



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107359808 B

(45) 授权公告日 2020.12.08

(21) 申请号 201710303449.9

(22) 申请日 2017.05.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107359808 A

(43) 申请公布日 2017.11.17

(30) 优先权数据
10-2016-0057136 2016.05.10 KR

(73) 专利权人 三星电子株式会社
地址 韩国京畿道
专利权人 蔚山科学技术院

(72) 发明人 白正民 千珍晟 芮秉旭 金在瑛
卞卿澈 薛珉洙 申铉振

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 王新华

(51) Int.Cl.

H02N 1/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103684035 A, 2014.03.26

CN 105337526 A, 2016.02.17

CN 103780132 A, 2014.05.07

CN 103023371 A, 2013.04.03

JP 2017-219420 A, 2017.12.14

CN 105099260 A, 2015.11.25

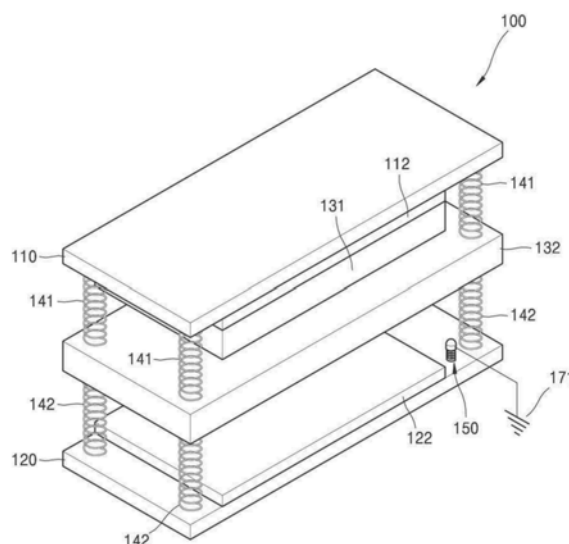
审查员 范励超

(54) 发明名称

摩擦电发电机

(57) 摘要

本公开提供一种摩擦电发电机。该摩擦电发电机包括：彼此间隔开的第一电极和第二电极；第一带电物体，在第一电极的面对第二电极的表面上；第二带电物体，提供在第一带电物体和第二电极之间；以及接地单元，配置为由于第二带电物体的运动而间歇地使第二带电物体和电荷储存器互连接。第一带电物体配置为由于接触而带正电荷。第二带电物体配置为由于接触而带负电荷。



1. 一种摩擦电发电机,包括:
彼此间隔开的第一电极和第二电极;
第一带电物体和第二带电物体,
所述第一带电物体在所述第一电极的面对所述第二电极的表面上,
所述第一带电物体配置为由于与所述第二带电物体接触而带正电荷,
所述第二带电物体在所述第一带电物体和所述第二电极之间,所述第二带电物体配置为由于与所述第一带电物体接触而带负电荷;以及
接地单元,配置为由于所述第二带电物体的运动而使所述第二带电物体经由所述接地单元间歇地电连接到电荷储存器。
2. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机,其中
所述第一带电物体接触所述第一电极的面对所述第二电极的所述表面,并且
所述第二带电物体配置为与所述第一带电物体和所述第二电极间隔开。
3. 根据权利要求2所述的摩擦电发电机,其中,所述第一带电物体和所述第二带电物体配置为响应于施加到所述第一电极和所述第二电极中的至少一个的第一力而彼此接触,
所述第二带电物体和所述第二电极配置为响应于施加到所述第一电极和所述第二电极中的所述至少一个的第二力而彼此接触,并且
所述第二力大于所述第一力。
4. 根据权利要求3所述的摩擦电发电机,其中所述第二带电物体配置为响应于所述第二带电物体朝向所述第二电极移动而经由所述接地单元电连接到所述电荷储存器。
5. 根据权利要求2所述的摩擦电发电机,还包括:
第一基板和第二基板,所述第一电极和所述第二电极分别在所述第一基板和所述第二基板上,
第一弹性支撑物,在所述第一基板和所述第二带电物体之间;以及
第二弹性支撑物,在所述第二带电物体和所述第二基板之间。
6. 根据权利要求5所述的摩擦电发电机,其中每个所述第一弹性支撑物具有比每个所述第二弹性支撑物的弹性模量小的弹性模量。
7. 根据权利要求2所述的摩擦电发电机,其中所述第一带电物体包括聚甲醛、乙基纤维素、聚酰胺、三聚氰胺甲醛、毛织物、丝、云母和尼龙中的至少一种。
8. 根据权利要求2所述的摩擦电发电机,其中所述第二带电物体包括导电材料。
9. 根据权利要求8所述的摩擦电发电机,其中所述第二带电物体包括铝、铜、银、金和钢中的至少一种。
10. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机,其中所述第一带电物体和所述第二带电物体中的至少一个包括掺杂剂以控制其电荷特性。
11. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机,其中所述第一带电物体的接触表面和所述第二带电物体的接触表面中的至少一个包括多个突起。
12. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机,其中所述第一电极和所述第二电极的每个包括石墨烯、碳纳米管、铟锡氧化物、金属和导电聚合物中的至少一种。
13. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机,其中所述第一电极和所述第二电极分别在第一基板和第二基板上。

14. 根据权利要求13所述的摩擦电发电机, 其中所述第一基板和所述第二基板的每个包括硬质材料和柔性材料中的一种。

15. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机, 其中
所述接地单元包括导电构件和弹性构件,
所述导电构件在所述第二带电物体和所述第二电极之间,
所述导电构件配置为间歇地接触所述第二带电物体, 并且
所述弹性构件配置为弹性地支撑所述导电构件。

16. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机, 其中所述接地单元包括配置为间歇地使所述第二带电物体和所述电荷存储器互相连接的开关器件。

17. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机, 其中
所述接地单元包括导电构件和绝缘构件,
所述导电构件配置为使所述第二带电物体和所述电荷存储器彼此电连接, 并且
所述绝缘构件配置为使所述第二带电物体和所述电荷存储器彼此绝缘。

18. 根据权利要求1所述的摩擦电发电机, 其中所述电荷存储器包括接地和导电构件中的一个。

19. 根据权利要求18所述的摩擦电发电机, 其中所述导电构件包括金属膜。

摩擦电发电机

技术领域

[0001] 本公开涉及摩擦电发电机(triboelectric generator),更具体地,涉及具有接地结构的摩擦电发电机。

背景技术

[0002] 能量采集技术当前在全世界都是显眼的。能量采集装置是新型的环境友好的能量产生装置,其被配置为(或能够)将自然界中的风或振动、人的运动等产生的机械能转换成电能。

[0003] 摩擦电发电机是用于通过利用由于两个带电物体之间的摩擦而发生的电荷转移来产生电能的能量采集装置。摩擦电发电机具有高的能量转换效率,因此可以通过使用小的外力而具有高的输出。此外,摩擦电发电机与使用热或太阳光的能量采集装置相比没有时间和空间限制,并且与使用压电材料从而基于压电材料的变形产生电能的能量采集装置相比可以连续地产生电能。

发明内容

[0004] 提供了具有接地结构的摩擦电发电机。

[0005] 额外的方面将在以下的描述中被部分地阐述,并将部分地从该描述变得明显,或者可以通过示例实施方式的实践而掌握。

[0006] 根据发明构思的一些示例实施方式,一种摩擦电发电机包括彼此间隔开的第一电极和第二电极、第一带电物体和第二带电物体以及接地单元。第一带电物体可以在第一电极的面对第二电极的表面上并可以配置为由于与第二带电物体接触而带正电荷。第二带电物体可以在第一带电物体和第二电极之间,并且第二带电物体可以配置为由于与第一带电物体接触而带负电荷。接地单元可以配置为由于第二带电物体的运动而间歇地使第二带电物体和电荷储存器互相连接。

[0007] 在示例实施方式中,第一带电物体可以接触第一电极的面对第二电极的所述表面,第二带电物体可以与第一带电物体和第二电极间隔开。

[0008] 在示例实施方式中,第一带电物体和第二带电物体可以配置为响应于施加到第一电极和第二电极中的一个的第一力而彼此接触,第二带电物体和第二电极可以配置为响应于施加到第一电极和第二电极中的一个的第二力而彼此接触。

[0009] 在示例实施方式中,第二带电物体可以响应于第二带电物体朝向第二电极运动而经由接地单元电连接到电荷储存器。

[0010] 在示例实施方式中,摩擦电发电机还可以包括:第一基板和第二基板,第一电极和第二电极分别在第一基板和第二基板上;第一弹性支撑物,在第一基板和第二带电物体之间;以及第二弹性支撑物,在第二带电物体和第二基板之间。

[0011] 在示例实施方式中,每个第一弹性支撑物可以具有比每个第二弹性支撑物的弹性模量小的弹性模量。

[0012] 在示例实施方式中,第一带电物体可以包括聚甲醛(polyformaldehyde)、乙基纤维素(ethylcellulose)、聚酰胺、三聚氰胺甲醛(melamine formol)、毛织物(wool)、丝(silk)、云母和尼龙中的至少一种。

[0013] 在示例实施方式中,第二带电物体可以包括导电材料。

[0014] 在示例实施方式中,第二带电物体可以包括铝(Al)、铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)和钢中的至少一种。

[0015] 在示例实施方式中,第一带电物体和第二带电物体中的至少一个可以用掺杂剂掺杂以控制其电荷特性。

[0016] 在示例实施方式中,第一带电物体的接触表面和第二带电物体的接触表面中的至少一个可以包括多个突起。

[0017] 在示例实施方式中,第一电极和第二电极的每个可以包括石墨烯、碳纳米管(CNT)、铟锡氧化物(ITO)、金属和导电聚合物中的至少一种。

[0018] 在示例实施方式中,第一电极和第二电极可以分别在第一基板和第二基板上。

[0019] 在示例实施方式中,第一基板和第二基板的每个可以包括硬质材料和柔性材料中的一种。

[0020] 在示例实施方式中,接地单元可以包括导电构件和弹性构件。导电构件可以提供在第二带电物体和第二电极之间,并可以配置为间歇地接触第二带电物体。弹性构件可以配置为弹性地支撑导电构件。

[0021] 在示例实施方式中,接地单元可以包括配置为间歇地使第二带电物体和电荷储存器互相连接的开关器件。

[0022] 在示例实施方式中,接地单元可以包括导电构件和绝缘构件。导电构件可以配置为使第二带电物体和电荷储存器彼此电连接。绝缘构件可以配置为使第二带电物体和电荷储存器彼此绝缘。

[0023] 在示例实施方式中,电荷储存器可以包括接地(ground)或导电构件。

[0024] 在示例实施方式中,导电构件可以包括金属膜。

[0025] 根据发明构思的一些示例实施方式,一种摩擦电发电机可以包括彼此间隔开的第一基板和第二基板、在第一基板和第二基板之间的彼此间隔开的第一电极和第二电极、在第一电极和第二电极之间的第一带电物体和第二带电物体、支撑结构以及接地单元,该接地单元配置为由于响应于第二带电物体朝向接地单元的运动而间歇地连接第二带电物体和电荷储存器。第一电极可以连接到第一基板。第二电极可以连接到第二基板。第一带电物体可以连接到第一电极。第一带电物体和第二带电物体可以彼此面对。第一带电物体和第二带电物体可以配置为响应于第一带电物体和第二带电物体彼此接触而分别带上第一类型和第二类型的电荷。第一类型可以与第二类型相反。

[0026] 在示例实施方式中,第一带电物体可以包括聚甲醛、乙基纤维素、聚酰胺、三聚氰胺甲醛、毛织物、丝、云母和尼龙中的至少一种。第二带电物体可以包括铝(Al)、铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)和钢中的至少一种。

[0027] 在示例实施方式中,摩擦电发电机还可以包括支撑结构。支撑结构可以将第二带电物体联接到第一基板、第一带电物体和第二基板中的一个。

[0028] 在示例实施方式中,接地单元可以包括配置为间歇地使第二带电物体和电荷储存

器互相连接的开关器件。

[0029] 在示例实施方式中,接地单元可以包括导电构件和绝缘构件。导电构件可以配置为使第二带电物体和电荷储存器彼此电连接。绝缘构件可以配置为使第二带电物体和电荷储存器彼此绝缘。

附图说明

[0030] 从以下结合附图对示例实施方式的描述,这些和/或其它的方面将变得明显并更容易理解,附图中:

[0031] 图1是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的透视图;

[0032] 图2是图1中示出的摩擦电发电机的截面图;

[0033] 图3A至图3H是用于描述图1中示出的摩擦电发电机的第一周期操作机制的截面图;

[0034] 图4A至图4H是用于描述图1中示出的摩擦电发电机的第二周期操作机制的截面图;

[0035] 图5是图1中示出的摩擦电发电机的第二带电物体的修改示例的截面图;

[0036] 图6是从图1修改的摩擦电发电机的电荷储存器的截面图;

[0037] 图7是从图1修改的摩擦电发电机的接地单元的截面图;

[0038] 图8是从图1修改的摩擦电发电机的接地单元的截面图;

[0039] 图9A至9C是示出图8中示出的接地单元的操作的截面图;

[0040] 图10是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图;

[0041] 图11A至图11H是用于描述图10中示出的摩擦电发电机的第一周期操作机制的截面图;

[0042] 图12A至图12H是用于描述图10中示出的摩擦电发电机的第二周期操作机制的截面图;

[0043] 图13是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的透视图;

[0044] 图14A至图14E是示出图13中示出的摩擦电发电机的操作的截面图;

[0045] 图15是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图;

[0046] 图16A至图16D是示出图15中示出的摩擦电发电机的操作的截面图;

[0047] 图17是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图;

[0048] 图18A至图18D是示出图17中示出的摩擦电发电机的操作的截面图;

[0049] 图19是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图;

[0050] 图20A至图20D是示出图19中示出的摩擦电发电机的操作的截面图;

[0051] 图21是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图;

[0052] 图22A至图22D是示出图21中示出的摩擦电发电机的操作的截面图;

[0053] 图23是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图;

[0054] 图24A至图24D是示出图23中示出的摩擦电发电机的操作的截面图;

[0055] 图25是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图;以及

[0056] 图26是根据一些示例实施方式的摩擦电系统的图示。

具体实施方式

[0057] 现在将详细参照附图中示出的示例实施方式,其中相同的附图标记始终表示相同的元件。在这方面,示例实施方式不应被解释为限于这里阐述的描述。因此,下面通过参照附图被描述了示例实施方式以说明各方面。当在这里使用时,术语“和/或”包括一个或更多个相关列举项目的任意和所有组合。表述诸如“...中的至少一个”当在一列元件之前时修饰整列元件而不是修饰该列中的个别元件。

[0058] 图1是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机100的透视图。图2是图1中示出的摩擦电发电机100的截面图。

[0059] 参照图1和图2,摩擦电发电机100包括第一电极112和第二电极122、提供在第一电极112的表面上的第一带电物体131、提供在第一带电物体131和第二电极122之间的第二带电物体132、以及配置为间歇地使第二带电物体132和电荷储存器171互相连接的接地单元150。

[0060] 第一基板110和第二基板120彼此间隔开特定距离。例如,第一基板110可以是上基板,第二基板120可以是下基板。第一基板110和第二基板120的每个可以具有平坦结构,但是不限于此。

[0061] 第一基板110和第二基板120的每个可以包括硬质材料,例如硅晶片或玻璃。然而,第一基板110和第二基板120的每个不限于此,并可以包括各种材料。例如,第一基板110和第二基板120的每个可以包括柔性材料诸如聚酯(PE)、聚醚砜(PES)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)或聚酰亚胺(PI)。

[0062] 第一电极112提供在第一基板110的底表面上,第二电极122提供在第二基板120的顶表面上。第一电极112和第二电极122的每个可以包括具有优良的电导率的材料。例如,第一电极112和第二电极122的每个可以包括石墨烯、碳纳米管(CNT)、铟锡氧化物(ITO)、金属和导电聚合物中的至少一种。这里,金属可以包括例如银(Ag)、铝(Al)、铜(Cu)、金(Au)、镍(Ni)、铬(Cr)和铂(Pt)中的至少一种,但是不限于此。第一电极112和第二电极122的每个可以具有单层结构或多层结构。

[0063] 第一带电物体131提供在第一电极112的面对第二电极122的底表面上,并可以是带正电荷的物体。这里,第一带电物体131被提供为接触第一电极112的底表面。第一带电物体131由于与第二带电物体132接触而带正电荷,并可以包括与第二带电物体132相比具有低的电导率的材料。例如,第一带电物体131可以包括电介质材料或绝缘材料诸如聚甲醛、乙基纤维素、聚酰胺、三聚氰胺甲醛、毛织物、丝、云母或尼龙。然而,第一带电物体131不限于此,并可以包括配置为(或能够)由于与第二带电物体132接触而带正电荷的各种材料。

[0064] 第二带电物体132提供在第一带电物体131和第二电极122之间,并可以是带负电荷的物体。这里,第二带电物体132可以被提供为在没有外力被施加到摩擦电发电机100时与第一带电物体131和第二电极122间隔开。

[0065] 第二带电物体132由于与第一带电物体131接触而带负电荷,并可以包括与第一带电物体131相比具有高的电导率的导电材料,以有利于第二带电物体132和电荷储存器171之间的电荷转移,如下面将描述的。第二带电物体132可以包括金属性材料诸如Al、Cu、Ag、Au或钢。然而,第二带电物体132不限于此,并可以包括配置为(或能够)由于与第一带电物体131接触而带负电荷的各种导电材料。

[0066] 例如,第一带电物体131和第二带电物体132可以分别由尼龙和Al制成,或者分别由云母和Au制成。然而,上述材料组合仅是示例,第一带电物体131和第二带电物体132可以由各种材料组合制成。

[0067] 第一带电物体131和第二带电物体132中的至少一个可以用p型掺杂剂或n型掺杂剂掺杂以控制其表面电荷特性。p型掺杂剂的源可以包括例如离子性液体诸如 NO_2BF_4 、 NOBF_4 或 NO_2SbF_6 、酸性化合物诸如 HCl 、 H_2PO_4 、 CH_3COOH 、 H_2SO_4 或 HNO_3 、或有机化合物诸如二氯二氰苯醌(dichlorodicyanoquinone, DDQ)、过硫酸氢钾制剂(Oxone)、二肉豆蔻酰磷脂酰肌醇(dimyristoylphosphatidylinositol, DMPI)或三氟甲烷磺酰亚胺(trifluoromethanesulfonimide)。另外地,p型掺杂剂的源可以包括 HPtCl_4 、 AuCl_3 、 HAuCl_4 、三氟甲烷磺酸银(AgOTf)、 AgNO_3 、 H_2PdCl_6 、 $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ 或 $\text{Cu}(\text{CN})_2$ 。

[0068] n型掺杂剂的源可以包括例如取代的或未被取代的烟酰胺(nicotinamide)的还原产物、与取代的或未被取代的烟酰胺化学结合的化合物的还原产物、或包括至少两个吡啶基团的化合物,其中所述吡啶基团中的至少一个的氮原子被还原。例如,n型掺杂剂的源可以包括还原型烟酰胺单核苷酸(NMNH)、还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(NADH)、还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(NADPH)或紫罗碱(viologen)。另外,n型掺杂剂的源可以包括聚合物诸如聚乙烯亚胺(PEI)。可选地,n型掺杂剂可以包括碱金属诸如钾(K)或锂(Li)。p型和n型掺杂剂的上述材料仅是示例,各种其它材料可以用作掺杂剂。

[0069] 接地单元150被提供为由于第二带电物体132的运动而间歇地接触第二带电物体132。接地单元150电连接到电荷储存器171。这里,电荷储存器171可以是例如接地。因此,接地单元150可以由于第二带电物体132的运动而间歇地使第二带电物体132和电荷储存器171互相连接。

[0070] 接地单元150可以提供在第二带电物体132和第二基板120之间从而由于第二带电物体132的运动而间歇地连接到第二带电物体132。在这方面,接地单元150可以包括配置为由于第二带电物体132的运动而间歇地接触第二带电物体132的导电构件151以及配置为弹性地支撑导电构件151的运动的弹性构件152。这里,导电构件151电连接到电荷储存器171。接地单元150可以提供在用作下基板的第二基板120上,但是不限于此。

[0071] 在接地单元150的上述配置中,当第二带电物体132朝向第二电极122运动并接触接地单元150的导电构件151时,第二带电物体132可以电连接到电荷储存器171。因而,第二带电物体132中的电子可以通过接地单元150运动到电荷储存器171,或者电荷储存器171中的电子可以通过接地单元150运动到第二带电物体132。另外地,当第二带电物体132离开第二电极122移动并与接地单元150的导电构件151分离时,第二带电物体132可以与电荷储存器171绝缘。

[0072] 一个或更多个第一弹性支撑物141可以提供在第一基板110和第二带电物体132之间,并且一个或更多个第二弹性支撑物142可以提供在第二带电物体132和第二基板120之间。这里,第一弹性支撑物141和第二弹性支撑物142可以分别包括例如第一弹簧和第二弹簧。然而,第一弹性支撑物141和第二弹性支撑物142不限于此,并可以包括各种其它的弹性构件。图1示出其中四个第一弹簧提供在第一基板110和第二带电物体132之间在其拐角处并且四个第二弹簧提供在第二带电物体132和第二基板120之间在其拐角处的示例。

[0073] 每个第一弹性支撑物141可以具有比每个第二弹性支撑物142的弹性模量小的弹

性模量。例如,当第一弹性支撑物141和第二弹性支撑物142被分别实现为第一弹簧和第二弹簧时,第一弹簧可以具有比第二弹簧的弹簧常数小的弹簧常数。因而,当第一基板110被按压时,第一基板110和第二带电物体132之间的距离减小,然后第二带电物体132和第二基板120之间的距离减小。随后,第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触,然后第二带电物体132顺序地接触接地单元150的导电构件151和第二电极122。

[0074] 现在给出图1和图2中示出的摩擦电发电机100的操作机制的描述。

[0075] 图3A至图3H是用于描述摩擦电发电机100的第一周期操作机制的截面图。

[0076] 图3A示出在没有外力被施加到摩擦电发电机100时的状态。在图3A中,附图标记161表示用于检测电子在第一电极112和第二电极122之间的流动的第一负载,附图标记162表示用于检测电子在接地单元150和电荷储存器171之间的流动的第二负载。

[0077] 图3B示出其中第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的状态。参照图3B,由于如上所述每个第一弹性支撑物141具有比每个第二弹性支撑物142的弹性模量小的弹性模量,所以当压力被施加到第一基板110时,最初,第一基板110和第二带电物体132之间的距离减小,因此第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触。这里,如上所述,第一带电物体131和第二带电物体132分别是带正电荷和带负电荷的物体。因此,当第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触时,第一带电物体131的接触表面可以带正电荷,第二带电物体132的接触表面可以带负电荷。随后,当压力被继续施加到第一基板110时,如图3C所示,在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时,第二带电物体132朝向第二电极122移动。

[0078] 图3D示出其中在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时第二带电物体132接触接地单元150的状态。参照图3D,当压力在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时被继续施加到第一基板110时,第二带电物体132接触接地单元150的导电构件151。这里,导电构件151电连接到电荷储存器171,例如接地。在这种状态下,由于第一带电物体131和第二带电物体132实现其间的电荷平衡,所以在第二带电物体132和电荷储存器171之间不发生电荷转移。

[0079] 图3E示出其中在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时第二带电物体132接触第二电极122的状态。参照图3E,当压力在第二带电物体132接触接地单元150的导电构件151的同时被继续施加到第一基板110时,第二带电物体132接触第二电极122。这里,第二带电物体132持续不断地接触接地单元150的导电构件151。在这种状态下,尽管第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触并且第二带电物体132接触第二电极122和接地单元150的导电构件151,但是由于实现了电荷平衡,所以在第二带电物体132和电荷储存器171之间不发生电荷转移。

[0080] 图3F示出其中第二带电物体132和第二电极122彼此分离并且第一带电物体131和第二带电物体132彼此分离的状态。参照图3F,当释放施加到第一基板110的力时,第二带电物体132与第二电极122分离,并且第一带电物体131与第二带电物体132分离。这里,第二带电物体132持续不断地接触接地单元150的导电构件151。在这种状态下,电子从第二带电物体132(其是带负电荷的物体)运动到电荷储存器171以在第二带电物体132中实现电荷平衡,因此电流流过第二负载162。此外,在第一带电物体131(其是带正电荷的物体)的表面中的正电荷在第一电极112(其是上电极)中感生负电荷。因而,电子从第二电极122运动到第

一电极112,因此电流流过第一负载161。

[0081] 当施加到第一基板110的力被继续地释放时,第二带电物体132如图3G所示与接地单元150的导电构件151分离,然后摩擦电发电机100如图3H所示返回到其初始状态。在图3H的状态中,第一电极112和第二电极122分别保持在带负电荷的状态和带正电荷的状态,第一带电物体131保持在带正电荷的状态。第二带电物体132中的正电荷和负电荷运动,因此第二带电物体132保持在中性状态。

[0082] 图4A至图4H是用于描述摩擦电发电机100的第二周期操作机制的截面图。

[0083] 图4A示出与图3H相同的状态,其中第一电极112和第二电极122分别保持在带负电荷的状态和带正电荷的状态,第一带电物体131保持在带正电荷的状态,第二带电物体132保持在中性状态。

[0084] 图4B示出其中第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的状态。参照图4B,当压力被施加到第一基板110时,最初,第一基板110和第二带电物体132之间的距离减小,因此第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触。当带正电荷的第一带电物体131接触包括如上所述的导电材料的第二带电物体132时,第二带电物体132的接触表面(例如顶表面)带负电荷,第二带电物体132的与所述接触表面相反的表面(例如底表面)带正电荷。

[0085] 图4C示出其中在第二带电物体132和第二电极122之间发生静电感应的状态。参照图4C,当压力被继续施加到第一基板110时,在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时,第二带电物体132接近第二电极122。在其中第二带电物体132和第二电极122彼此靠近的上述状态中,第二带电物体132的底表面中的正电荷由于静电感应而在第二电极122中感生负电荷。因而,电子从第一电极112运动到第二电极122,因此电流流过第一负载161。

[0086] 图4D示出其中在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时第二带电物体132接触接地单元150的状态。参照图4D,当在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时压力被继续施加到第一基板110时,第二带电物体132接触接地单元150的导电构件151。这里,导电构件151电连接到电荷储存器171。在这种状态下,电子从电荷储存器171运动到第二带电物体132以在第一电极112、第一带电物体131、第二带电物体132和第二电极122之间实现电荷平衡,因此电流流过第二负载162。

[0087] 图4E示出其中在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时第二带电物体132接触第二电极122的状态。参照图4E,当在第二带电物体132接触接地单元150的导电构件151的同时压力被继续施加到第一基板110时,第二带电物体132接触第二电极122。这里,第二带电物体132持续不断地接触接地单元150的导电构件151。在这种状态下,尽管第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触并且第二带电物体132接触第二电极122和接地单元150的导电构件151,但是由于实现了电荷平衡,所以在第二带电物体132和电荷储存器171之间不发生电荷转移。

[0088] 图4F示出其中第二带电物体132和第二电极122彼此分离并且第一带电物体131和第二带电物体132彼此分离的状态。参照图4F,当释放施加到第一基板110的力时,第二带电物体132与第二电极122分离,并且第一带电物体131与第二带电物体132分离。这里,第二带电物体132持续不断地接触接地单元150的导电构件151。在这种状态下,电子从第二带电物体132(其是带负电荷的物体)运动到电荷储存器171以在第二带电物体132中实现电荷平

衡,因此电流流过第二负载162。此外,第一带电物体131(其是带正电荷的物体)的表面中的正电荷在第一电极112(其是上电极)中感生负电荷。因而,电子从第二电极122运动到第一电极112,因此电流流过第一负载161。

[0089] 当施加到第一基板110的力继续被释放时,第二带电物体132如图4G所示与接地单元150的导电构件151分离,然后摩擦电发电机100如图4H所示返回到其初始状态。像图4A的状态一样,在图4H的状态中,第一电极112和第二电极122分别保持在带负电荷的状态和带正电荷的状态,第一带电物体131保持在带正电荷的状态。第二带电物体132中的正电荷和负电荷运动,因此第二带电物体132保持在中性状态。之后,当压力被再次施加到第一基板110时,摩擦电发电机100重复上述的第二周期操作。

[0090] 如上所述,在根据一些示例实施方式的摩擦电发电机100中,电能可以通过按压第一基板110而在第一电极112和第二电极122之间以及在第二带电物体132和电荷储存器171之间产生。因此,当外力被反复地施加到摩擦电发电机100时,电能可以被高效地获得。

[0091] 图5是图1中示出的摩擦电发电机100的第二带电物体132的修改示例的截面图。参照图5,多个突起132a可以提供在第二带电物体132的接触第一带电物体131的接触表面上。这里,突起132a可以具有例如线形状或棱锥形状,但是不限于此。当突起132a如上所述地提供在第二带电物体132的接触表面上时,接触第一带电物体131的面积可以增大,因此电能可以被更高效地获得。尽管图5示出其中突起132a提供在第二带电物体132的接触表面上的示例,但是突起132a不限于此并可以提供在第一带电物体131的接触表面上或者提供在第一带电物体131和第二带电物体132两者的接触表面上。

[0092] 图6是从图1修改的摩擦电发电机100a的电荷储存器172的截面图。参照图6,电荷储存器172可以电连接到接地单元150的导电构件151,并可以包括导电构件诸如金属膜。图6示出其中配置作为电荷储存器172的导电构件具有板形状并提供在第二基板120下面的示例。然而,导电构件不限于此并可以具有各种形状和位置。

[0093] 图7是从图1修改的摩擦电发电机100b的接地单元180的截面图。参照图7,接地单元180可以包括配置为间歇地使第二带电物体132和电荷储存器171互相连接的开关器件。开关器件可以包括例如机械开关或固态开关(例如互补金属氧化物半导体(CMOS)器件),但是不限于此。开关器件可以在特定条件下使第二带电物体132和电荷储存器171彼此电连接或者彼此电绝缘。例如,当摩擦电发电机100b有规则地操作时,开关器件可以在预设循环中建立和释放第二带电物体132与电荷储存器171之间的电连接。可选地,开关器件可以通过接收第一电极112和第二电极122的电压和/或电流信息而建立和释放第二带电物体132与电荷储存器171之间的电连接。

[0094] 图8是从图1修改的摩擦电发电机100c的接地单元190的截面图。参照图8,接地单元190可以包括配置为使第二带电物体132和电荷储存器171彼此电连接的导电构件191以及配置为使第二带电物体132和电荷储存器171彼此电绝缘的绝缘构件192。例如,接地单元190可以提供在第一基板110和第二基板120之间的边缘处,并可以包括被固定到第一基板110的导电构件191以及从导电构件191向下延伸的绝缘构件192。这里,由于第一基板110的运动,导电构件191可以使第二带电物体132和电荷储存器171彼此电连接,绝缘构件192可以使第二带电物体132和电荷储存器171彼此电绝缘。

[0095] 图9A至图9C是示出图8中示出的接地单元190的操作的截面图。

[0096] 参照图9A,当压力被施加到第一基板110并且因此第一基板110向下移动时,第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触。在这个过程中,第二带电物体132可以通过接地单元190的绝缘构件192而持续不断地与电荷储存器171电绝缘。参照图9B,当第一基板110继续向下移动时,在第一带电物体131和第二带电物体132彼此接触的同时,第二带电物体132可以通过接地单元190的导电构件191电连接到电荷储存器171。参照图9C,当第一基板110继续向下移动时,在第二带电物体132电连接到电荷储存器171的同时,第二带电物体132可以接触第二电极122。如上所述,第二带电物体132和电荷储存器171之间的电连接可以使用接地单元190的导电构件191和绝缘构件192建立和释放。

[0097] 图10是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机200的截面图。除了第一带电物体231和第二带电物体232分别是带负电荷的物体和带正电荷的物体之外,图10中示出的摩擦电发电机200与图1和图2中示出的摩擦电发电机100基本上相同。以下的描述集中在与图1和图2的差异上。

[0098] 参照图10,摩擦电发电机200包括第一电极212和第二电极222、提供在第一电极212的表面上的第一带电物体231、提供在第一带电物体231和第二电极222之间的第二带电物体232、以及配置为间歇地使第二带电物体232和电荷储存器271互相连接的接地单元250。

[0099] 第一基板210和第二基板220彼此间隔开特定距离。第一基板210和第二基板220的每个可以包括硬质材料或柔性材料。第一电极212提供在第一基板210的底表面上,第二电极222提供在第二基板220的顶表面上。第一电极212和第二电极222的每个可以包括具有优良的电导率的材料。例如,第一电极212和第二电极222的每个可以包括石墨烯、CNT、ITO、金属和导电聚合物中的至少一种。第一电极212和第二电极222的每个可以具有单层结构或多层结构。

[0100] 第一带电物体231提供在第一电极212的面对第二电极222的底表面上,并可以是带负电荷的物体。这里,第一带电物体231被提供为接触第一电极212的底表面。第一带电物体231由于与下面将描述的第二带电物体232接触而带负电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。例如,第一带电物体231可以包括聚四氟乙烯(Teflon)、聚二甲硅氧烷(PDMS)、聚氯乙烯(PVC)、聚酰亚胺(PI)、聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)或聚苯乙烯(PS)。然而,第一带电物体231不限于此,并可以包括配置为(或能够)由于与第二带电物体232接触而带负电荷的各种材料。

[0101] 第二带电物体232提供在第一带电物体231和第二电极222之间,并可以是带正电荷的物体。这里,第二带电物体232可以被提供为在没有外力被施加到摩擦电发电机200时与第一带电物体231和第二电极222间隔开。

[0102] 第二带电物体232由于与第一带电物体231接触而带正电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料,以有利于第二带电物体232和电荷储存器271之间的电荷转移。第二带电物体232可以包括例如Al、Cu、Ag、Au或钢。然而,第二带电物体232不限于此,并可以包括配置为(或能够)由于与第一带电物体231接触而带正电荷的各种导电材料。如上所述,第一带电物体231和第二带电物体232中的至少一个可以用p型掺杂剂或n型掺杂剂掺杂以控制其表面电荷特性。

[0103] 接地单元250被提供为由于第二带电物体232的运动而间歇地接触第二带电物体

232。接地单元250电连接到电荷储存器271。这里，电荷储存器271可以是例如接地。因此，接地单元250可以由于第二带电物体232的运动而间歇地使第二带电物体232和电荷储存器271互相连接。

[0104] 接地单元250可以提供在第二带电物体232和第二基板220之间，从而由于第二带电物体232的运动而间歇地连接到第二带电物体232。在这方面，接地单元250可以包括配置为由于第二带电物体232的运动而间歇地接触第二带电物体232的导电构件251以及配置为弹性地支撑导电构件251的运动的弹性构件252。这里，导电构件251电连接到电荷储存器271。

[0105] 一个或更多个第一弹性支撑物241可以提供在第一基板210和第二带电物体232之间，一个或更多个第二弹性支撑物242可以提供在第二带电物体232和第二基板220之间。每个第一弹性支撑物241可以具有比每个第二弹性支撑物242的弹性模量小的弹性模量。

[0106] 现在给出图10中示出的摩擦电发电机200的操作机制的描述。

[0107] 图11A至图11H是用于描述摩擦电发电机200的第一周期操作机制的截面图。

[0108] 图11A示出在没有外力被施加到摩擦电发电机200时的状态。在图11A中，附图标记261表示用于检测电子在第一电极212和第二电极222之间的流动的第一负载，附图标记262表示用于检测电子在接地单元250和电荷储存器271之间的流动的第二负载。

[0109] 图11B示出其中第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的状态。参照图11B，当压力被施加到第一基板210时，最初，第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触。这里，由于第一带电物体231和第二带电物体232分别是带负电荷的物体和带正电荷的物体，所以第一带电物体231的接触表面可以带负电荷，并且第二带电物体232的接触表面可以带正电荷。随后，当压力被继续施加到第一基板210时，如图11C所示，在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时，第二带电物体232朝向第二电极222移动。

[0110] 图11D示出其中在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时第二带电物体232接触接地单元250的状态。参照图11D，当在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时压力被继续施加到第一基板210时，第二带电物体232接触接地单元250的导电构件251。这里，导电构件251电连接到电荷储存器271，例如接地。在这种状态下，由于第一带电物体231和第二带电物体232在其间实现电荷平衡，所以在第二带电物体232和电荷储存器271之间不发生电荷转移。

[0111] 图11E示出其中在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时第二带电物体232接触第二电极222的状态。参照图11E，当在第二带电物体232接触接地单元250的导电构件251的同时压力被继续施加到第一基板210时，第二带电物体232接触第二电极222。这里，第二带电物体232持续不断地接触接地单元250的导电构件251。在这种状态下，尽管第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触并且第二带电物体232接触第二电极222和接地单元250的导电构件251，但是由于实现了电荷平衡，所以在第二带电物体232和电荷储存器271之间不发生电荷转移。

[0112] 图11F示出其中第二带电物体232和第二电极222彼此分离并且第一带电物体231和第二带电物体232彼此分离的状态。参照图11F，当施加到第一基板210的力被释放时，第二带电物体232与第二电极222分离，并且第一带电物体231与第二带电物体232分离。这里，第二带电物体232持续不断地接触接地单元250的导电构件251。在这种状态下，电子从电荷

储存器271运动到第二带电物体232 (其是带正电荷的物体), 以在第二带电物体232中实现电荷平衡, 因此电流流过第二负载262。此外, 第一带电物体231 (其是带负电荷的物体) 的表面中的负电荷在第一电极212 (其是上电极) 中感生正电荷。因而, 电子从第一电极212运动到第二电极222, 因此电流流过第一负载261。

[0113] 当施加到第一基板210的力被继续释放时, 第二带电物体232如图11G所示与接地单元250的导电构件251分离, 然后摩擦电发电机200如图11H所示返回到其初始状态。在图11H的状态中, 第一电极212和第二电极222分别保持在带正电荷的状态和带负电荷的状态, 第一带电物体231保持在带负电荷的状态。第二带电物体232中的正电荷和负电荷运动, 因此第二带电物体232保持在中性状态。

[0114] 图12A至图12H是用于描述摩擦电发电机200的第二周期操作机制的截面图。

[0115] 图12A示出与图11H相同的状态, 其中第一电极212和第二电极222分别保持在带正电荷的状态和带负电荷的状态, 第一带电物体231保持在带负电荷的状态, 第二带电物体232保持在中性状态。

[0116] 图12B示出其中第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的状态。参照图12B, 当压力被施加到第一基板210时, 最初, 第一基板210和第二带电物体232之间的距离减小, 因此第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触。当带负电荷的第一带电物体231接触包括如上所述的导电材料的第二带电物体232时, 第二带电物体232的接触表面 (例如顶表面) 带正电荷, 第二带电物体232的与所述接触表面相反的表面 (例如底表面) 带负电荷。

[0117] 图12C示出其中在第二带电物体232和第二电极222之间发生静电感应的状态。参照图12C, 当压力被继续施加到第一基板210时, 在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时, 第二带电物体232接近第二电极222。在其中第二带电物体232和第二电极222彼此靠近的上述状态中, 第二带电物体232的底表面中的负电荷由于静电感应而在第二电极222中感生正电荷。因而, 电子从第二电极222运动到第一电极212, 因此电流流过第一负载261。

[0118] 图12D示出其中在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时第二带电物体232接触接地单元250的状态。参照图12D, 当在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时压力被继续施加到第一基板210时, 第二带电物体232接触接地单元250的导电构件251。在这种状态下, 电子从第二带电物体232运动到电荷储存器271以在第一电极212、第一带电物体231、第二带电物体232和第二电极222之间实现电荷平衡, 因此电流流过第二负载262。

[0119] 图12E示出其中在第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触的同时第二带电物体232接触第二电极222的状态。参照图12E, 当在第二带电物体232接触接地单元250的导电构件251的同时压力被继续施加到第一基板210时, 第二带电物体232接触第二电极222。这里, 第二带电物体232持续不断地接触接地单元250的导电构件251。在这种状态下, 尽管第一带电物体231和第二带电物体232彼此接触并且第二带电物体232接触第二电极222和接地单元250的导电构件251, 但是由于实现了电荷平衡, 所以在第二带电物体232和电荷储存器271之间不发生电荷转移。

[0120] 图12F示出其中第二带电物体232和第二电极222彼此分离并且第一带电物体231和第二带电物体232彼此分离的状态。参照图12F, 当施加到第一基板210的力被释放时, 第

二带电物体232与第二电极222分离,并且第一带电物体231与第二带电物体232分离。这里,第二带电物体232持续不断地接触接地单元250的导电构件251。在这种状态下,电子从电荷储存器271运动到第二带电物体232(其是带正电荷的物体)以在第二带电物体232中实现电荷平衡,因此电流流过第二负载262。此外,第一带电物体231(其是带负电荷的物体)的表面中的负电荷在第一电极212(其是上电极)中感生正电荷。因而,电子从第一电极212运动到第二电极222,因此电流流过第一负载261。

[0121] 当施加到第一基板210的力被继续释放时,第二带电物体232如图12G所示与接地单元250的导电构件251分离,然后摩擦电发电机200如图12H所示返回到其初始状态。像图12A的状态一样,在图12H的状态中,第一电极212和第二电极222分别保持在带正电荷的状态和带负电荷的状态,第一带电物体231保持在带负电荷的状态。第二带电物体232中的正电荷和负电荷运动,因此第二带电物体232保持在中性状态。之后,当压力被再次施加到第一基板210时,摩擦电发电机200重复上述的第二周期操作。

[0122] 如上所述,在根据一些示例实施方式的摩擦电发电机200中,电能可以通过按压第一基板210而在第一电极212和第二电极222之间以及在第二带电物体232和电荷储存器271之间产生。因此,当外力被反复地施加到摩擦电发电机200时,电能可以被高效地获得。

[0123] 如上所述,多个突起可以提供在第一带电物体231的接触表面和第二带电物体232的接触表面中的至少一个上。电荷储存器271可以包括导电构件而不是接地。接地单元250可以包括配置为建立或释放第二带电物体232和电荷储存器271之间的电连接的开关器件。可选地,接地单元250可以包括配置为使第二带电物体232和电荷储存器271彼此电连接的导电构件以及配置为使第二带电物体232和电荷储存器271彼此电绝缘的绝缘构件。

[0124] 图13是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机300的透视图。

[0125] 参照图13,摩擦电发电机300包括第一基板310和第二基板320、第一电极312和第二电极322、提供在第一电极312的表面上的第一带电物体331、提供在第一带电物体331和第二电极322之间的第二带电物体332、以及配置为间歇地使第二带电物体332和电荷储存器371互相连接的接地单元350。摩擦电发电机300具有其中第一带电物体331、第二带电物体332和第二电极322在没有外力施加到其时彼此间隔开和分离并在外力被施加到其时彼此接触的物理结构或机构。

[0126] 第一基板310和第二基板320的每个可以包括具有柔性以由于外力而变形并具有恢复力以在外力被去除时返回到其初始状态的材料。例如,第一基板310和第二基板320的每个可以包括聚酯(PE)、聚醚砜(PES)、聚羧二甲酸乙二醇酯(PEN)或聚酰亚胺(PI),但是不限于此。第一基板310和第二基板320被提供为相对于插置在其间的第二带电物体332彼此面对。例如,第一基板310可以具有从第二带电物体332在向上方向上的凸起形状,第二基板320可以具有从第二带电物体332在向下方向上的凸起形状。这里,第一基板310可以包括配置为(或能够)与第二基板320相比更容易地变形的材料,使得当外力被施加到摩擦电发电机300时第一基板310开始变形。

[0127] 第一电极312提供在第一基板310的底表面上,第二电极322提供在第二基板320的顶表面上。第一电极312和第二电极322可以具有与第一基板310和第二基板320的变形对应的柔性。第一电极312和第二电极322的每个可以包括具有优良的电导率的材料。例如,第一电极312和第二电极322的每个可以包括石墨烯、CNT、ITO、金属和导电聚合物中的至少一

种。这里,金属可以包括例如Ag、Al、Cu、Au、Ni、Cr和Pt中的至少一种,但是不限于此。第一电极312和第二电极322的每个可以具有单层结构或多层结构。

[0128] 第一带电物体331提供在第一电极312的面对第二电极322的底表面上。第二带电物体332提供在第一带电物体331和第二电极322之间。第一带电物体331和第二带电物体332可以具有与第一基板310和第二基板320的变形对应的柔性。这里,第一带电物体331被提供为接触第一电极312的底表面。第二带电物体332被提供为在没有外力被施加到摩擦电发电机300时与第一带电物体331和第二电极322间隔开。第一带电物体331和第二带电物体332可以包括由于两者之间的接触而带上相反极性的电荷的材料。

[0129] 第一带电物体331和第二带电物体332可以分别是带正电荷的物体和带负电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体331由于与第二带电物体332接触而带正电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。例如,第一带电物体331可以包括聚甲醛、乙基纤维素、聚酰胺、三聚氰胺甲醛、毛织物、丝、云母或尼龙,但是不限于此。第二带电物体332由于与第一带电物体331接触而带负电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料,以有利于第二带电物体332和电荷储存器371之间的电荷转移。第二带电物体332可以包括例如Al、Cu、Ag、Au或钢。然而,第二带电物体332不限于此。

[0130] 可选地,第一带电物体331和第二带电物体332可以分别是带负电荷的物体和带正电荷物体。在这种情形下,第一带电物体331由于与第二带电物体332接触而带负电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。例如,第一带电物体331可以包括聚四氟乙烯(Teflon)、聚二甲硅氧烷(PDMS)、聚氯乙烯(PVC)、聚酰亚胺(PI)、聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)或聚苯乙烯(PS),但是不限于此。第二带电物体332由于与第一带电物体331接触而带正电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料以有利于第二带电物体332和电荷储存器371之间的电荷转移。第二带电物体332可以包括例如Al、Cu、Ag、Au或钢,但是不限于此。

[0131] 如上所述,第一带电物体331和第二带电物体332中的至少一个可以用p型掺杂剂或n型掺杂剂掺杂以控制其表面电荷特性。

[0132] 接地单元350被提供为间歇地使第二带电物体332和电荷储存器371互相连接。这里,电荷储存器371可以是例如接地或导电构件。因而,接地单元350可以由于第二带电物体332的运动而间歇地使第二带电物体332和电荷储存器371互相连接。具体地,当第二带电物体332朝向第二电极322移动并接触接地单元350时,第二带电物体332可以电连接到电荷储存器371。另外地,当第二带电物体332离开第二电极322移动并与接地单元350分离时,第二带电物体332可以与电荷储存器371绝缘。配置为(能够)实现上述功能的接地单元350的示例已经在上面描述,因此这里不提供接地单元350的详细描述。

[0133] 图14A至图14E是示出图13中示出的摩擦电发电机300的操作的截面图。

[0134] 图14A示出摩擦电发电机300在变形之前的初始状态。如图14B所示,当压力被施加到第一基板310时,最初,第一基板310(其是上基板)的至少一部分移动并朝向第二带电物体332变形。在这个过程中,第一带电物体331可以接触第二带电物体332。

[0135] 参照图14C,当继续按压第一基板310时,在第一带电物体331和第二带电物体332彼此接触的同时,第二带电物体332移动并朝向第二电极322变形。在这个过程中,第二带电物体332可以接触接地单元350。随后,参照图14D,当进一步按压第一基板310时,在第一带电物体331和第二带电物体332彼此接触的同时第二带电物体332接触第二电极322。在这种

状态下,第二带电物体332持续不断地接触接地单元350。

[0136] 然后,参照图14E,当释放施加到第一基板310的力时,第二带电物体332与第二电极322分离,并且第一带电物体331与第二带电物体332分离。当继续释放施加到第一基板310的力时,摩擦电发电机300返回到如图14A所示的其初始状态。

[0137] 由于摩擦电发电机300的上述操作产生电能的机制已经在上面被详细描述,因此这里不提供其描述。多个突起可以提供在第一带电物体331的接触表面和第二带电物体332的接触表面中的至少一个上。电能可以使用用于摩擦电发电机300的柔性材料而高效地获得。

[0138] 图15是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机400的截面图。

[0139] 参照图15,摩擦电发电机400包括第一基板410和第二基板420、第一电极412和第二电极422、提供在第一电极412的表面的第一带电物体431、提供在第一带电物体431和第二电极422之间的第二带电物体432、以及配置为间歇地使第二带电物体432和电荷储存器471互相连接的接地单元450。第一支撑物441提供在第一基板410和第二带电物体432之间,第二支撑物442提供在第二带电物体432和第二基板420之间。

[0140] 第一基板410和第二基板420的每个可以包括具有柔性以由于外力而变形并具有伸展性以延伸或收缩的材料。第一电极412提供在第一基板410的底表面上,第二电极422提供在第二基板420的顶表面上。第一电极412和第二电极422可以具有与第一基板410和第二基板420对应的柔性和伸展性。第一电极412和第二电极422的每个可以包括具有优良的电导率的材料。

[0141] 第一带电物体431提供在第一电极412的面对第二电极422的底表面上。第二带电物体432提供在第一带电物体431和第二电极422之间。第一带电物体431和第二带电物体432可以具有与第一基板410和第二基板420对应的柔性和伸展性。这里,第一带电物体431被提供为接触第一电极412的底表面。第二带电物体432被提供为在没有外力被施加到摩擦电发电机400时与第一带电物体431和第二电极422间隔开。这里,第一带电物体431和第二带电物体432可以包括由于两者之间的接触而带上相反极性的电荷的材料。

[0142] 第一带电物体431和第二带电物体432可以分别是带正电荷的物体和带负电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体431由于与第二带电物体432接触而带正电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体432由于与第一带电物体431接触而带负电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。可选地,第一带电物体431和第二带电物体432可以分别是带负电荷的物体和带正电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体431由于与第二带电物体432接触而带负电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体432由于与第一带电物体431接触而带正电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。如上所述,第一带电物体431和第二带电物体432中的至少一个可以用p型掺杂剂或n型掺杂剂掺杂以控制其表面电荷特性。

[0143] 接地单元450被提供为间歇地使第二带电物体432和电荷储存器471互相连接。这里,电荷储存器471可以是例如接地或导电构件。因而,接地单元450可以由于第二带电物体432的运动而间歇地使第二带电物体432和电荷储存器471互相连接。具体地,当第二带电物体432朝向第二电极422移动并接触接地单元450时,第二带电物体432可以电连接到电荷储存器471。另外地,当第二带电物体432离开第二电极422移动并与接地单元450分离时,第二

带电物体432可以与电荷储存器471绝缘。配置为(能够)实现上述功能的接地单元450的示例已经在上面描述,因此这里不提供接地单元450的详细描述。

[0144] 第一支撑物441可以提供在第一基板410和第二带电物体432之间的两个边缘处。第二支撑物442可以提供在第二带电物体432和第二基板420之间的两个边缘处。第一支撑物441和第二支撑物442的每个可以包括硬质材料从而不由于外力而容易变形。

[0145] 图16A至图16D是示出图15中示出的摩擦电发电机400的操作的截面图。

[0146] 如图16A所示,当压力被施加到第一基板410时,第一基板410(其是上基板)的至少一部分延伸并朝向第二带电物体432变形。在这个过程中,第一带电物体431可以接触第二带电物体432。参照图16B,当继续按压第一基板410时,在第一带电物体431和第二带电物体432彼此接触的同时第二带电物体432延伸、变形并朝向第二电极422移动。在这个过程中,第二带电物体432可以接触接地单元450。

[0147] 参照图16C,当进一步按压第一基板410时,在第一带电物体431和第二带电物体432彼此接触的同时第二带电物体432进一步延伸、变形并接触第二电极422。在这种状态下,第二带电物体432持续不断地接触接地单元450。然后,如图16D所示,当释放施加到第一基板410的力时,第二带电物体432与第二电极422分离,并且第一带电物体431与第二带电物体432分离。当继续释放施加到第一基板410的力时,摩擦电发电机400返回到其初始状态(其中没有外力施加到其)。

[0148] 由于摩擦电发电机400的上述操作而产生电能的机制已经在上面被详细描述,因此这里不提供其描述。如上所述,多个突起可以提供在第一带电物体431的接触表面和第二带电物体432的接触表面中的至少一个上。电能可以使用用于摩擦电发电机400的柔性且可拉伸的材料而高效地获得。

[0149] 图17是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机500的截面图。

[0150] 参照图17,摩擦电发电机500包括第一基板510和第二基板520、第一电极512和第二电极522、提供在第一电极512的表面上的第一带电物体531、提供在第一带电物体531和第二电极522之间的第二带电物体532、以及配置为间歇地使第二带电物体532和电荷储存器571互相连接的接地单元550。第一支撑物541提供在第一基板510和第二带电物体532之间,第二支撑物542提供在第二带电物体532和第二基板520之间。

[0151] 第一基板510和第二基板520的每个可以包括具有柔性以由于外力而变形并具有延伸性以延伸或收缩的材料。第一电极512提供在第一基板510的底表面上,第二电极522提供在第二基板520的顶表面上。第一电极512和第二电极522可以具有与第一基板510和第二基板520对应的柔性和伸展性。第一电极512和第二电极522的每个可以包括具有优良的电导率的材料。

[0152] 第一带电物体531提供在第一电极512的面对第二电极522的底表面上。第二带电物体532提供在第一带电物体531和第二电极522之间。第一带电物体531和第二带电物体532可以具有与第一基板510和第二基板520对应的柔性和伸展性。这里,第一带电物体531被提供为接触第一电极512的底表面。第二带电物体532被提供为在没有外力被施加到摩擦电发电机500时与第一带电物体531和第二电极522间隔开。这里,第一带电物体531和第二带电物体532可以包括由于两者之间的接触而带上相反极性的电荷的材料。

[0153] 第一带电物体531和第二带电物体532可以分别是带正电荷的物体和带负电荷的

物体。在这种情形下,第一带电物体531由于与第二带电物体532接触而带正电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体532由于与第一带电物体531接触而带负电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。可选地,第一带电物体531和第二带电物体532可以分别是带负电荷的物体和带正电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体531由于与第二带电物体532接触而带负电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体532由于与第一带电物体531接触而带正电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。如上所述,第一带电物体531和第二带电物体532中的至少一个可以用p型掺杂剂或n型掺杂剂掺杂以控制其表面电荷特性。

[0154] 接地单元550被提供为间歇地使第二带电物体532和电荷存储器571互相连接。这里,电荷存储器571可以是例如接地或导电构件。因而,接地单元550可以由于第二带电物体532的运动而间歇地使第二带电物体532和电荷存储器571互相连接。具体地,当第二带电物体532朝向第二电极522移动并接触接地单元550时,第二带电物体532可以电连接到电荷存储器571。另外,当第二带电物体532离开第二电极522移动并与接地单元550分离时,第二带电物体532可以与电荷存储器571绝缘。配置为(能够)实现上述功能的接地单元550的示例已经在上面描述,因此这里不提供接地单元550的详细描述。

[0155] 第一支撑物541可以提供在第一基板510和第二带电物体532之间的边缘处,第二支撑物542可以提供在第二带电物体532和第二基板520之间的边缘处。这里,第一支撑物541可以位于第二支撑物542之上。第一支撑物541和第二支撑物542的每个可以包括硬质材料从而不由于外力而容易变形。

[0156] 图18A至图18D是示出图17中示出的摩擦电发电机500的操作的截面图。

[0157] 如图18A所示,当压力被施加到第一基板510的没有被第一支撑物541和第二支撑物542支撑的一端时,第一基板510延伸、变形并朝向第二带电物体532移动。在这个过程中,第一带电物体531可以接触第二带电物体532。参照图18B,当继续按压第一基板510的所述一端时,在第一带电物体531和第二带电物体532彼此接触的同时第二带电物体532的一端延伸、变形并朝向第二电极522移动。在这个过程中,第二带电物体532可以接触接地单元550。

[0158] 参照图18C,当进一步按压第一基板510的所述一端时,在第一带电物体531和第二带电物体532彼此接触的同时第二带电物体532进一步延伸、变形并接触第二电极522。在这种状态下,第二带电物体532持续不断地接触接地单元550。然后,如图18D所示,当释放施加到第一基板510的力时,第二带电物体532与第二电极522分离,并且第一带电物体531与第二带电物体532分离。当继续释放施加到第一基板510的力时,摩擦电发电机500返回到其初始状态(其中没有外力施加到其)。

[0159] 由于摩擦电发电机500的上述操作而产生电能的机制已经在上面详细描述,因此这里不提供其描述。如上所述,多个突起可以提供在第一带电物体531的接触表面和第二带电物体532的接触表面中的至少一个上。

[0160] 图19是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机600的截面图。

[0161] 参照图19,摩擦电发电机600包括第一基板610和第二基板620、第一电极612和第二电极622、提供在第一电极612的表面上的第一带电物体631、提供在第一带电物体631和第二电极622之间的第二带电物体632、以及配置为间歇地使第二带电物体632和电荷储存

器671互相连接的接地单元650。

[0162] 第一基板610可以具有球形状,第二基板620可以具有围绕第一基板610的球形状。第一电极612提供在第一基板610的外表面上,第二电极622提供在第二基板620的内表面上。第一电极612和第二电极622的每个可以包括具有优良的电导率的材料。

[0163] 第一带电物体631提供在第一电极612的外表面上,第二带电物体632提供在第一带电物体631和第二电极622之间。这里,第一带电物体631被提供为接触第一电极612的外表面,第二带电物体632被提供为在没有外力被施加到摩擦电发电机600时与第一带电物体631和第二电极622间隔开。第一带电物体631和第二带电物体632可以包括由于两者之间的接触而带上相反极性的电荷的材料。

[0164] 第一带电物体631和第二带电物体632可以分别是带正电荷的物体和带负电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体631由于与第二带电物体632接触而带正电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体632由于与第一带电物体631接触而带负电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。可选地,第一带电物体631和第二带电物体632可以分别是带负电荷的物体和带正电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体631由于与第二带电物体632接触而带负电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体632由于与第一带电物体631接触而带正电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。如上所述,第一带电物体631和第二带电物体632中的至少一个可以用p型掺杂剂或n型掺杂剂掺杂以控制其表面电荷特性。

[0165] 弹性支撑物640提供在第一带电物体631和第二带电物体632之间。弹性支撑物640可以是例如提供在第一带电物体631和第二带电物体632之间的弹簧,但是不限于此。图19示出其中弹性支撑物640提供在第一带电物体631上的示例。绳660连接到第一带电物体631并被提供为穿过第二带电物体632、第二电极622和第二基板620并暴露到外面。图19示出其中绳660提供在第一带电物体631下面的示例。

[0166] 接地单元650被提供为间歇地使第二带电物体632和电荷存储器671互相连接。这里,电荷存储器671可以是例如接地或导电构件。因而,接地单元650可以由于第二带电物体632的运动而间歇地使第二带电物体632和电荷存储器671互相连接。具体地,当第二带电物体632朝向第二电极622移动并接触接地单元650时,第二带电物体632可以电连接到电荷存储器671。另外,当第二带电物体632离开第二电极622移动并与接地单元650分离时,第二带电物体632可以与电荷存储器671绝缘。配置为(能够)实现上述功能的接地单元650的示例已经在上面描述,因此这里不提供接地单元650的详细描述。

[0167] 图20A至图20D是示出图19中示出的摩擦电发电机600的操作的截面图。

[0168] 如图20A所示,当绳660被向下拉时,第一基板610、第一电极612和第一带电物体631向下移动。在这个过程中,第一带电物体631可以接触第二带电物体632。参照图20B,当绳660被继续拉时,在第一带电物体631和第二带电物体632彼此接触的同时第二带电物体632朝向第二电极622移动。在这个过程中,第二带电物体632可以接触接地单元650。

[0169] 参照图20C,当绳660被进一步拉时,在第一带电物体631和第二带电物体632彼此接触的同时第二带电物体632向下移动并接触第二电极622。在这种状态下,第二带电物体632持续不断地接触接地单元650。然后,如图20D所示,当释放施加到绳660的力时,第二带电物体632与第二电极622分离,并且第一带电物体631与第二带电物体632分离。当继续释

放施加到绳660的力时,摩擦电发电机600返回到其初始状态(其中没有外力施加到其)。

[0170] 由于摩擦电发电机600的上述操作而产生电能的机制已经在上面被详细描述,因此这里不提供其描述。如上所述,多个突起可以提供在第一带电物体631的接触表面和第二带电物体632的接触表面中的至少一个上。

[0171] 图21是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机700的截面图。

[0172] 参照图21,摩擦电发电机700包括第一基板710和第二基板720、第一电极712和第二电极722、提供在第一电极712的表面上第一带电物体731、提供在第一带电物体731和第二电极722之间的第二带电物体732、以及配置为间歇地使第二带电物体732和电荷储存器771互相连接的接地单元750。第一基板710和第二基板720的每个可以具有平坦结构并包括硬质材料或柔性材料。第一电极712提供在第一基板710的底表面上,第二电极722提供在第二基板720的顶表面上。第一电极712和第二电极722的每个可以包括具有优良的电导率的材料。

[0173] 第一带电物体731提供在第一电极712的底表面上,第二带电物体732提供在第一带电物体731和第二电极722之间。这里,第一带电物体731被提供为接触第一电极712的底表面。第二带电物体732被提供为在没有外力施加到摩擦电发电机700时与第一带电物体731和第二电极722间隔开。这里,第一带电物体731和第二带电物体732可以包括由于两者之间的接触而带上相反极性的电荷的材料。

[0174] 第一带电物体731和第二带电物体732可以分别是带正电荷的物体和带负电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体731由于与第二带电物体732接触而带正电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体732由于与第一带电物体731接触而带负电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。可选地,第一带电物体731和第二带电物体732可以分别是带负电荷的物体和带正电荷的物体。在这种情形下,第一带电物体731由于与第二带电物体732接触而带负电荷,并可以包括具有低的电导率的材料。第二带电物体732由于与第一带电物体731接触而带正电荷,并可以包括具有高的电导率的导电材料。如上所述,第一带电物体731和第二带电物体732中的至少一个可以用p型掺杂剂或n型掺杂剂掺杂以控制其表面电荷特性。

[0175] 接地单元750被提供为间歇地使第二带电物体732和电荷储存器771互相连接。这里,电荷储存器771可以是例如接地或导电构件。因而,接地单元750可以由于第二带电物体732的运动而间歇地使第二带电物体732和电荷储存器771互相连接。具体地,当第二带电物体732朝向第二电极722移动并接触接地单元750时,第二带电物体732可以电连接到电荷储存器771。另外,当第二带电物体732离开第二电极722移动并与接地单元750分离时,第二带电物体732可以与电荷储存器771绝缘。配置为(能够)实现上述功能的接地单元750的示例已经在上面描述,因此这里不提供接地单元750的详细描述。

[0176] 配置为引导第一基板710、第一电极712和第一带电物体731的垂直运动的引导构件790可以提供在第二带电物体732的顶表面上。引导构件790可以提供在第二带电物体732上的两个边缘处。弹性支撑物740可以提供在第二带电物体732和第二基板720之间。弹性支撑物740可以提供在第二带电物体732和第二基板720之间的两个边缘处。

[0177] 图22A至图22D是示出图21中示出的摩擦电发电机700的操作的截面图。

[0178] 如图22A所示,当压力被施加到第一基板710时,第一基板710朝向第二带电物体

732移动。在这个过程中,第一带电物体731可以接触第二带电物体732。参照图22B,当第一基板710被继续按压时,在第一带电物体731和第二带电物体732彼此接触的同时第二带电物体732朝向第二电极722移动。在这个过程中,第二带电物体732可以接触接地单元750。

[0179] 参照图22C,当第一基板710被进一步按压时,在第一带电物体731和第二带电物体732彼此接触的同时第二带电物体732接触第二电极722。在这种状态下,第二带电物体732持续不断地接触接地单元750。然后,如图22D所示,当释放施加到第一基板710的力时,第二带电物体732与第二电极722分离,并且第一带电物体731与第二带电物体732分离。当继续释放施加到第一基板710的力时,摩擦电发电机700返回到其初始状态(其中没有外力施加到其)。

[0180] 由于摩擦电发电机700的上述操作而产生电能的机制已经在上面被详细描述,因此这里不提供其描述。多个突起可以提供在第一带电物体731的接触表面和第二带电物体732的接触表面中的至少一个上。

[0181] 图23是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图。

[0182] 参照图23,摩擦电发电机700'可以与图21中示出的摩擦电发电机700基本上相同,除了摩擦电发电机700'还可以包括提供在第一带电物体731和第二带电物体732之间的一个或更多个弹性支撑物741之外。

[0183] 图24A至图24D是示出图23中示出的摩擦电发电机的操作的截面图。图24A至图24D中的摩擦电发电机700'的操作可以与图22A至图22D中的摩擦电发电机700的操作相同(或基本上相同)。

[0184] 参照图24A,当足以压缩弹性支撑物741的压力被施加到第一基板710时,第一基板710朝向第二带电物体732移动。在这个过程中,第一带电物体731可以接触第二带电物体732,并且弹性支撑物741可以被压缩。具体地,当第一带电物体731不是刚性的时或当第一带电物体731和第二带电物体732中的至少一个包括其中插入弹性支撑物741的凹槽时,第一带电物体731和第二带电物体732能够彼此接触。参照图24B,当继续按压第一基板710时,在第一带电物体731和第二带电物体732彼此接触的同时第二带电物体732朝向第二电极722移动。在这个过程中,第二带电物体732可以接触接地单元750。

[0185] 参照图24C,当进一步按压第一基板710时,在第一带电物体731和第二带电物体732彼此接触的同时第二带电物体732接触第二电极722。在这种状态下,第二带电物体732持续不断地接触接地单元750。然后,如图24D所示,当释放施加到第一基板710的力时,第二带电物体732与第二电极722分离,第一带电物体731与第二带电物体732分离,弹性支撑物741可以返回到它们的非压缩状态。当继续释放施加到第一基板710的力时,摩擦电发电机700'返回到其初始状态(其中没有外力施加到其)。

[0186] 图25是根据一些示例实施方式的摩擦电发电机的截面图。

[0187] 参照图25,摩擦电发电机700"可以与图21中示出的摩擦电发电机700基本上相同,除了摩擦电发电机700"还可以包括附接到第一带电物体731的表面的一个或更多个第一磁体M1和/或附接到第二带电物体732的表面的一个或更多个第二磁体M2之外。如图25所示,第一磁体M1可以在第一带电物体731的面对第二带电物体732的表面上。第二磁体M2可以在第二带电物体732的面对第一带电物体731的表面上。第一磁体M1和第二磁体M2可以彼此排斥。因此,第一磁体M1和第二磁体M2的排斥力可以保持第一带电物体731和第二带电物体

732彼此分离,除非大于第一磁体M1和第二磁体M2的排斥力的压力被施加到第一基板110。

[0188] 摩擦电发电机700”的操作可以与图22A至图22D和图24A至图24D中分别描述的摩擦电发电机700和700’的操作相同或类似。

[0189] 图26是根据一些示例实施方式的摩擦电系统的图示。

[0190] 参照图26,摩擦电系统1000可以包括彼此间隔开成阵列或其它图案的多个拼块(tile)T。每个拼块T可以包括彼此电连接且嵌入在拼块T中的多个摩擦电发电机100(或以上描述的任何类型的摩擦电发电机)。由环境因素(例如声音、在拼块上行走的人)引起的振动可以提供压力到嵌入在拼块T中的摩擦电发电机用于使用嵌入的摩擦电发电机100发电。

[0191] 如上所述,配置为(或能够)高效地获得电能的摩擦电发电机可以通过制备由于其间的接触而带上相反极性的电荷的两个带电物体并经由接地单元而将带电物体之一间歇地连接到电荷储存器(例如接地)而实现。

[0192] 应当理解,这里描述的示例实施方式应当仅以说明性的含义理解,而不是为了限制的目的。对根据示例实施方式的每个摩擦电发电机内的特征或方面的描述应当通常被认为可用于根据示例实施方式的其它摩擦电发电机的其它类似特征或方面。

[0193] 尽管已经参照附图描述了一些示例实施方式,但是本领域普通技术人员将理解,可以在其中进行形式和细节上的各种改变,而没有脱离由权利要求书限定的精神和范围。

[0194] 本申请要求于2016年5月10日在韩国知识产权局提交的第10-2016-0057136号韩国专利申请的优先权,其公开内容通过引用整体地结合于此。

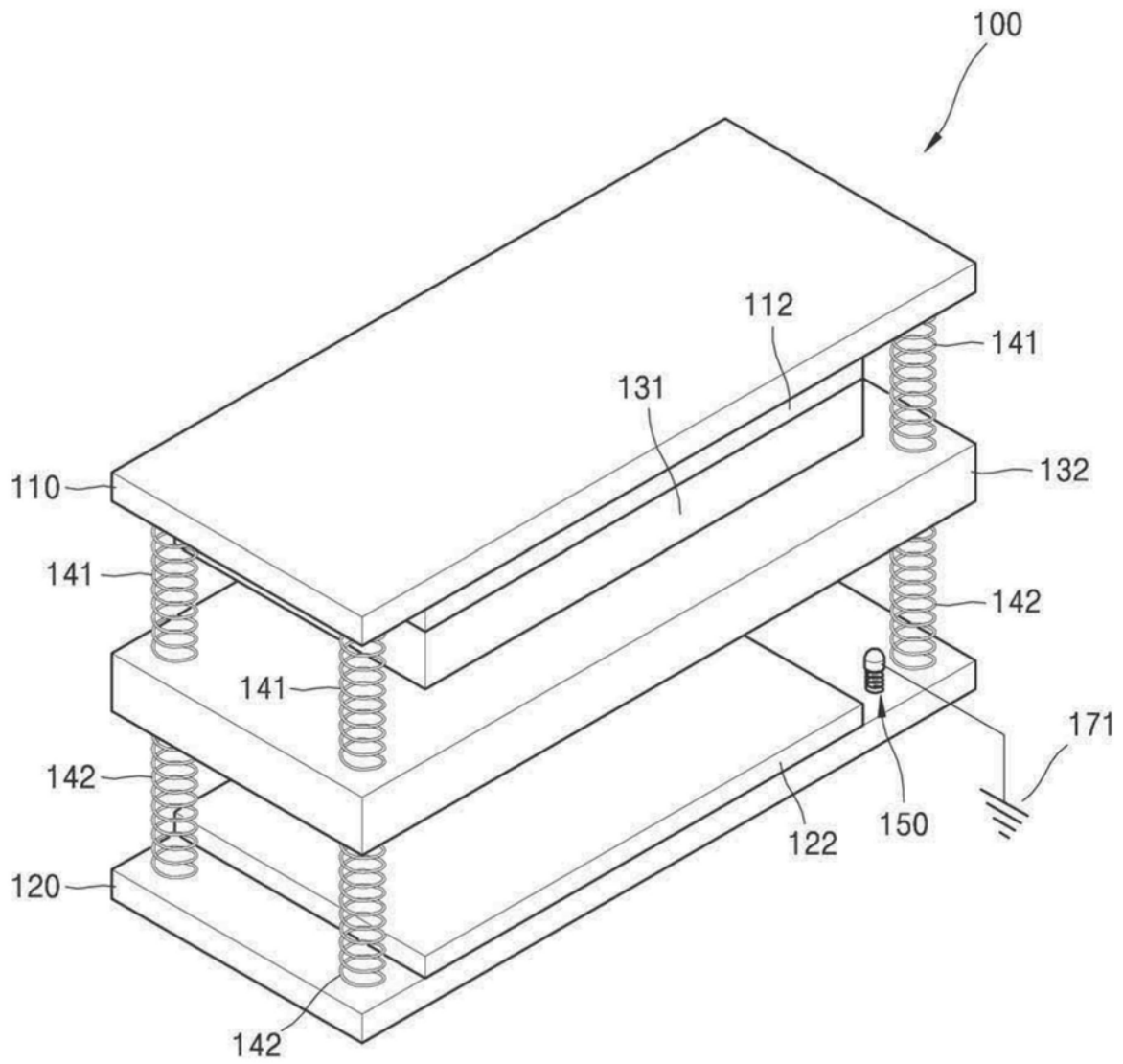


图1

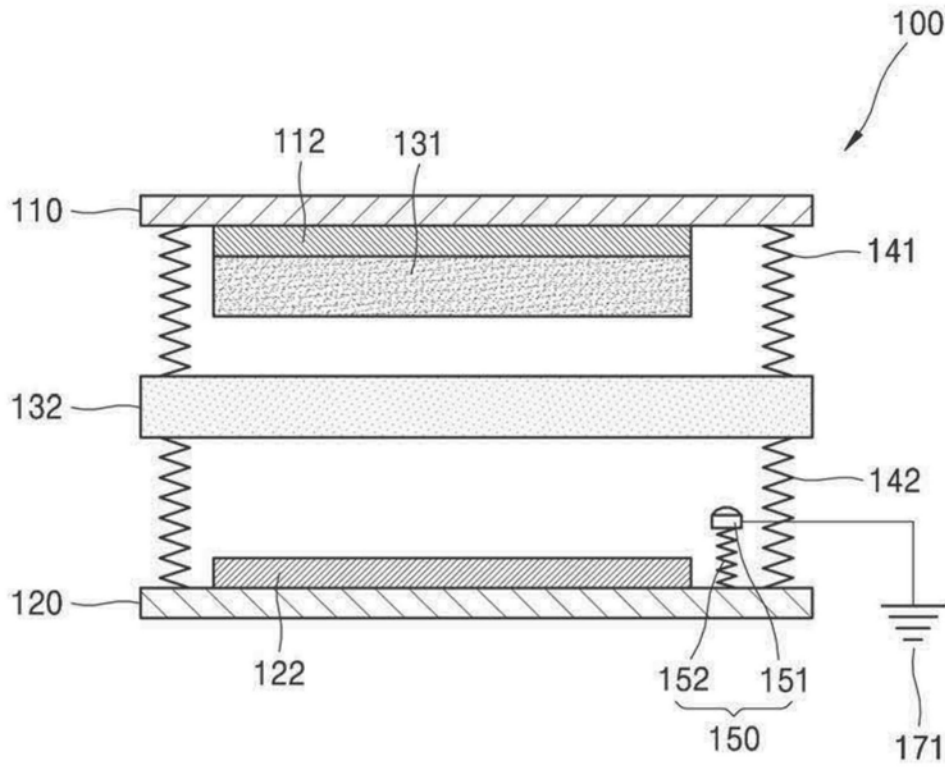


图2

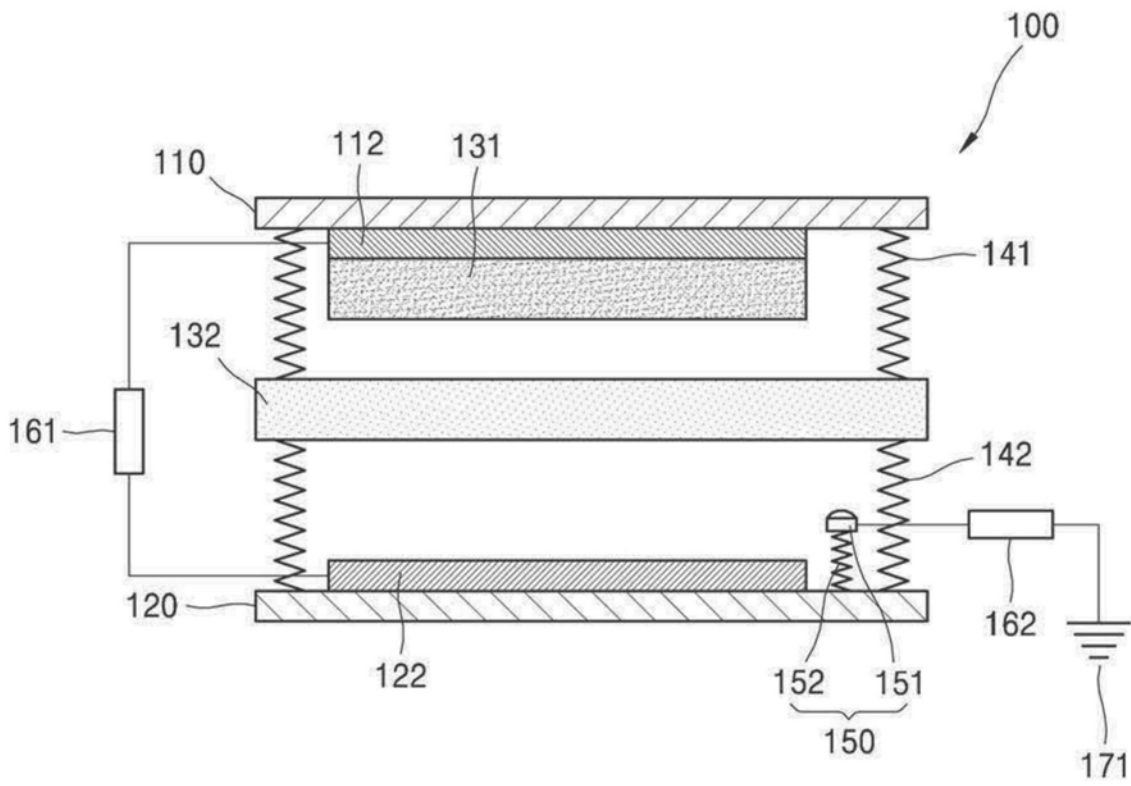


图3A

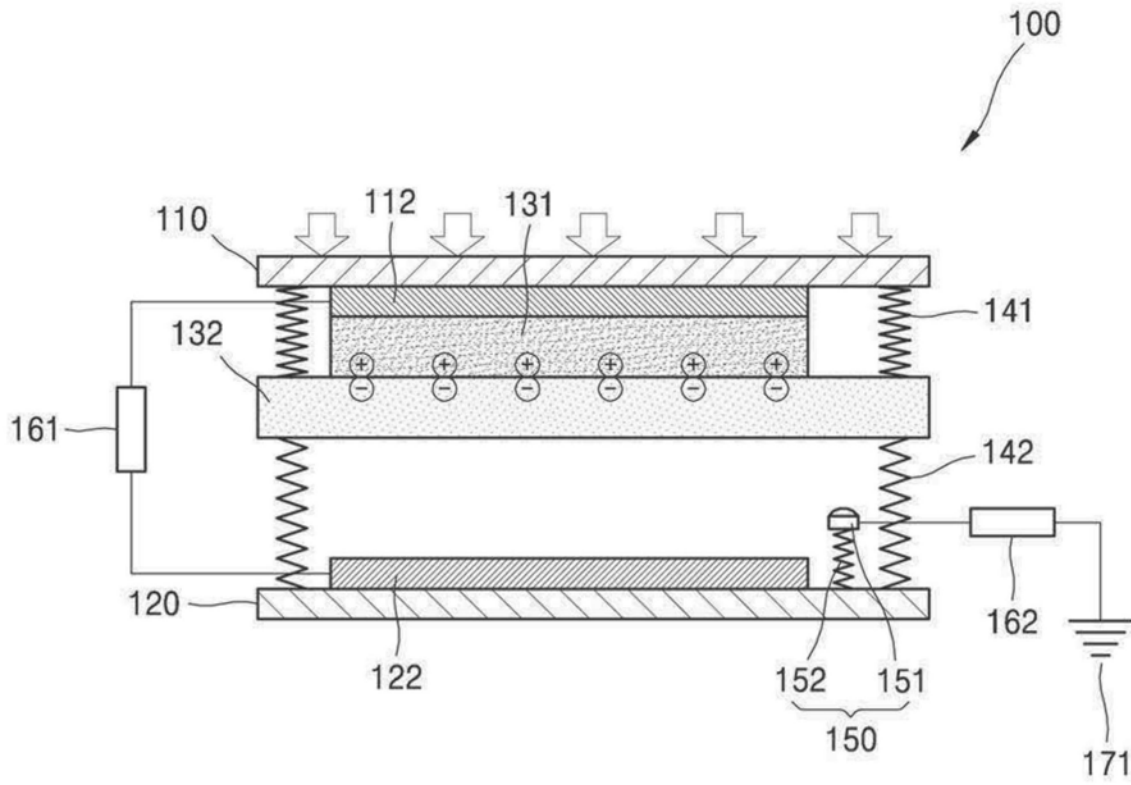


图3B

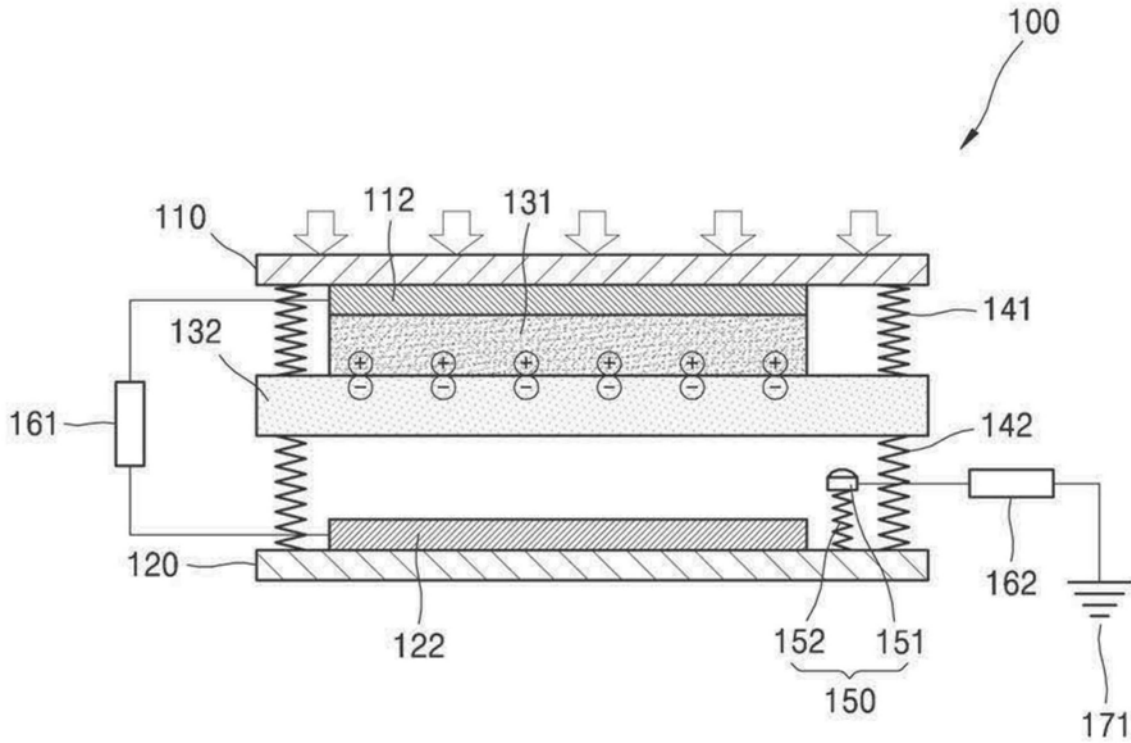


图3C

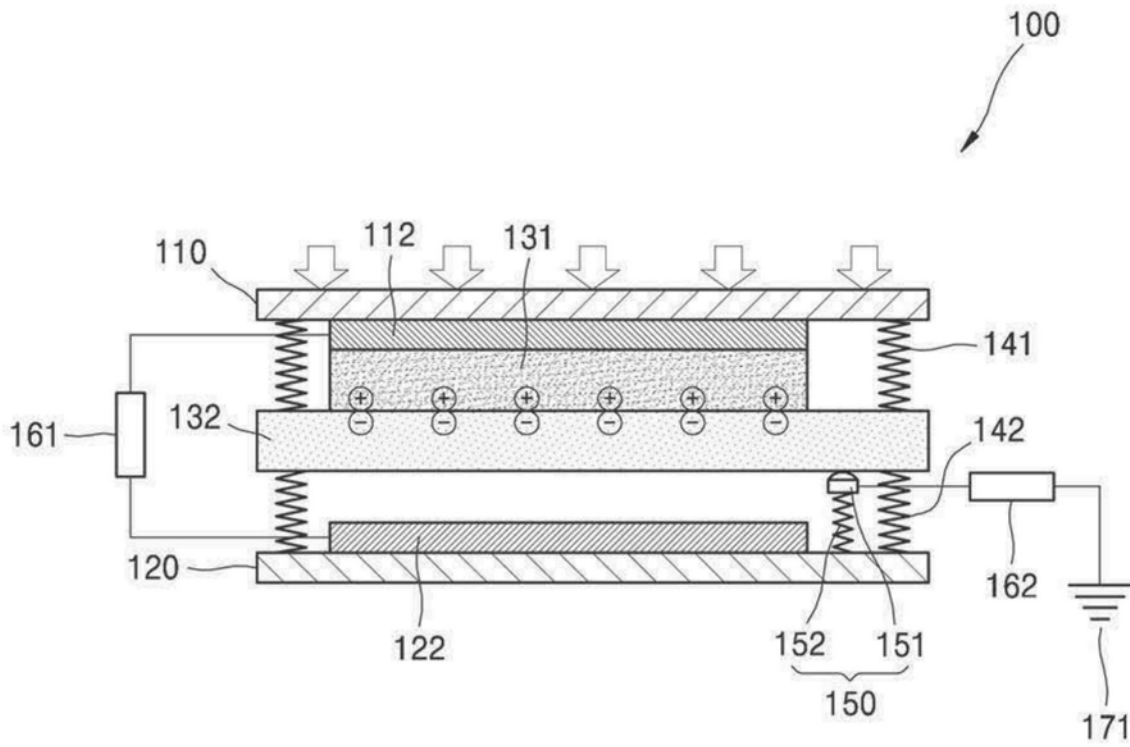


图3D

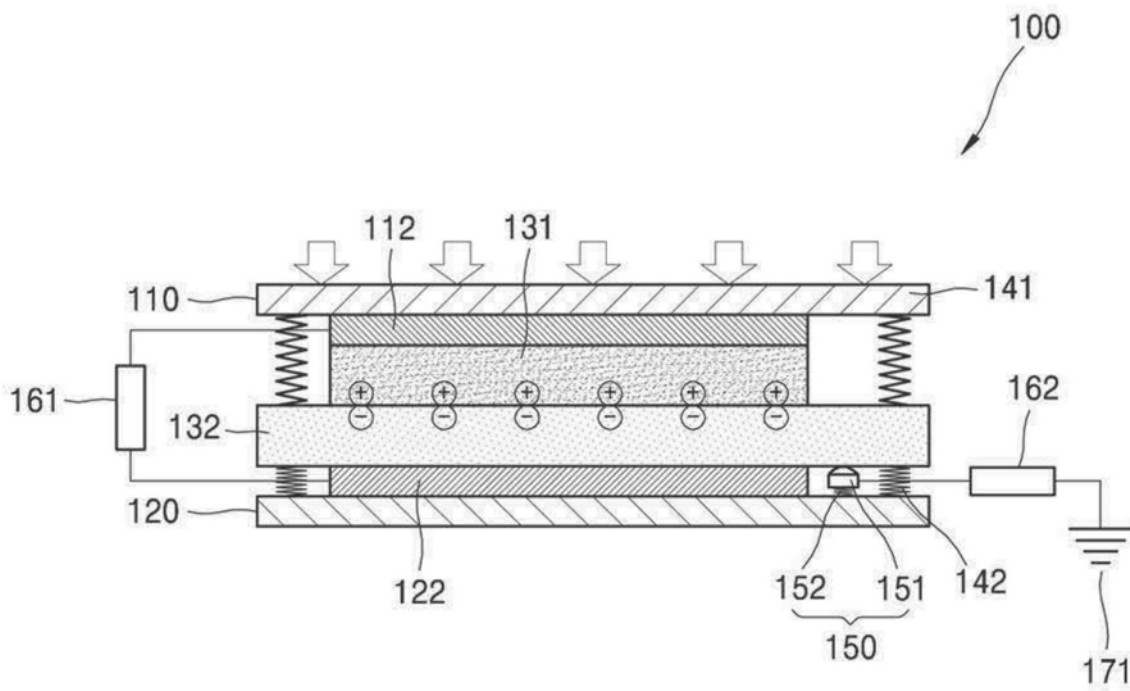


图3E

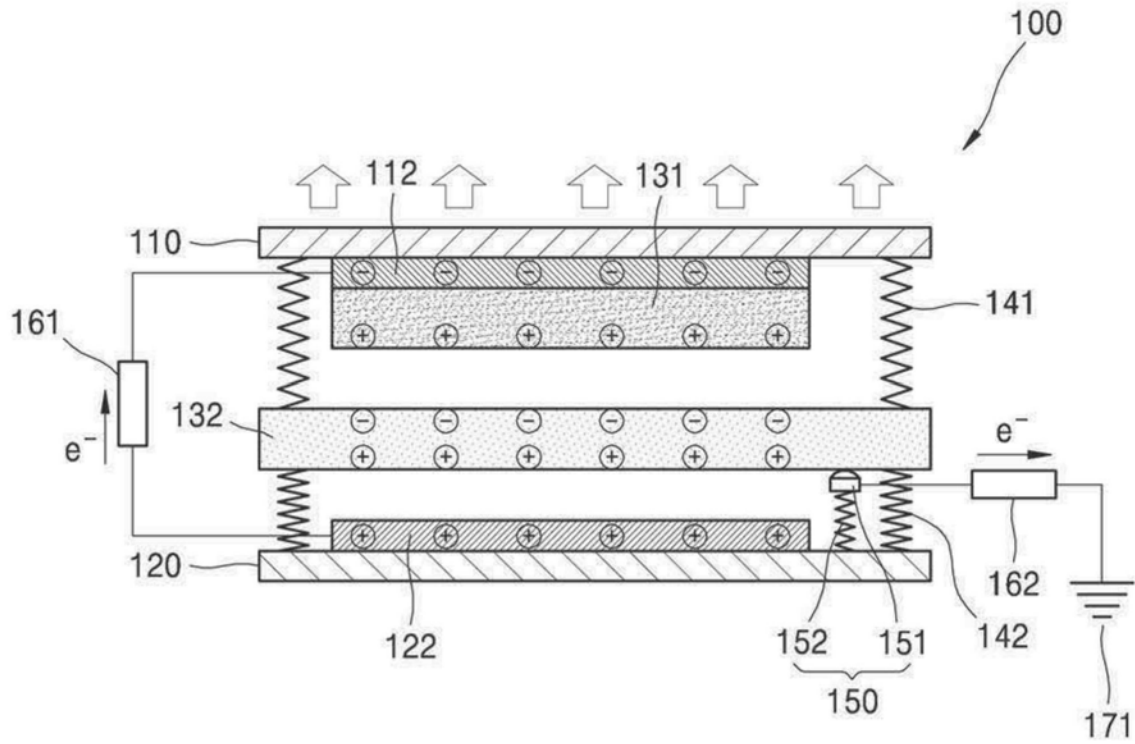


图3F

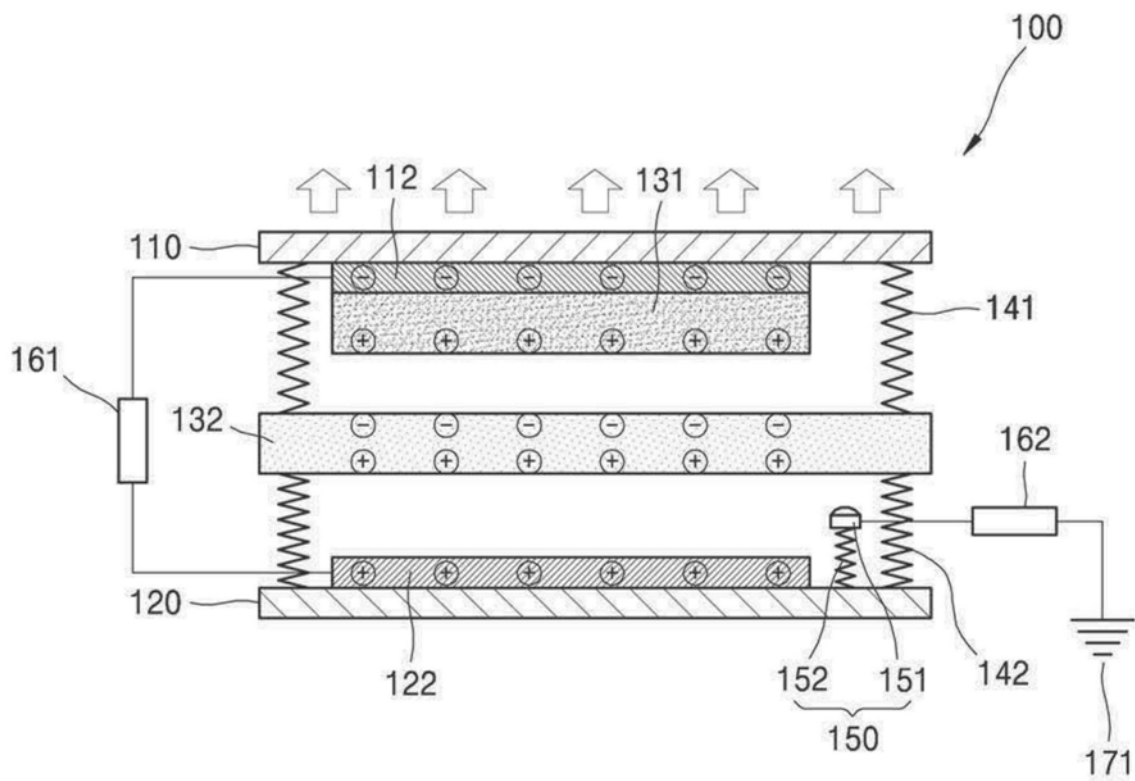


图3G

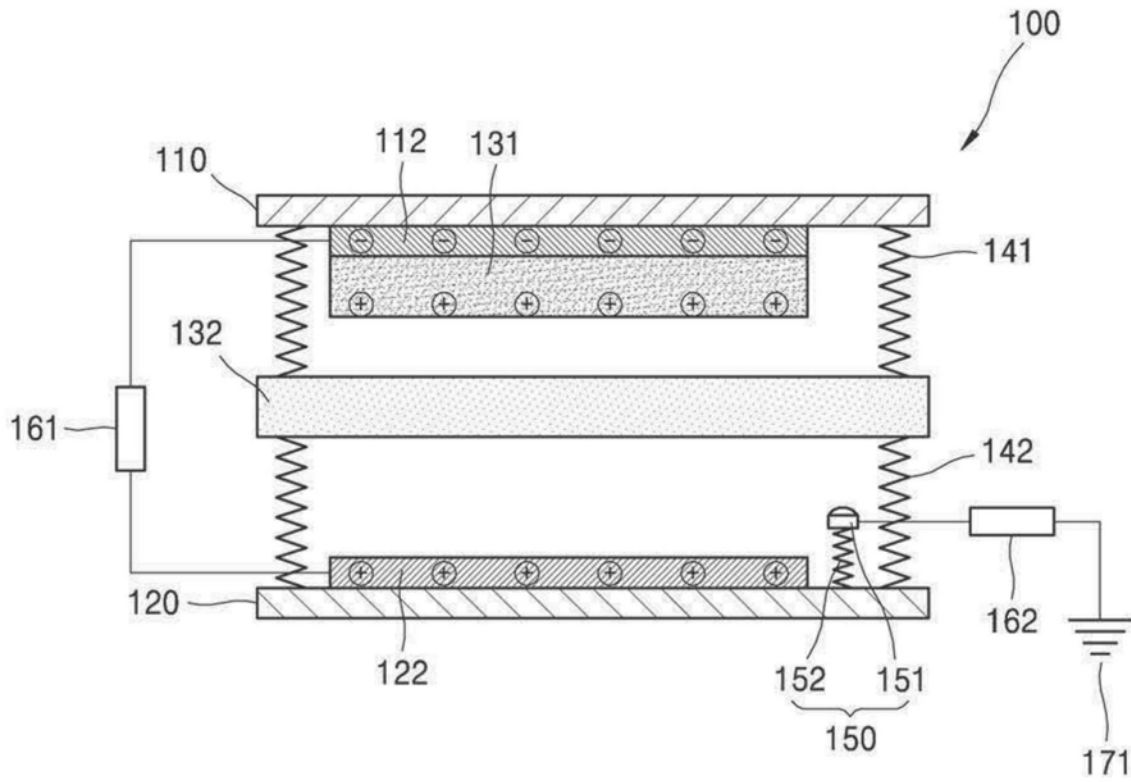


图3H

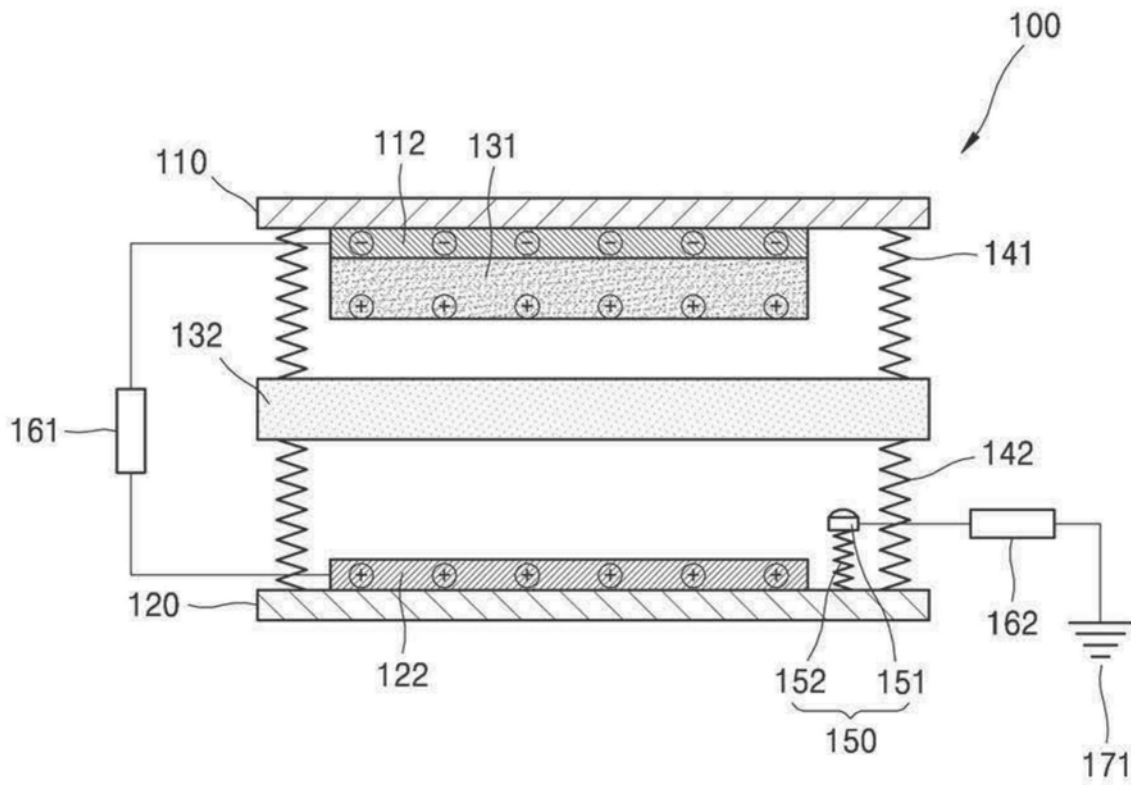


图4A

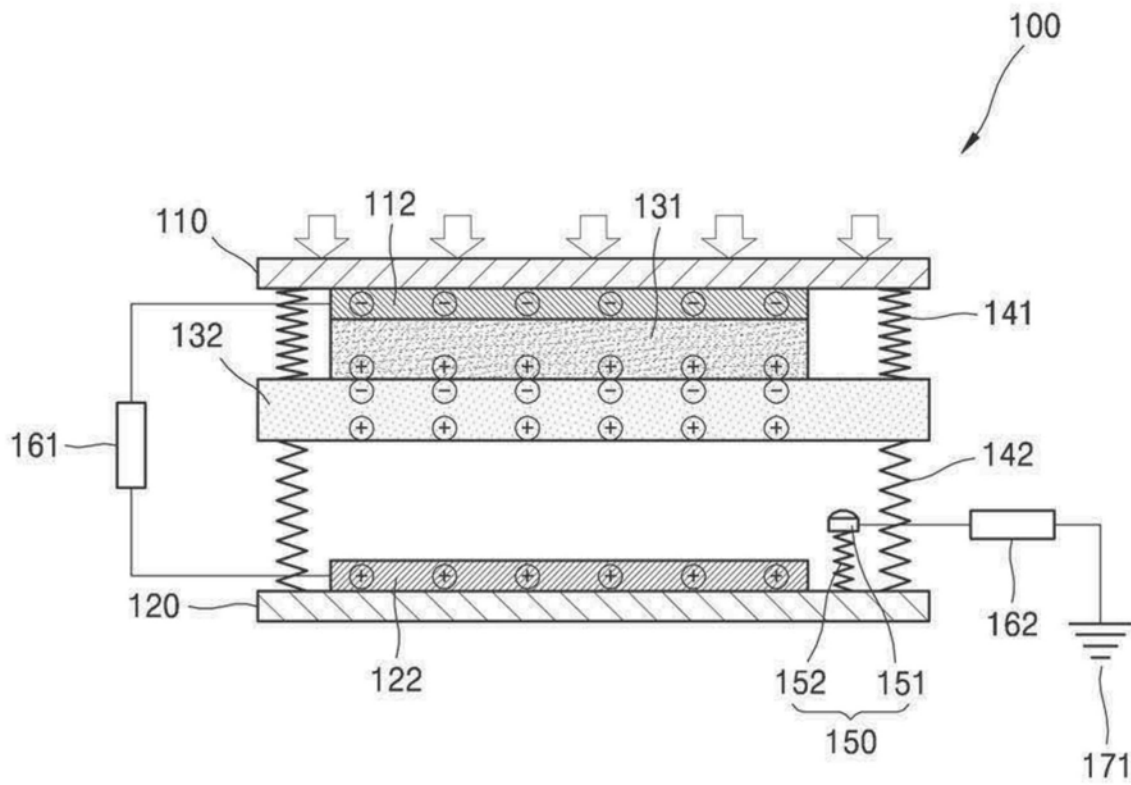


图4B

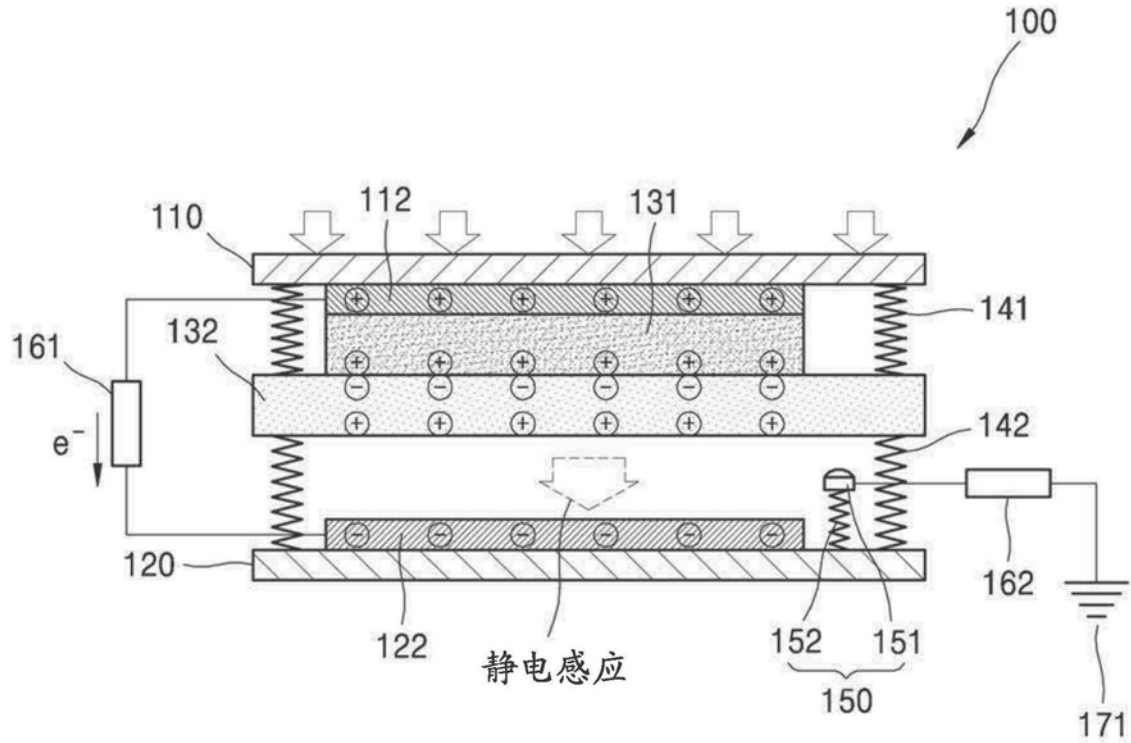


图4C

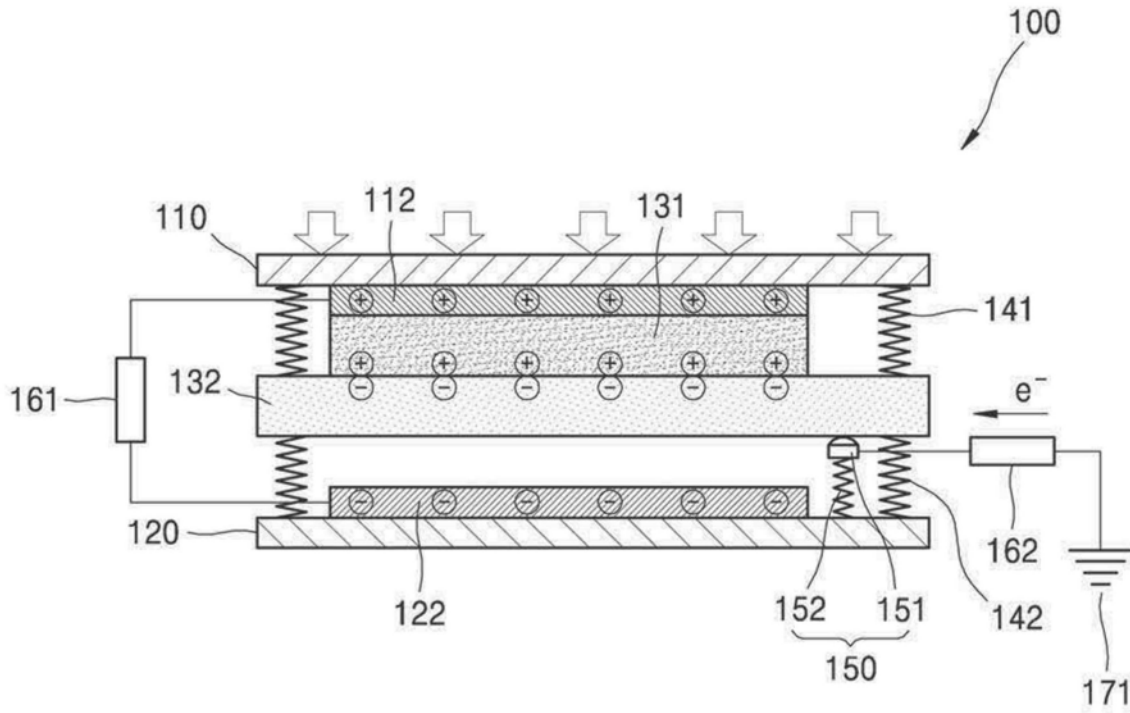


图4D

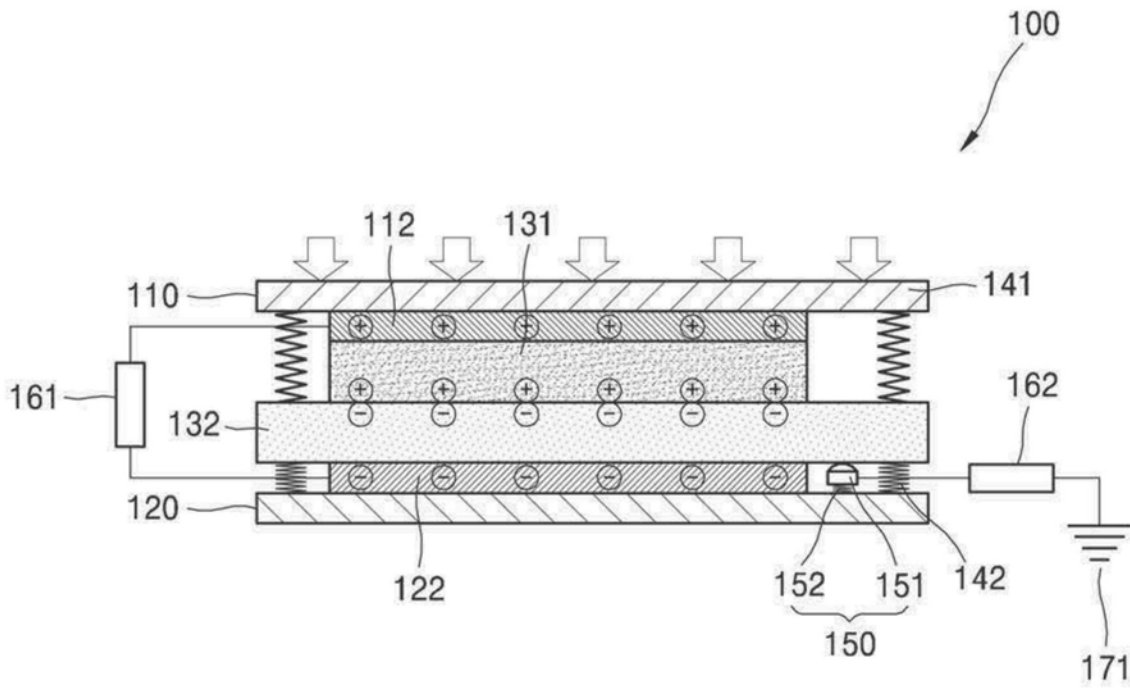


图4E

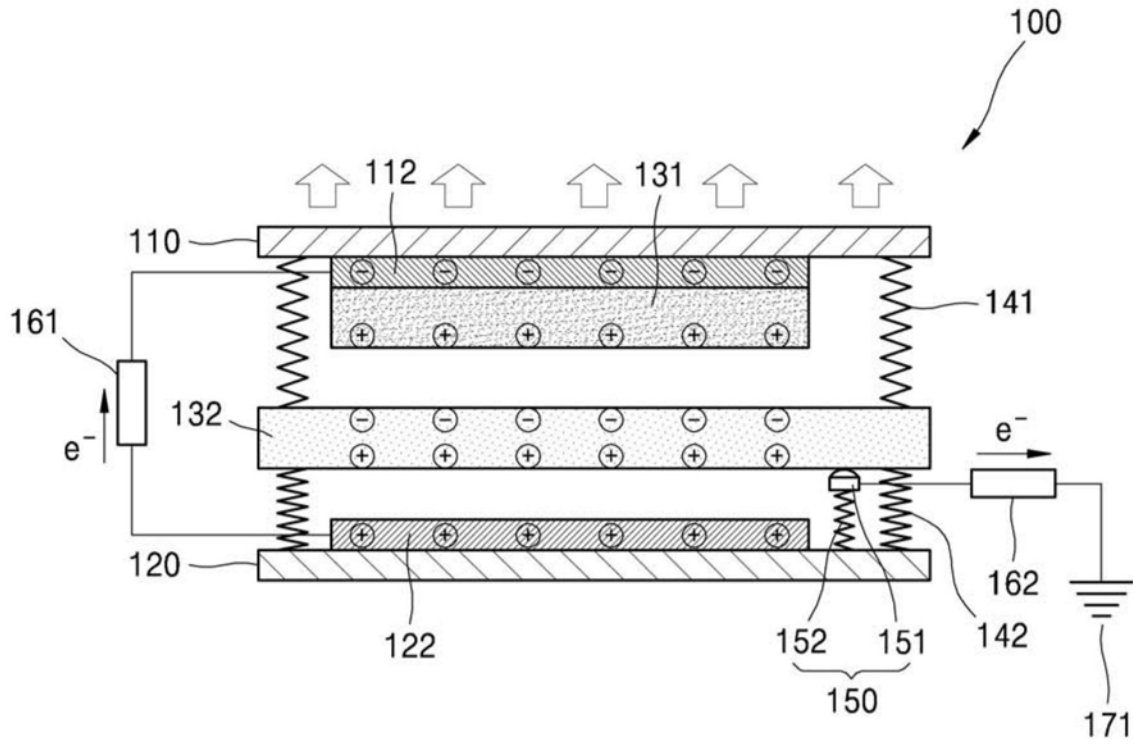


图4F

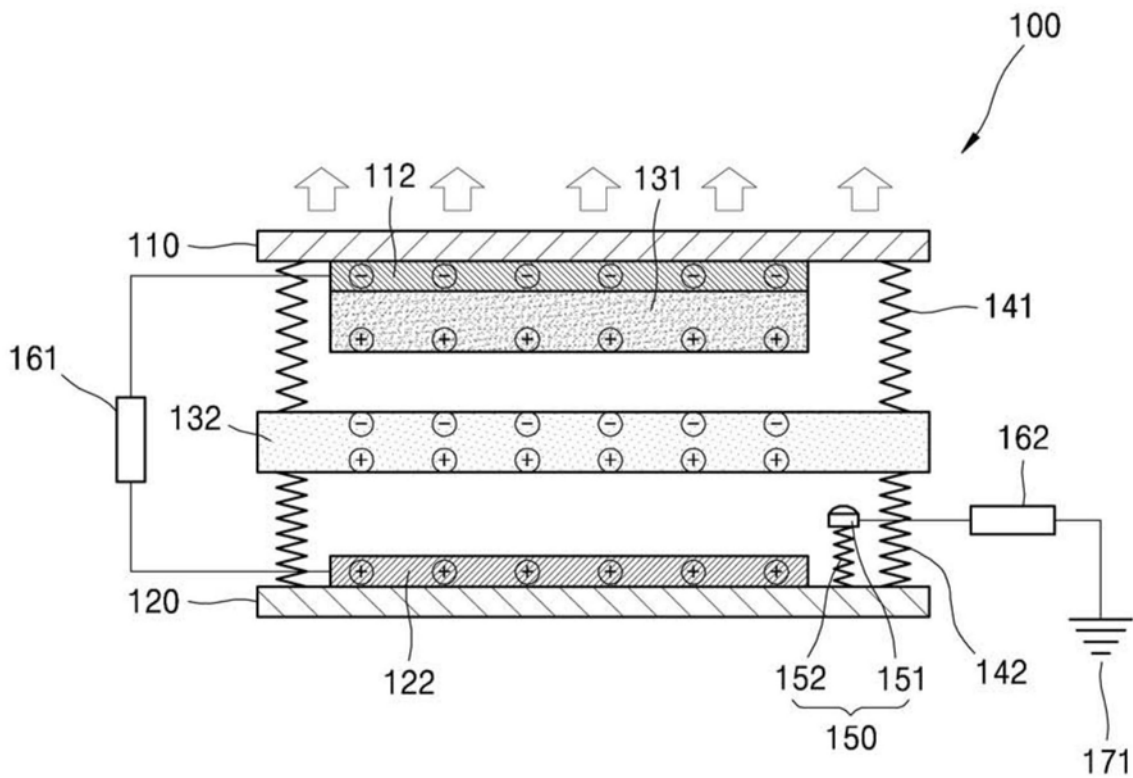


图4G

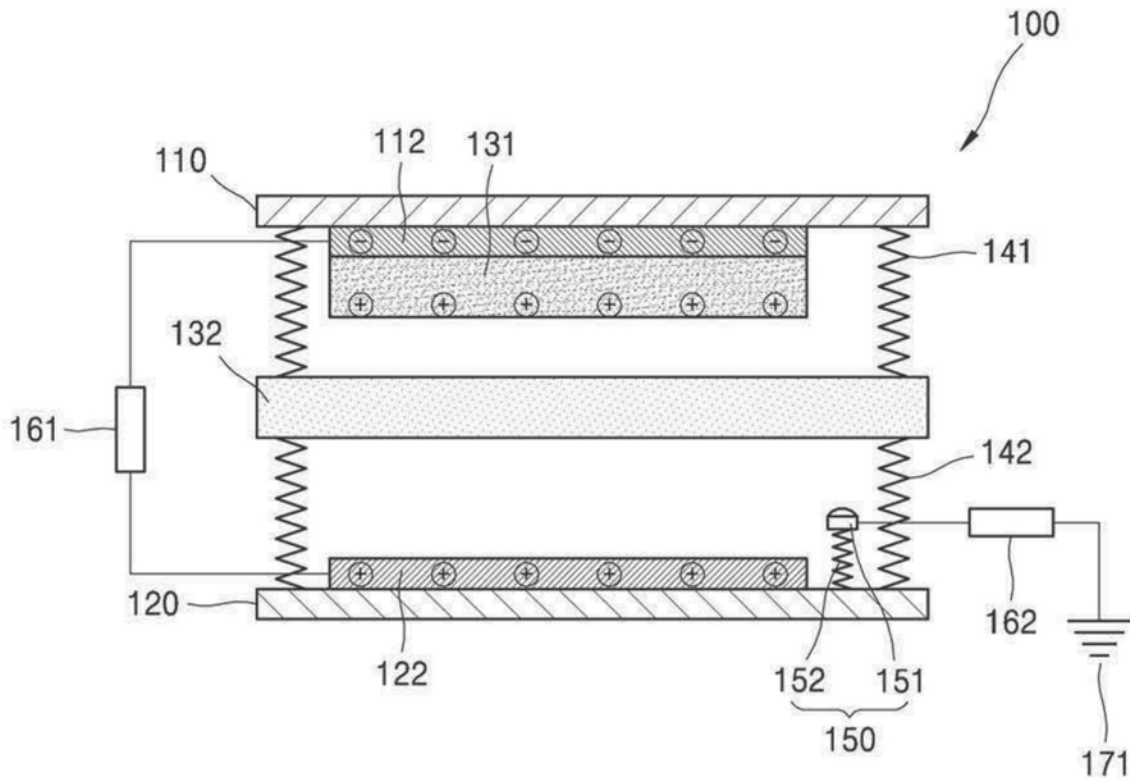


图4H

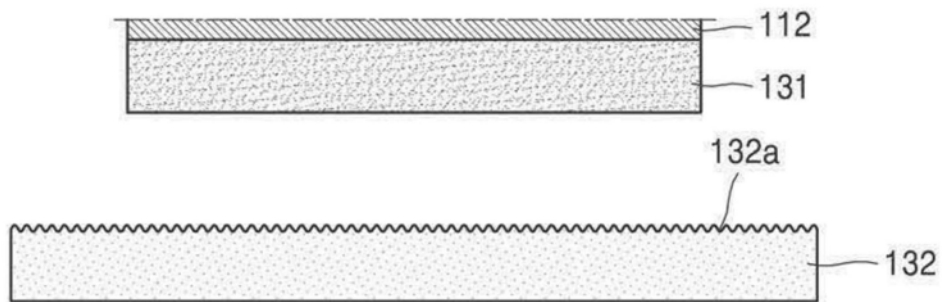


图5

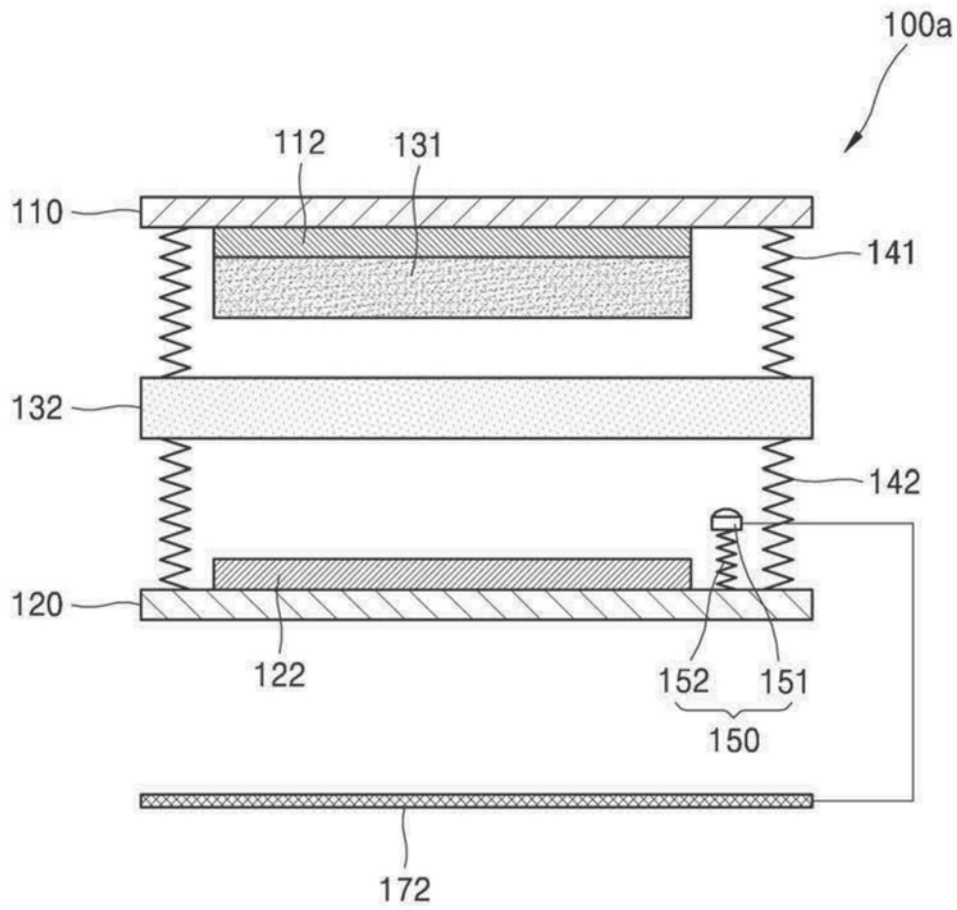


图6

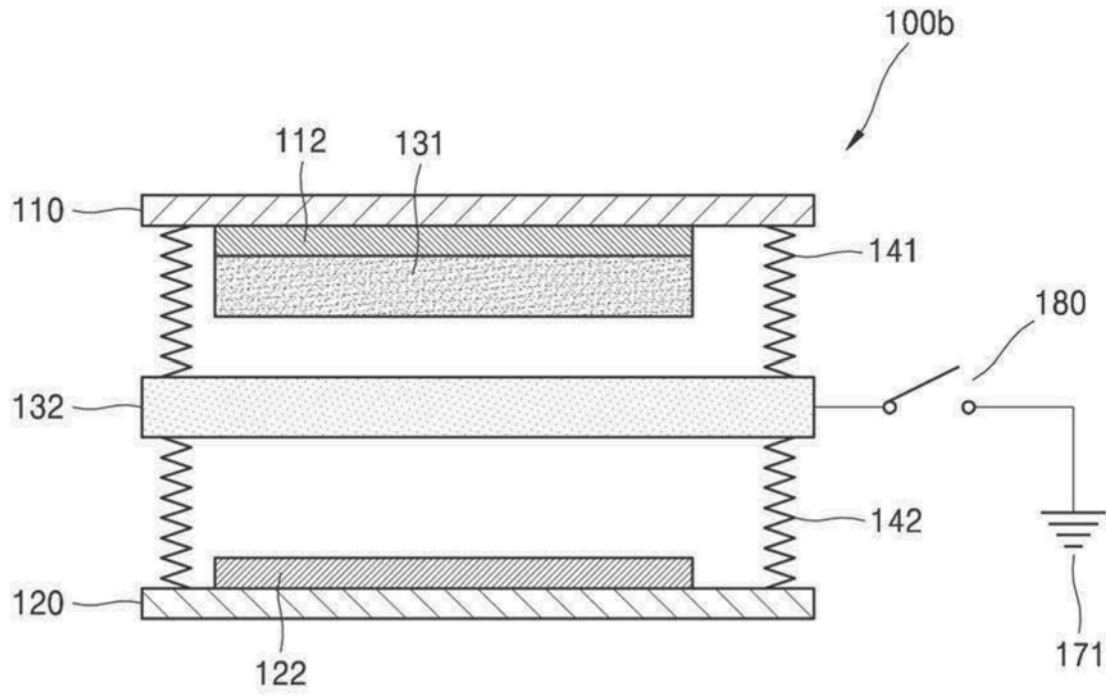


图7

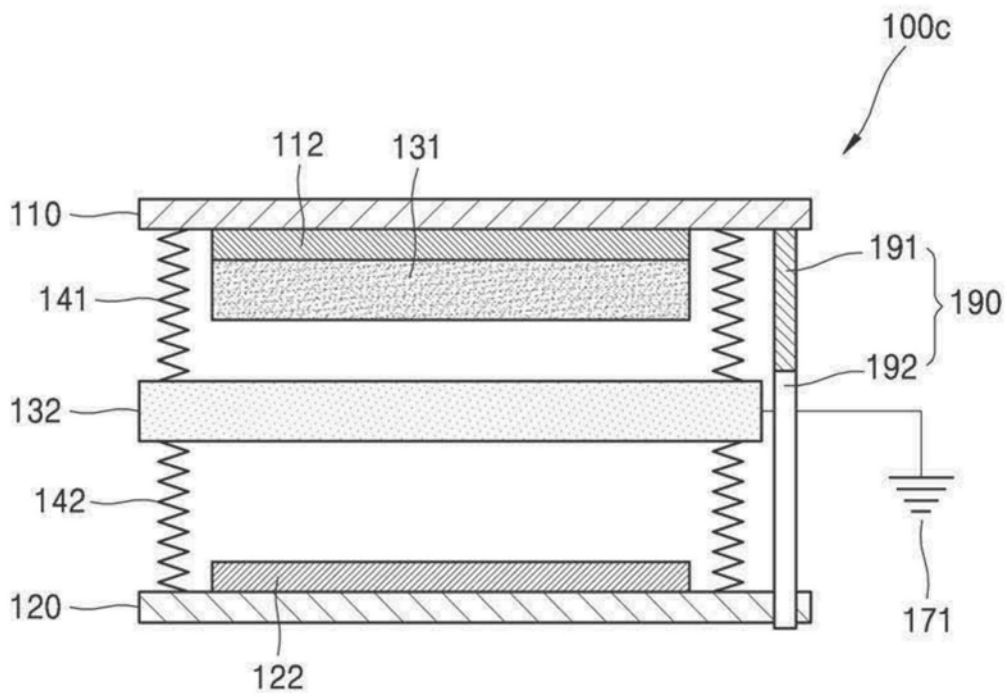


图8

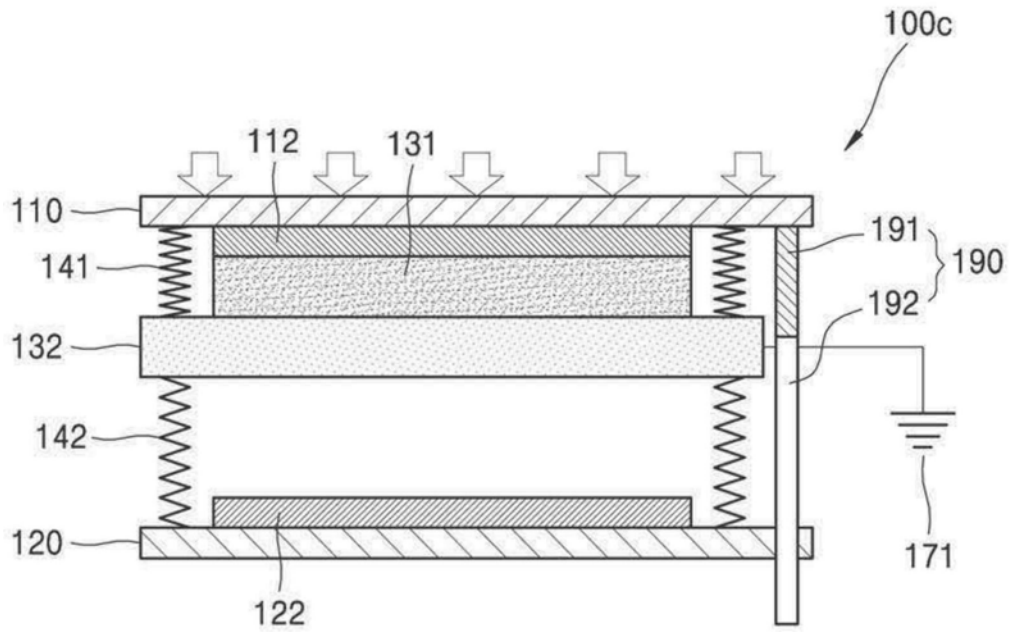


图9A

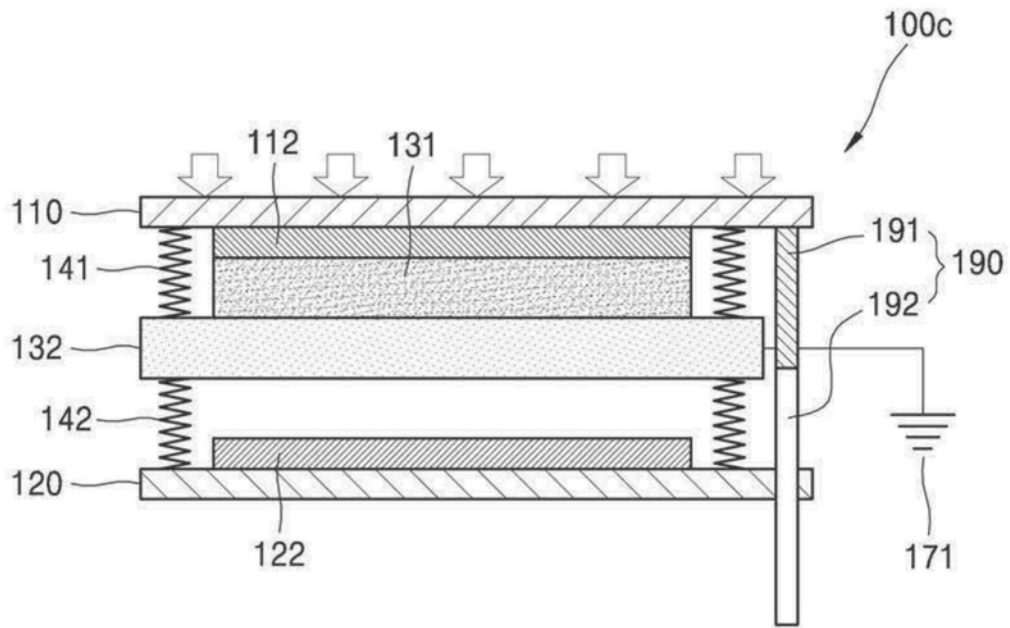


图9B

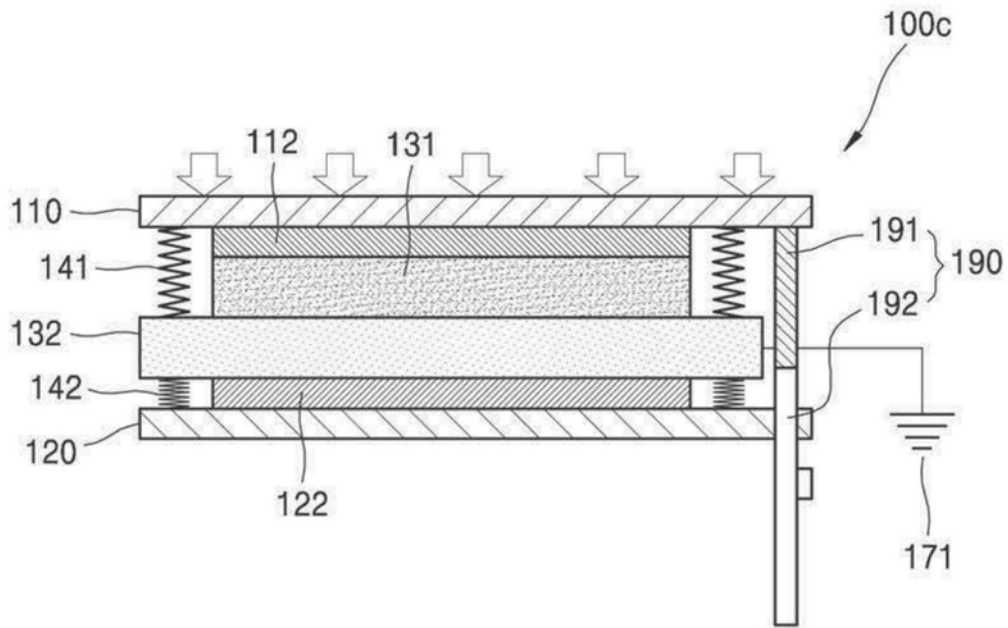


图9C

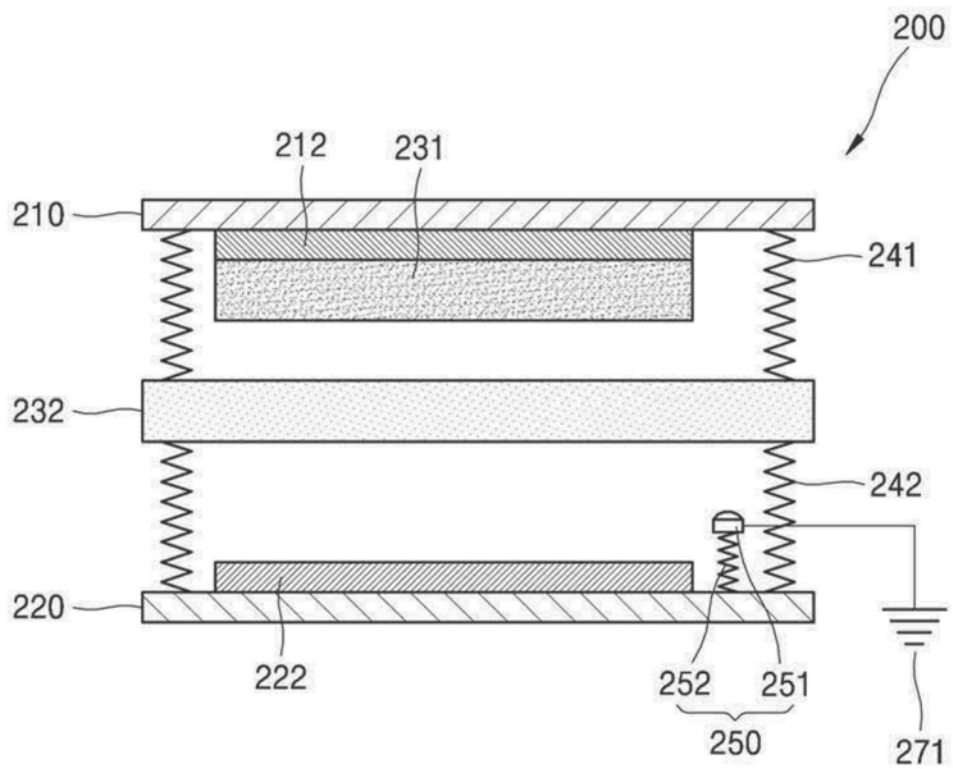


图10

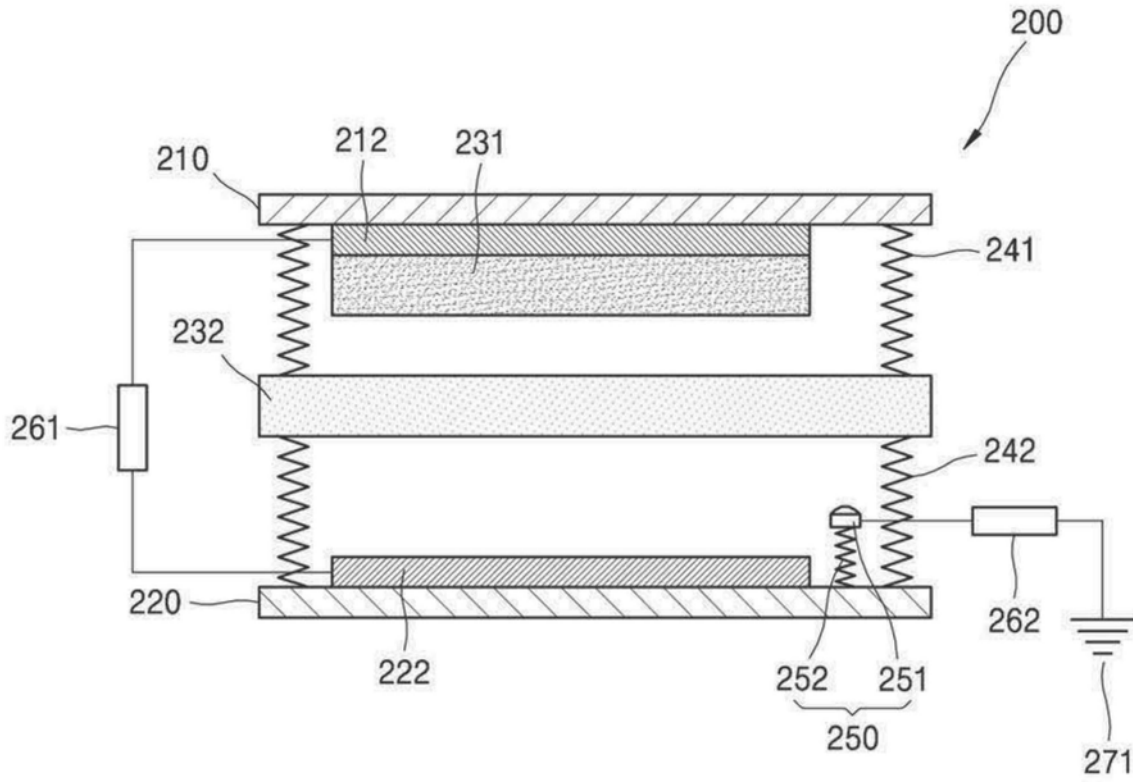


图11A

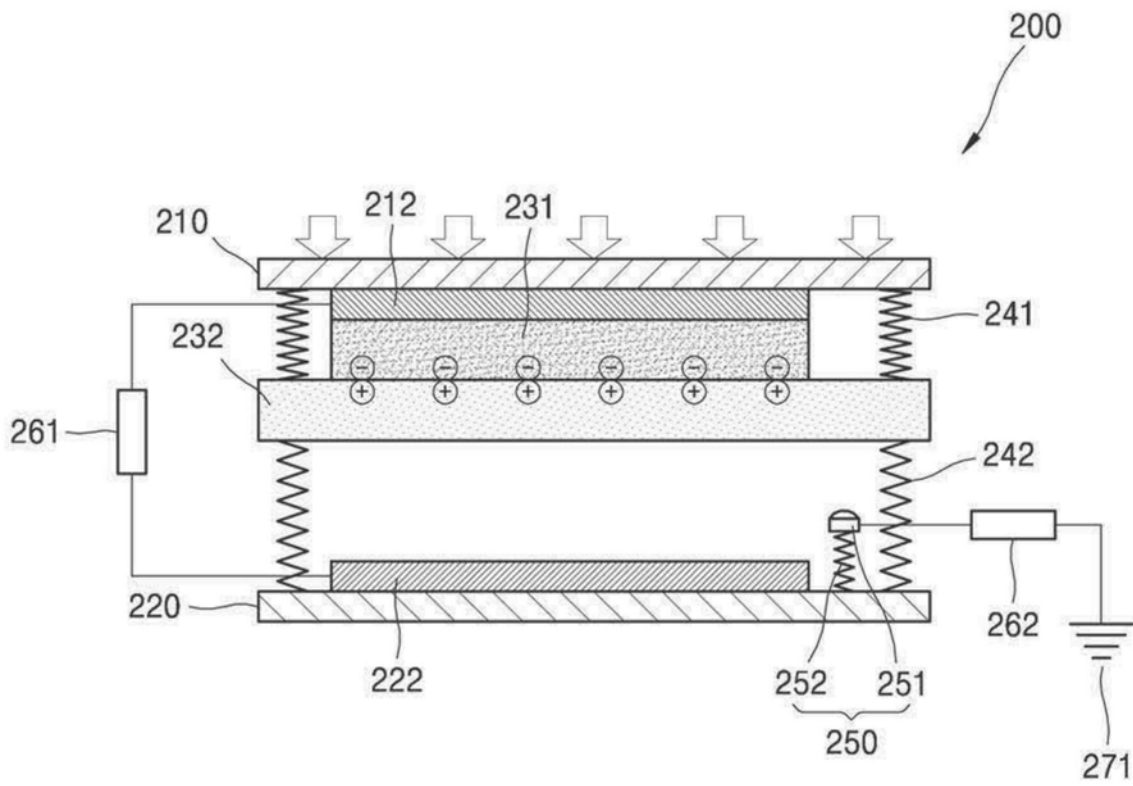


图11B

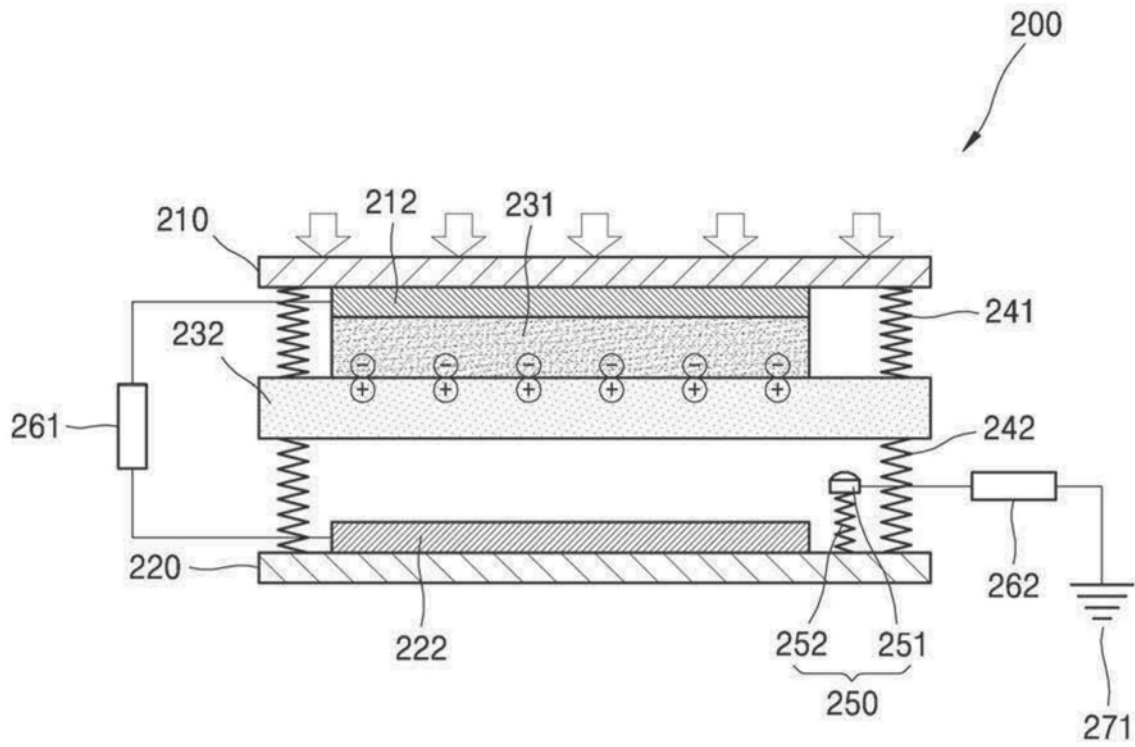


图11C

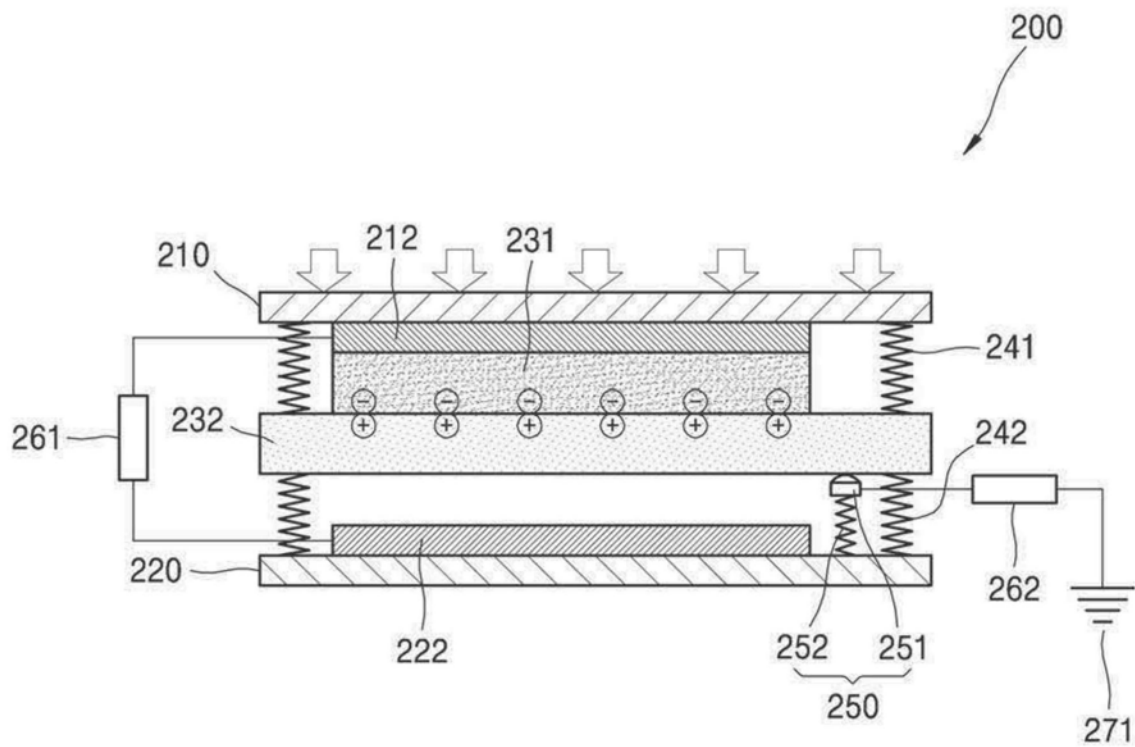


图11D

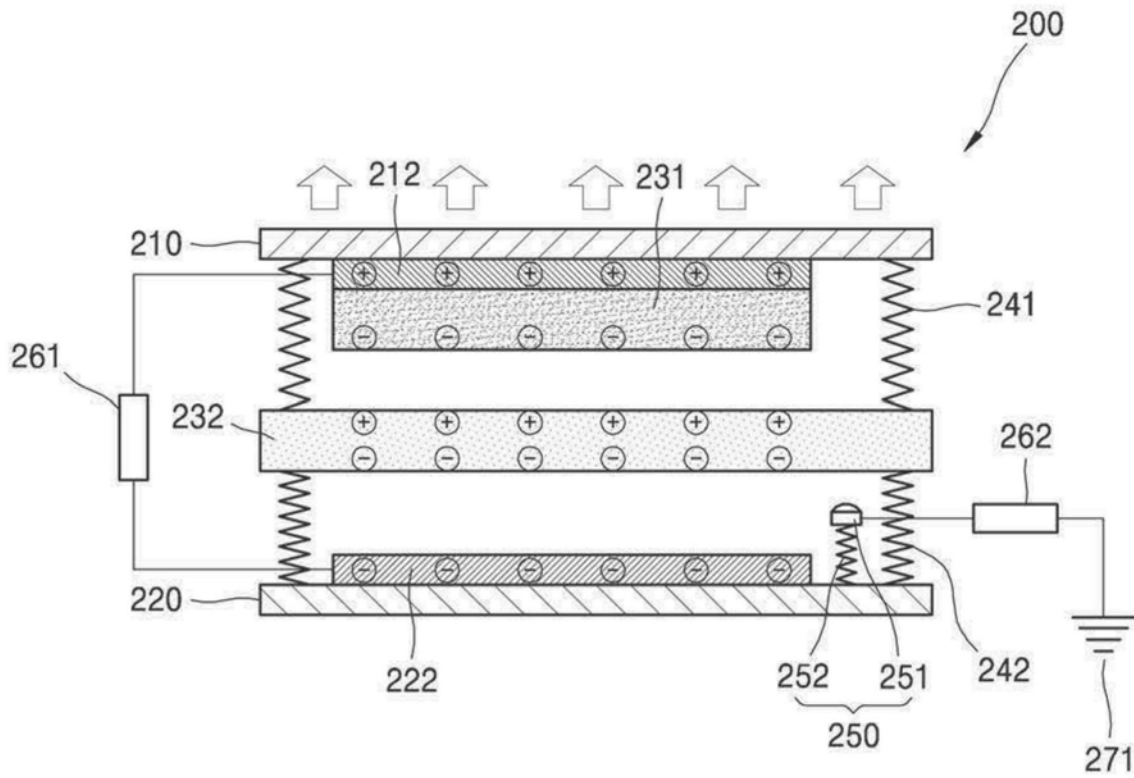


图11G

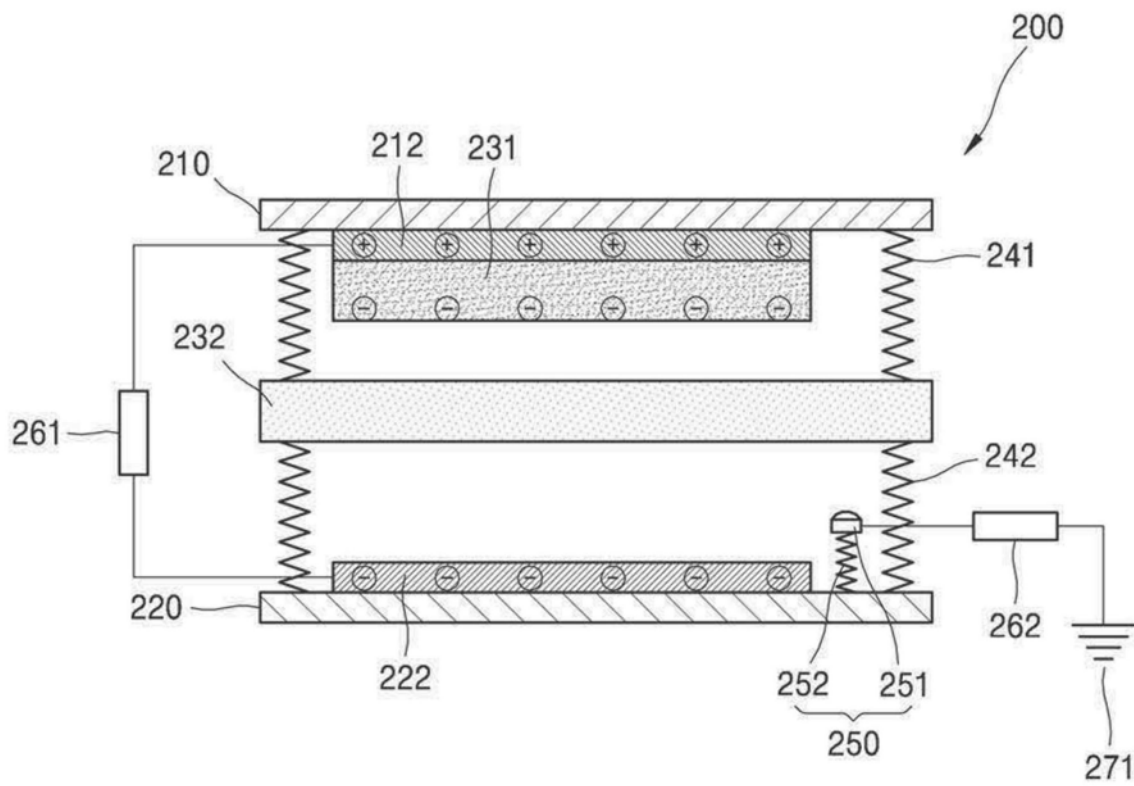


图11H

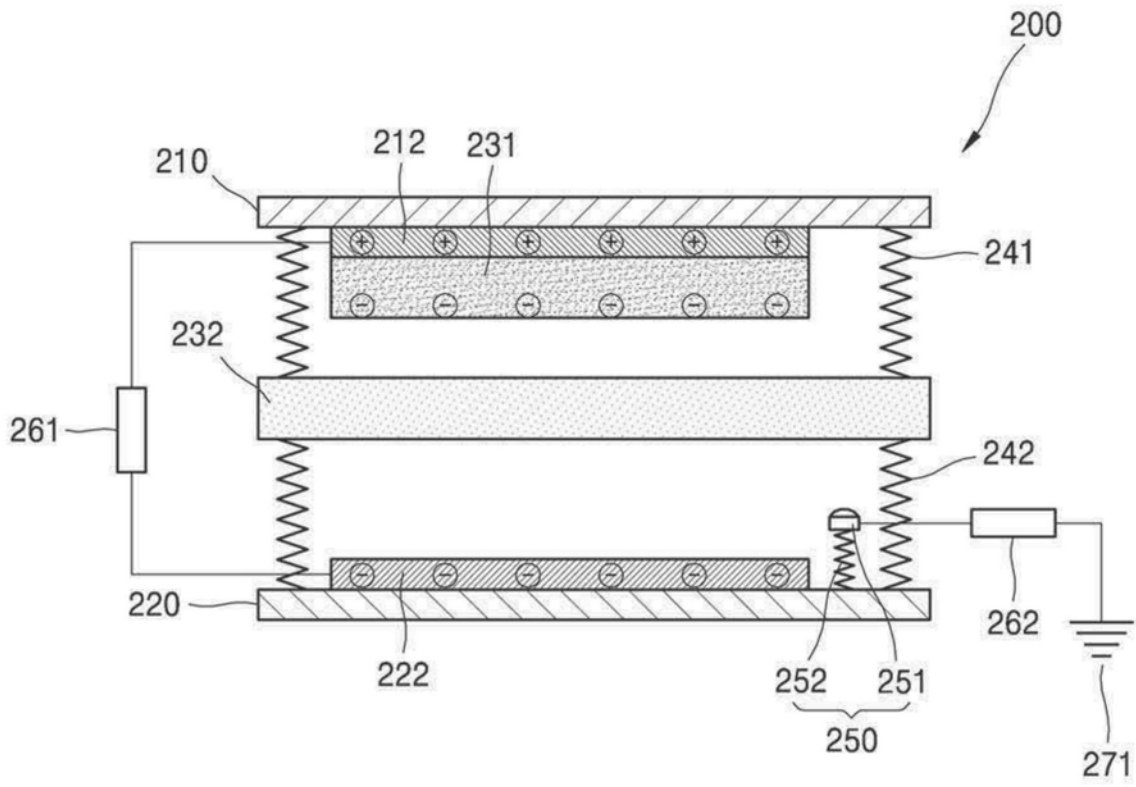


图12A

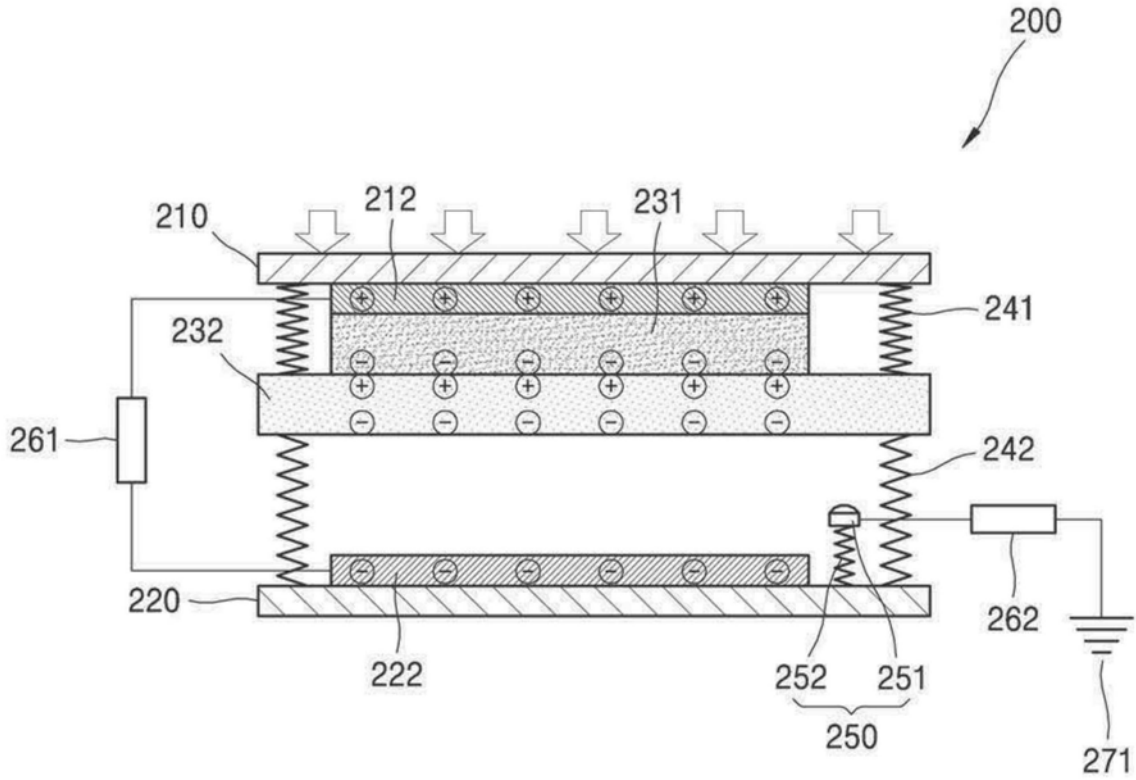


图12B

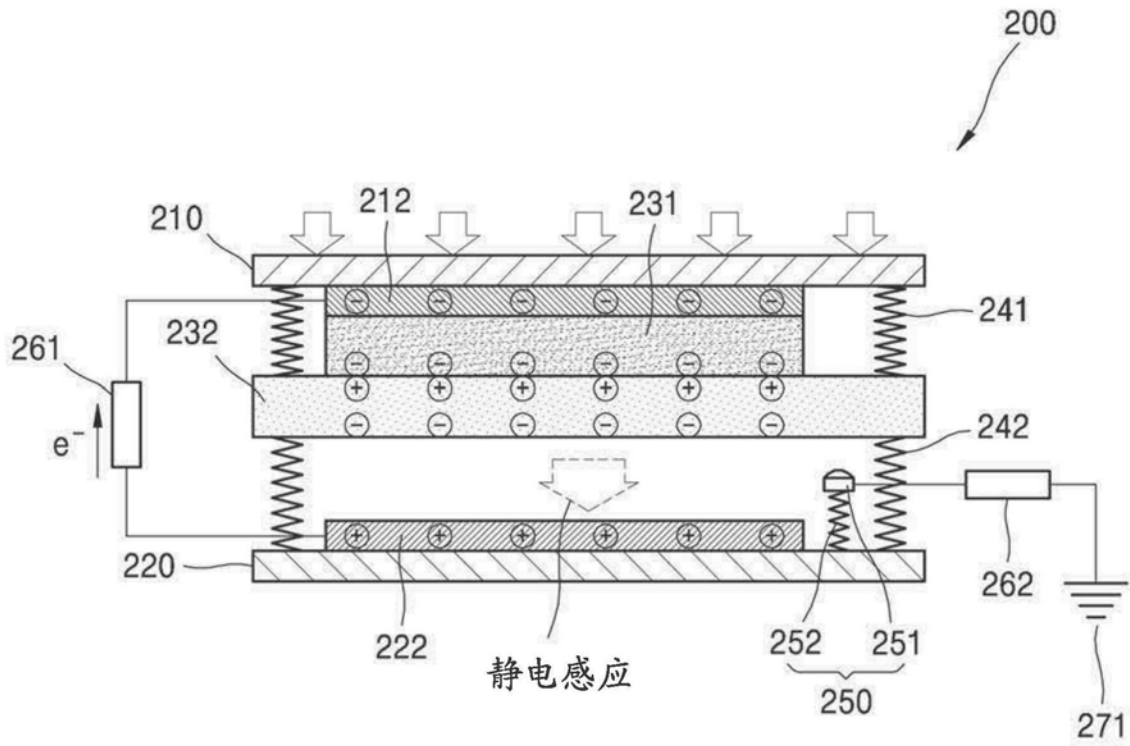


图12C

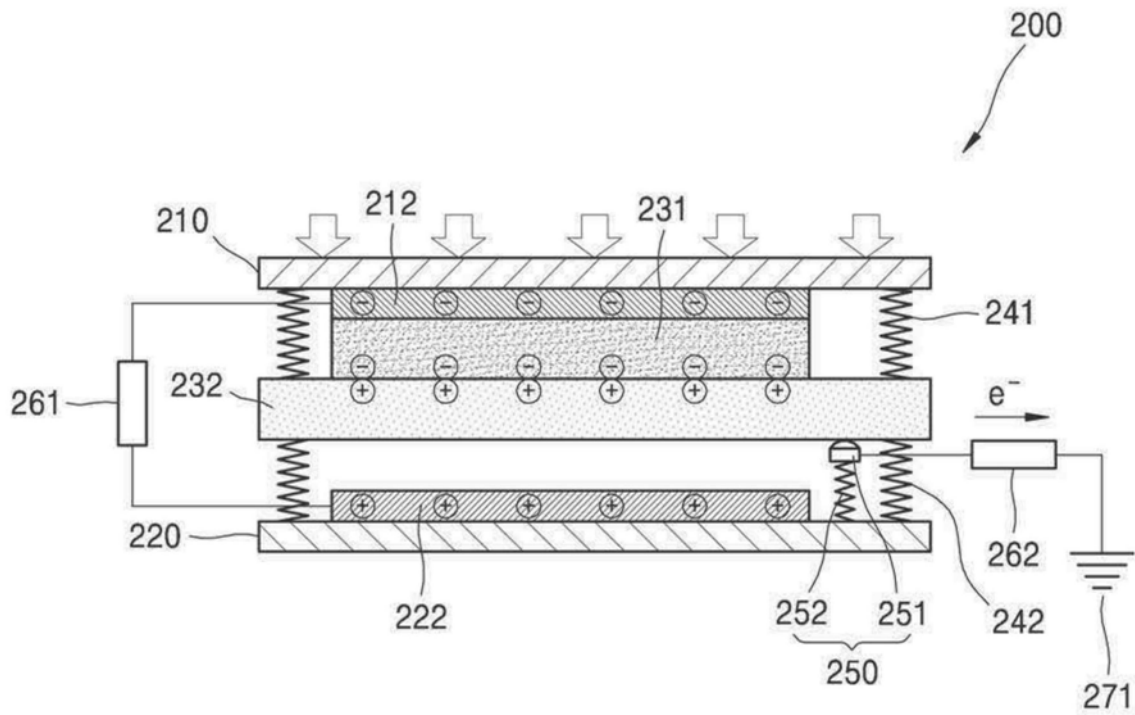


图12D

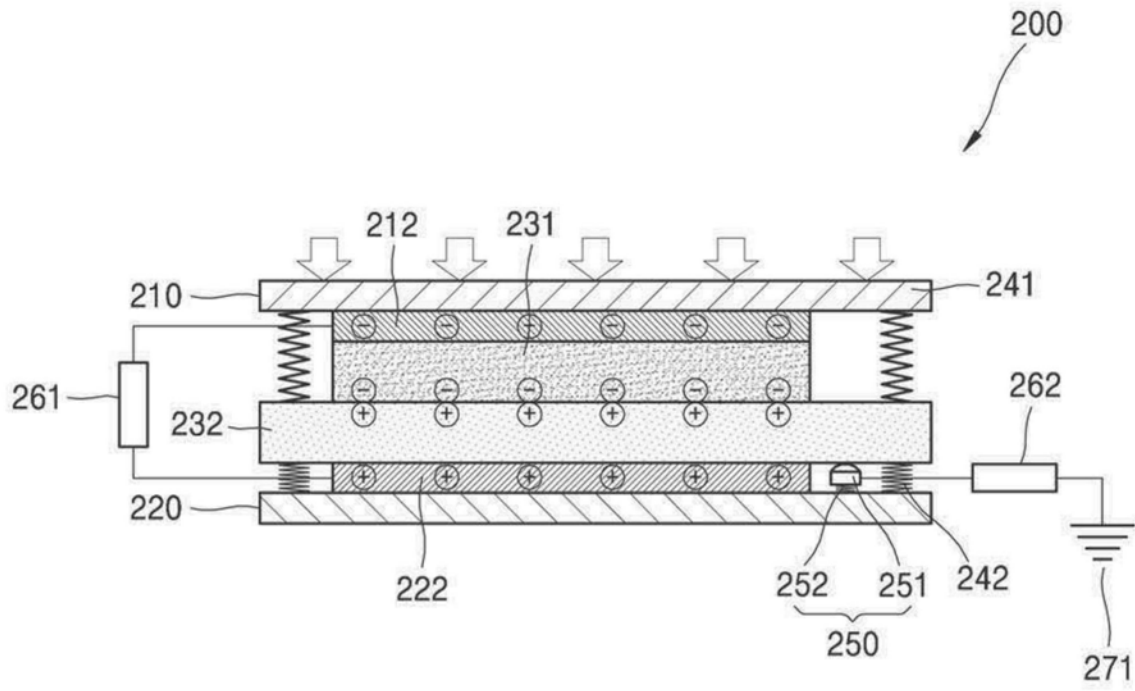


图12E

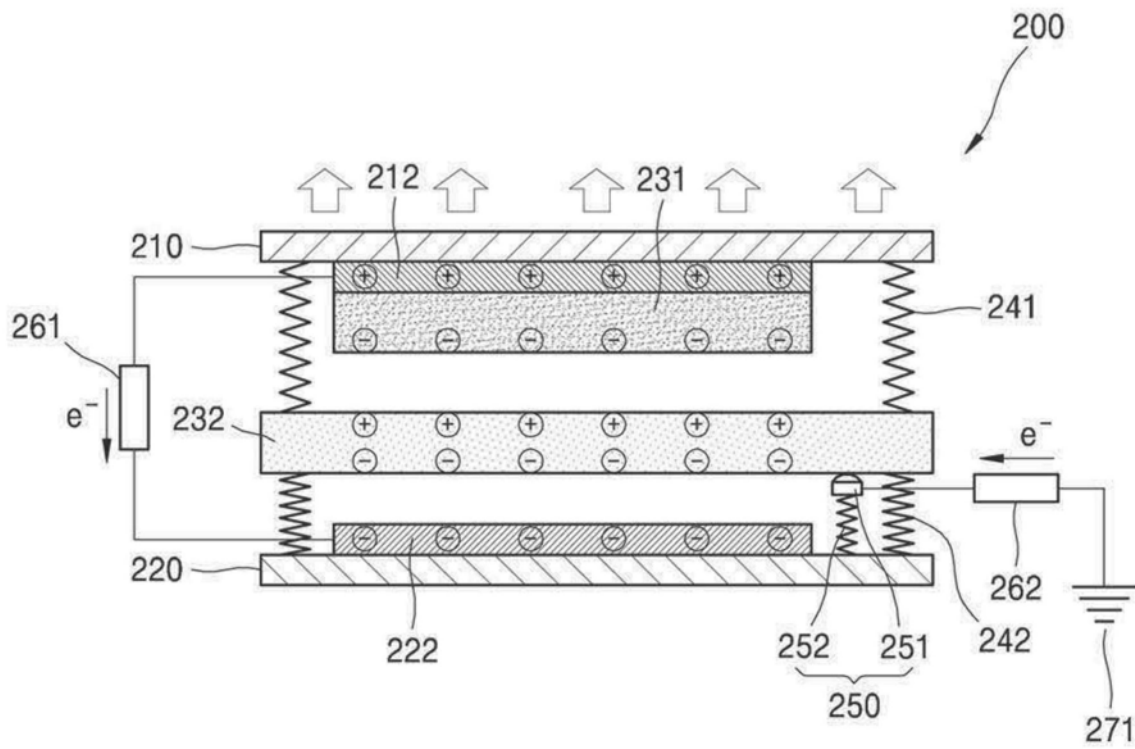


图12F

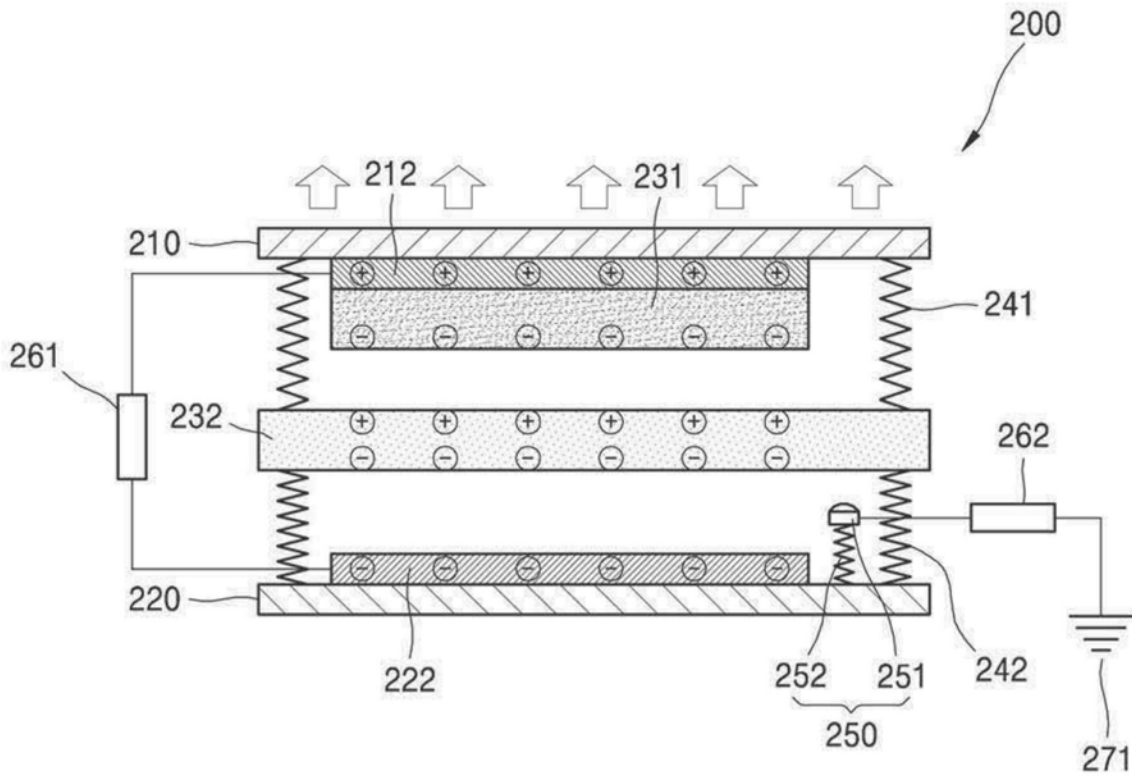


图12G

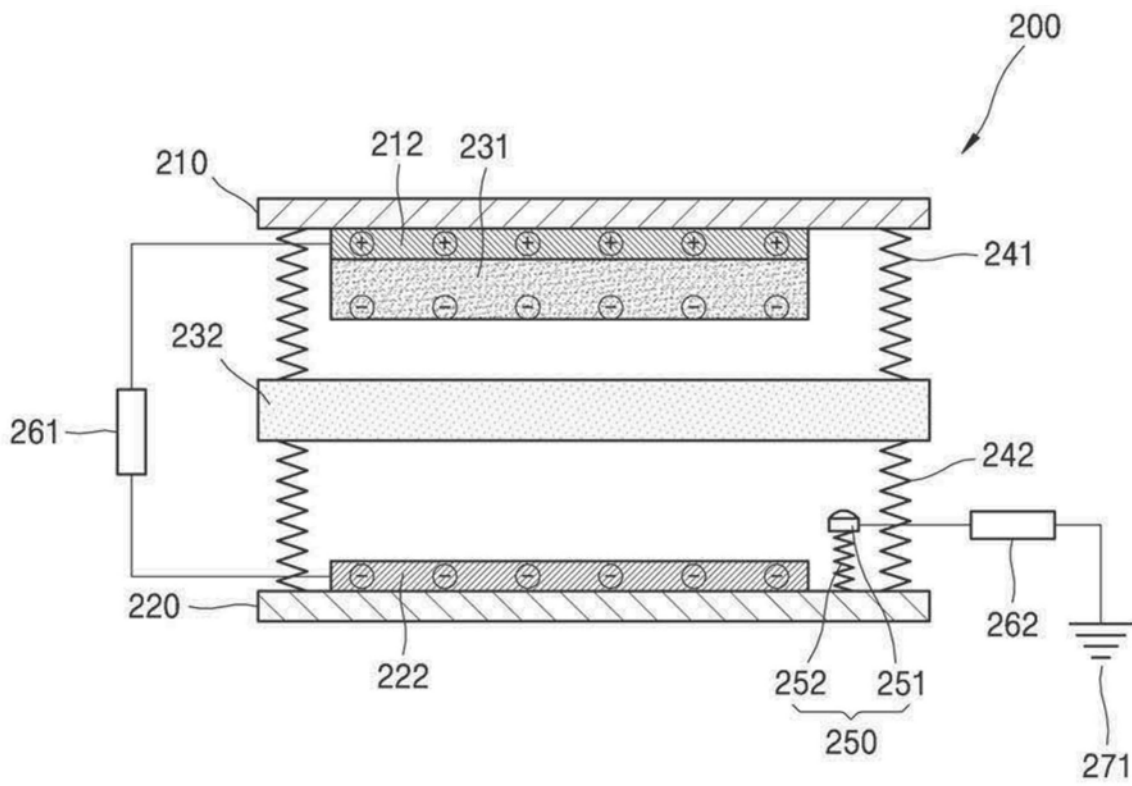


图12H

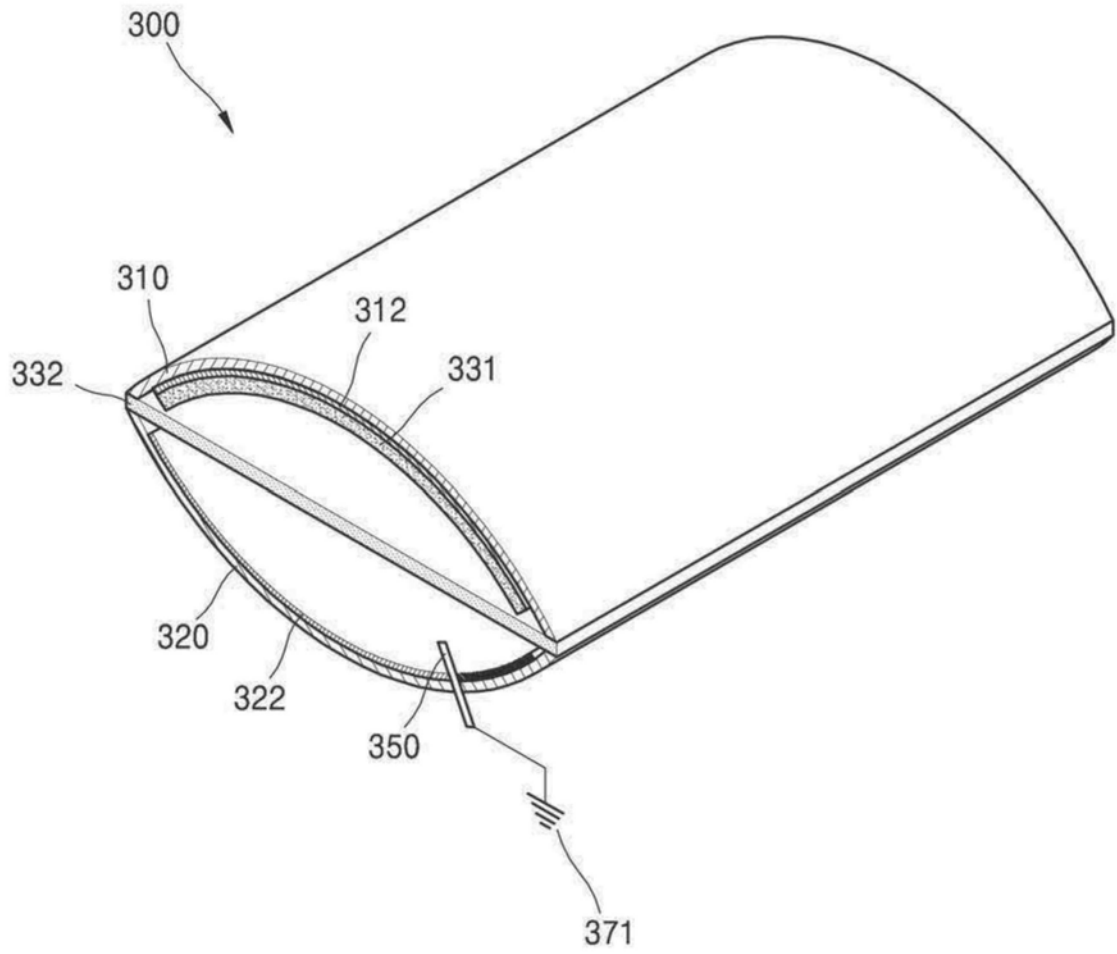


图13

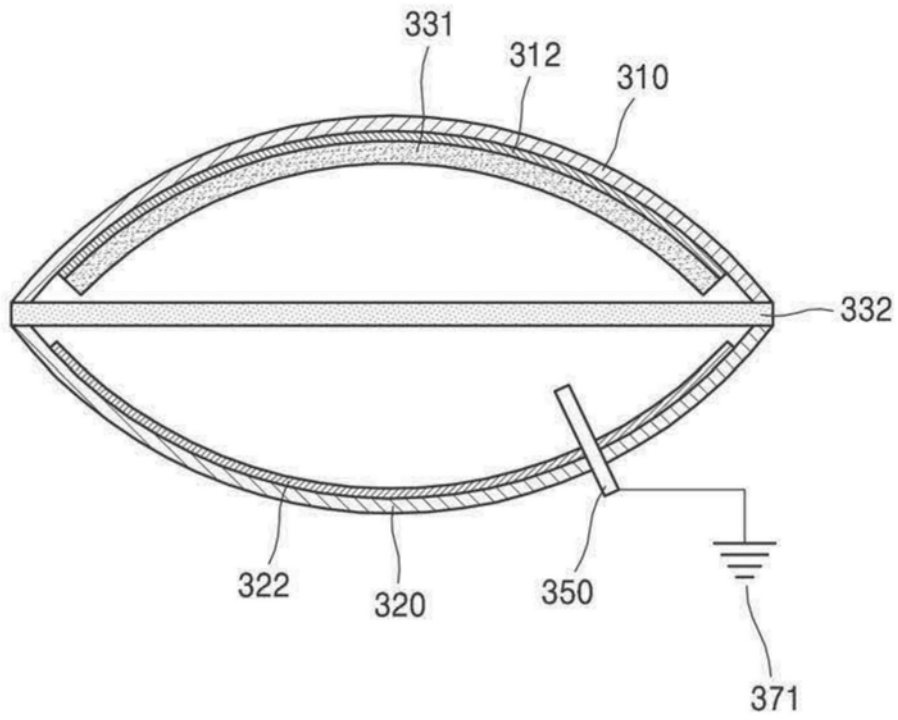


图14A

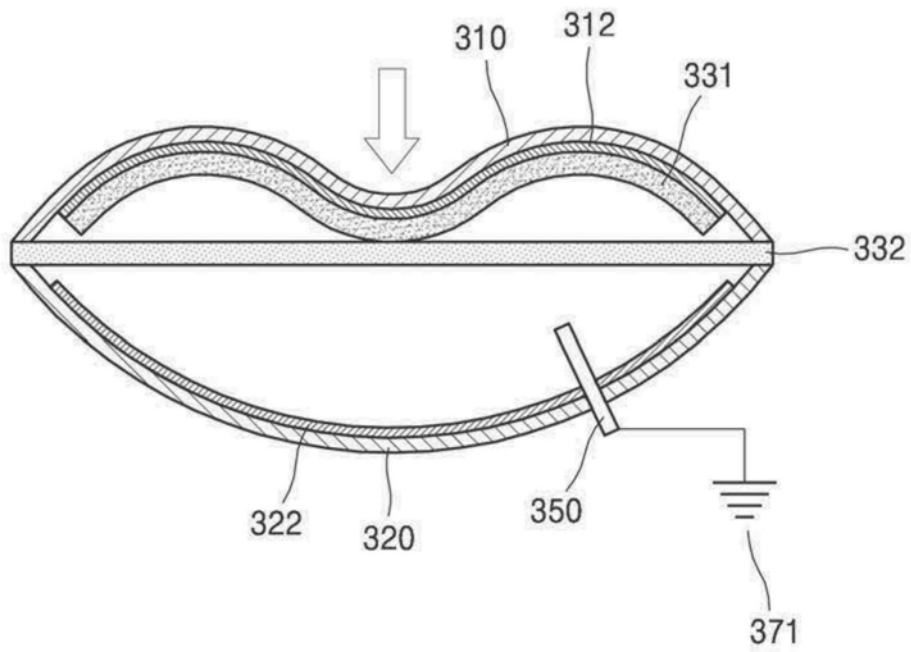


图14B

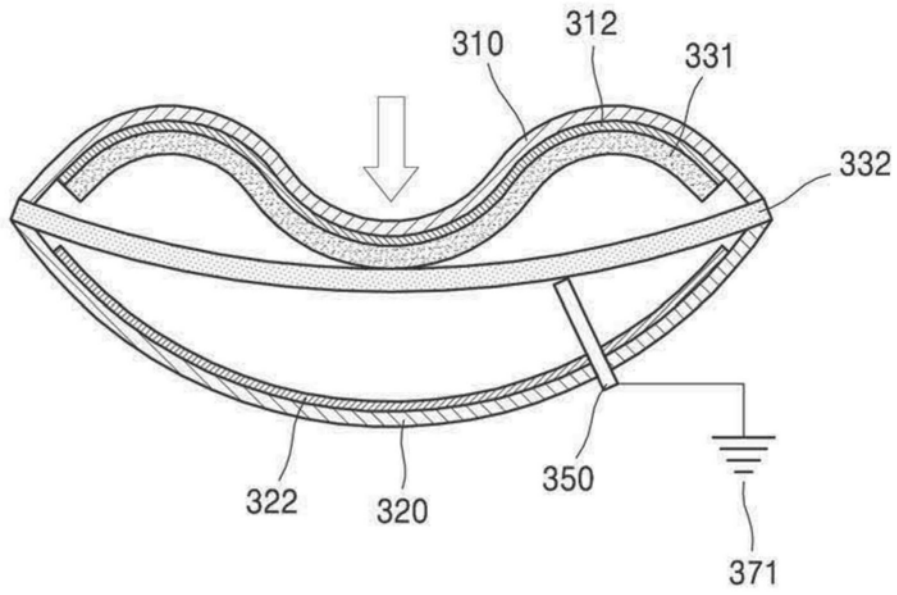


图14C

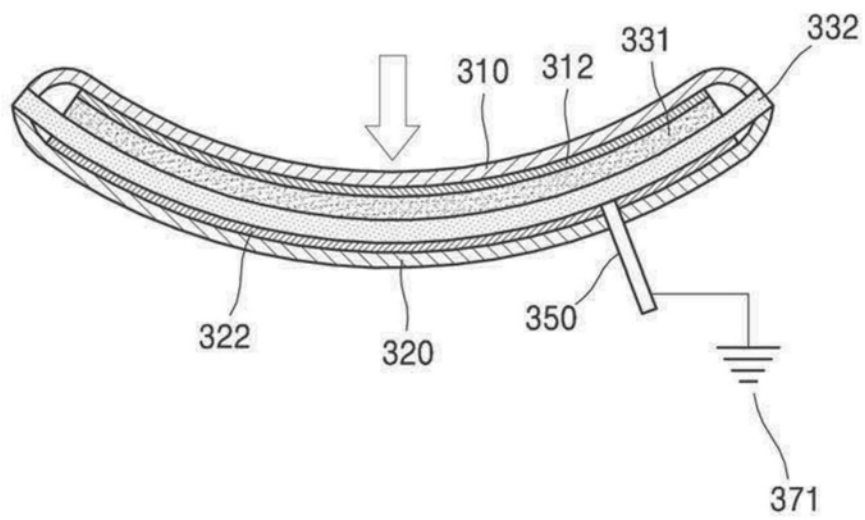


图14D

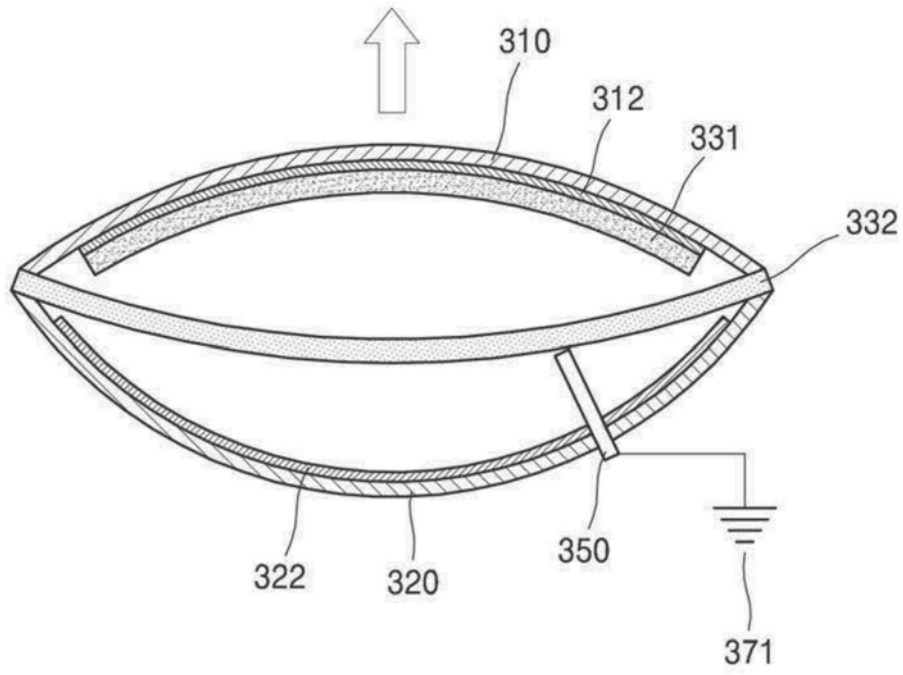


图14E

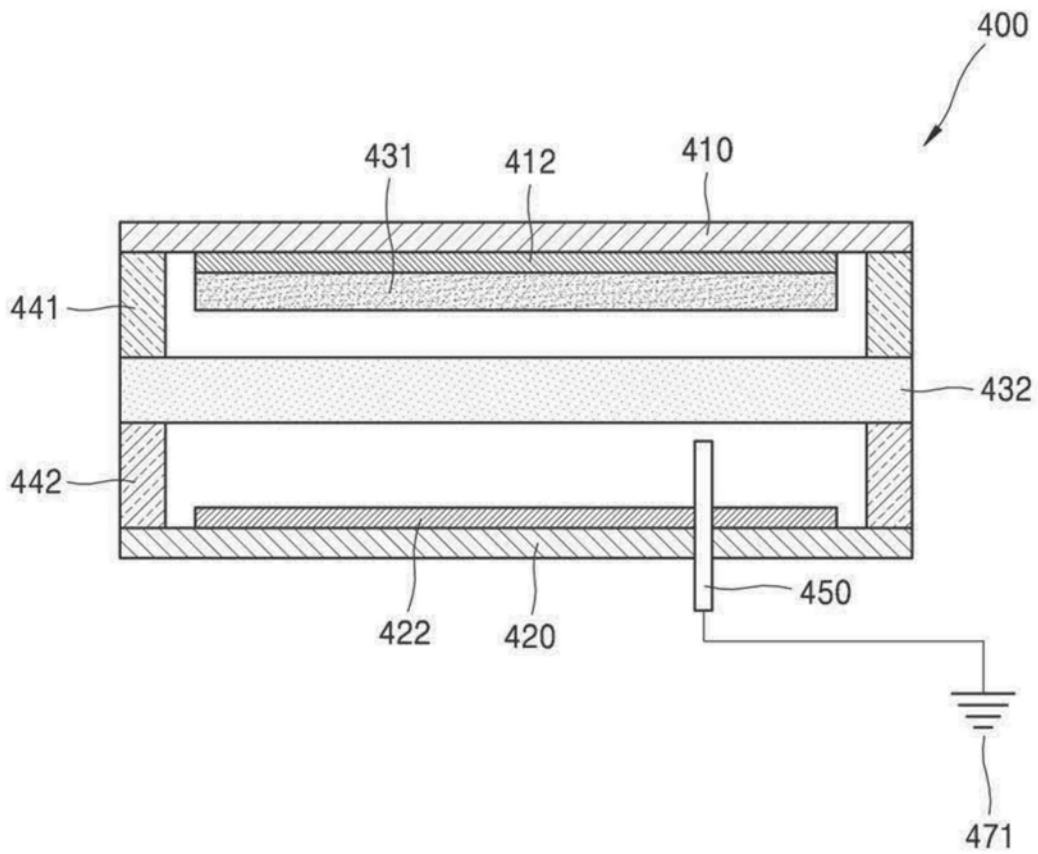


图15

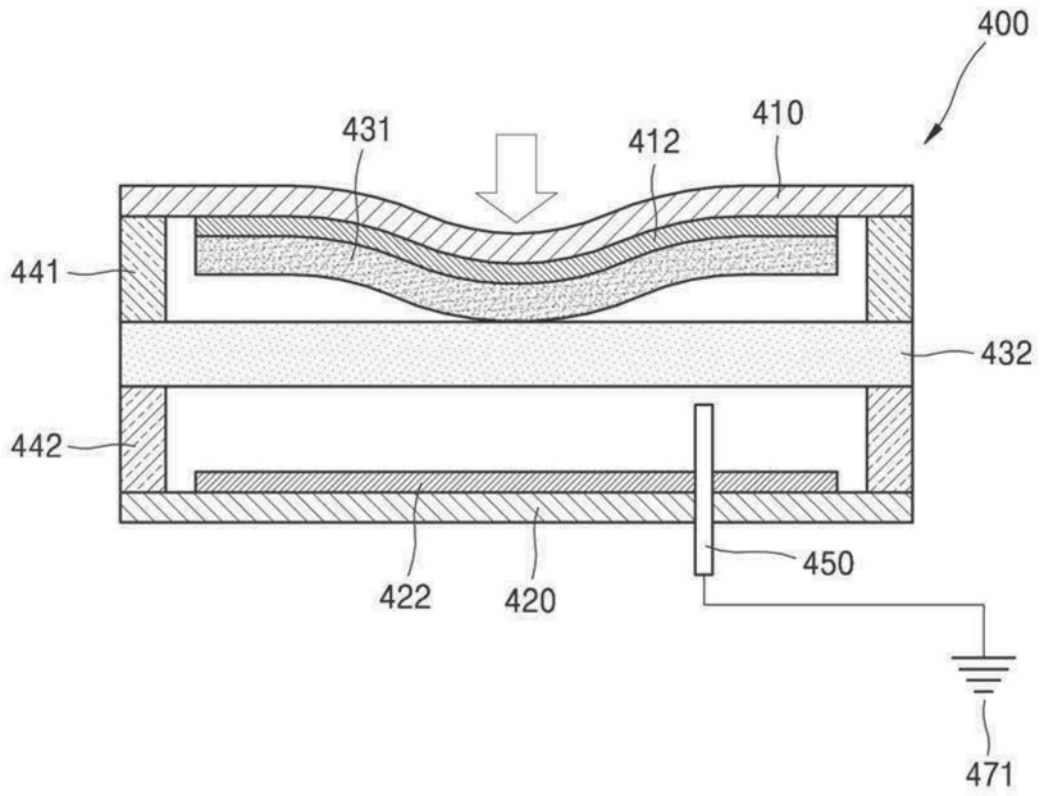


图16A

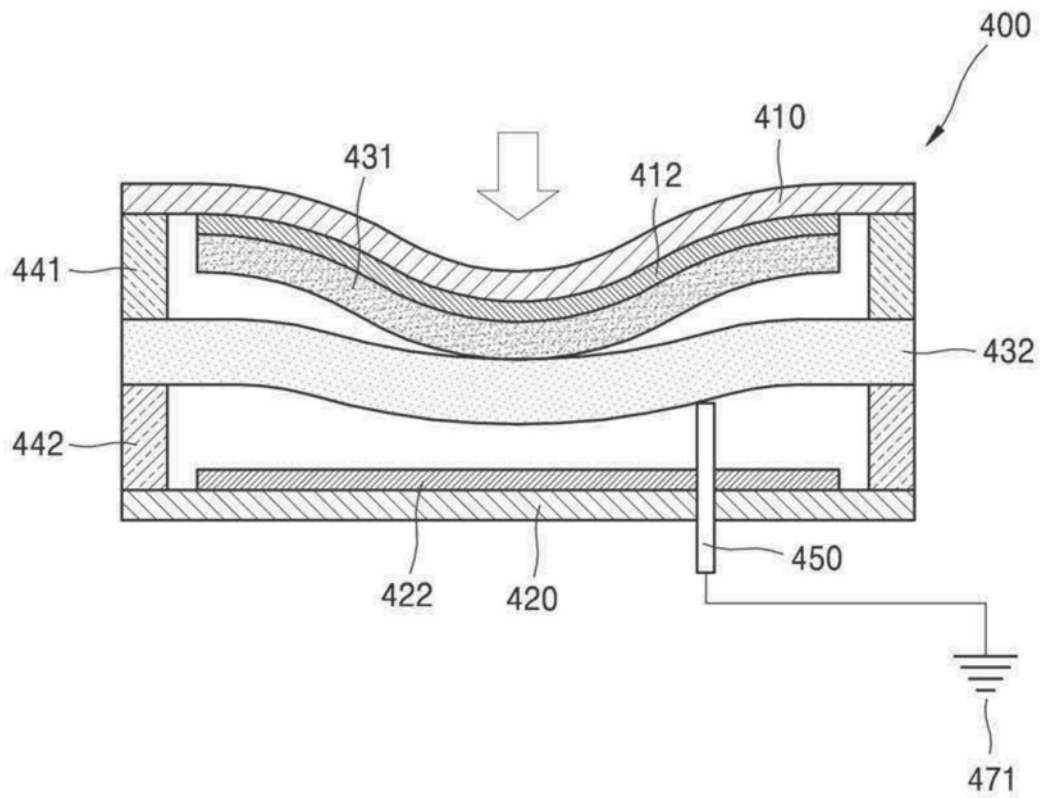


图16B

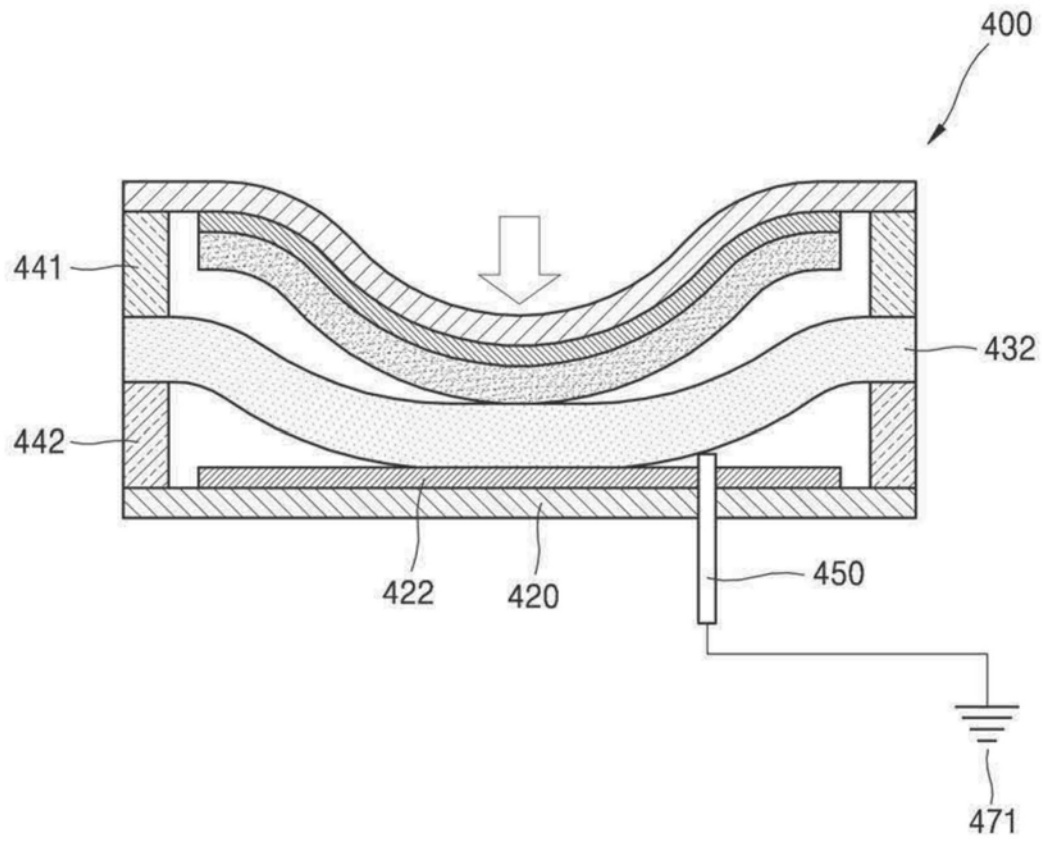


图16C

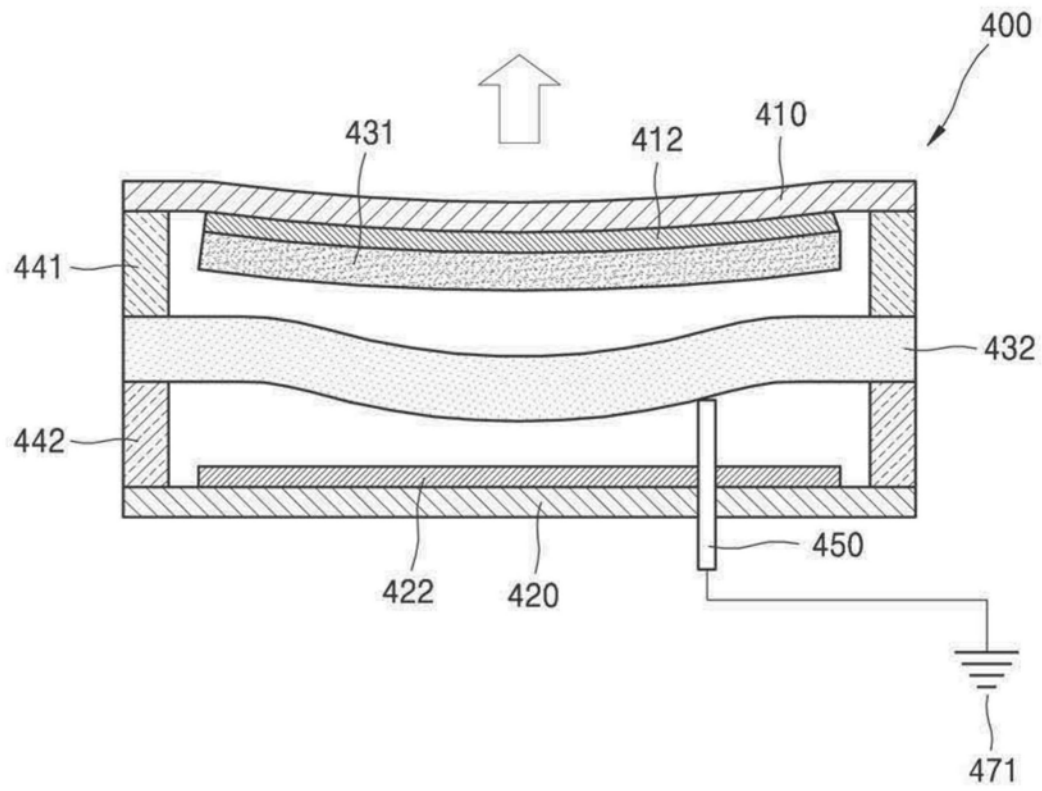


图16D

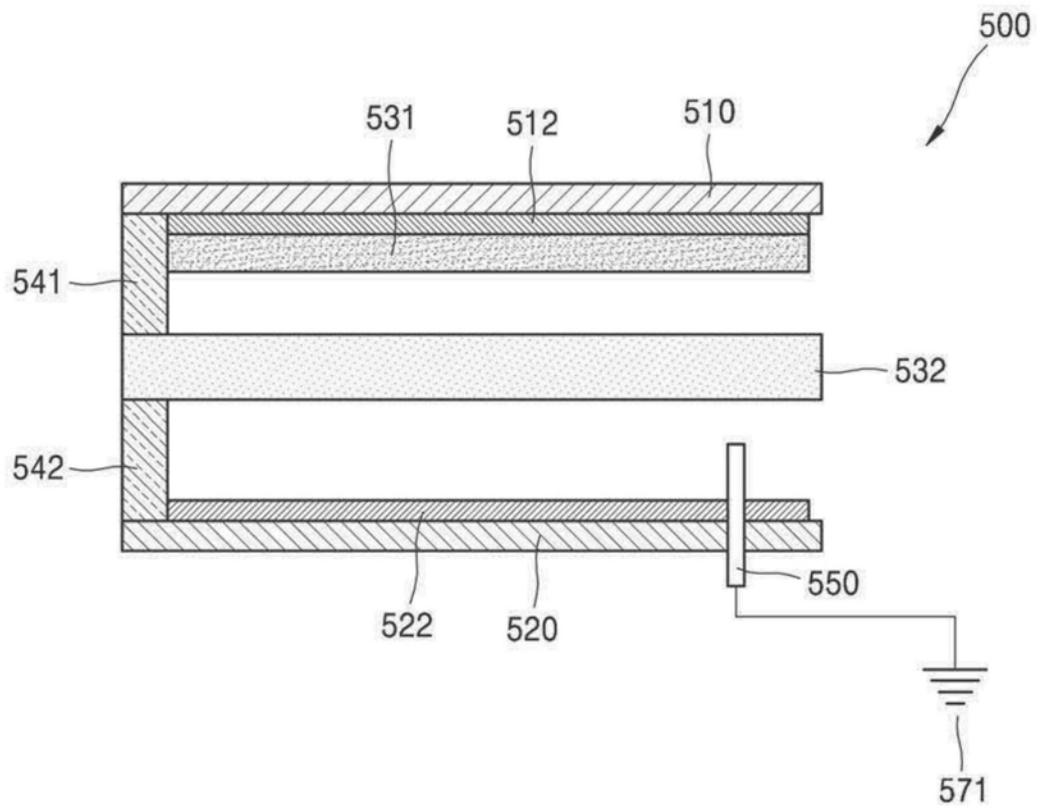


图17

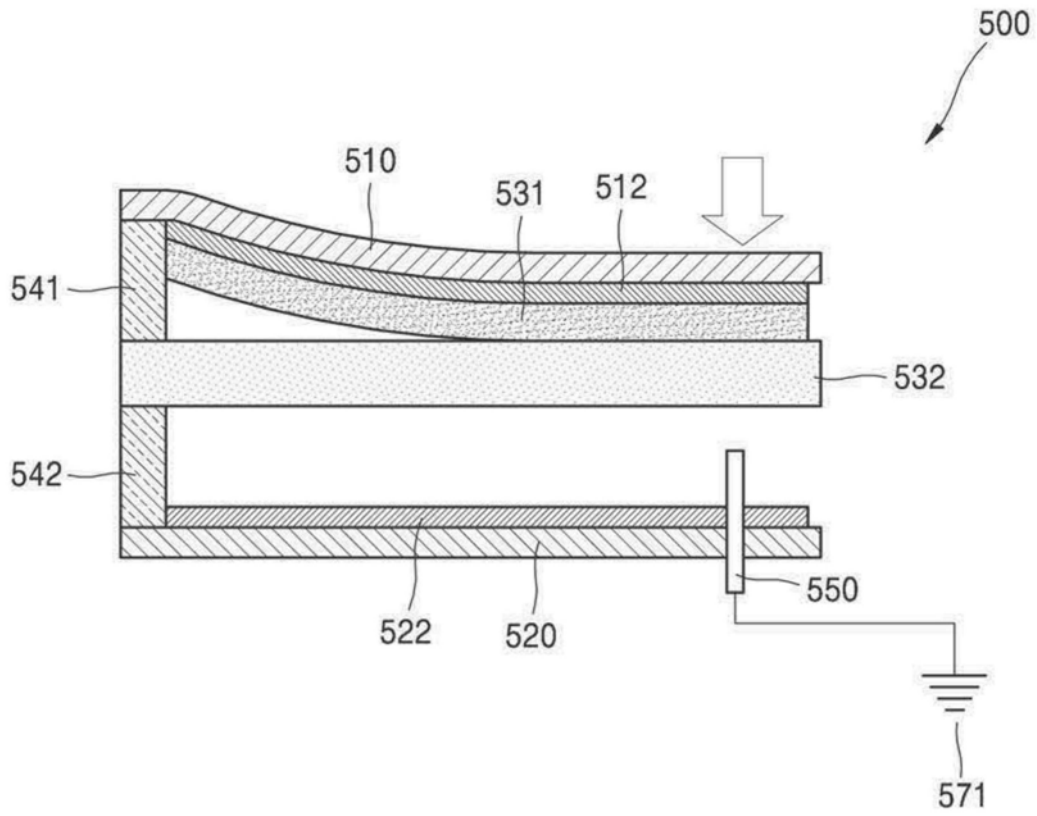


图18A

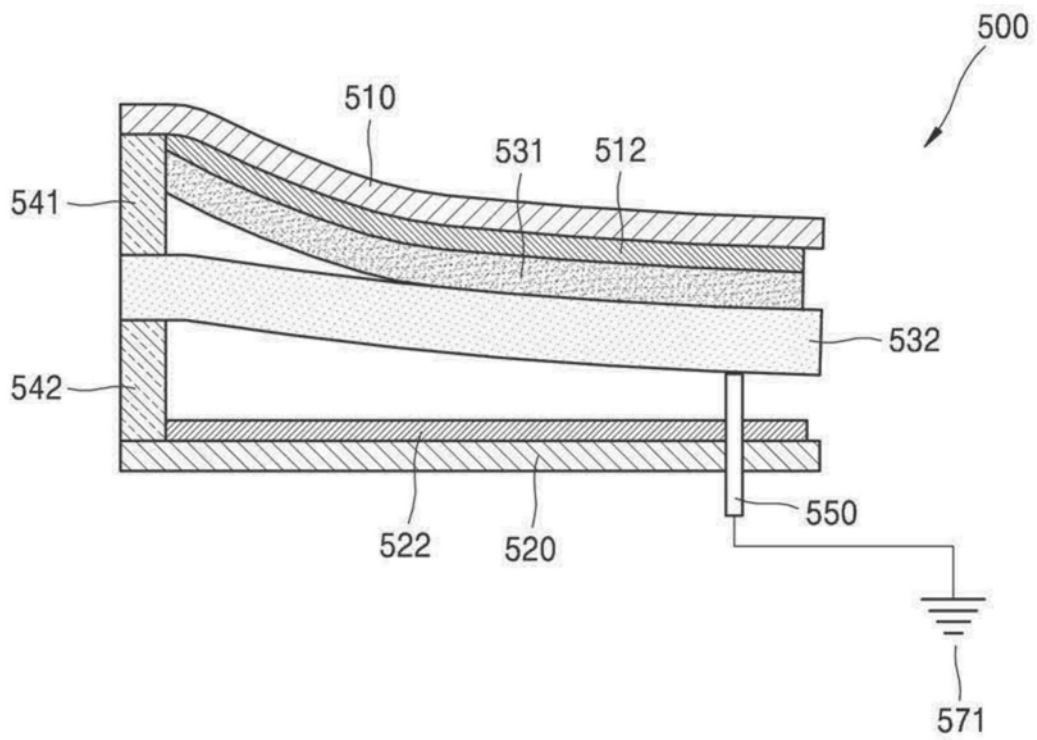


图18B

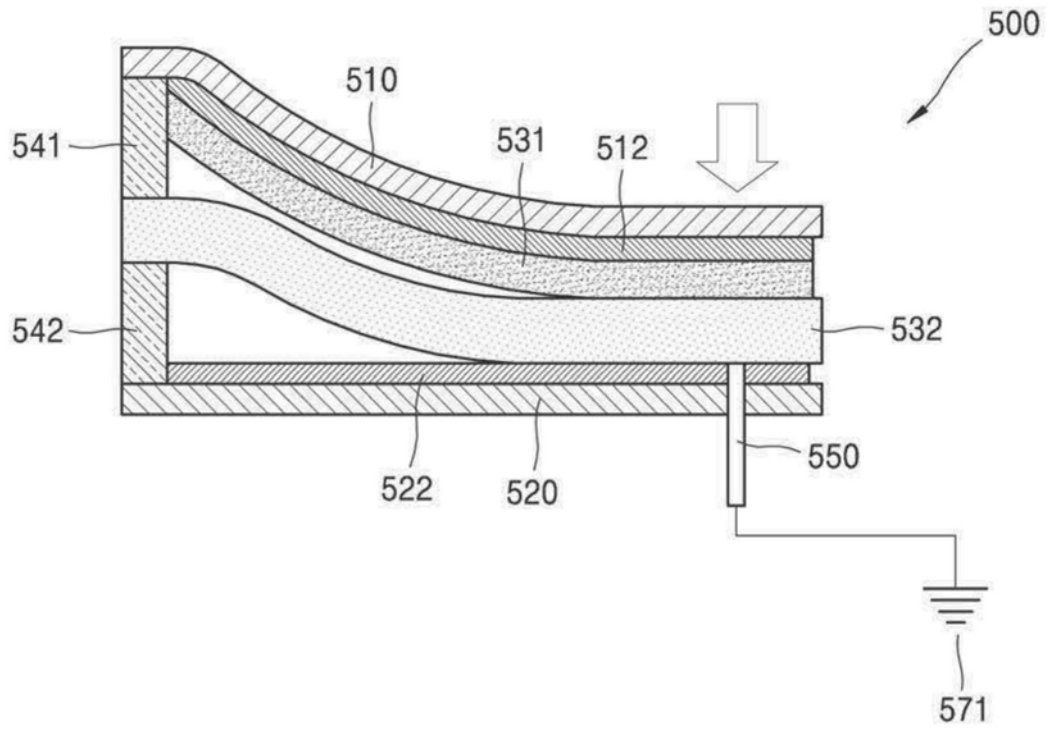


图18C

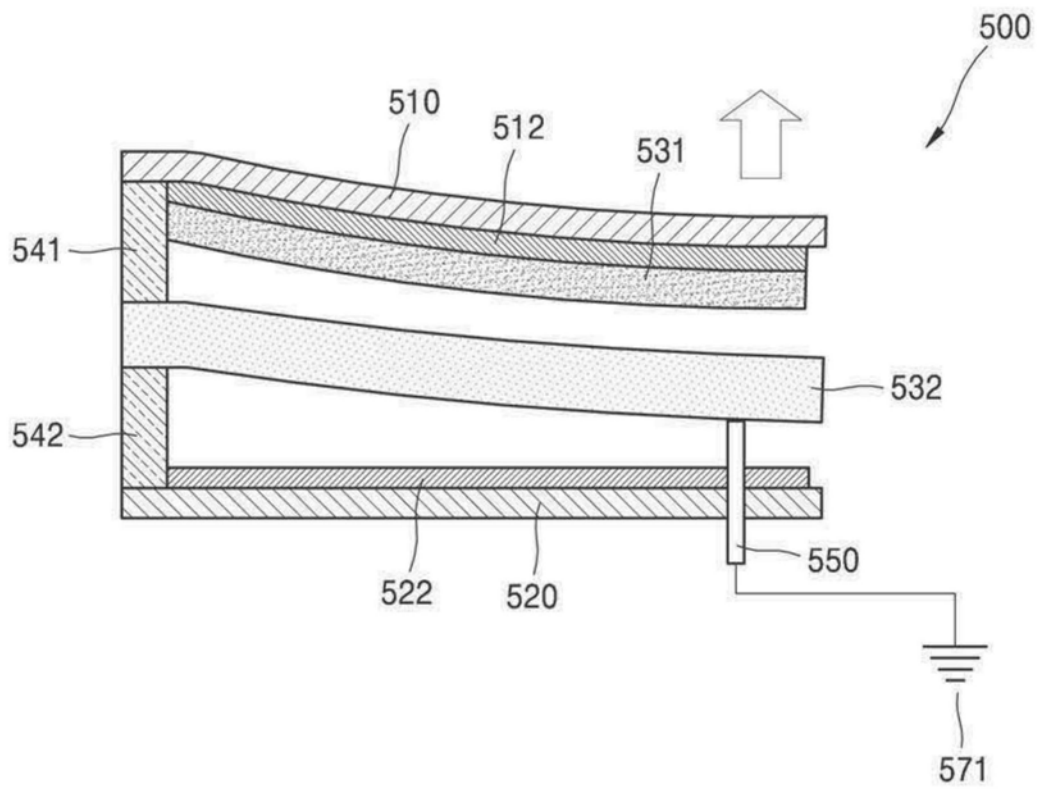


图18D

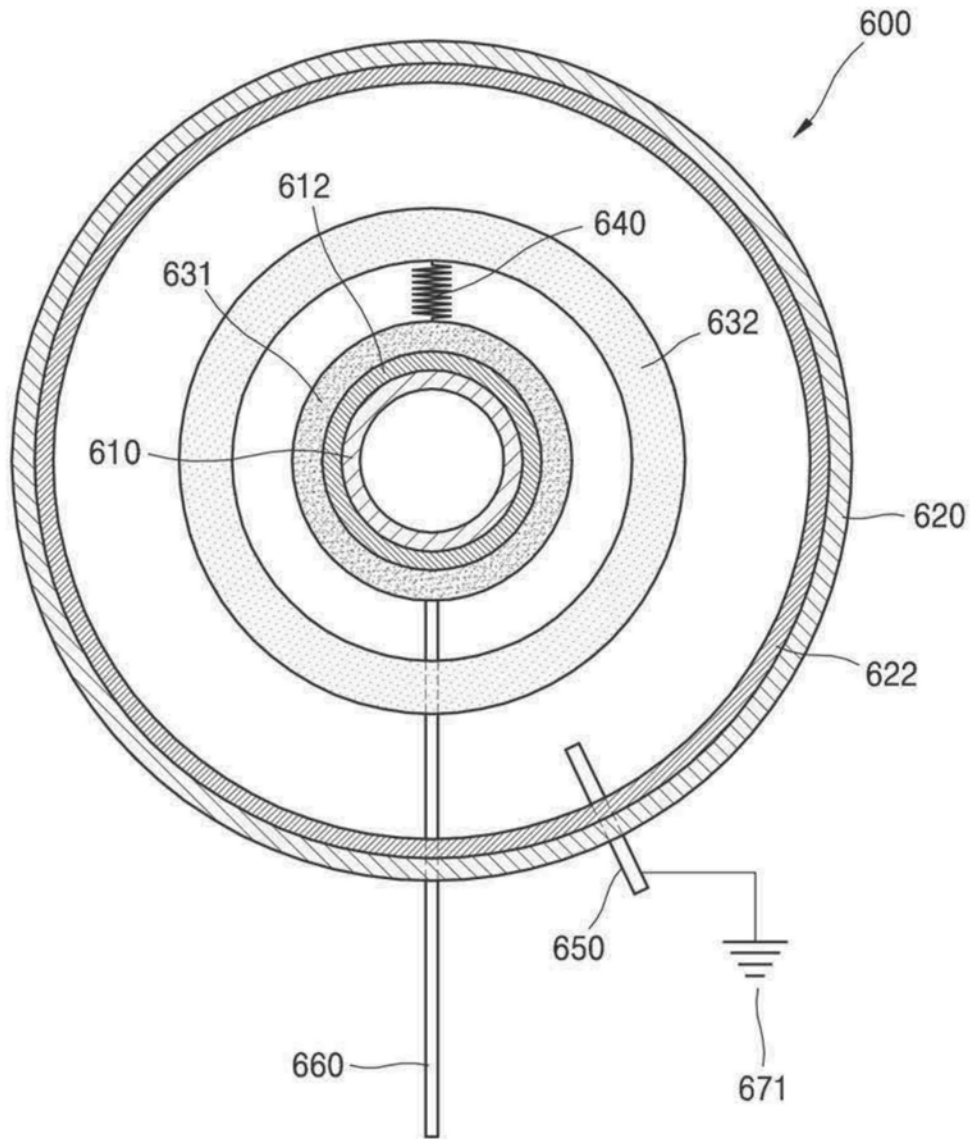


图19

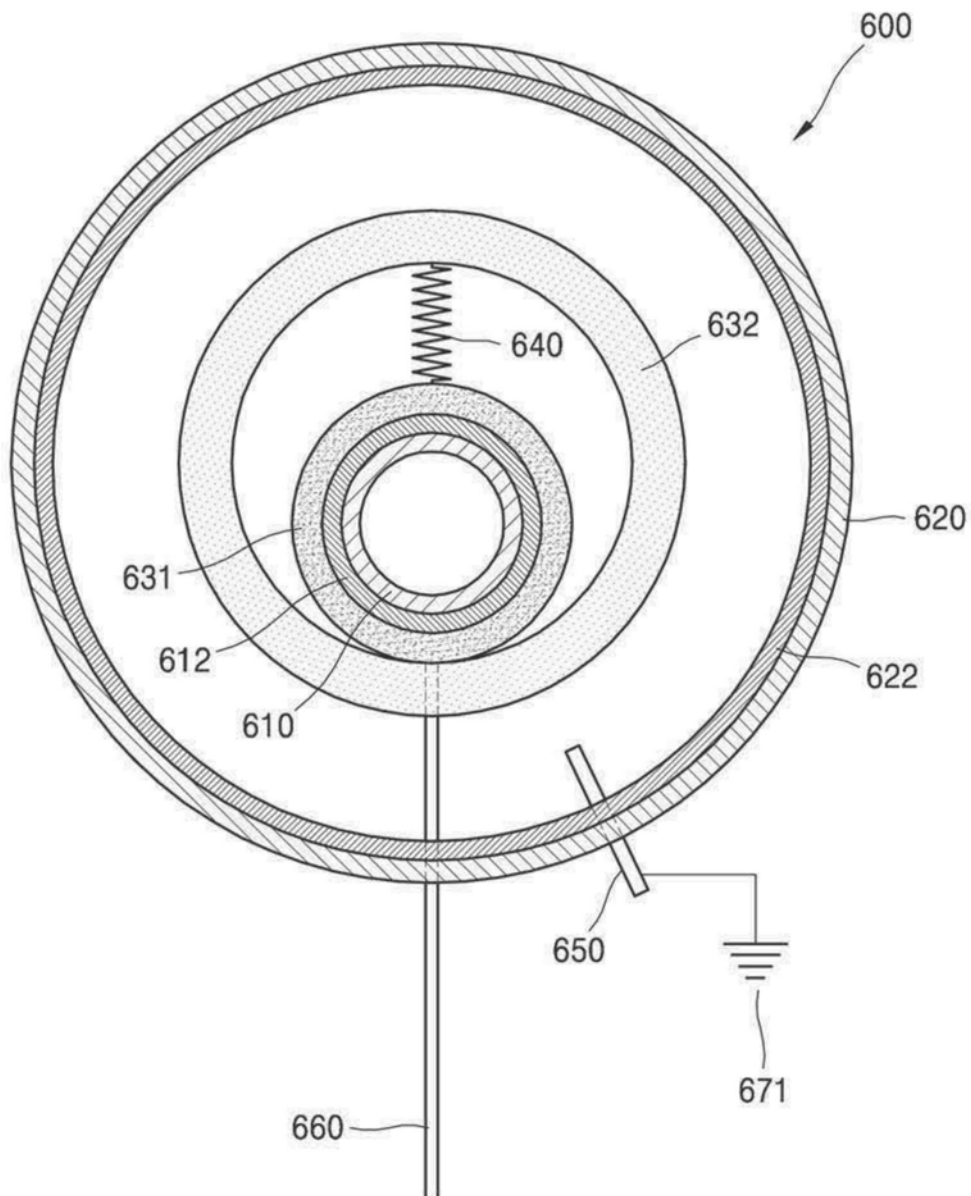


图20A

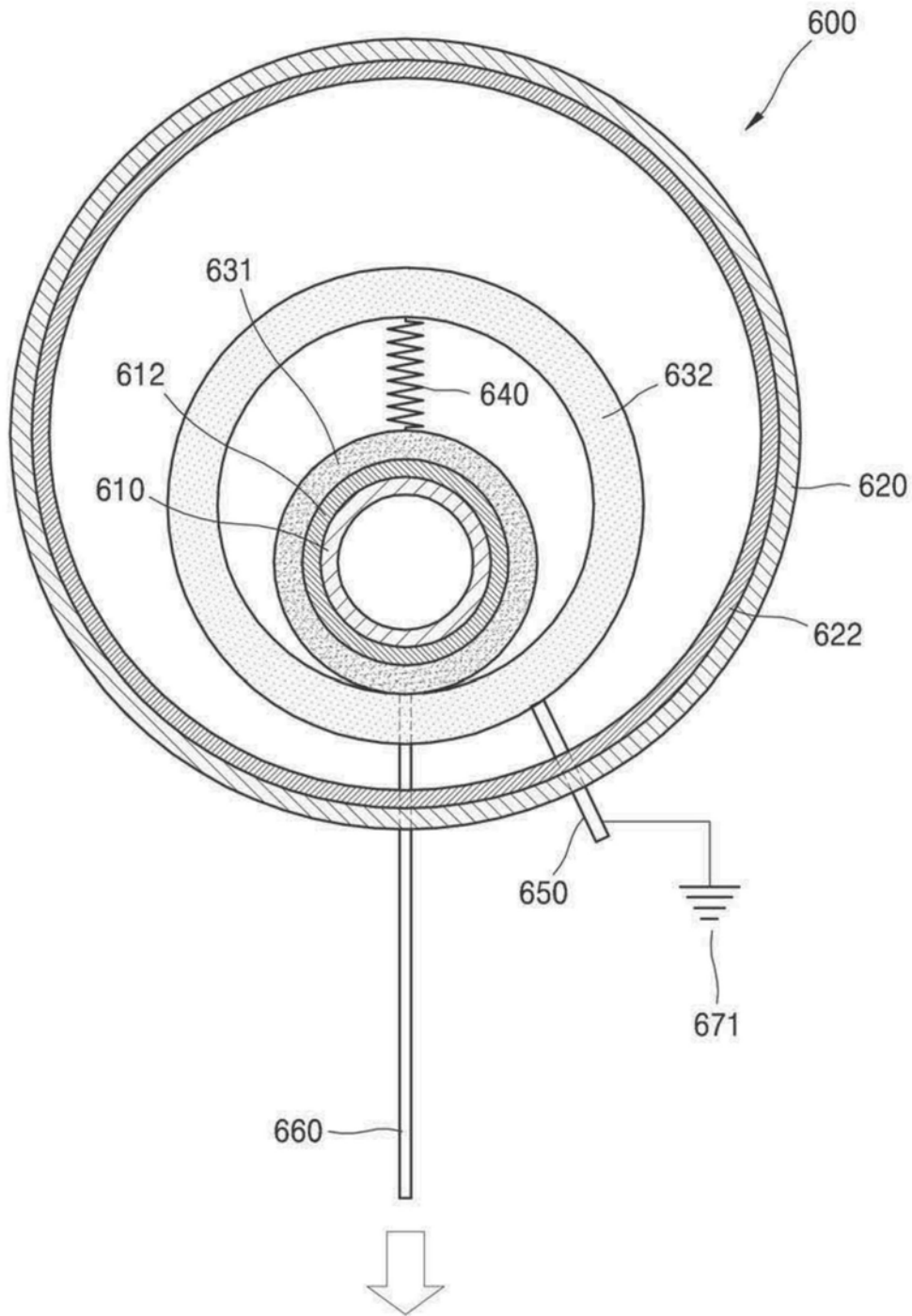


图20B

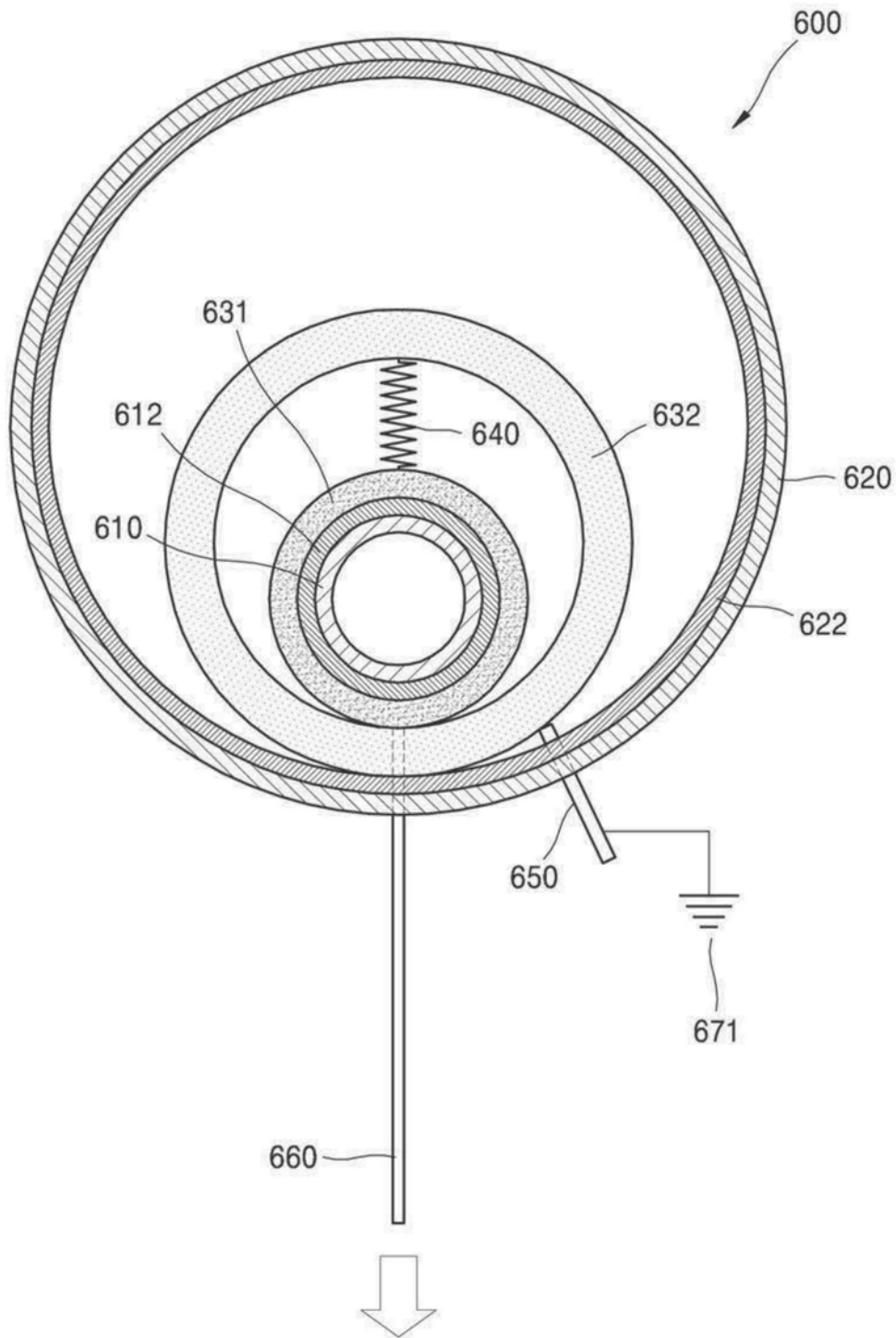


图20C

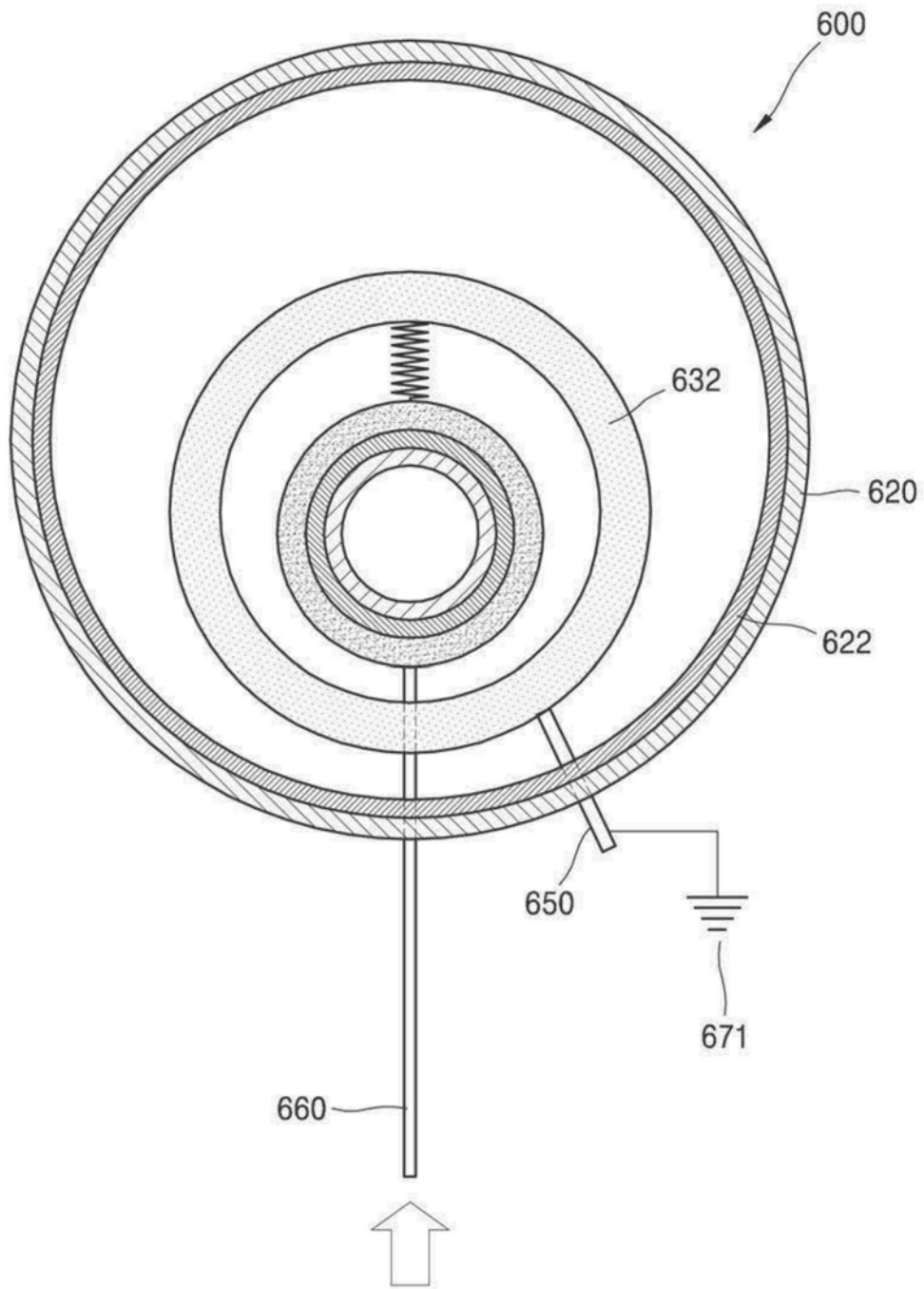


图20D

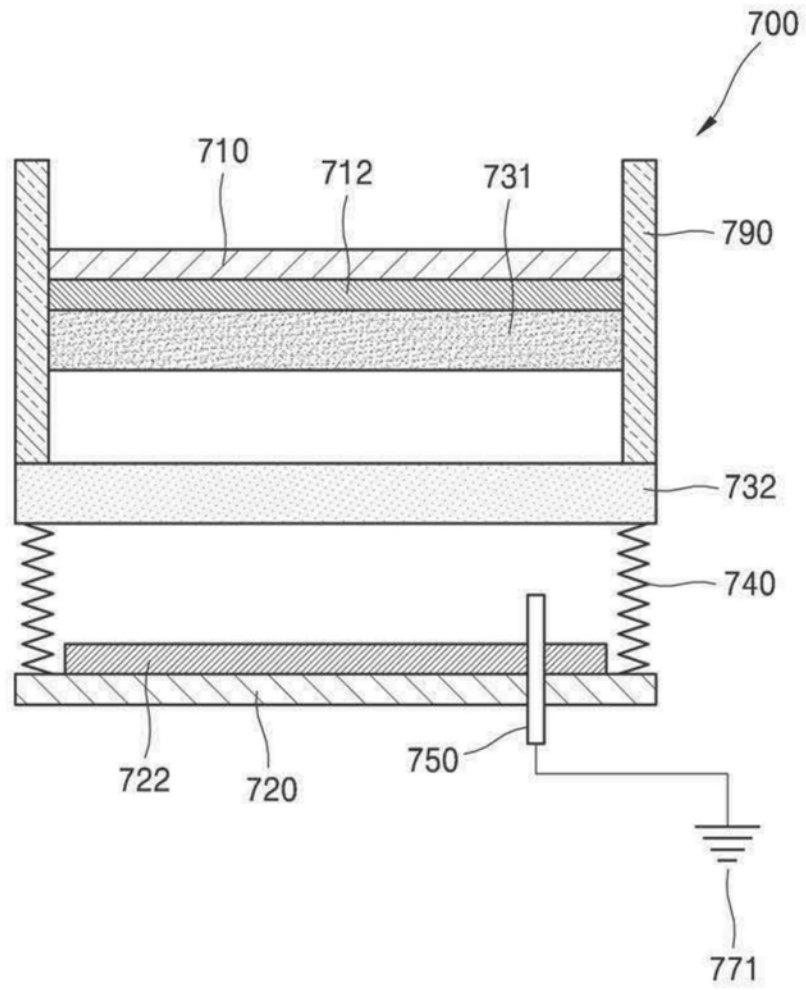


图21

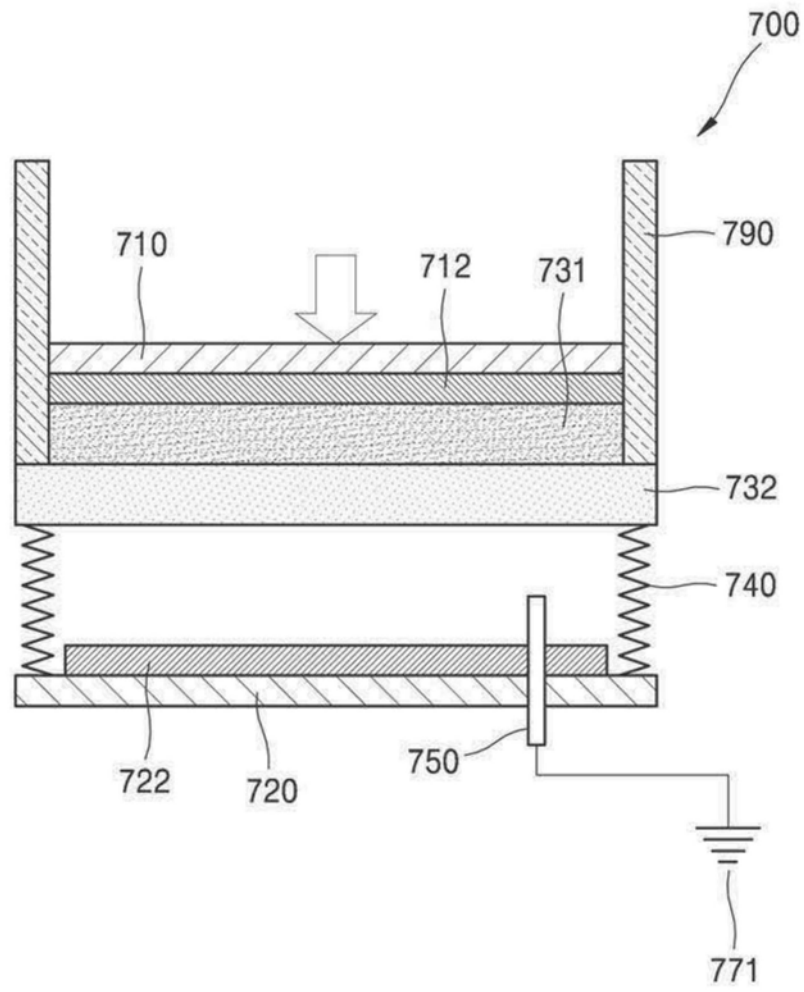


图22A

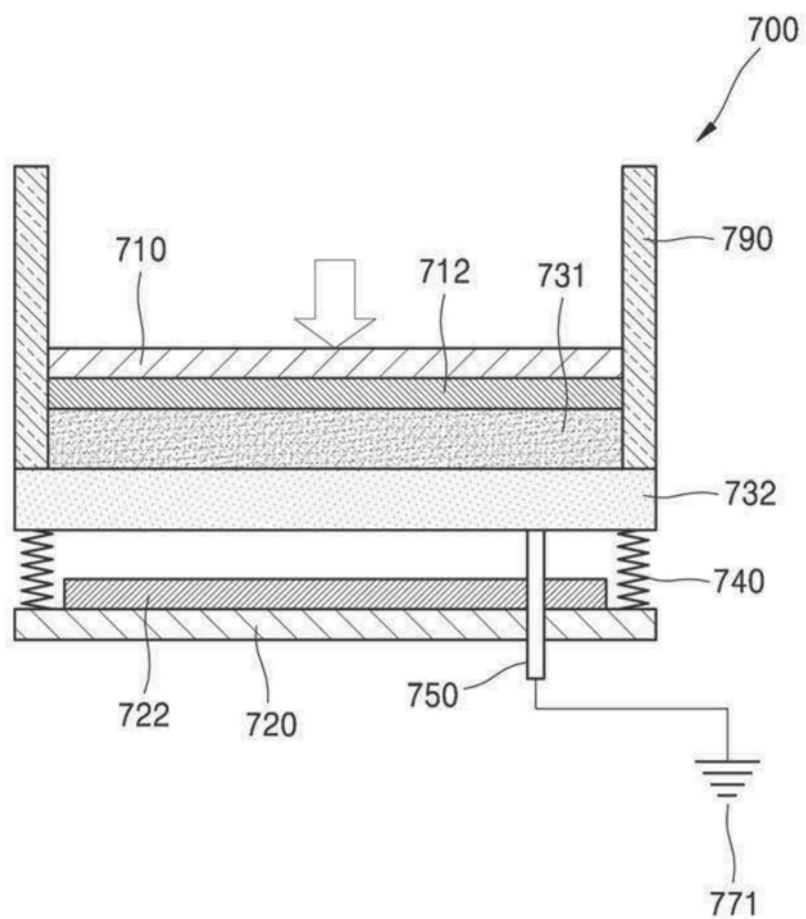


图22B

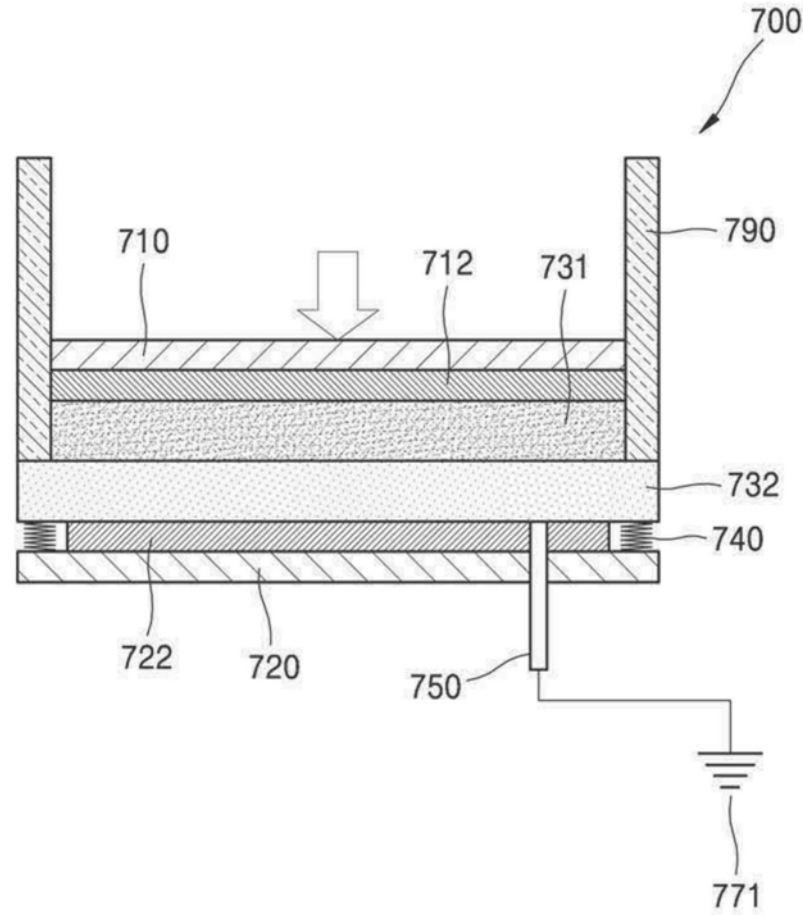


图22C

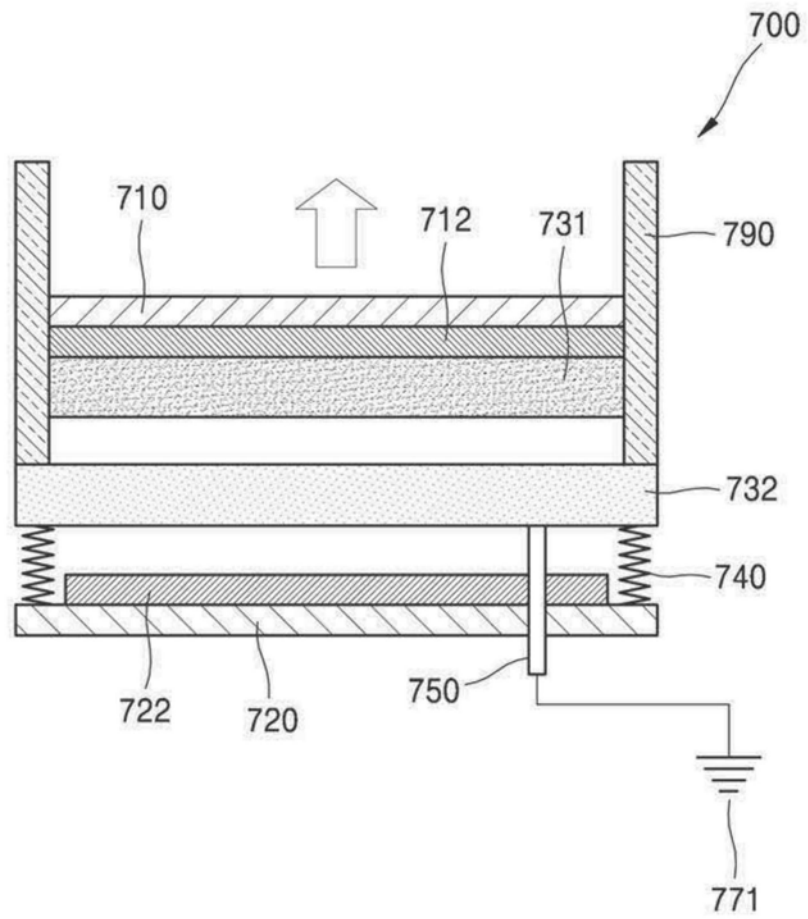


图22D

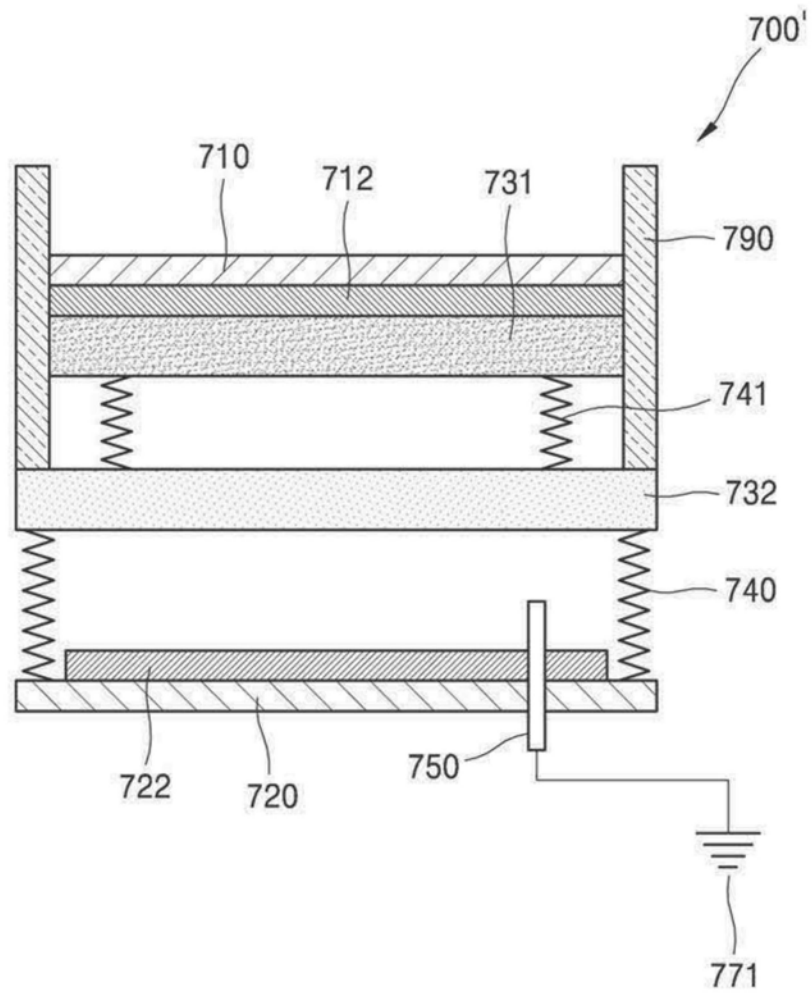


图23

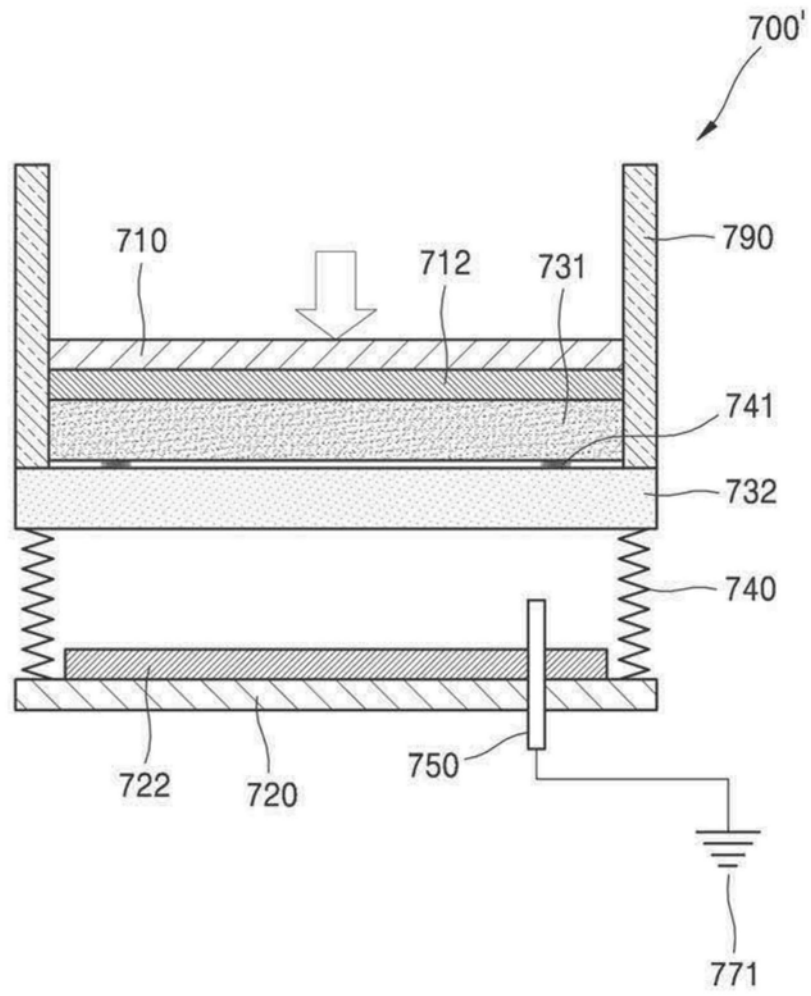


图24A

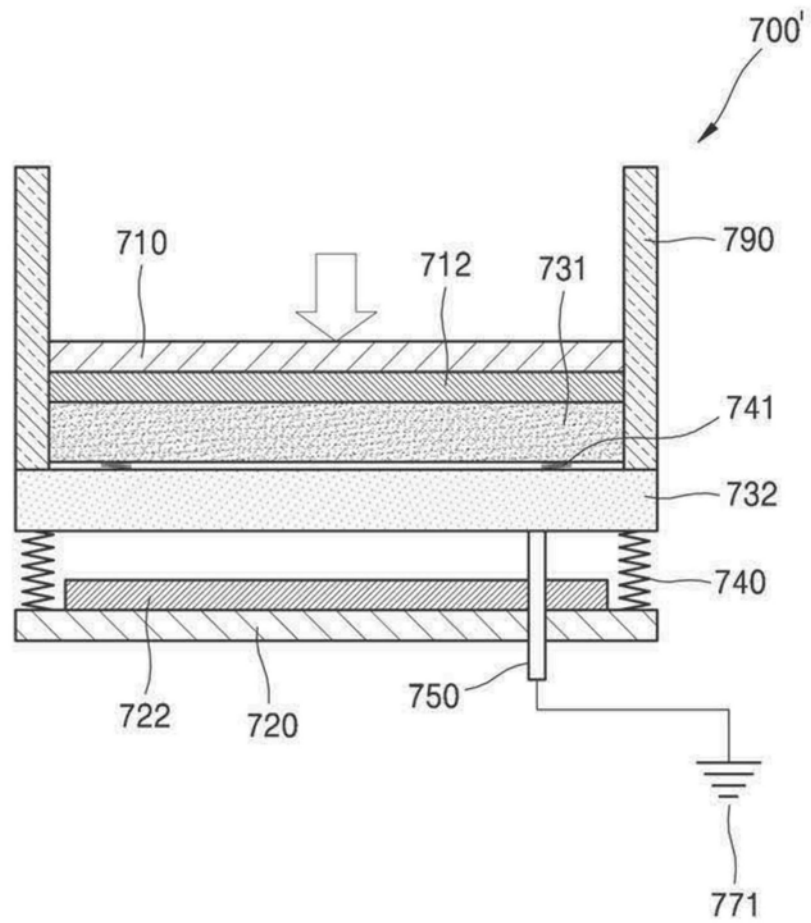


图24B

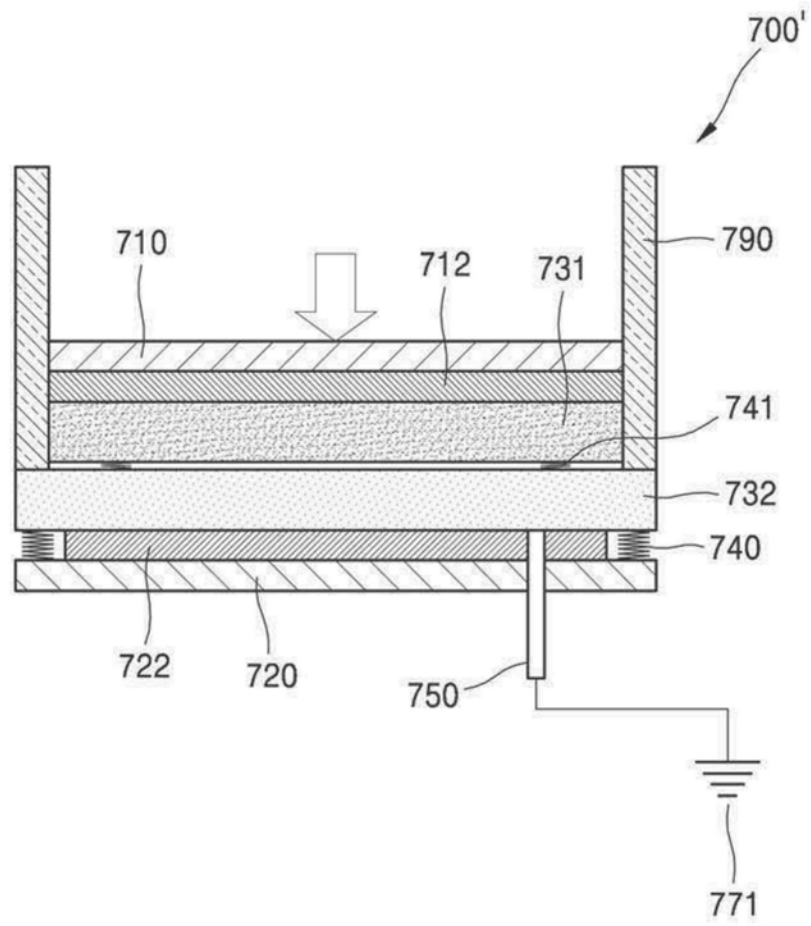


图24C

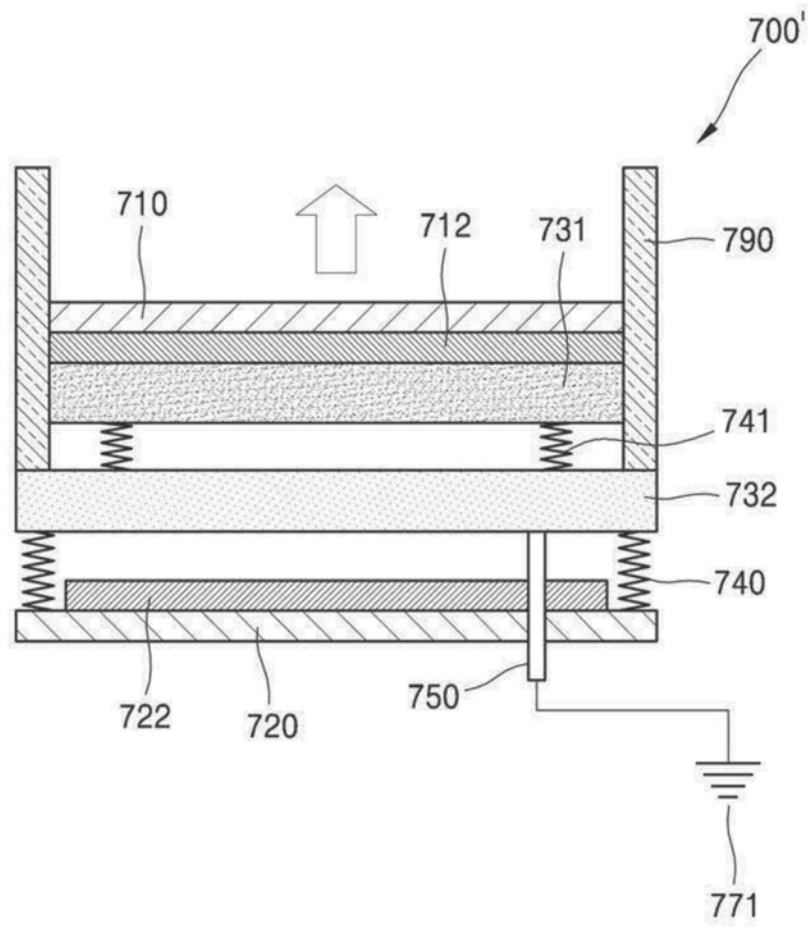


图24D

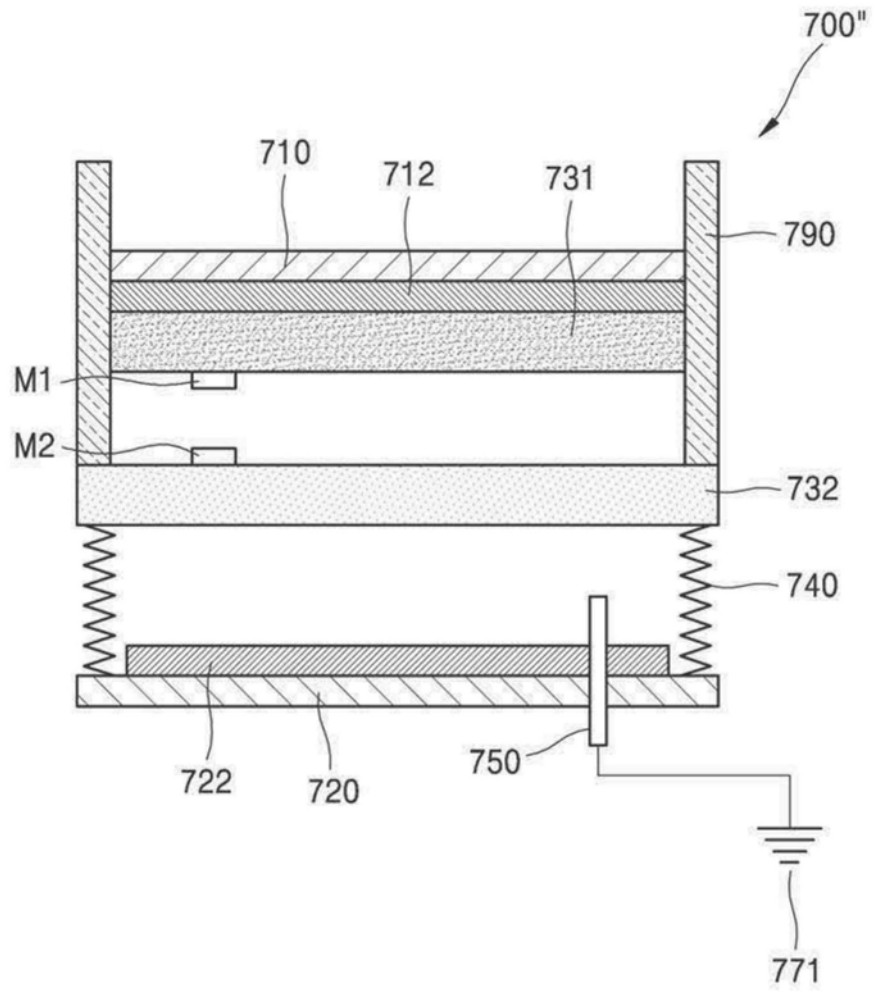


图25

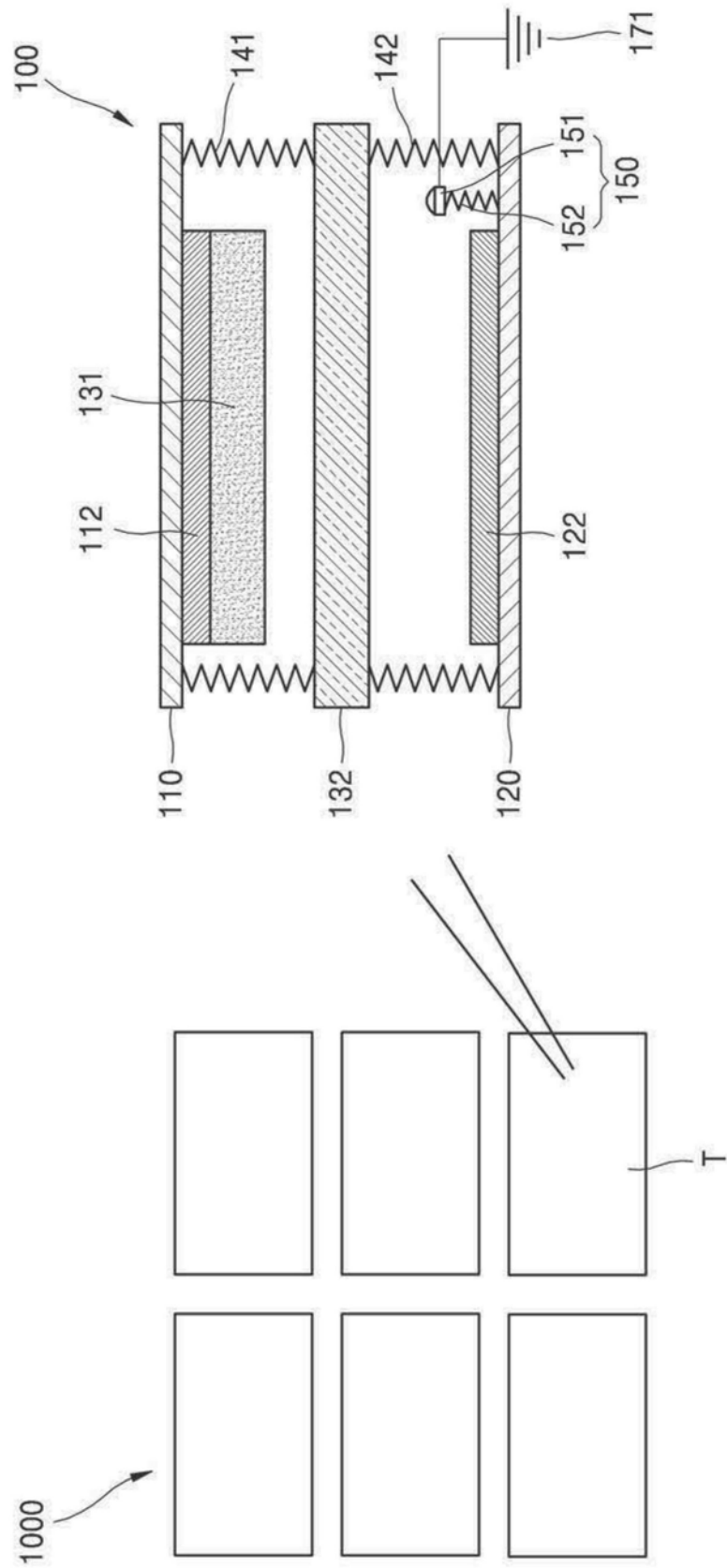


图26