述振动体(210)的至少一个面上由第一电极膜(130)、压电体膜(140)以及第二电极膜(150)形成的压电元件(110)。



1. 一种压电驱动装置,其中,具备:
振动体;
支承部,其与所述振动体一体地形成;以及
压电元件,其在所述振动体的至少一个面上由第一电极膜、压电体膜以及第二电极膜形成。
2. 根据权利要求1所述的压电驱动装置,其中,
所述振动体包含第一振动体和第二振动体,
所述支承部包含第一支承部和第二支承部,
所述压电元件包含第一压电元件和第二压电元件,
所述压电驱动装置具备:第一压电振动部,所述第一压电振动部包含所述第一振动体、所述第一支承部及所述第一压电元件;以及
第二压电振动部,所述第二压电振动部包含所述第二振动体、所述第二支承部及所述第二压电元件。
3. 根据权利要求2所述的压电驱动装置,其中,
在所述第一压电振动部层叠有所述第二压电振动部。
4. 根据权利要求1~3中任意一项所述的压电驱动装置,其中,
形成有所述压电元件的所述振动体的面具有包含第一边、第二边、连接所述第一边和所述第二边之间且比第一边长的第三边以及第四边的长方形形状,
所述支承部具备固定部、第一连接部以及第二连接部,
所述第一连接部连接所述第三边和所述固定部,
所述第二连接部连接所述第四边和所述固定部,
所述固定部配置于比所述第一边接近所述第二边的一侧。
5. 根据权利要求4所述的压电驱动装置,其中,
用于驱动所述压电元件的布线形成于所述振动体、所述第一连接部、所述第二连接部以及所述固定部。
6. 根据权利要求1~5中任意一项所述的压电驱动装置,其中,
具有形成于所述支承部的压电体膜。
7. 根据权利要求4所述的压电驱动装置,其中,
所述振动体在所述第一边具有凹部,
在所述凹部设置有能够与被驱动部件接触的接触件,
所述凹部与所述接触件在2点以上接触。
8. 根据权利要求7所述的压电驱动装置,其中,
所述凹部具有能够容纳所述接触件的体积的30%以上70%以下的大小。
9. 根据权利要求7或8所述的压电驱动装置,其中,
所述接触件与所述第一振动体的所述凹部在2点以上接触,与所述第二振动体的所述凹部在2点以上接触。
10. 根据权利要求1~9中任意一项所述的压电驱动装置,其中,
所述振动体和所述支承部包含硅。
11. 一种机器人,其中,具备:

多个连杆部；

关节部，其连接所述多个连杆部；以及

压电驱动装置，是使所述多个连杆部通过所述关节部转动的权利要求1~10中任意一项所述的压电驱动装置。

12. 一种压电驱动装置的驱动方法，其中，

是权利要求1~10中任意一项所述的压电驱动装置的驱动方法，

对所述第一电极膜与所述第二电极膜之间施加周期性地变化的电压，且是对所述压电元件的压电体膜施加的电场的方向是从所述第一电极膜与所述第二电极膜中的一个电极朝向另一个电极膜的一个方向的脉动电压。

压电驱动装置、机器人以及压电驱动装置的驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及压电驱动装置、机器人以及压电驱动装置的驱动方法。

背景技术

[0002] 由于使压电体振动来驱动被驱动体(被驱动部件)的压电致动器(压电驱动装置)无需磁铁、线圈,所以被利用于各种领域(例如专利文献1)。该压电驱动装置的基本结构是在加强板的两个面上分别以2行2列的方式配置了4个压电元件的结构。压电元件通过粘合剂等粘合于加强板。

[0003] 专利文献1:日本特开2004-320979号公报

[0004] 在压电驱动装置中,使压电元件小型化的一方能够获得相对较高的动力(较大的功率重量比(每单位质量的输出))。然而,在使压电元件通过粘合剂等粘合于加强板(振动板)的情况下,贴合精度成为影响小型化的障碍。另外,由于在压电元件与加强板之间存在粘合剂层,所以存在无法避免驱动力的传递损失的问题。

发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而完成的,能够作为以下的方式或者应用例来实现。

[0006] (1)根据本发明的一个方式,提供一种压电驱动装置。该压电驱动装置具备:振动体;支承部,其与上述振动体一体地形成;压电元件,其在上述振动体的至少一个面上由第一电极膜、压电体膜以及第二电极膜形成。根据该方式,由于在振动体的至少一个面上具备由第一电极膜、压电体膜以及第二电极膜形成的压电元件,所以难以产生驱动力的传递损失。

[0007] (2)在上述方式的压电驱动装置中,也可以为上述振动体包含第一振动体和第二振动体,上述支承部包含第一支承部和第二支承部,上述压电元件包含第一压电元件和第二压电元件,上述压电驱动装置具备:包含上述第一振动体、上述第一支承部以及上述第一压电元件的第一压电振动部;以及包含上述第二振动体、上述第二支承部以及上述第二压电元件的第二压电振动部。根据该方式,由于具备第一压电振动部和第二压电振动部这两个压电振动部,所以能够得到较高的动力。

[0008] (3)在上述方式的压电驱动装置中,也可以在上述第一压电振动部层叠上述第二压电振动部。通过在上述第一压电振动部上层叠第二压电振动部,能够得到较高的动力。

[0009] (4)在上述方式的压电驱动装置中,也可以为形成有上述压电元件的上述振动体的面具有包含第一边、第二边、连接上述第一边和上述第二边之间且比第一边长的第三边以及第四边的长方形形状,上述支承部具备固定部、第一连接部以及第二连接部,上述第一连接部连接上述第三边与上述固定部,上述第二连接部连接上述第四边与上述固定部,上述固定部配置于比上述第一边接近上述第二边的一侧。根据该方式,由于第一连接部、第二连接部以及固定部连续,所以能够增加上述支承部的强度。

[0010] (5)在上述方式的压电驱动装置中,也可以为用于驱动上述压电元件的布线形成于上述振动体、上述第一连接部、上述第二连接部以及上述固定部。根据该方式,外部布线能够与形成于固定部的布线连接,能够提高空间效率。

[0011] (6)在上述方式的压电驱动装置中,也可以具有形成于上述支承部的压电体。根据该方式,由于在支承部也具有压电体膜,所以能够使振动体的厚度与支承部的厚度大致相同。

[0012] (7)在上述方式的压电驱动装置中,也可以为上述振动体在上述第一边具有凹部,在上述凹部设置能够与被驱动部件接触的接触件,上述凹部与上述接触件在2点以上接触。根据该方式,由于在第一边向凹部嵌入接触件,所以与在第一边没有凹部的情况相比,能够使接触件难以脱落。

[0013] (8)在上述方式的压电驱动装置中,上述凹部也可以具有能够收纳上述接触件的体积的30%以上70%以下的大小。若收纳于凹部的接触件的体积过小则接触件容易脱落,若收纳于凹部的接触件的体积过大,则使接触件难以与被驱动部件接触。

[0014] (9)在上述方式的压电驱动装置中,也可以为上述接触件与上述第一振动体的上述凹部在2点以上接触,与上述第二振动体的上述凹部在2点以上接触。根据该方式,接触件被两个振动体夹持,从而能够在4点以上支承接触件,能够使接触件更加难以脱落。

[0015] (10)在上述方式的压电驱动装置中,上述振动体和上述支承部也可以包含硅。根据该方式,由于能够应用半导体制造装置、半导体制造工序来制造压电驱动装置,所以能够小型、高精度地制造压电驱动装置。

[0016] (11)根据本发明的一个方式,提供一种机器人。该机器人具备多个连杆部;关节部,其连接上述多个连杆部;以及压电驱动装置,是使上述多个连杆部通过上述关节部转动的上述方式中任意一项所述的压电驱动装置。根据该方式,能够将压电驱动装置利用于机器人的驱动。

[0017] (12)根据本发明的一个方式,提供一种上述方式的压电驱动装置的驱动方法。该驱动方法对上述第一电极膜与上述第二电极膜之间施加周期性地变化的电压,且是对上述压电元件的压电体膜施加的电场的方向是从上述第一电极膜和上述第二电极膜中的一个电极膜朝向另一个电极膜的一个方向的脉动电压。根据该方式,由于对压电元件的压电体膜施加的电压只是一个方向,所以能够提高压电体的耐久性。

[0018] 本发明能够以各种方式来实现,例如,除了压电驱动装置以外,也能够以压电驱动装置的驱动方法、压电驱动装置的制造方法、搭载压电驱动装置的机器人、搭载压电驱动装置的机器人的驱动方法、电子部件输送装置、进料泵、计量泵等各种方式来实现。

附图说明

[0019] 图1是表示压电振动部的简要结构的说明图。

[0020] 图2是表示基板的俯视图。

[0021] 图3是表示压电驱动装置的等效电路的说明图。

[0022] 图4是表示压电振动部的动作的例子的说明图。

[0023] 图5是示有表示在压电振动部的制造工序中执行的膜形成工序的流程图的说
明图。

- [0024] 图6是图示有压电振动部的制造工序的说明图。
- [0025] 图7是表示布线电极的图案的说明图。
- [0026] 图8是表示压电驱动装置的结构例的说明图。
- [0027] 图9是放大表示振动体与接触件的接合部分的说明图。
- [0028] 图10是放大表示压电振动部的振动体彼此对置的结构中的振动体与接触件的接合部分的说明图。
- [0029] 图11是作为其它实施方式的压电振动部的俯视图。
- [0030] 图12是表示压电振动部的其它结构的说明图。
- [0031] 图13是表示利用了压电驱动装置的机器人的一个例子的说明图。
- [0032] 图14是机器人的手臂部分的说明图。
- [0033] 图15是表示利用了压电驱动装置的进料泵的一个例子的说明图。

具体实施方式

[0034] 图1是表示压电振动部100的简要结构的说明图,图1(A)是俯视图,图1(B)是其1B-1B剖视图。在图1(A)所示的俯视图中,对于图1(B)所示的绝缘层240、布线电极250、保护膜260省略图示。首先,对压电驱动装置10与压电振动部100的关系进行说明。压电驱动装置10是具备1个以上的压电振动部100的装置。因此,在只有一个压电振动部100的情况下,压电驱动装置10与压电振动部100相同。

[0035] 压电振动部100具备基板200、压电元件110、绝缘层240、布线电极250、以及保护膜260。基板200具备振动体210和支承部220。振动体210和支承部220在振动体210的长边的中央连接。将支承部220中与振动体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”。此外,在不区分第一连接部222和第二连接部223的情况下,还将“第一连接部222”、“第二连接部223”分别称为“连接部222”、“连接部223”。在基板200上形成有压电元件110。在压电元件110上形成有绝缘层240、布线电极250以及保护膜260。

[0036] 压电元件110具备第一电极130(由于形成为膜状所以也称为“第一电极膜130”。)、形成在第一电极130上的压电体140(由于形成为膜状所以也称为“压电体膜140”。)、以及形成在压电体140上的第二电极150(由于形成为膜状所以也称为“第二电极膜150”。),第一电极130与第二电极150夹持压电体140。第一电极130、第二电极150例如是通过溅射形成的薄膜。作为第一电极130、第二电极150的材料,例如能够利用Al(铝)、Ni(镍)、Au(金)、Pt(白金)、Ir(铱)、Cu(铜)等导电性高的任意的材料。

[0037] 压电体140例如通过溶胶-凝胶法、溅射法形成,具有薄膜形状。作为压电体140的材料,能够利用采用 ABO_3 型的钙钛矿构造的陶瓷等,表现出压电效应的任意的材料。作为采用 ABO_3 型的钙钛矿构造的陶瓷,例如能够使用锆钛酸铅(PZT)、钛酸钡、钛酸铅、铌酸钾、铌酸锂、钽酸锂、钨酸钠、氧化锌、钛酸锶钡(BST)、钽铌锶(SBT)、偏铌酸铅、铌锌、铌铌酸铅等。而且也能够使用陶瓷以外的表现出压电效应的材料,例如聚偏氟乙烯、水晶等。优选压电体140的厚度例如为50nm(0.05 μ m)以上20 μ m以下的范围。具有该范围的厚度的压电体140的薄膜能够利用膜形成工序(也称为“成膜工序”。)容易地形成。若使压电体140的厚度成为0.05 μ m以上,则能够根据压电体140的伸缩产生充分大的力。另外,若使压电体140的厚度成为20

μm以下,则能够使压电振动部100充分小型化。

[0038] 在本实施方式中,压电振动部100作为压电元件110,包含有5个压电元件110a、110b、110c、110d、110e。压电元件110e形成为大致长方形形状,在振动体210的宽度方向的中央,沿着振动体210的长边方向形成。压电元件110a、110b、110c、110d形成于振动体210的四角的位置。此外,在图1中,示有压电元件110形成于振动体210的一个面的例子,但压电元件110也可以形成于振动体210的两个面。在该情况下,优选一个面的压电元件110a~110e与另一个面的压电元件110a~110e配置于以振动体210为对称面的对称位置。

[0039] 基板200作为用于通过膜形成工序形成第一电极130、压电体140以及第二电极150的基板来使用。另外,基板200的振动体210还具有作为进行机械振动的振动板的功能。基板200例如能够由Si、Al₂O₃、ZrO₂等形成。作为Si制的基板200(也称为“硅基板200”),例如能够利用半导体制造用的Si晶圆。基板200的厚度例如优选为10μm以上100μm以下的范围。若使基板200的厚度成为10μm以上,则在基板200上的成膜处理时能够相对容易地处理基板200。此外,若使基板200的厚度成为50μm以上,则能够更容易地处理基板200。另外,若使基板200(振动体210)的厚度成为100μm以下,则能够根据在薄膜上形成的压电体140的伸缩,很容易地使振动体210振动。

[0040] 在本实施方式中,在支承部220上还形成第一电极130、压电体140、第二电极150、绝缘层240、布线电极250以及保护膜260。其结果为,能够使振动体210的压电振动部100的厚度与支承部220的压电振动部100的厚度大致相同(例如使厚度的差成为6μm以下、或3μm以下)。由此,在重叠多个压电振动部100来构成压电驱动装置10的情况下,由于能够使振动体210中的邻接的两个压电振动部100之间的间隙与支承部220中的邻接的两个压电振动部100之间的间隙大致相同,所以难以产生压电振动部100间的间隙(ガタツキ)。此外,优选固定部221上的第一电极130、压电体140以及第二电极150不构成能够动作的压电元件。若不构成能够动作的压电元件,则压电体140不会变形,所以很容易使固定部221与其它部件固定。在本实施方式中,如后所述,经由布线电极250对振动体210上的第一电极130和第二电极150施加电压。如果不构成能够动作的压电元件,也可以进行如下的(i)或(ii)的至少一方,(i)使固定部221上的第一电极130、以及第二电极150不与用于对振动体210上的第一电极130以及第二电极150施加电压的布线电极250连接,(ii)使固定部221上的第一电极130与固定部221上的第二电极150相互连接。此外,固定部221上的电极130、150与振动体210上的电极130、150相互不连接而是分离。在上述说明中,将第一电极130、压电体140以及第二电极150形成在支承部220(固定部221和连接部222、223)上,但也可以是在支承部220中的连接部222、223上不形成第一电极130、压电体140以及第二电极150的结构。

[0041] 图2是表示基板200的俯视图。基板200具备振动体210以及支承部220(固定部221和连接部222、223)。在图2中,为了容易区分振动体210和支承部220,对振动体210标注阴影,对支承部220(固定部221和连接部222、223)不标注阴影。振动体210具有包含第一边211、第二边212、第三边213、以及第四边214这4边的长方形形状。第一边211和第二边212彼此是对边,第三边213和第四边214彼此是对边。第三边213和第四边214分别连接第一边211和第二边212之间,且比第一边长。两个连接部222、223分别设置于固定部221的端部,与振动体210的第三边213和第四边214的各自中央的位置连接。固定部221以从第一连接部222绕过第二边212侧到达第二连接部223的方式设置于比第一边211接近第二边212的一侧。振

动体210和支承部220由1张硅基板一体地形成。具体而言,通过对形成有压电元件110的硅基板进行蚀刻,形成各个基板200的形状,并且形成振动体210与支承部220之间的间隙205。由此,一体地形成振动体210以及支承部220(固定部221和连接部222、223)。

[0042] 优选振动体210的长度L(第三边213以及第四边214的长度)与宽度W(第一边211以及第二边212的长度)的比为 $L:W \approx 7:2$ 。该比是为了振动体210进行沿着其平面向左右弯曲的超声波振动(后述)而优选的值。振动体210的长度L例如能够为0.1mm以上30mm以下的范围,宽度W例如能够为0.02mm以上9mm以下的范围。此外,为了振动体210进行超声波振动,优选长度L为50mm以下。

[0043] 在振动体210的第一边211形成有凹部216。向凹部216嵌入并接合(通常是粘合)能够与被驱动部件接触的接触件20。接触件20是用于与被驱动部件接触来对被驱动部件施加力的部件。优选接触件20由陶瓷(例如 Al_2O_3)等具有耐久性的材料形成。

[0044] 图3是表示压电驱动装置10的等效电路的说明图。图3所示的等效电路作为使一个压电振动部100动作的例子来图示。压电元件110被分为3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相互以并联的方式连接,并与驱动电路300连接。第二组的压电元件110b、110c相互以并联的方式连接,并与驱动电路300连接。第三组的压电元件110e单独与驱动电路300连接。

[0045] 驱动电路300通过对5个压电元件110a~110e中的规定的压电元件,例如第一组的压电元件110a、110d的第一电极130与第二电极150之间施加周期性地变化的交流电压或者脉动电压,能够使压电振动部100超声波振动,并使与接触件20接触的转子(被驱动体、被驱动部件)向规定的旋转方向旋转。在这里,所谓的“脉动电压”意味着对交流电压附加了DC偏移的电压,脉动电压的电压(电场)的方向是从一个电极朝向另一个电极的一个方向。对于电流的方向而言,比起从第一电极130朝向第二电极150优选从第二电极150朝向第一电极130。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,能够使与接触件20接触的转子向相反方向旋转。

[0046] 图4是表示压电振动部100的动作的例子的说明图。压电振动部100的接触件20与作为被驱动部件的转子50的外周接触。在图4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4的箭头x的方向伸缩。由此,压电振动部100的振动体210在振动体210的平面内弯曲变形为蛇行形状(S形状),接触件20的前端沿箭头y的方向往复运动、或者、椭圆运动。其结果,转子50围绕其中心51沿规定的方向z(在图4中为顺时针方向)旋转。此外,驱动电路300在对第二组的两个压电元件110b、110c(图1)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,若对中央的压电元件110e施加交流电压或者脉动电压,则压电驱动装置10沿长边方向伸缩,所以能够使从接触件20对转子50施加的力进一步增大。此外,对于压电驱动装置10(或者压电振动部100)的这样的动作,记载在上述先行技术文献1(日本特开2004-320979号公报、或者、对应的美国专利第7224102号)中,通过参照引入其公开内容。

[0047] 图5是示有表示在压电振动部100的制造工序中执行的膜形成工序的流程图的说明图。图6是图示有压电振动部100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例如能够利用Si晶圆。能够在1张Si晶圆上形成多个压电振动部

100。作为绝缘层201例如能够利用对基板200的表面进行热氧化而形成的 SiO_2 层。此外,在图1中,省略绝缘层201的图示。另外,作为绝缘层201能够使用氧化铝(Al_2O_3)、丙烯酸、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。

[0048] 在步骤S110中,形成第一电极130并图案化。第一电极130例如能够通过溅射来形成,图案化能够通过蚀刻来进行。

[0049] 在步骤S120中,在第一电极130上形成压电体140并图案化。压电体140的形成例如能够使用溶胶-凝胶法来进行。即,将压电体材料的溶胶-凝胶溶液滴在基板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 $200\sim 300^\circ\text{C}$ 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,通过反复多次滴下溶胶-凝胶溶液、高速旋转、煅烧的周期,在第一电极130上将压电体层形成到所希望的厚度。此外,在1个周期内形成的压电体的一层的厚度也取决于溶胶-凝胶溶液的粘度、基板200的旋转速度,但约为 $50\text{nm}\sim 150\text{nm}$ 的厚度。在将压电体层形成到所希望的厚度后,在 $600^\circ\text{C}\sim 1000^\circ\text{C}$ 的温度下进行烧结,由此形成压电体140。若使烧结后的压电体140的厚度成为 $50\text{nm}(0.05\mu\text{m})$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下,则能够实现小型的压电驱动装置10。此外,若使压电体140的厚度成为 $0.05\mu\text{m}$ 以上,则能够根据压电体140的伸缩产生充分大的力。另外,若使压电体140的厚度成为 $20\mu\text{m}$ 以下,则即便使对压电体140施加的电压成为 600V 以下也能够产生充分大的力。其结果为,能够以廉价的元件构成用于驱动压电驱动装置10的驱动电路300。此外,也可以使压电体的厚度成为 400nm 以上,在该情况下,能够增大由压电元件产生的力。此外,煅烧、烧结的温度、时间只是一个例子,能够根据压电体材料,适当地选择。

[0050] 在使用溶胶-凝胶法形成了压电体材料的薄膜后进行烧结的情况下,与混合原料粉末来进行烧结的以往的烧结法相比较,具有如下优点:(a)容易形成薄膜,(b)格子方向整齐容易结晶化,(c)能够提高压电体的耐压。

[0051] 在本实施方式中,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的图案化。此外,也可以代替使用离子铣削来进行图案化,而通过其它任意的图案化方法(例如,使用了氯基气体的干式蚀刻)来进行图案化。

[0052] 在步骤S130中,在压电体140上形成第二电极150,并进行图案化。第二电极150的形成以及图案化与第一电极130相同,能够通过溅射和蚀刻来进行。

[0053] 在步骤S140中,在第二电极150上形成绝缘层240。在步骤S150中,在绝缘层240上形成布线电极250。

[0054] 图7是表示布线电极250的图案的说明图。布线电极250具有4个布线图案251、252、253、254。上述布线图案251~254以从固定部221上通过连接部222、223上而到达振动体210上的方式形成。第一布线图案251在振动体210上与压电元件110a、110d(图1)的第二电极150连接。同样地,第二布线图案252在振动体210上与压电元件110b、110c的第二电极150连接,第三布线图案253在振动体210上与压电元件110e的第二电极150连接,第四布线图案254在振动体210上与压电元件110a、110b、110c、110d、110e的第一电极130连接。另外,上述布线图案251~254在支承部220上(除了连接部222,223上)与来自驱动电路300的布线连接。此外,布线图案251~254不与固定部221上的第一电极130以及第二电极150连接。

[0055] 在步骤S160中,形成保护膜260,在步骤S170中,在通过蚀刻形成各个基板200的形状的同时,在振动体210与支承部220之间形成间隙205,并在第一边211形成凹部216。在凹

部216利用粘合剂粘合接触件20。

[0056] 以上,根据本实施方式,一体地成形有振动体210以及支承部220(固定部221和连接部222、223),在振动体210的至少一个面上具备由第一电极130、压电体140以及第二电极150形成的压电元件110。因此,在振动体210与压电元件110之间没有粘合剂层,而难以产生驱动力的传递损失。

[0057] 图8是表示压电驱动装置的结构例的说明图。图8(A)所示的压电驱动装置10a具备4个压电振动部100a、100b、100c、100d。各压电振动部100a~100d与上述的压电振动部100相同,具备振动体210和支承部220。将第一压电振动部100a的支承部、固定部、振动体、压电元件称为“第一支承部”、“第一固定部”、“第一振动体”、“第一压电元件”,将第二压电振动部100b的支承部、固定部、振动体、压电元件称为“第二支承部”、“第二固定部”、“第二振动体”、“第二压电元件”。以下,对于第三压电振动部100c、第四压电振动部100d也相同。在该例子中,通过粘合剂层270对第一压电振动部100a的振动体210和与第一压电振动部100a邻接的第二压电振动部100b的压电元件110(第二压电元件)进行粘合。

[0058] 图8(B)所示的压电驱动装置10b也同样具备4个压电振动部100a、100b、100c、100d。其中,在图8(B)中,通过粘合剂层270对第一压电振动部100a的振动体210和与第一压电振动部100a邻接的第二压电振动部100b的振动体210(也称为“第二振动体210”。)进行粘合,通过粘合剂层270对第二压电振动部100b的压电元件110和与第二压电振动部100b邻接的第三压电振动部100c的压电元件110进行粘合。

[0059] 图8(C)所示的压电驱动装置10c具备两个压电振动部100e、100f,上述压电振动部100e、100f均为在振动体210的两面具备压电元件110的结构。通过粘合剂层270对第一压电振动部100e的压电元件110和与第一压电振动部100e邻接的第二压电振动部100f的压电元件110进行粘合。

[0060] 这样,压电驱动装置10也可以具备在振动体210的法线方向上层叠了2个以上的压电振动部100的结构。由此,能够增大驱动力。此外,在本实施方式中,压电驱动装置10具备在振动体210的法线方向上层叠了2个以上的压电振动部100的结构,但也可以沿着振动体210的平面配置2个以上的压电振动部100。

[0061] 图9是放大表示振动体210与接触件20的接合部分的说明图。图9(A)是俯视图,图9(B)是图9(A)的9B-9B剖面。在振动体210的边211的中央部形成有凹部216。优选在从振动体210的厚度方向观察时(图9(A))的凹部216与边211的边界,两者所成的角 θ_1 为120度至170度的范围。接触件20为球或椭圆体,优选是球的情况下的直径 d_1 或是椭圆体的情况下的短径(在振动体210的厚度方向上测量的大小)比振动体210的厚度 W_1 小。凹部216具有能够容纳接触件20的体积的30%~70%的大小(容积)。其结果,接触件20的70%~30%露出,并能够通过露出的部分与转子50(图4)接触。在这里,所谓的“凹部216的容积”是在没有凹部216而边211以直线的方式形成的情况下的振动体210的体积与具有凹部216的振动体210的体积之差。此外,若接触件20的露出量过少,则接触件20难以与转子50接触,若接触件20的露出量过多,则接触件20容易脱落。另外,优选以接触件20与凹部216在两个点P1、P2或2点以上接触的方式形成凹部216的凹面形状。

[0062] 此外,图9(C)是比较例的俯视图,图9(D)是图9(C)的9D-9D剖面。在比较例中,在边211不形成凹部216,接触件20粘合于边211。接触件20的体积的100%从边211露出,接触件

20与边211仅在点P5接触。因此,接触件20容易脱落。在本实施方式中,如图9(A)、(B)所示,通过将接触件20嵌入凹部216,在2点支承接触件20使其难以脱落。

[0063] 图10是放大表示压电振动部100的振动体210彼此对置的结构中的振动体210与接触件20的接合部分的说明图,是图8(B)的结构变形。图10(A)是俯视图,图10(B)是图10(A)的10B-10B剖面。在两个振动体210的边211的中央部分别形成有凹部216。接触件20以横跨的方式收纳于两个振动体210的两个凹部216,接触件20与两个凹部216中的一方在两个点P1、P2接触,与两个凹部216中的另一方在两个点P3、P4接触,合计在4个点P1~P4接触。其结果,能够稳定地支承接触件20,能够使其难以脱落。

[0064] 图11(A)、(B)、(C)是作为本发明的其它实施方式的压电振动部100的俯视图,是与第一实施方式的图1(A)对应的图。在图11(A)、(B)、(C)中,为了便于图示,仅图示振动体210,对于支承部220、连接部222,223省略图示。在图11(A)的压电振动部100g中,省略一对压电元件110b、110c。该压电振动部100g也能够使转子50向图4所示那样的一个方向z旋转。此外,由于对图11(A)的3个压电元件110a、110e、110d施加相同的电压,所以也可以将上述3个压电元件110a、110e、110d的第二电极(150a、150e、150d)形成为连续的一个电极层。

[0065] 图11(B)是作为本发明的另一其它实施方式的压电振动部100h的俯视图。在该压电振动部100h中,省略图1(A)的中央的压电元件110e,其它4个压电元件110a、110b、110c、110d与图1(A)相比形成于较大的面积。该压电振动部100c也能够实现与第一实施方式大致相同的效果。

[0066] 图11(C)是作为本发明的另一其它实施方式的压电振动部100j的俯视图。在该压电振动部100j中,省略图1(A)的4个第二电极150a、150b、150c、150d,一个第二电极150e形成在较大的面积上。该压电振动部100d只沿长边方向伸缩,但能够从接触件20对被驱动体(省略图示)施加较大的力。

[0067] 从图1以及图11(A)、(B)、(C)能够理解,作为压电振动部100的第二电极150能够设置至少一个电极层。其中,如图1以及图11(A)、(B)所示的实施方式那样,若在长方形的振动体210的对角的位置设置压电元件110(第二电极150),则在能够使振动体210在该平面内变形为弯曲的蛇行形状的点优选。

[0068] 图12是表示压电振动部100的其它的结构说明图。压电振动部100k若与图1所示的压电振动部100相比较,在以下的点不同。在图1所示的压电振动部100中,在基板200上形成压电元件110,并在其上形成有绝缘层240、布线电极250以及保护膜260。在图12所示的压电振动部100k中,在基板200上形成绝缘层240、布线电极250、以及绝缘层265,并在绝缘层265上配置有压电元件110。即,在比压电体140靠基板200侧形成布线电极250。也可以以这样的结构来进行。在该结构的情况下,在布线电极250的下层没有压电体140,不会受到压电体140厚度的影响,所以具有布线电极250难以断线的效果。

[0069] • 使用了压电驱动装置的装置的实施方式:

[0070] 上述的压电驱动装置10通过利用共振能够对被驱动部件施加较大的力,能够适用于各种装置。压电驱动装置10例如能够作为机器人(也包含电子部件输送装置(IC处理器))、计量泵、时钟日历输送装置、打印装置(例如进纸机构。但是,在利用于磁头的压电驱动装置中,由于不使振动板共振,所以不适用于磁头。)等各种设备的驱动装置来使用。以下,对代表性的实施方式进行说明。

[0071] 图13是表示利用了上述压电驱动装置10的机器人2050的一个例子的说明图。机器人2050具有臂2010(也称为“臂部”),该臂2010具备多根连杆部2012(也称为“连杆部件”)、以及以能够转动或者弯曲的状态连接这些连杆部2012之间的多个关节部2020。在各个关节部2020内置有上述的压电驱动装置10,能够使用压电驱动装置10使关节部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也内置有压电驱动装置10,能够使用压电驱动装置10开闭把持部2003来把持物。另外,在机械手2000与臂2010之间也设置有压电驱动装置10,也能够使用压电驱动装置10来使机械手2000相对于臂2010旋转。

[0072] 图14是图13所示的机器人2050的手臂部分的说明图。手臂的关节部2020夹持手臂转动部2022,在手臂转动部2022以能够围绕手臂转动部2022的中心轴0转动的方式安装有手臂的连杆部2012。手臂转动部2022具备压电驱动装置10,压电驱动装置10使手臂的连杆部2012以及机械手2000围绕中心轴0转动。机械手2000直立设置有多把持部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的根的部分搭载有压电驱动装置10。因此,通过使压电驱动装置10动作,能够使把持部2003移动来把持对象物。

[0073] 此外,作为机器人并不局限于单臂的机器人,在臂的个数是2个以上的多臂机器人中也能够应用压电驱动装置10。在这里,在手臂的关节部2020、机械手2000的内部除了压电驱动装置10以外,还包含对力传感器、陀螺仪传感器等各种装置供给电力的电力线、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的内部配置布线非常困难。然而,上述的实施方式的压电驱动装置10由于与通常的电动马达、以往的压电驱动装置相比能够减小驱动电流,所以即使在像关节部2020(特别是臂2010的前端的关节部)、机械手2000那样的较小的空间也能够配置布线。

[0074] 图15是表示利用了上述压电驱动装置10的进料泵2200的一个例子的说明图。进料泵2200在壳体2230内设置有储存器2211、管2212、压电驱动装置10、转子2222、减速传递机构2223、凸轮2202、多个指状物2213、2214、2215、2216、2217、2218、2219。储存器2211是用于收纳作为输送对象的液体的收纳部。管2212是用于输送从储存器2211送出的液体的管。压电驱动装置10的接触件20以按压于转子2222的侧面的状态设置,压电驱动装置10旋转驱动转子2222。转子2222的旋转力经由减速传递机构2223传递至凸轮2202。指状物2213~2219是用于关闭管2212的部件。若凸轮2202旋转,则通过凸轮2202的突起部2202A依次向放射方向外侧按压指状物2213~2219。指状物2213~2219从输送方向上游侧(储存器2211侧)开始依次关闭管2212。由此,管2212内的液体被依次输送至下游侧。这样,能够高精度地输送极少量,并且能够实现小型的进料泵2200。此外,各部件的配置并不限于图示的方式。另外,也可以是不具备指状物等部件,而是设置于转子2222的球等关闭管2212的结构。像上述那样的进料泵2200能够应用于将胰岛素等药液给药给人体的给药装置等。在这里,由于通过使用上述的实施方式的压电驱动装置10,与以往的压电驱动装置相比驱动电流变小,所以能够抑制给药装置的消耗电力。因此,在电池驱动给药装置的情况下,特别有效。

[0075] 以上,基于几个实施例对本发明的实施方式进行了说明,但上述的发明的实施方式是为了容易理解本发明,而不是对本发明进行限定。本发明当然能够不脱离其主旨以及权利要求书地进行变更、改进,并且其等价物包含于本发明。

[0076] 附图标记说明

[0077] 10、10a、10b、10c…压电驱动装置;20…接触件;50…转子;100、100a、100b、100c、100d、100e、100f、100g、100h、100j…压电振动部;110、110a、110b、110c、110d、110e…压电元件;130…第一电极;140…压电体;150、150a、150e…第二电极;200…基板;201…绝缘层;205…间隙;210…振动体;211…第一边;212…第二边;213…第三边;214…第四边;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…布线电极;251、252、253、254…布线图案;260…绝缘层;270…粘合剂层;300…驱动电路;2000…机械手;2003…把持部;2010…臂;2012…连杆部;2020…关节部;2022…手臂转动部;2050…机器人;2200…进料泵;2202…凸轮;2202A…突起部;2211…储存器;2212…管;2213…指状物;2222…转子;2223…减速传递机构。

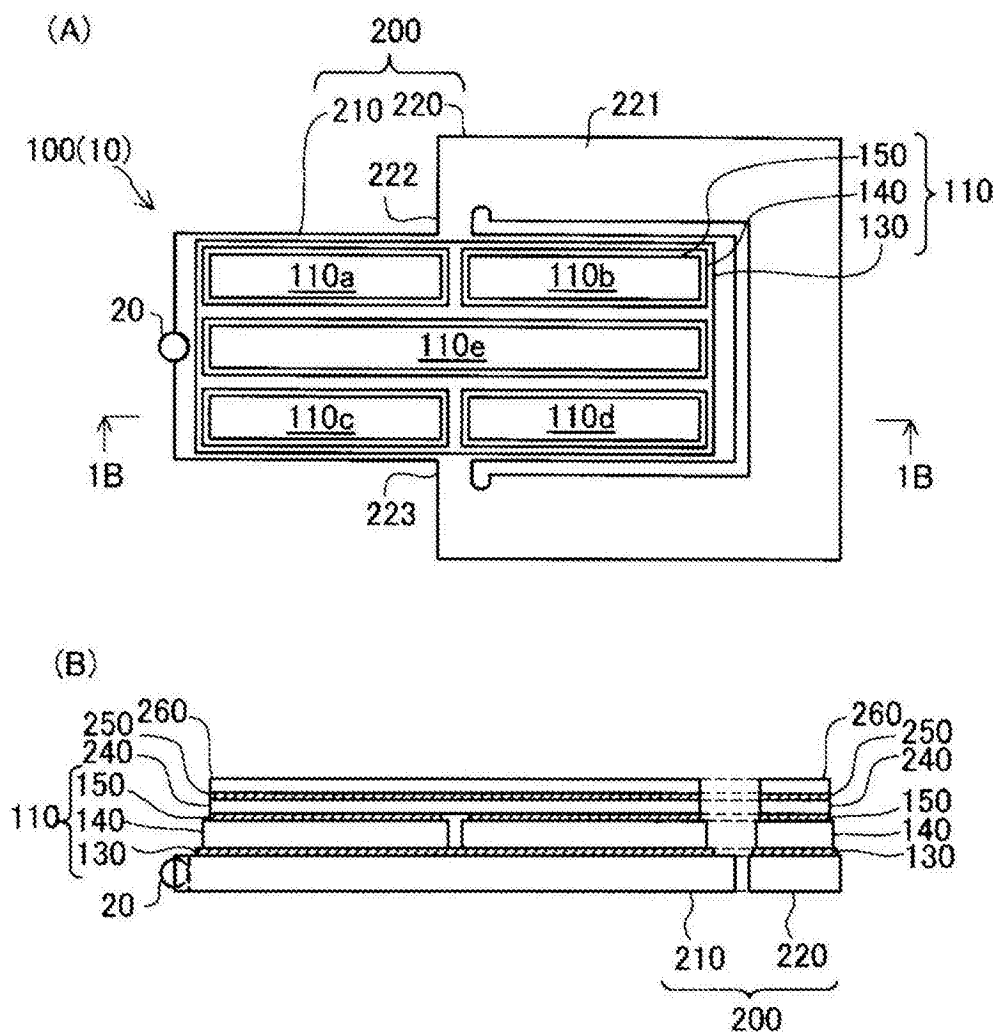


图1

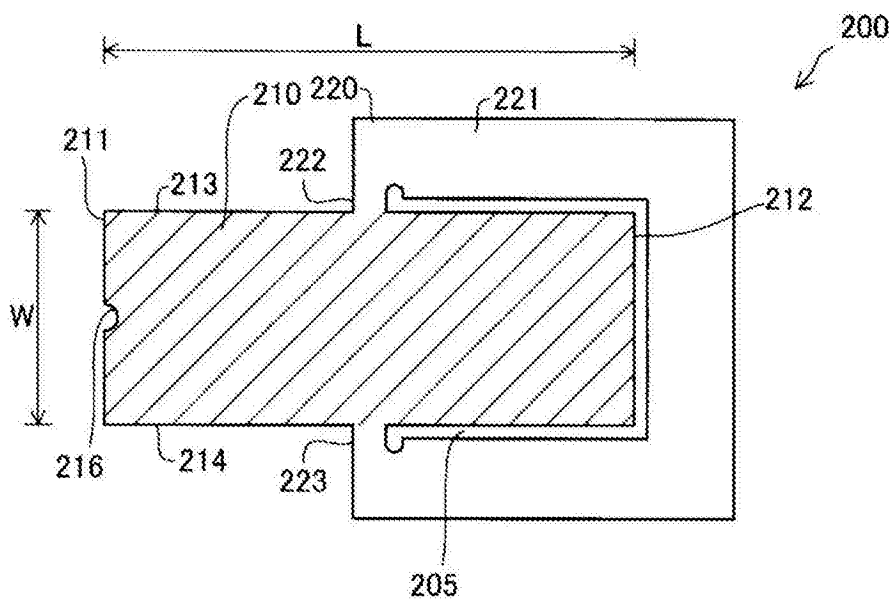


图2

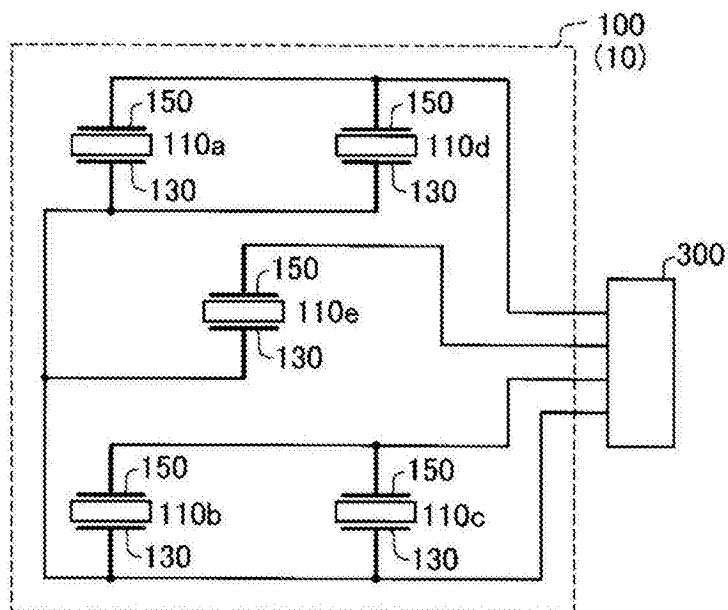


图3

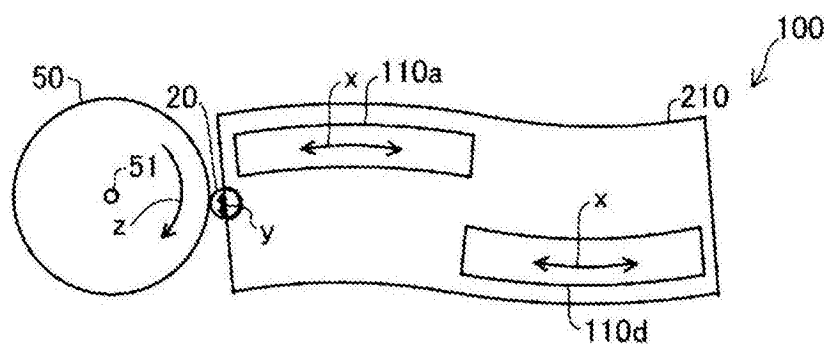


图4

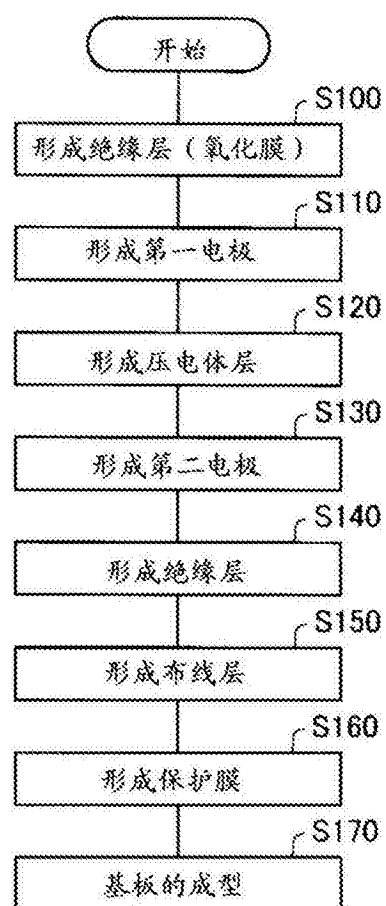


图5

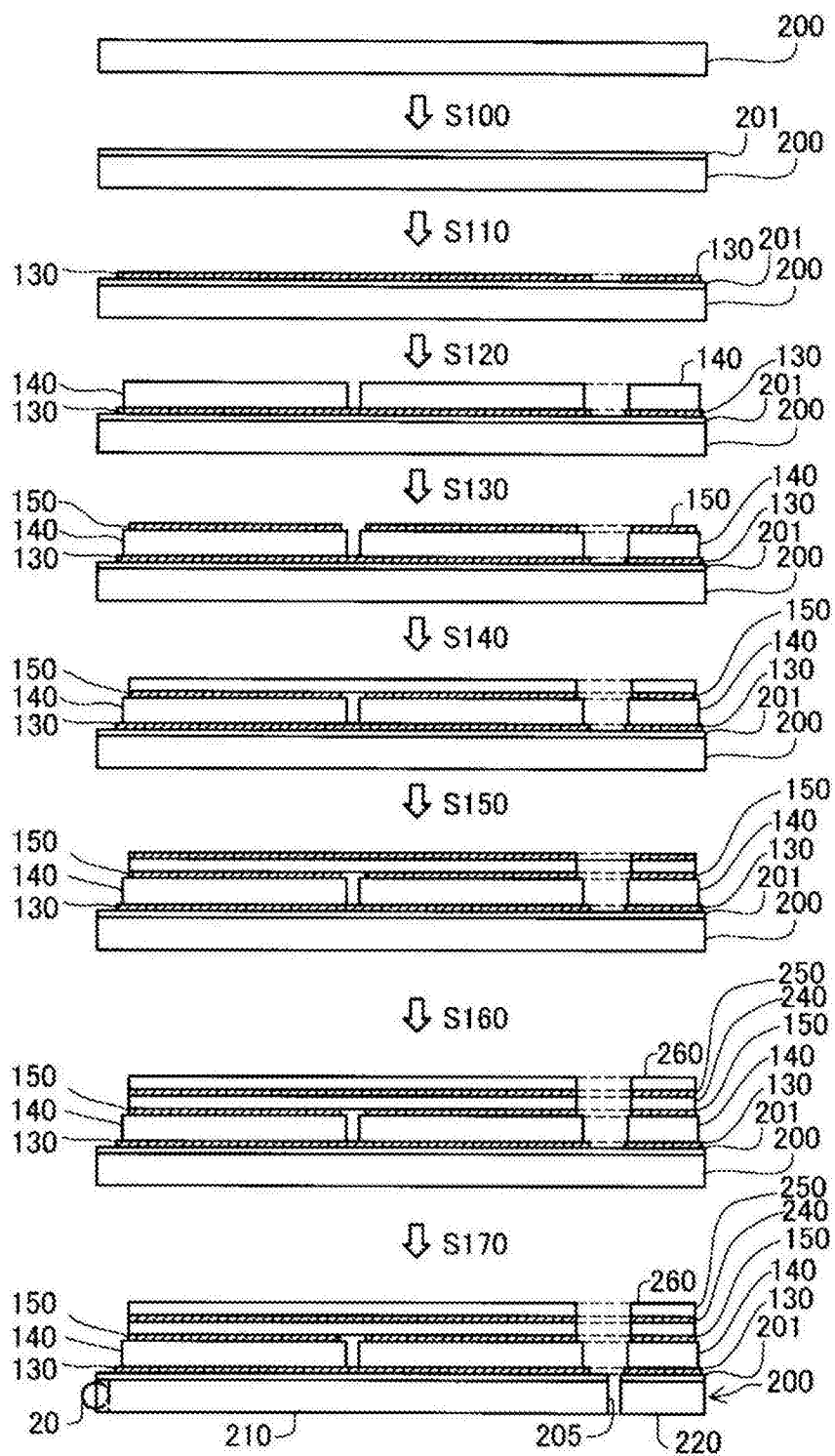


图6

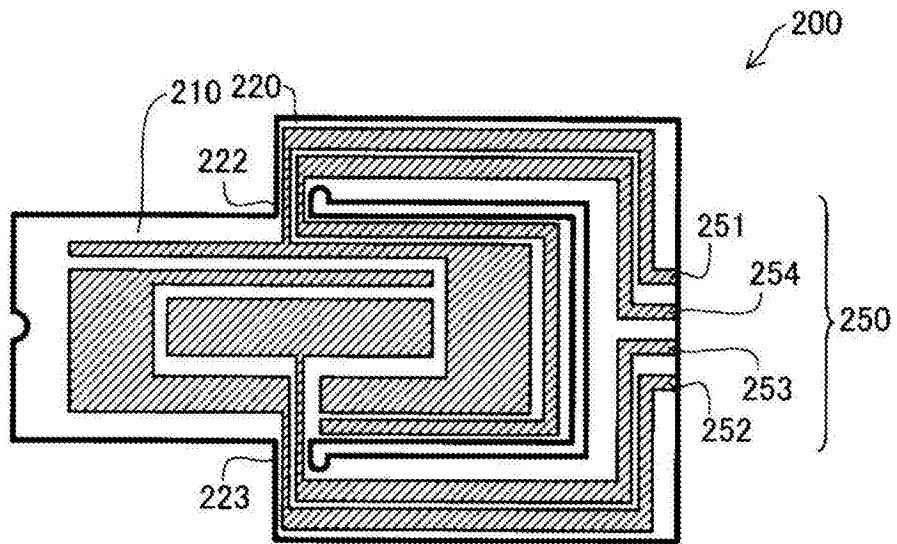


图7

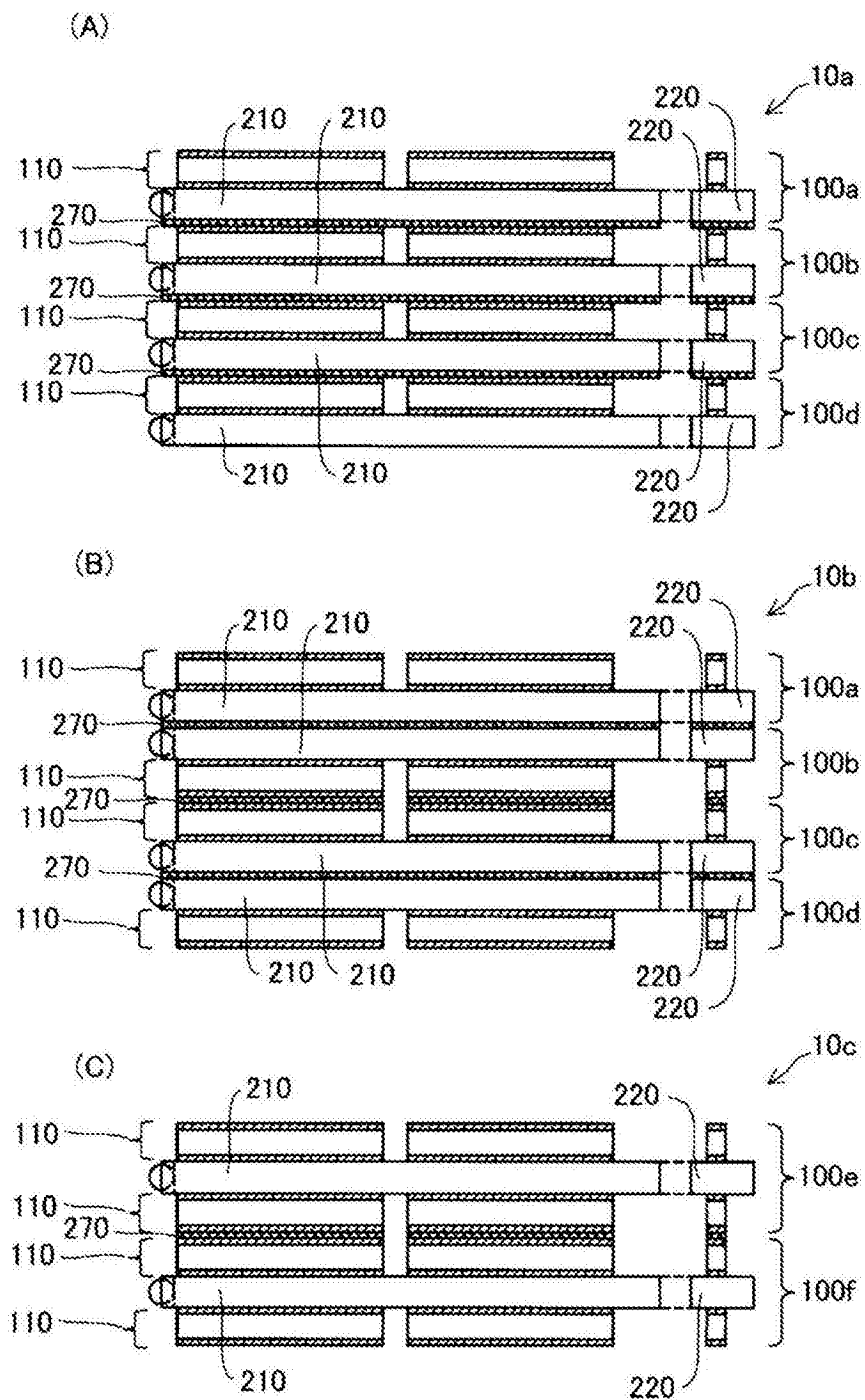


图8

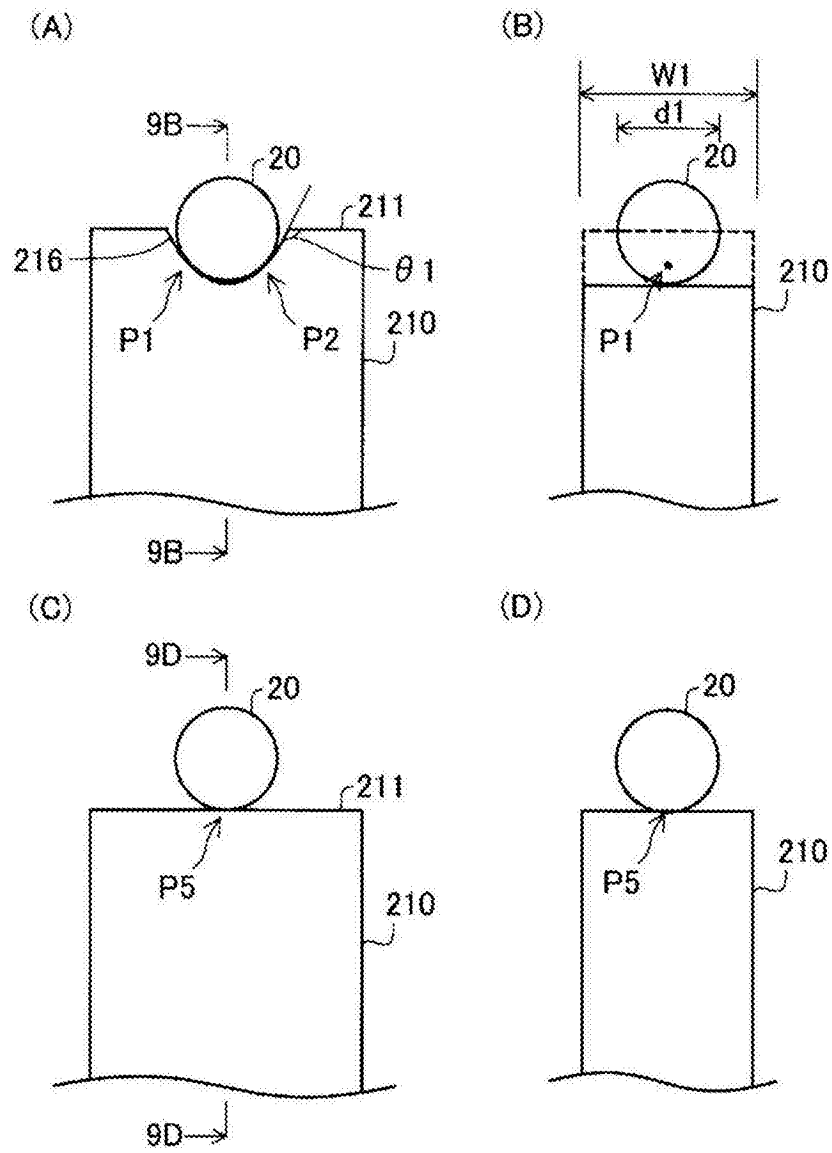
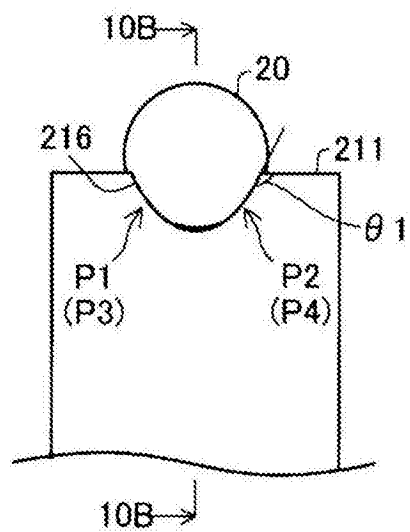


图9

(A)



(B)

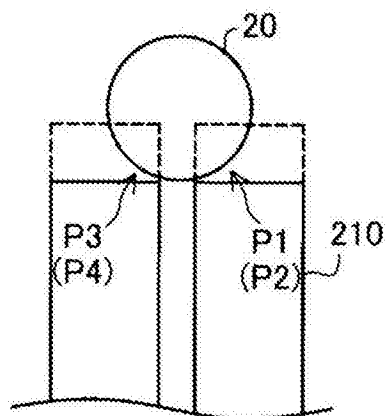


图10

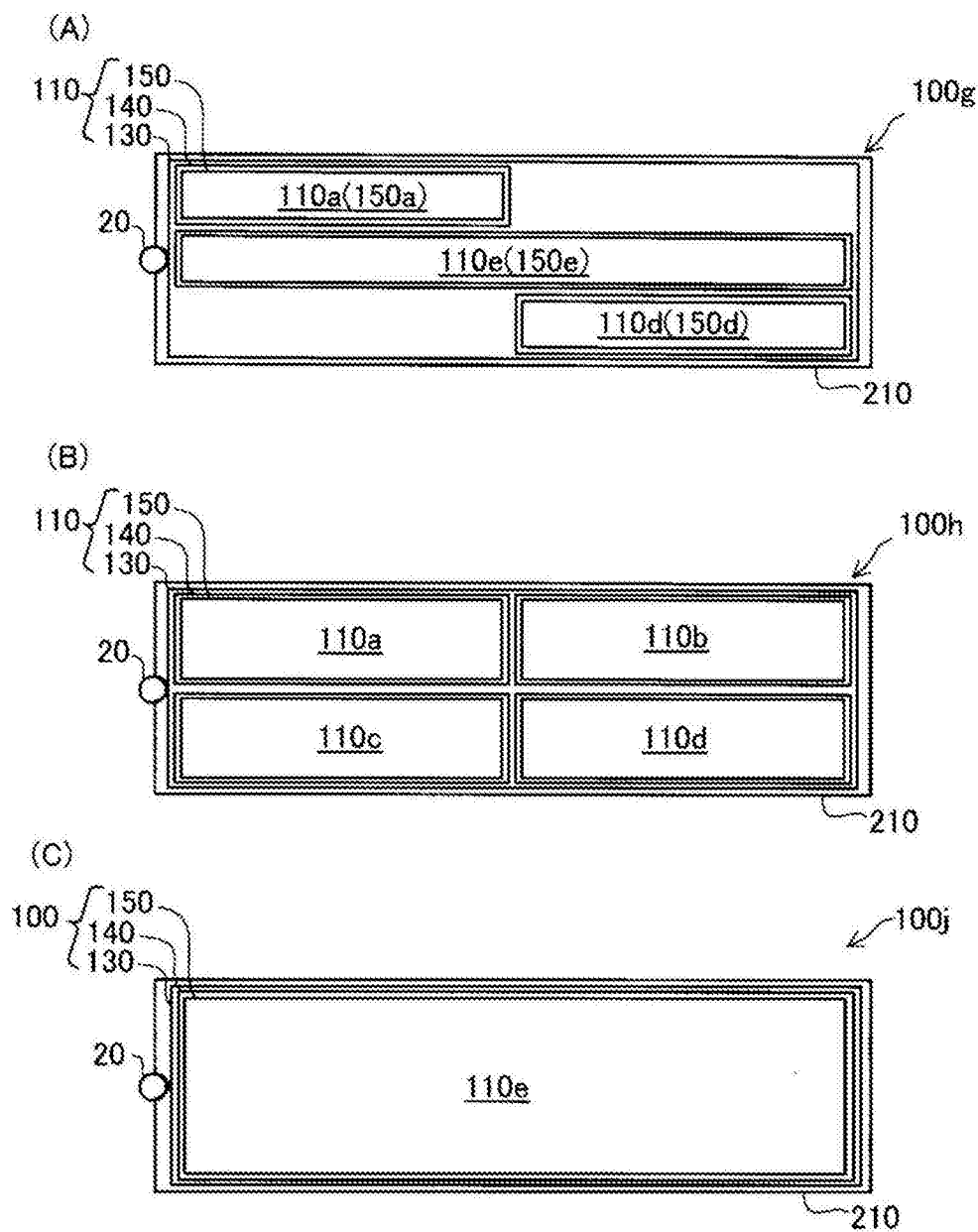


图11

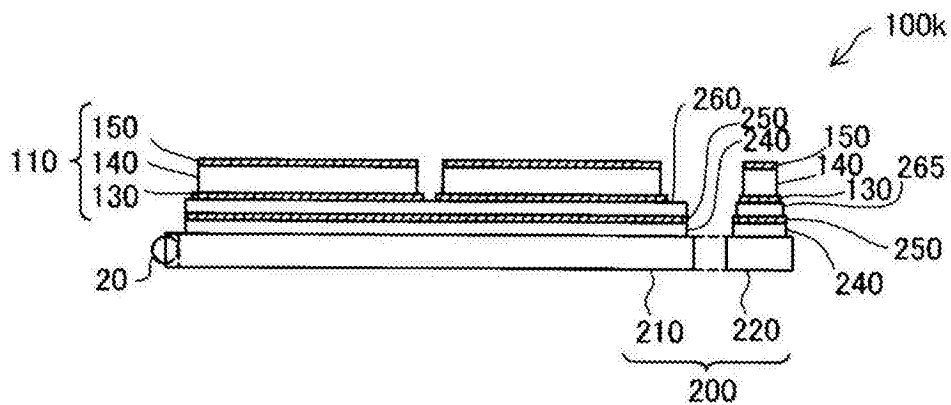


图12

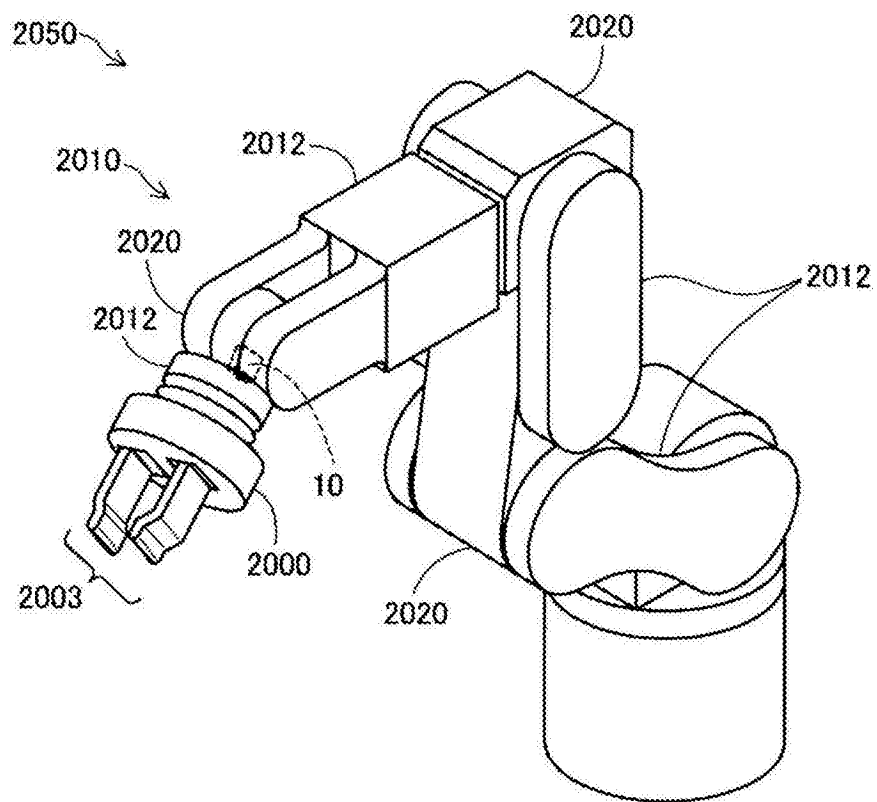


图13

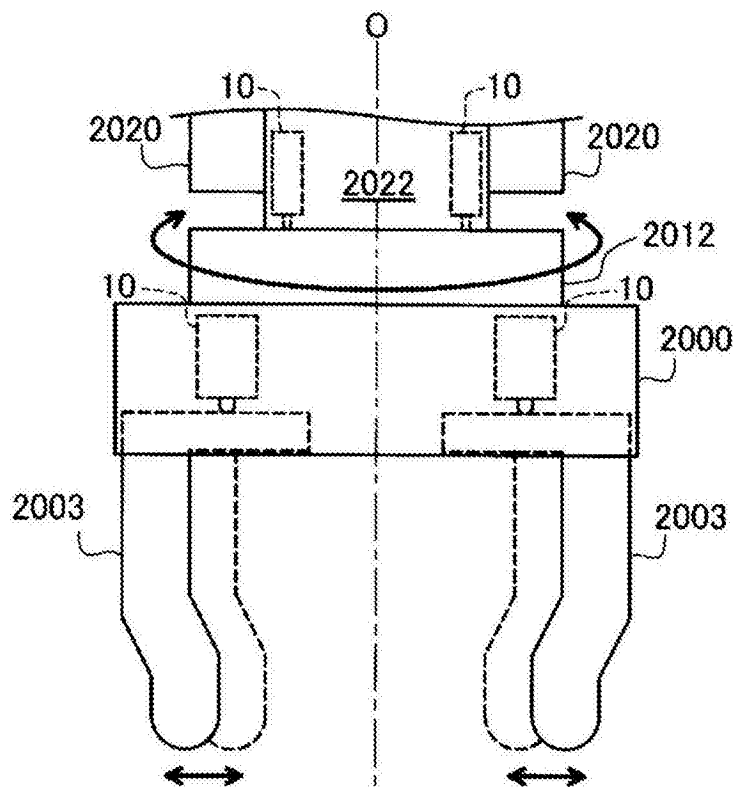


图14

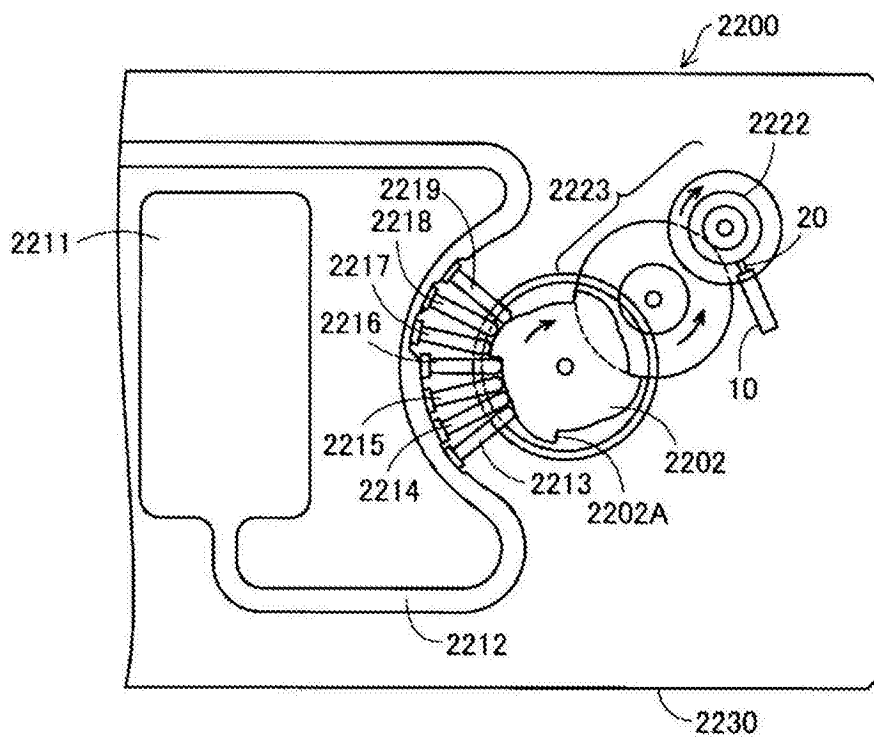


图15