



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101997080 A

(43) 申请公布日 2011.03.30

(21) 申请号 201010260161.6

(22) 申请日 2010.08.20

(30) 优先权数据

191723/2009 2009.08.21 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 中山雅夫

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 陈海红 周春燕

(51) Int. Cl.

H01L 41/047(2006.01)

H01L 41/22(2006.01)

B41J 2/14(2006.01)

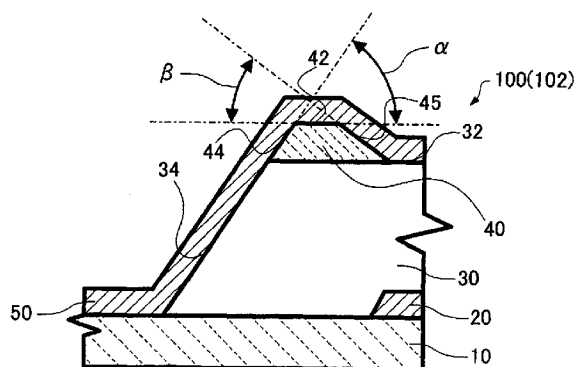
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 7 页

(54) 发明名称

压电元件及其制造方法、压电致动器、液体喷射头及装置

(57) 摘要

本发明提供可靠性高的压电元件及其制造方法、压电致动器、液体喷射头及装置。本发明的压电元件(100)包括基板(10)、设置在基板(10)的上方的第1导电层(20)、覆盖第1导电层(20)的上方及侧方的压电体层(30)、设置在压电体层(30)的顶面(32)且沿顶面(32)的边缘而设置的缓冲层(40)和至少覆盖缓冲层(40)及压电体层(30)的第2导电层(50)。



1. 一种压电元件,包括:

基板;

设置在所述基板的上方的第 1 导电层;

覆盖所述第 1 导电层的上方及侧方的压电体层;

缓冲层,其设置在所述压电体层的上方,沿该压电体层的顶面的边缘而设置;以及

至少覆盖所述缓冲层及所述压电体层的第 2 导电层。

2. 根据权利要求 1 所述的压电元件,其中:

所述缓冲层具有连接该缓冲层的顶面及所述压电体层的侧面的第 1 侧面和连接所述缓冲层的顶面及所述压电体层的顶面的第 2 侧面;

所述第 2 侧面相对于所述缓冲层的顶面的倾斜度比所述第 1 侧面相对于所述缓冲层的顶面的倾斜度小。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的压电元件,还包括:

覆盖所述压电体层的顶面且设置在该压电体层与所述第 2 导电层之间的第 3 导电层;

其中,所述缓冲层设置于所述第 3 导电层的上方。

4. 根据权利要求 1~3 中的任意一项所述的压电元件,其中:

所述缓冲层的材质包括从氧化铝、氧化钛、氮化硅及氧化镧镍中选择的至少一种。

5. 根据权利要求 1~4 中的任意一项所述的压电元件,其中:

具有多个包括所述第 1 导电层、所述压电体层、所述缓冲层及所述第 2 导电层的叠层结构;

所述第 1 导电层成为各所述叠层结构中的分立电极,所述第 2 导电层成为多个所述叠层结构中的共用电极。

6. 一种压电元件的制造方法,包括:

在基板的上方形成第 1 导电层的工序;

使压电体层成膜于所述基板及所述第 1 导电层的上方的工序;

使缓冲层成膜于所述压电体层的上方的工序;

对所述缓冲层及所述压电体层进行图案形成的第 1 图案形成工序;

对图案形成后的所述缓冲层进一步进行图案形成的第 2 图案形成工序;以及

以包覆所述压电体层及所述缓冲层的方式形成第 2 导电层的工序;

其中,在所述第 2 图案形成工序中,所述缓冲层以沿所述压电体层的顶面的边缘的方式形成。

7. 一种压电致动器,包括:

权利要求 1~5 中的任意一项所述的压电元件;

其中,所述基板具有可挠性,通过所述压电体层的工作而发生变形。

8. 一种液体喷射头,包括:

权利要求 7 所述的压电致动器;以及

压力室,其与喷嘴孔相连通,且其容积通过所述压电致动器的工作而发生变化。

9. 一种液体喷射装置,包括:

权利要求 8 所述的液体喷射头。

压电元件及其制造方法、压电致动器、液体喷射头及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及压电元件、压电致动器、液体喷射头、液体喷射装置以及压电元件的制造方法。

背景技术

[0002] 压电元件包含由 2 个电极夹持压电体而成的结构。压电元件因为包含这样的结构,所以能够对压电体施加电场而使之产生伸缩等变形。作为压电体的典型材质,已知有锆钛酸铅等。

[0003] 压电元件也可应用于液体喷射头等压电致动器。压电元件的性能有时会由于压电体的劣化而变差。已知:在压电材料为锆钛酸铅等氧化物的情况下,若水分与压电体相接触,则例如会发生在 2 个电极间产生的泄漏电流的增加等,压电元件的可靠性会下降。

[0004] 作为抑制压电体与水分相接触的方法,进行通过阻挡膜覆盖压电体的处理。作为这样的例子,在特开 2005-119199 号公报(专利文献 1)中,公开了用绝缘膜覆盖压电体的结构的液体喷射头。此外,例如,在特开 2005-088441 号公报(专利文献 2)中,有如下液体喷射头的公开:用电极覆盖压电体,使该电极兼具阻挡膜的功能,从而抑制压电体与水分的接触。

[0005] 【专利文献 1】特开 2005-119199 号公报

[0006] 【专利文献 2】特开 2005-088441 号公报

[0007] 可是,在用绝缘膜等覆盖压电体的情况下,若绝缘膜的刚性大,则有时会压制压电元件的伸缩等变形,从而牺牲压电元件的工作性能。

[0008] 此外,在用电极覆盖压电体的情况下,在形成电极时,成膜时的应力有时残留于该电极的内部。若应力残留于电极,则在该残留应力集中的区域,有时会在电极中产生龟裂等,从而水分的阻挡性能变得不充分。

发明内容

[0009] 发明人基于在电极层产生的残留应力容易集中于电极的弯曲部位这样的认知,而完成了本发明。

[0010] 本发明的几种方式的目的之一在于提供可靠性高的压电元件。

[0011] 本发明是为了解决上述问题的至少一部分而提出的,其能够作为以下方式或应用例而实现。

[0012] [应用例 1]

[0013] 本发明的压电元件的一种方式包括:

[0014] 基板;

[0015] 设置在所述基板的上方的第 1 导电层;

[0016] 覆盖所述第 1 导电层的上方及侧方的压电体层;

[0017] 缓冲层,其设置在所述压电体层的上方,沿该压电体层的顶面的边缘而设置;以及

[0018] 至少覆盖所述缓冲层及所述压电体层的第 2 导电层。

[0019] 这样的压电元件,其压电体层的压电材料由第 2 导电层覆盖,并且该第 2 导电层的应力集中部位与覆盖压电材料的区域分隔开。由此,上述应用例的压电元件可抑制例如大气等氛围中的水分与压电材料的接触,从而压电材料难以劣化而可靠性变高。

[0020] 还有,在本发明的记载中,将“上方”这样的表述用为例如“在特定物(以下称为“A”)的“上方”形成其他特定物(以下称为“B”)”等。在本发明的记载中,在该例子的情况下,作为包括在 A 上直接形成 B 的情况和在 A 上隔着其他物形成 B 的情况,使用“上方”这样的表述。

[0021] [应用例 2]

[0022] 在应用例 1 的压电元件中:

[0023] 所述缓冲层具有连接该缓冲层的顶面及所述压电体层的侧面的第 1 侧面和连接所述缓冲层的顶面及所述压电体层的顶面的第 2 侧面;

[0024] 所述第 2 侧面相对于所述缓冲层的顶面的倾斜度比所述第 1 侧面相对于所述缓冲层的顶面的倾斜度小。

[0025] 这样的压电元件,因为在缓冲层的第 2 侧面与压电体层的顶面相连接的部位,在第 2 导电层中难以产生残留应力,所以能够提高可靠性。

[0026] [应用例 3]

[0027] 在应用例 1 或应用例 2 的压电元件中:

[0028] 还包括:覆盖所述压电体层的顶面且设置在该压电体层与所述第 2 导电层之间的第 3 导电层;

[0029] 其中,所述缓冲层设置于所述第 3 导电层的上方。

[0030] 这样的压电元件,因为在形成缓冲层时,第 3 导电层成为蚀刻停止层,并且能够保护压电体层的上方,所以压电体层更加难以与水分等接触,从而能够进一步提高可靠性。

[0031] [应用例 4]

[0032] 在应用例 1 ~ 应用例 3 的任意一例的压电元件中:

[0033] 所述缓冲层的材质包括从氧化铝、氧化钛、氮化硅及氧化钨镍中选择的至少一种。

[0034] 这样的压电元件,因为具备使水分难以透过的缓冲层,所以压电材料进一步难以劣化,能够使可靠性进一步提高。

[0035] [应用例 5]

[0036] 在应用例 1 ~ 应用例 4 的任意一例的压电元件中:

[0037] 具有多个包括所述第 1 导电层、所述压电体层、所述缓冲层及所述第 2 导电层的叠层结构;

[0038] 所述第 1 导电层成为各所述叠层结构中的分立电极,所述第 2 导电层成为多个所述叠层结构中的共用电极。

[0039] 这样的压电元件,因为第 2 导电层成为共用电极,所以具有与上述的压电元件同样高的可靠性,并且小型且制造容易。

[0040] [应用例 6]

[0041] 本发明的压电元件的制造方法的一种方式包括:

[0042] 在基板的上方形成第 1 导电层的工序;

- [0043] 使压电体层成膜于所述基板及所述第 1 导电层的上方的工序；
- [0044] 使缓冲层成膜于所述压电体层的上方的工序；
- [0045] 对所述缓冲层及所述压电体层进行图案形成的第 1 图案形成工序；
- [0046] 对图案形成后的所述缓冲层进一步进行图案形成的第 2 图案形成工序；以及
- [0047] 以包覆所述压电体层及所述缓冲层的方式形成第 2 导电层的工序；
- [0048] 其中，在所述第 2 图案形成工序中，所述缓冲层以沿所述压电体层的顶面的边缘的方式形成。
- [0049] 根据这样的压电元件的制造方法，能够以不使第 2 导电层中的应力的集中产生的方式制造压电元件，能够容易地制造具有高可靠性的压电元件。
- [0050] [应用例 7]
- [0051] 本发明的压电致动器的一种方式包括：
- [0052] 应用例 1～应用例 5 中的任意一例所述的压电元件；
- [0053] 其中，所述基板具有可挠性，通过所述压电体层的工作而发生变形。
- [0054] 这样的压电致动器，因为包括前述压电元件，所以能够具有高的可靠性。
- [0055] [应用例 8]
- [0056] 本发明的液体喷射头的一种方式包括：
- [0057] 应用例 7 所述的压电致动器；以及
- [0058] 压力室，其与喷嘴孔相连通，且其容积通过所述压电致动器的工作而发生变化。
- [0059] 这样的液体喷射头，因为包括前述压电致动器，所以能够具有高的可靠性。
- [0060] [应用例 9]
- [0061] 本发明的液体喷射装置的一种方式包括：
- [0062] 应用例 8 所述的液体喷射头。
- [0063] 这样的液体喷射装置，因为包括前述液体喷射头，所以能够具有高的可靠性。

附图说明

- [0064] 图 1 是实施方式的压电元件 100 的剖面的示意图。
- [0065] 图 2 是实施方式的压电元件 100 的主要部分的剖面的示意图。
- [0066] 图 3 是变形例 1 的压电元件 120 的主要部分的剖面的示意图。
- [0067] 图 4 是变形例 2 的压电元件 140 的主要部分的剖面的示意图。
- [0068] 图 5 是变形例 3 的压电元件 140 的主要部分的剖面的示意图。
- [0069] 图 6 是实施方式的压电元件 300 的剖面的示意图。
- [0070] 图 7 是变形例 4 的压电元件 400 的剖面的示意图。
- [0071] 图 8 是变形例 5 的压电元件 500 的剖面的示意图。
- [0072] 图 9 是实施方式的压电元件的制造工序的示意图。
- [0073] 图 10 是实施方式的压电元件的制造工序的示意图。
- [0074] 图 11 是实施方式的压电元件的制造工序的示意图。
- [0075] 图 12 是实施方式的压电元件的制造工序的示意图。
- [0076] 图 13 是实施方式的液体喷射头 600 的剖面的示意图。
- [0077] 图 14 是示意性地表示实施方式的液体喷射头 600 的分解立体图。

[0078] 图 15 是示意性地表示实施方式的液体喷射装置 700 的立体图。

[0079] 符号说明

[0080] 10…基板, 12…氧化锆层, 14…硅基板, 20…第 1 导电层, 30、30a…压电体层, 32…顶面, 34…侧面, 36…驱动区域, 40、40a、40b、46、48…缓冲层, 42…顶面, 44…第 1 侧面, 45…第 2 侧面, 50…第 2 导电层, 60…第 3 导电层, 64…侧面, 70…导电性缓冲层, 74…侧面, 100、120、140、160、300、400、500…压电元件, 102…压电致动器, 200…叠层结构, 600…液体喷射头, 610…喷嘴板, 612…喷嘴孔, 620…压力室基板, 622…压力室, 624…贮液部, 626…供给口, 628…贯通孔, 630…框体, 700…液体喷射装置, 710…驱动部, 720…装置主体, 721…托架, 722…排出口, 730…头单元, 731…墨盒, 732…滑架, 741…滑架电动机, 742…往复移动机构, 743…同步带, 744…滑架导轨, 750…供纸部, 751…供纸电动机, 752…供纸卷轴, 752a…从动卷轴, 752b…驱动卷轴, 760…控制部, 770…操作面板。

具体实施方式

[0081] 以下关于本发明的优选的实施方式, 参照附图进行说明。而且, 以下的实施方式对本发明的一例进行说明。此外, 本发明并不限定于下述的实施方式, 而也包括在不改变其主旨的范围所实施的各种变形例。

[0082] 1. 压电元件

[0083] 图 1 是本实施方式的压电元件 100 的剖面的示意图。图 2 是压电元件 100 的主要部分的剖面的示意图。

[0084] 本实施方式的压电元件 100 包括基板 10、第 1 导电层 20、压电体层 30、缓冲层 40 和第 2 导电层 50。

[0085] 基板 10 例如能够形成为由导电体、半导体、绝缘体形成的平板。基板 10 既可以是单层, 也可以是多层叠层而成的结构。此外, 基板 10 只要其顶面是平面的形状, 并不限定其内部的结构, 例如, 也可以是在内部形成有空间等的结构。例如, 在如后述的液体喷射头那样在基板 10 的下方形成有压力室等的情况下, 也可以将形成于基板 10 下方的多个结构统一看作为一块基板 10。

[0086] 基板 10 例如也可以是具有可挠性并通过压电体层 30 的工作而发生变形(弯曲)的振动板。在此情况下, 压电元件 100 成为包括振动板、第 1 导电层 20、压电体层 30、缓冲层 40 和第 2 导电层 50 的压电致动器 102。在此, 所谓基板 10 具有可挠性, 指基板 10 能够挠曲。在将基板 10 形成为振动板的情况下, 基板 10 的挠曲例如在将压电致动器 102 用于液体喷射头的情况下, 是能够使压力室的容积与所喷出的液体的体积相同程度地变化的程度。

[0087] 在基板 10 是振动板的情况下, 作为基板 10 的材质, 例如能够例示氧化锆(ZrO_2)、氮化硅、氧化硅等无机氧化物、不锈钢等合金。它们之中, 作为基板 10(振动板)的材质, 在化学稳定性及刚性这一点上, 氧化锆尤其合适。在该情况下, 基板 10 也可以是所例示的物质中的 2 种以上物质的叠层结构。

[0088] 在本实施方式中, 以下, 例示基板 10 是振动板而利用氧化锆形成的情况。从而, 压电元件 100 与具备具有可挠性并能够通过压电体层 30 的工作而发生变形(弯曲)的振动板的压电致动器 102 实质上相同。从而在以下的说明中, 压电元件 100 及压电致动器 102

能够相互改换称谓。

[0089] 基板 10 (振动板) 的厚度能够按照所采用的材质的弹性系数等最佳地选择。基板 10 的厚度例如能够设定为 200nm 以上 2000nm 以下。若基板 10 的厚度比 200nm 薄, 则存在难以获取振动等机械性输出的情况, 若比 2000nm 厚, 则存在不产生振动等的情况。

[0090] 第 1 导电层 20 形成于基板 10 的上方。作为第 1 导电层 20 的材质, 例如能够例示: 镍、铌、铂等各种金属, 它们的导电性氧化物 (例如氧化铌等), 锶与钨的复合氧化物 (SrRuO_x :SRO), 镧与镍的复合氧化物 (LaNiO_x :LNO) 等。第 1 导电层 20 既可以是所例示的材料的单层结构, 也可以是叠层有多种材料的结构。此外, 在第 1 导电层 20 与基板 10 之间, 例如也可以形成紧密附着层等。作为该情况下的紧密附着层, 例如可举出钛层等。第 1 导电层 20 的厚度例如能够设定为 50nm 以上 300nm 以下。作为第 1 导电层 20 的功能之一, 可举出成为用于对压电体层 30 施加电压的一个电极 (形成于压电体层 30 的下部的下部电极) 的功能。

[0091] 压电体层 30 覆盖第 1 导电层 20 的上方及侧方面而形成。在图示的例子中, 压电体层 30 覆盖第 1 导电层 20 的顶面及侧面和基板 10 的顶面 12 而形成。在压电体层 30 与第 1 导电层 20 之间, 也可以形成其他层。作为该情况下的其他层, 例如可举出用于对压电体层 30 的晶体取向进行控制的取向控制层 (例如钛层) 等。压电体层 30 的厚度例如能够设定为 300nm 以上 3000nm 以下。若压电体层 30 的厚度脱离前述范围, 则存在得不到为了使基板 10 发生变形而所需的伸缩的情况。

[0092] 压电体层 30 具有顶面 32 和与顶面 32 连接的侧面 34。在图 2 的例子中, 压电体层 30 的顶面 32 是平坦的面 (平面), 与基板 10 的顶面基本平行。压电体层 30 的顶面 32 并不一定限定为平坦的面, 而也可以具有反映了基底的第 1 导电层 20 的形状的凸形状。压电体层 30 的侧面 34 成为将压电体层 30 的顶面 32 与基板 10 的顶面连接的面。压电体层 30 的侧面 34 既可以由一个平坦的面构成, 也可以由多个平坦的面构成。此外, 压电体层 30 的侧面 34 也可以包括曲面而构成。

[0093] 压电体层 30 由压电材料形成。因此, 压电体层 30 能够通过由第 1 导电层 20 及第 2 导电层 50 (后面描述) 施加电场而发生变形。基板 10 能够通过该变形而挠曲、振动。还有, 在本说明书中, 将压电体层 30 之中的第 1 导电层 20 与第 2 导电层 50 俯视相重叠的区域称为驱动区域 36 而附加符号。

[0094] 作为压电体层 30 的材质, 优选由通式 ABO_3 表示的钙钛矿型氧化物 (例如, A 包括 Pb, B 包括 Zr 及 Ti)。作为这样的材料的具体例子, 可举出锆钛酸铅 ($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$) (以下有时将其简称为“PZT”)、铌酸锆酸钛酸铅 ($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti}, \text{Nb})\text{O}_3$) (以下有时将其简称为“PZTN”)、钛酸钡 (BaTiO_3)、铌酸钾钠 ($(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$) 等。它们之中, PZT 及 PZTN 因为压电特性优异所以尤其适合作为压电体层 30 的材质。

[0095] 缓冲层 40 设置于压电体层 30 的上方。在图 1 及图 2 的例子中, 缓冲层 40 设置于压电体层 30 的顶面 32。此外, 缓冲层 40 如图 2 所示沿压电体层 30 的顶面 32 的端部而设置, 其具有与压电体层 30 的侧面 34 连续的第 1 侧面 44、与第 1 侧面连续并基本平行于基板 10 的顶面 42、与顶面 42 连续并俯视在压电体层 30 的内侧与压电体层 30 的顶面 32 连接的第 2 侧面 45。更优选: 缓冲层 40 避开压电体层 30 的驱动区域 36 而设置。即, 更优选: 缓冲层 40 处于第 1 导电层 20 与第 2 导电层 50 相重叠的区域的外侧, 且沿顶面 32 的端部而

设置。若以这样的配置设置缓冲层 40,则能够将由缓冲层 40 引起的压电体层 30 的机械性工作(变形等)的约束抑制得更小。

[0096] 作为缓冲层 40 的功能之一,可举出在压电体层 30 的顶面 32 的端部,赋予使在第 2 导电层 50 中难以产生残留应力的形状(后面描述)。此外,作为缓冲层 40 的功能之一,可举出在缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与压电体层 30 的顶面 32 的连接部分,赋予使在第 2 导电层 50 中难以产生残留应力的形状。此外,作为缓冲层 40 的功能之一,可举出使第 2 导电层 50 的容易损坏的部位与压电体层 30 分隔开。进而,作为缓冲层 40 的功能之一,可举出使压电体层 30 与水分难以接触。

[0097] 缓冲层 40 的材质并不特别限定,但是能够举出从氧化铝、氧化硅、氧化钛、氧化铌、氮化硅、氮化钛、氧化镧镍(LNO)、铂、铌及铝中选择的至少一种。在水分的阻挡性能高这一点及与其他部件的干蚀刻的选择性这一点的至少一点上,更优选:缓冲层 40 的材质包括从上述材质之中的氧化铝、氧化钛、氮化硅及 LNO 中选择的至少一种。此外,缓冲层 40 既可以是所例示的材料的单层,也可以是叠层多种材料而成的结构。

[0098] 缓冲层 40 在压电体层 30 的顶面 32 的端部的内侧,沿该端部而设置。在压电元件 100 的压电体层 30 的顶面 32 与侧面 34 相接合的端部(边缘),通过覆盖压电体层 30 及缓冲层 40 而形成的第 2 导电层 50 的厚度方向的弯曲,由于存在缓冲层 40,所以在边缘的位置能够得到缓和。此外,缓冲层 40 的第 2 侧面 45 相对于缓冲层 40 的顶面 42 的倾斜度能够形成得比缓冲层 40 的第 1 侧面 44 相对于缓冲层的顶面 42 的倾斜度小。如果这样,则第 2 导电层 50 的厚度方向的弯曲能够在缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与压电体层 30 的顶面 32 相连接的边缘部分得到缓和。

[0099] 缓冲层 40 的剖面,在图 2 的例子中,是缓冲层 40 的顶面 42 与底面互相平行,第 1 侧面 44 相对于缓冲层 40 的顶面 42,成为以角度 α (锐角侧) 倾斜的形状。而且,在图示的例子中,与压电体层 30 的侧面 34 相同侧的缓冲层 40 的第 1 侧面 44,倾斜度与压电体层 30 的侧面 34 相等。在此,虽然也存在第 1 侧面 44 的倾斜度与压电体层 30 的侧面 34 的倾斜度不相等的情况,但是在该情况下,压电体层 30 的侧面 34 的倾斜度比缓冲层 40 的第 1 侧面的倾斜度小。进而,缓冲层 40 的第 2 侧面 45 为平面,其相对于缓冲层 40 的顶面 42,成为以角度 β (锐角侧) 倾斜的形状。而且,此时的角度 α 及角度 β 的关系成为 $\alpha > \beta$ 。因此,在图 2 的例子中,第 2 导电层 50 的厚度方向的弯曲在缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与压电体层 30 的顶面 32 相连接的边缘部分被缓和。缓冲层 40 的厚度例如能够设定为 20nm 以上 200nm 以下。

[0100] 第 2 导电层 50 覆盖压电体层 30 及缓冲层 40 而形成。在图 1 及图 2 的例子中,第 2 导电层 50 覆盖基板 10 的顶面、压电体层 30 的侧面 34、缓冲层 40 的第 1 侧面 44、缓冲层 40 的顶面 42、缓冲层 40 的第 2 侧面 45 以及压电体层 30 的顶面 32 而形成。

[0101] 第 2 导电层 50 的厚度只要处于具有水分的阻挡性且不会对压电元件 100 的工作造成不良影响的范围,并不进行限定。第 2 导电层 50 的厚度例如能够设定为 20nm 以上 200nm 以下。若第 2 导电层 50 的厚度比 20nm 薄,则存在引起电阻的增大和/或水分阻挡能力的不足的情况,若比 200nm 厚,则存在将阻碍压电元件 100 的变形的情况。

[0102] 作为第 2 导电层 50 的功能之一,可举出与第 1 导电层 20 成对,成为压电元件 100 的一个电极(形成于压电体层 30 的上部的上部电极)。此外,作为第 2 导电层 50 的功能之

一,可举出抑制压电体层 30 的压电材料与来自外界的水分的接触。即,第 2 导电层 50 具有使水分难以透过水分阻挡能力。因此,由第 2 导电层 50 覆盖的压电体层 30 的压电材料因水分引起的劣化得到抑制。

[0103] 第 2 导电层 50 的材质只要具有水分阻挡能力并且具有导电性,并不进行特别限定。第 2 导电层 50 的材质例如能够例示:镍、铌、铂、钨等各种金属,它们的导电性氧化物(例如氧化铌等),SRO, LNO 等。此外,第 2 导电层 50 既可以是单层,也可以是叠层多层而成的结构。

[0104] 第 2 导电层 50 例如能够通过蒸镀、溅射等方法形成。通过这样的方法成膜的第 2 导电层 50 存在成膜时在内部产生残留应力的情况。根据本发明人的研究,明白了:残留于内部的应力容易集中产生于第 2 导电层 50 在厚度方向上弯曲的部位。第 2 导电层 50 中的残留应力所集中的部位,与其他部位相比较,容易产生裂纹等损坏。还有,在通过蒸镀和/或溅射等方法形成第 2 导电层 50 的情况下,第 2 导电层 50 的形状当然依赖于形成第 2 导电层 50 时的基底的形状。

[0105] 本实施方式的压电元件 100,如上所述,具有缓冲层 40。因此,在压电体层 30 的顶面 32 的端部的位置,第 2 导电层 50 的厚度方向的弯曲得到缓和。即,本实施方式的压电元件 100 中的第 2 导电层 50 在压电体层 30 的顶面 32 的端部的位置,与不形成缓冲层 40 的情况相比较,其厚度方向的弯曲的程度得到缓和。由此,第 2 导电层 50 在压电体层 30 的顶面 32 的端部的位置,其残留应力的集中得到降低。因此,第 2 导电层 50 在压电体层 30 的顶面 32 与侧面 34 相连接的位置(顶面 32 的端部),被抑制裂纹的生成。此外,缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与压电体层 30 的顶面 32 的连接部,由于具有缓冲层 40,所以新形成为第 2 导电层 50 的弯曲部。在本实施方式的压电元件 100 中,通过减小缓冲层 40 的第 2 侧面 45 相对于顶面 42 的倾斜度,进一步使该部分的弯曲的程度缓和,从而使该部分处的应力的集中的程度缓和。通过这些,第 2 导电层 50 的阻挡能力在各位置处的降低得到抑制。还有,如图 2 的例子那样,在压电体层 30 的侧面 34 与缓冲层 40 的侧面 44 具有相同的倾斜度的情况下,能够使该位置处的第 2 导电层 50 的弯曲变得非常小,从而进一步抑制残留应力在该位置处的产生。

[0106] 此外,本实施方式的压电元件 100 因为如上所述具有缓冲层 40,所以能够使第 2 导电层 50 在厚度方向上较大弯曲的部位配置于缓冲层 40 的上方。即,使第 2 导电层 50 中的残留应力所集中的区域与压电体层 30 分隔开而配置。由此,即使假设由于残留应力的集中而在第 2 导电层 50 中生成裂纹,也在与压电体层 30 分隔开的部位,比其他部位先生成裂纹。因此,在对缓冲层 40 选择了使水分难以透过的材料的情况下,能够使缓冲层 40 作为安全装置(fail-safe)而起作用。从而,在该情况下,即使假设第 2 导电层 50 具有会产生裂纹的程度的残留应力,也能够充分地保护压电体层 30 以免于由水分引起的劣化。

[0107] 以上所说明的本实施方式的压电元件 100,在通过第 2 导电层 50 包覆压电体层 30 的压电材料的区域,第 2 导电层 50 的残留应力的集中得到抑制,此外该第 2 导电层 50 的残留应力的集中部位与包覆压电体层 30 的区域分隔开。因为通过它们至少一方的作用,水分与压电材料难以相接触,从而压电材料的劣化得到抑制,所以压电元件 100 的可靠性高。

[0108] 2. 变形例

[0109] 图 3 是变形例 1 的压电元件 120 的主要部分的剖面的示意图。以下,在压电元件

120 中,关于与上述的压电元件 100 的部件具有实质上相同的作用、功能的部件附加相同的符号,并省略其详细的说明。

[0110] 压电元件 120,如图 3 所示,除了具有第 3 导电层 60 并且缓冲层 40 设置于第 3 导电层 60 的上方以外,与上述的压电元件 100 相同。

[0111] 第 3 导电层 60 覆盖压电体层 30 的顶面 32 而设置。第 3 导电层 60 的平面的外形形状与压电体层 30 的顶面 32 的形状一致。第 3 导电层 60 的厚度例如能够设定为 5nm 以上 50nm 以下。

[0112] 此外,第 3 导电层 60 的剖面形状并不特别限定。第 3 导电层 60 的剖面在图 3 的例子中,成为侧面 64 相对于压电体层 30 的顶面 32 倾斜了的形状。而且在图示的例子中,进而第 3 导电层 60 的侧面 64 以及缓冲层 40 的第 1 侧面 44 与压电体层 30 的侧面 34 倾斜度相等。因此,压电元件 120 能够得到与上述的压电元件 100 同样的效果。

[0113] 还有,第 3 导电层 60 与压电体层 30 及缓冲层 40 相比较厚度薄。因此,在本变形例 1 中,第 3 导电层 60 的顶面的外周与压电体层 30 的顶面 32 的外周也可以一致。从而,在本变形例 1 中,缓冲层 40 也俯视沿压电体层 30 的顶面 32 的端部而形成。

[0114] 作为第 3 导电层 60 的功能之一,可举出使缓冲层 40 成膜时的压电体层 30 的顶面 32 的保护。此外,作为第 3 导电层 60 的功能之一,可举出成为对缓冲层 40 进行图案形成时的蚀刻停止层。进而,作为第 3 导电层 60 的功能之一,可举出成为如下的安全装置(fail-safe):即使在缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与第 3 导电层 60 的连接部处在第 2 导电层 50 中出现裂纹,水分也不会进入压电体层 30。作为第 3 导电层 60 的材质,例如能够举出镍、铱、铂等各种金属。

[0115] 这样的变形例 1 的压电元件 120 具有第 3 导电层 60。因此,在具有与上述的压电元件 100 同样的特征的基础上还具有如下特征:在对缓冲层 40 进行成膜及图案形成时,压电体层 30 不与等离子体及蚀刻剂等相接触。此外,还能够以缓冲层 40 的材质的蚀刻速度相对于第 3 导电层 60 的材质的蚀刻速度变得快的方式,对二者的材质进行选择。在该情况下,在制造压电元件 120 时,第 3 导电层 60 能够成为对缓冲层 40 进行图案形成时的蚀刻停止层。因此,在这样的情况下,压电元件 120 的制造能够容易化。进而,能够使第 3 导电层 60 的材质成为存在水分阻挡性的材料及膜厚。在该情况下,即使在缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与第 3 导电层 60 的连接部处在第 2 导电层 50 中出现裂纹,也能够使得水分不会进入压电体层 30,能够成为更高可靠性的压电元件。此外,因为也可以不考虑缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与第 3 导电层 60 的连接部的弯曲的程度,所以此时的缓冲层 40 的剖面形状并不特别限定,从而制造工序能够容易化。

[0116] 图 4 是变形例 2 的压电元件 140 的主要部分的剖面的示意图。以下,在压电元件 140 中,关于与上述的变形例 1 的压电元件 120 的部件具有实质上相同的作用、功能的部件附加相同的符号,并省略其详细的说明。

[0117] 压电元件 140 具有导电性缓冲层 70。导电性缓冲层 70 相当于压电元件 120 中的第 3 导电层 60 及缓冲层 40 利用相同的材质一体地形成而得到的部件。从而,作为导电性缓冲层 70 的材质,例如能够举出镍、铱、铂等各种金属。

[0118] 此外,导电性缓冲层 70 的剖面形状并不特别限定,但是与使压电元件 120 中的第 3 导电层 60 及缓冲层 40 一体化的情况相同。导电性缓冲层 70 的剖面在图 4 的例子中,成

为侧面 74 相对于压电体层 30 的顶面 32 倾斜了的形状。而且在图示的例子中,进而导电性缓冲层 70 的侧面 74 与压电体层 30 的侧面 34 倾斜度相等。因此,压电元件 140 能够得到与上述的压电元件 100 同样的效果。此外,如在实施方式的压电元件 100 中已经描述的那样,侧面 74 的倾斜度也可以比压电体层 30 的侧面 34 的倾斜度小。

[0119] 这样的变形例 2 的压电元件 140,因为具有导电性缓冲层 70,所以在具有与压电元件 120 同样的特征的基础上,在制造时,能够通过半蚀刻形成导电性缓冲层 70。因此,压电元件 140 与压电元件 120 相比较制造工序能够更简单化。

[0120] 进而,因为如果使具有水分阻挡性的材料作为导电性缓冲层 70,并以保留适当的膜厚的方式形成缓冲层 70,则作为安全装置而起作用,且无需考虑缓冲层 70 的加工形状,所以能够使制造时的工序简单化。

[0121] 图 5 是变形例 3 的压电元件 160 的主要部分的剖面的示意图。以下,在压电元件 160 中,关于与上述的实施方式的压电元件 100 的部件具有实质上相同的作用、功能的部件附加相同的符号,并省略其详细的说明。

[0122] 变形例 3 的压电元件 160 其缓冲层 40 的第 2 侧面 45 的形状并非直线状,而是形成曲线状。而且,该曲线在剖面看下朝向缓冲层 40 而成为凹型。即,缓冲层 40 的第 2 侧面 45 及压电体层 30 的顶面 32 进一步平缓地连接。因此,变形例 3 的压电元件 160 其第 2 导电层 50 的厚度方向的弯曲在与缓冲层 40 的第 2 侧面 45 和压电体层 30 的顶面 32 相连接的边缘部分变得非常平缓。如果这样,则能够进一步抑制第 2 导电层 50 在压电体层 30 的顶面 32 及侧面 34 相连接的位置(顶面 32 的端部)处的裂纹的生成。还有,这样的缓冲层 40 的形状能够在形成缓冲层 40 时,通过基于液相的加工(湿法蚀刻等)而形成。

[0123] 在本实施方式的压电元件中,也可以形成多个包括第 1 导电层 20、压电体层 30、缓冲层 40 及第 2 导电层 50 的叠层结构 200。图 6 是压电元件 300 的剖面的示意图。以下,在压电元件 300 中,关于与上述的压电元件 100 的构成部件具有相同的功能的部件附加相同的符号,并省略其详细的说明。

[0124] 在压电元件 300 中,如图 6 所示,第 1 导电层 20、压电体层 30、缓冲层 40 及第 2 导电层构成叠层结构 200(也可以称为叠层结构体 200),该叠层结构 200 形成有多个。虽然在图 6 的例子中,叠层结构 200 设置了 3 个,但是其数量并不特别限定。更具体地,在图 6 的例子中,在压电元件 300 中,设置有多个第 1 导电层 20、多个压电体层 30、多个缓冲层 40 和 1 个第 2 导电层 50。第 2 导电层 50 在多个叠层结构 200 中,成为共用的上部电极。第 2 导电层 50 在多个叠层结构中,可以认为相连续。第 2 导电层 50 覆盖多个缓冲层 40 的各个、多个压电体层 30 的各个和基板 10 的顶面。第 1 导电层 20 在多个叠层结构 200 中,成为分立的下部电极而电分离。

[0125] 压电元件 300 因为其第 2 导电层 50 成为共用电极,所以具有高可靠性,并且能够实现叠层结构 200 的高密度化(集成化),是小型且制造容易的压电元件。

[0126] 本实施方式的压电元件在具有多个叠层结构 200 的情况下,可以进一步实现如下的变形。图 7 是变形例 4 的压电元件 400 的剖面的示意图。在压电元件 400 中,关于与上述的压电元件 300 的构成部件具有实质上相同的功能的部件附加相同的符号,并省略其详细的说明。

[0127] 在上述的压电元件 300 的例子中,第 2 导电层 50 是连续的 1 个共用电极。在压电

元件 400 中,如图 7 所示,进一步使压电体层 30 在多个叠层结构 200 中,成为共用的压电体层 30。即,在压电元件 400 中,设置有多第 1 导电层 20、1 个压电体层 30、多个缓冲层 40 和 1 个第 2 导电层 50。压电体层 30 在多个叠层结构 200 中,可以认为相连续。第 2 导电层 50 覆盖多个缓冲层 40 的各个和压电体层 30。

[0128] 在压电元件 400 中,第 2 导电层 50 不与基板 10 接触。因此,在采用具有可挠性的振动板作为基板 10 的情况下,通过对叠层结构 200 之间的压电体层 30 的量(厚度)进行控制,例如能够调整共振频率。

[0129] 进而,本实施方式的压电元件在具有多个叠层结构 200 的情况下,也可以进行其他的变形。图 8 是变形例 5 的压电元件 500 的剖面的示意图。在压电元件 500 中,关于与压电元件 300 的构成部件具有实质上相同的功能的部件附加相同的符号,并省略其详细的说明。

[0130] 在压电元件 300 的例子中,第 2 导电层 50 是相连续的 1 个共用电极。在压电元件 500 中,如示于图 8 地,第 2 导电层 50 与多个压电体层 30 对应地设置有多第 2 导电层 50 通过布线(未图示)电连接而成为共用电极。

[0131] 在压电元件 500 中,在各叠层结构 200 之间、在第 2 导电层 50 上形成有间隙。因此,在相邻的叠层结构 200 中,能够减小一个压电体层 30 的驱动对另一个压电体层 30 的驱动产生的影响(串扰)。因此,压电元件 500 能够具有更高的可靠性。

[0132] 3. 压电元件的制造方法

[0133] 接下来,作为压电元件的制造方法,例示制造上述的本实施方式的压电元件 100 的方法,参照附图进行说明。图 9~图 12 是示意性地表示压电元件 100 的制造工序的剖面图。

[0134] 首先,如图 9 所示,在基板 10 上形成第 1 导电层 20。在图 9 的例子中,作为基板 10,采用在硅基板 12 之上形成有氧化锆层 14 的基板。第 1 导电层 20 例如能够通过溅射法、喷镀法、真空蒸镀法等所形成。更具体地,能够在基板 10 上的整个面形成导电层(未图示),并通过对该导电层进行图案形成,而形成第 1 导电层 20。

[0135] 接着,如图 10 所示,以覆盖第 1 导电层 20 的方式,在基板 10 的顶面的整个面形成压电体层 30a。由此,在第 1 导电层 20 的侧方及上方形成压电体层 30a。压电体层 30a 例如能够通过溶胶凝胶法、CVD(Chemical Vapor Deposition,化学气相沉积)法、MOD(Metal Organic Deposition,金属有机沉积)法、溅射法、激光烧蚀法等形成。在此,在压电体层 30a 的材质例如是 PZT 的情况下,通过在氧气氛围中进行 700℃左右的退火,能够使压电体层 30a 结晶化。还有,结晶化也可以在对压电体层 30a 进行了图案形成之后进行。

[0136] 接着,在压电体层 30a 上的整个面,通过溅射法、喷镀法、真空蒸镀法等形成缓冲层 40a。接着,进行第 1 图案形成工序。在第 1 图案形成工序中,如图 11 所示,对缓冲层 40a 及压电体层 30a 进行蚀刻,形成第 1 导电层 20、压电体层 30 及缓冲层 40b 的叠层结构。第 1 图案形成工序中的蚀刻,例如能够通过采用了 ICP(Inductively Coupled Plasma,电感耦合等离子体)这样的高密度等离子体装置的干蚀刻而进行。在该高密度等离子体装置(干蚀刻装置)中,若设定为 1.0Pa 以下的压力则能够进行良好的蚀刻。作为用于对缓冲层 40a 进行蚀刻的蚀刻气体,例如,能够采用氯类气体与氩气的混合气体。作为用于对压电体层 30a 进行蚀刻的蚀刻气体,例如,能够采用氯类气体与氟氯化碳(フロン)类气体的混合

气体。作为氯类气体,例如可举出 Cl_2 、 BCl_3 等。作为氟氯化碳类气体,例如可举出 C_4F_8 、 CF_4 等。还有,在采用混合气体对压电体层 30a 进行蚀刻的情况下,也能够使压电体层 30 的侧面 32 成为引出末端的形状。例如在制造上述的压电元件 400(压电体层 30 由多个叠层结构 200 所共用)的情况下,能够通过在这样的压电体层 30 的侧面 32 形成末端而进行制造。

[0137] 接着,进行对缓冲层 40b 进一步进行图案形成的第 2 图案形成工序。在第 2 图案形成工序中,如图 12 所示,以使缓冲层 40 的第 2 侧面 45 与缓冲层 40 的顶面 42 所成的角度 β 比缓冲层 40 的顶面 42 与第 1 侧面 44 所成的角度 α 小的方式对缓冲层 40b 进行蚀刻,并使压电体层 30 的顶面 32 露出。若经过第 2 图案形成工序,则可形成缓冲层 40。在第 2 图案形成工序中,缓冲层 40 沿着压电体层 30 的顶面 32 的端部而残留。此外,虽然未图示,但是在本工序中,在形成于缓冲层 40b 之上的掩模的图案形成中,能够取对准余量。缓冲层 40b 的蚀刻能够与第 1 图案形成工序中的缓冲层 40a 的蚀刻同样地进行。还有,在缓冲层 40b 的蚀刻中也能够以湿法蚀刻来进行。

[0138] 并且,如图 1 所示,在整个面形成第 2 导电层 50。第 2 导电层 50 能够通过例如溅射法、喷镀法、真空蒸镀法等而形成。此外,第 2 导电层 50 能够根据需要进行图案形成。

[0139] 通过以上的工序,能够制造压电元件 100。

[0140] 而且,变形例 1 的压电元件 120 的制造例如能够如以下那样进行。虽然在上述的压电元件 100 的制造工序中,在压电体层 30a 之上进行了缓冲层 40a 的成膜,但是在制造压电元件 120 的情况下,在压电体层 30a 之上,进行第 3 导电层的成膜,并在其上进行缓冲层 40a 的成膜。第 3 导电层能够通过例如溅射法、喷镀法、真空蒸镀法等而形成。其后的工序能够与上述的压电元件 100 的制造工序实质上同样地进行,由此能够制造变形例 1 的压电元件 120。而且,在变形例 1 的压电元件 120 的制造工序中,在第 2 图案形成工序中,第 3 导电层能够作为缓冲层 40b 的蚀刻中的蚀刻停止层而起作用。因此,能够更容易地制造压电元件。关于变形例 3 的压电元件 160 的制造,能够按照上述变形例 1 的压电元件 120 的制造方法进行。

[0141] 此外,变形例 2 的压电元件 140 的制造例如能够如以下那样进行。虽然在上述的压电元件 100 的制造工序中,在压电体层 30a 之上,进行了缓冲层 40a 的成膜,但是在制造压电元件 140 的情况下,在压电体层 30a 之上,通过导电性的材料进行缓冲层 40a 的成膜。其后,在第 2 图案形成工序中,进行缓冲层 40b 的半蚀刻。其他工序能够与上述的压电元件 100 的制造工序实质上同样地进行,由此能够制造变形例的压电元件 140。在这样的变形例的压电元件 140 的制造工序中,并不存在缓冲层 40a 的成膜工序。因此,能够以更少的工序制造压电元件 140。

[0142] 根据本实施方式的压电元件的制造方法,如上所述,能够容易地制造残留应力的集中得到了缓解的可靠性高的压电元件。

[0143] 4. 液体喷射头

[0144] 接下来,关于本发明的压电元件作为压电致动器而起作用的液体喷射头 600,参照附图进行说明。图 13 是示意性地表示液体喷射头 600 的主要部分的剖面图。图 14 是液体喷射头 600 的分解立体图,与通常使用的状态上下相反地示出。

[0145] 液体喷射头 600 能够具有上述的压电元件(压电致动器)。在以下的例子中,关于具有压电元件 100 作为压电致动器的液体喷射头 600 进行说明。而且,如上所述,在压电元

件 100 作为压电致动器而起作用的情况下,基板 10 成为具有可挠性并通过压电体层 30 的工作而发生变形的振动板。

[0146] 液体喷射头 600 如图 13 及图 14 所示,包括具有喷嘴孔 612 的喷嘴板 610、用于形成压力室 622 的压力室基板 620 和压电元件 100。进而,液体喷射头 600,如图 14 所示,能够具有框体 630。还有,在图 14 中,将压电元件 100 的叠层结构 200 简略化而图示。

[0147] 喷嘴板 610 如图 13 及图 14 所示,具有喷嘴孔 612。从喷嘴孔 612,能够排出墨水。在喷嘴板 610 上,例如多个喷嘴孔 612 设置为一列。作为喷嘴板 620 的材质,例如能够举出硅、不锈钢 (SUS) 等。

[0148] 压力室基板 620 设置于喷嘴板 610 之上 (在图 14 的例子中为之下)。作为压力室基板 620 的材质,例如能够例示硅等。通过压力室基板 620 对喷嘴板 610 与基板 10 之间的空间进行划分,如图 14 所示,设置有贮液部 (液体贮留部) 624、与贮液部 624 相连通的供给口 626 和与供给口 626 相连通的压力室 622。即,贮液部 624、供给口 626 及压力室 622 通过喷嘴板 610、压力室基板 620 和基板 10 而划分。贮液部 624 能够暂时贮留从外部 (例如墨盒) 通过设置于基板 10 的贯通孔 628 而供给的墨水。贮液部 624 内的墨水经由供给口 626 能够被供给至压力室 622。压力室 622 通过基板 10 的变形而容积发生变化。压力室 622 与喷嘴孔 612 相连通,通过压力室 622 的容积发生变化,从喷嘴孔 612 排出墨水等。

[0149] 压电元件 100 设置于压力室基板 620 之上 (在图 14 的例子中为之下)。压电元件 100 的叠层结构 200 与压电元件驱动电路 (未图示) 电连接,其能够基于压电元件驱动电路的信号进行工作 (振动、变形)。基板 10 能够通过叠层结构 200 (压电体层 30) 的工作而发生变形,使压力室 622 的内部压力适宜变化。

[0150] 框体 630 如图 14 所示,能够收置喷嘴板 610、压力室基板 620 及压电元件 100。作为框体 630 的材质,例如能够举出树脂、金属等。

[0151] 液体喷射头 600 具有上述的可靠性高的压电元件 100。从而,液体喷射头 600 成为可靠性高的液体喷射头。

[0152] 还有,在此,关于液体喷射头 600 是喷墨式记录头的情况进行了说明。但是,本发明的液体喷射头例如也能够用作为:在液晶显示器等的滤色器的制造中使用的色材喷射头;在有机 EL 显示器、FED (面发光显示器) 等的电极形成中使用的电极材料输出头;在生物芯片制造中使用的生物有机物输出头等。

[0153] 4. 液体喷射装置

[0154] 接下来,关于本实施方式的液体喷射装置,参照附图进行说明。图 15 是示意性地表示本实施方式的液体喷射装置 700 的立体图。液体喷射装置 700 具有本发明的液体喷射头。以下,关于液体喷射装置 700 是具有上述的液体喷射头 600 的喷墨打印机的情况进行说明。

[0155] 液体喷射装置 700 如图 15 所示,包括头单元 730、驱动部 710 和控制部 760。进而,液体喷射装置 700 能够包括装置主体 720、供纸部 750、设置记录用纸 P 的托架 721、排出记录用纸 P 的排出口 722 和配置于装置主体 720 的顶面的操作面板 770。

[0156] 头单元 730 具有由上述的液体喷射头 600 构成的喷墨式记录头 (以下也简称为“头”)。头单元 730 进一步具备对头供给墨水的墨盒 731 和搭载有头及墨盒 731 的输送部 (滑架) 732。

[0157] 驱动部 710 能够使头单元 730 往复移动。驱动部 710 具有成为头单元 730 的驱动源的滑架电动机 741 和接受滑架电动机 741 的旋转而使头单元 730 往复移动的往复移动机构 742。

[0158] 往复移动机构 742 具备其两端支持于机架（未图示）的滑架导轨 744 和与滑架导轨 744 平行地延伸的同步带（タイミングベルト）743。滑架导轨 744 边使得滑架 732 能够自由地往复移动，边对滑架 732 进行支撑。进而，滑架 732 固定于同步带 743 的一部分。若通过滑架电动机 741 的工作而使同步带 743 传动，则由滑架导轨 744 所引导，头单元 730 进行往复移动。在该往复移动时，从头适宜排出墨水，进行向记录用纸 P 的印刷。

[0159] 控制部 760 能够对头单元 730、驱动部 710 及供纸部 750 进行控制。

[0160] 供纸部 750 能够将记录用纸 P 从托架 721 送入头单元 730 侧。供纸部 750 具备成为其驱动源的供纸电动机 751 和通过供纸电动机 751 的工作而进行旋转的供纸卷轴 752。供纸卷轴 752 具备隔着记录用纸 P 的输送路径而上下地相对的从动卷轴 752a 及驱动卷轴 752b。驱动卷轴 752b 与供纸电动机 751 连接。若通过控制部 760 驱动供纸部 750，则记录用纸 P 以通过头单元 730 的下方的方式被输送。

[0161] 头单元 730、驱动部 710、控制部 760 及供纸部 750 设置于装置主体 720 的内部。

[0162] 液体喷射装置 700，具有可靠性高的液体喷射头 600。从而，液体喷射装置 700 成为可靠性高的液体喷射装置。

[0163] 还有，虽然在上述的例子中，关于液体喷射装置 700 是喷墨打印机的情况进行了说明，但是本发明的液体喷射装置也能够用作为工业的液体喷射装置。作为在该情况下所排出的液体（液状材料），能够采用通过溶剂和 / 或分散剂将各种功能性材料调整为适当的粘度而得到的液体等。

[0164] 还有，上述的实施方式及变形例是一例，而并非限定于此。例如，各实施方式及各变形例也可以多个进行适宜组合。

[0165] 本发明并非限定于上述的实施方式，而可以进一步实现各种变形。例如，本发明包括与在实施方式中所说明的结构实质上相同的结构（例如，功能、方法及结果相同的结构或者目的及效果相同的结构）。此外，本发明包括对在实施方式中所说明的结构的部分进行置换而得到的结构。此外，本发明包括能够起到与在实施方式中所说明的结构相同的作用效果的结构或能够达到相同目的的结构。此外，本发明包括对在实施方式中所说明的结构附加了公知技术而得到的结构。

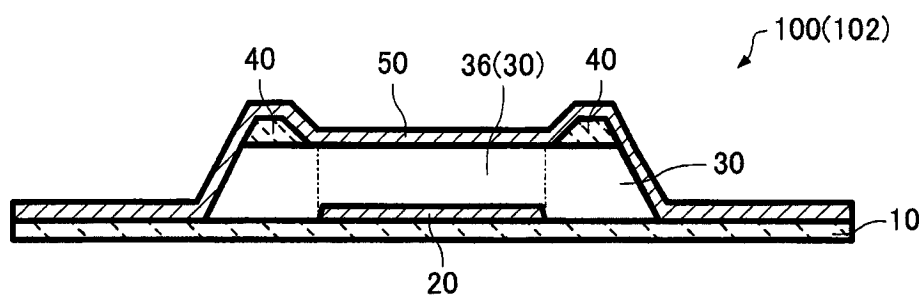


图 1

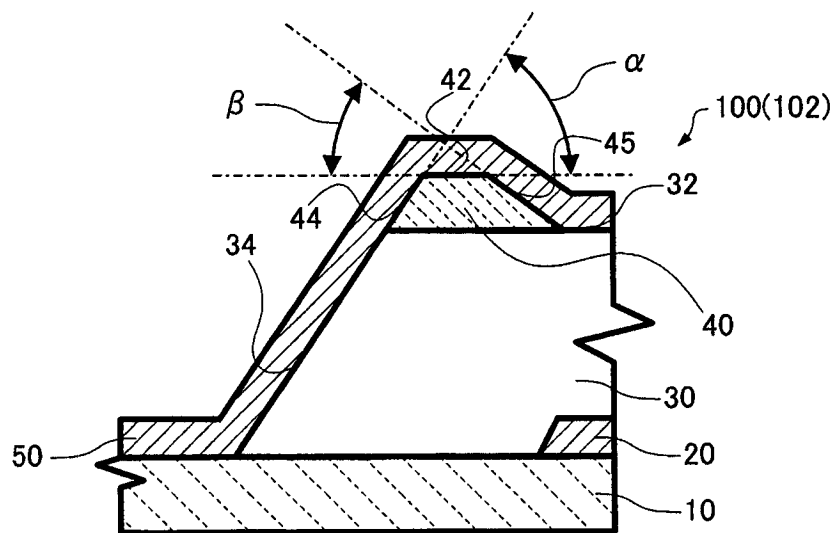


图 2

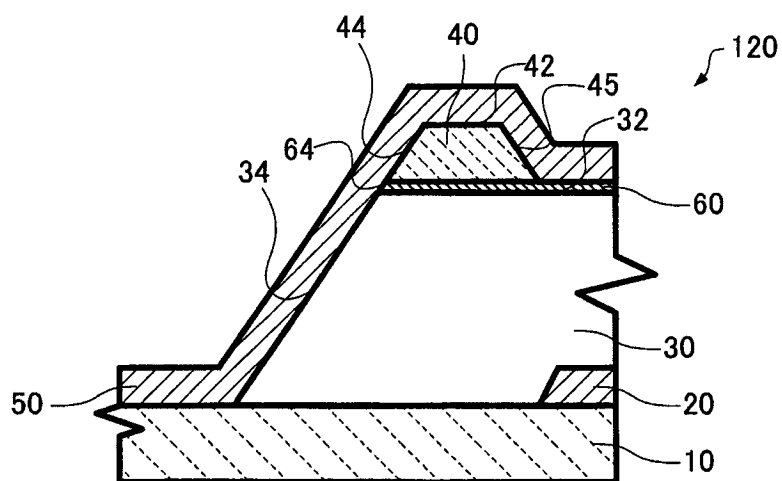


图 3

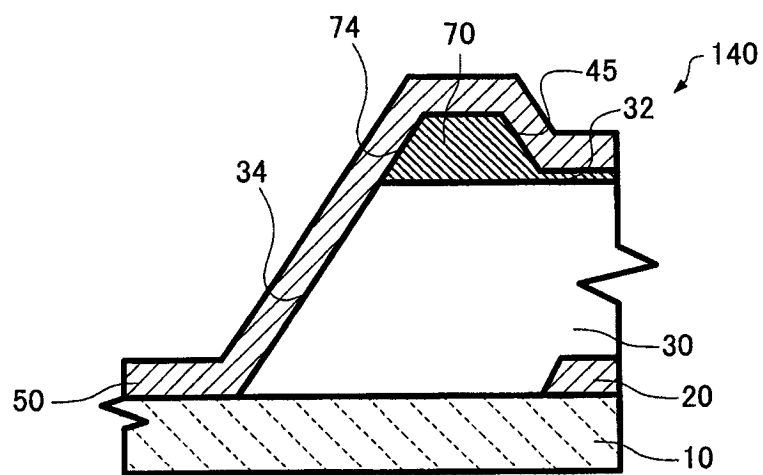


图 4

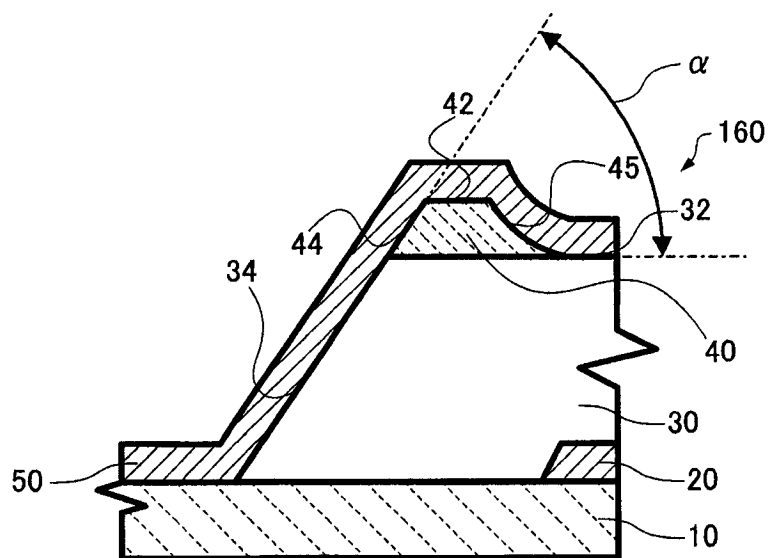


图 5

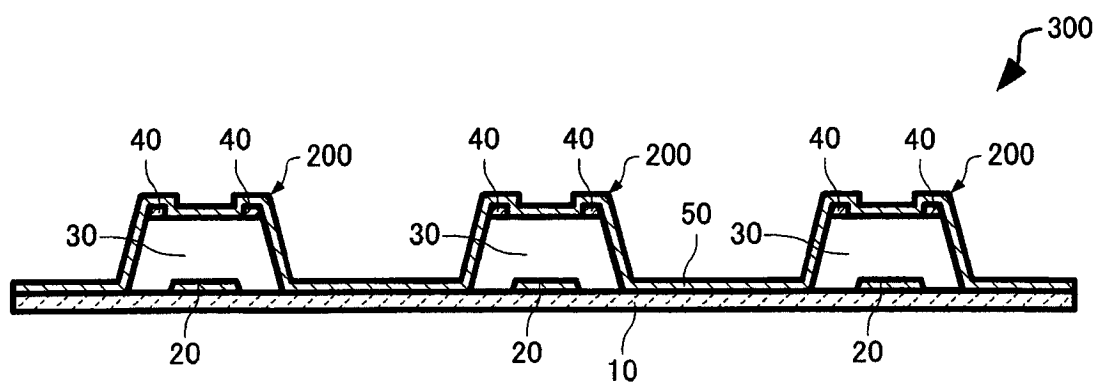


图 6

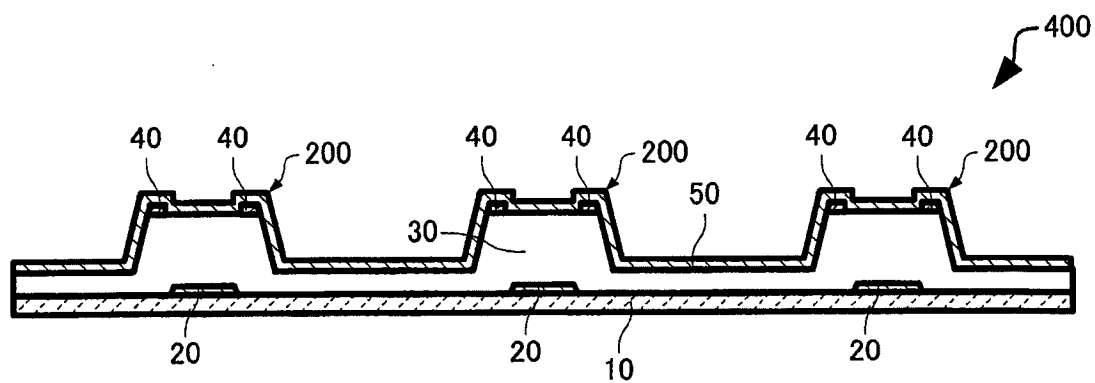


图 7

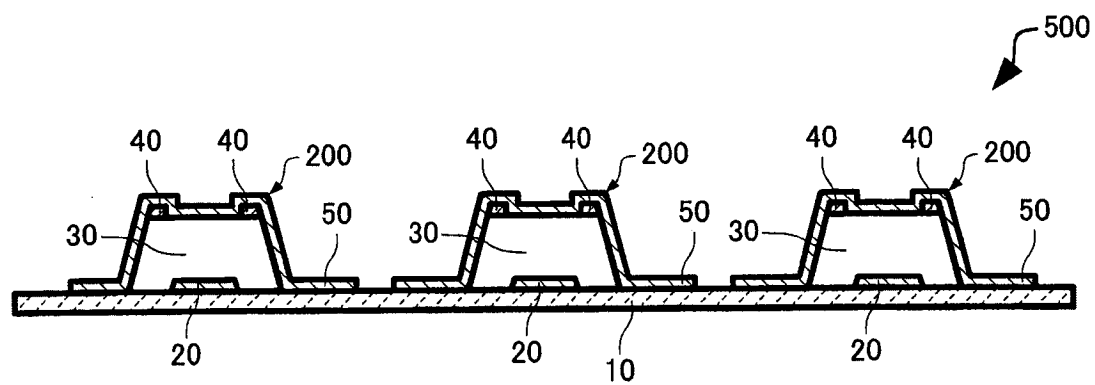


图 8

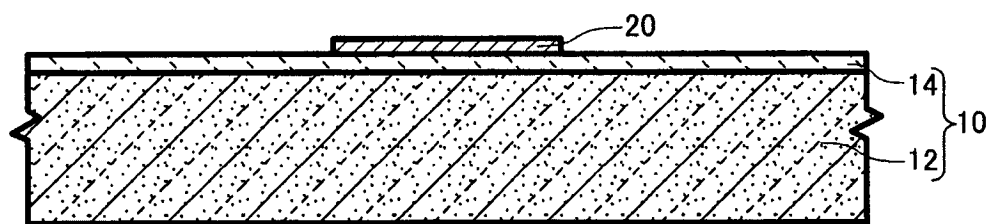


图 9

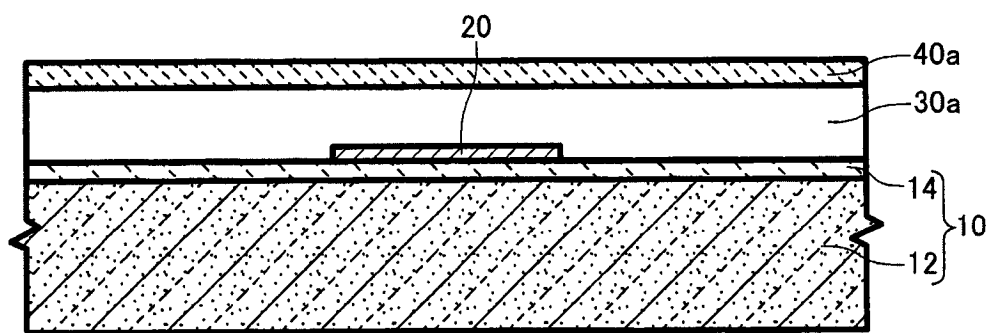


图 10

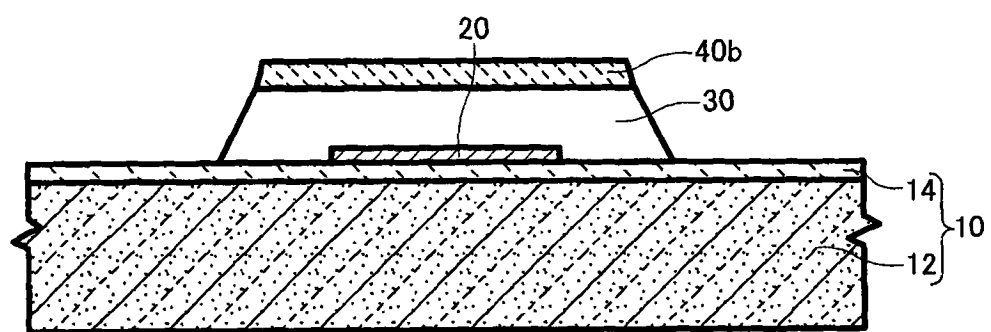


图 11

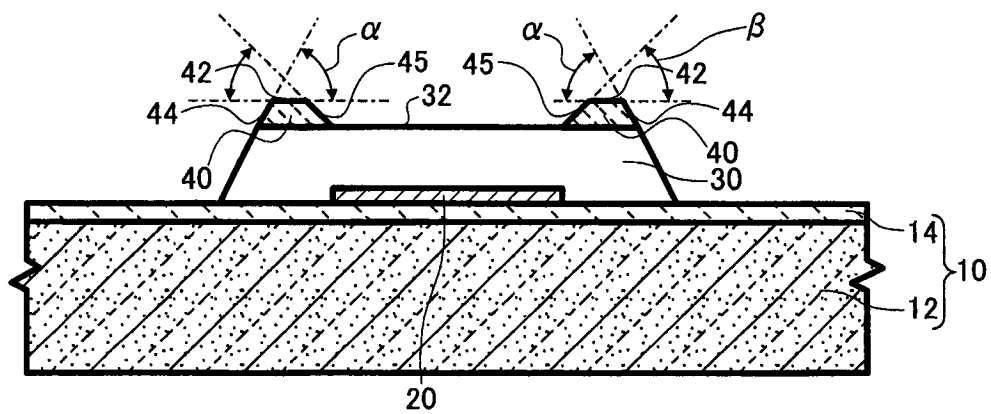


图 12

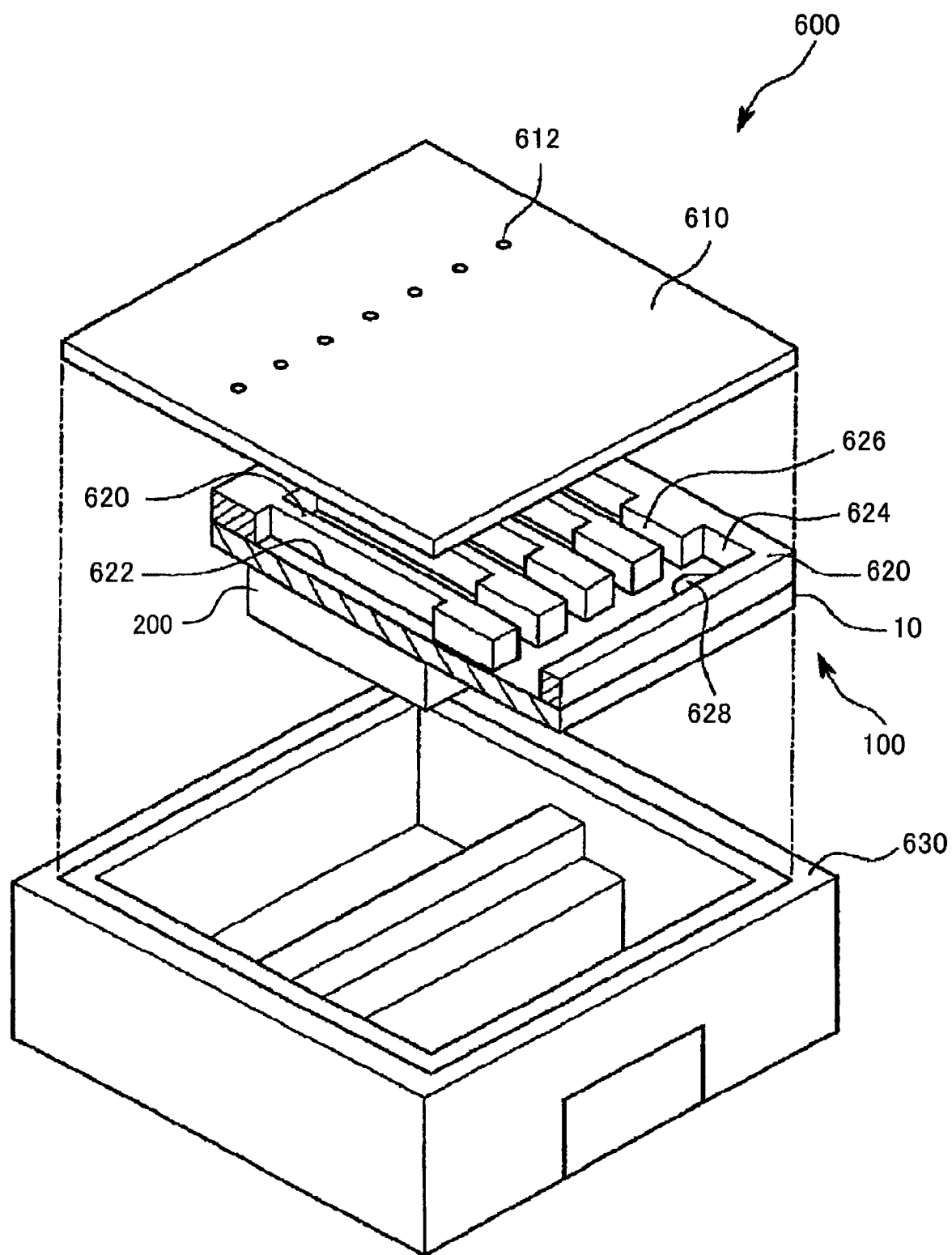


图 14

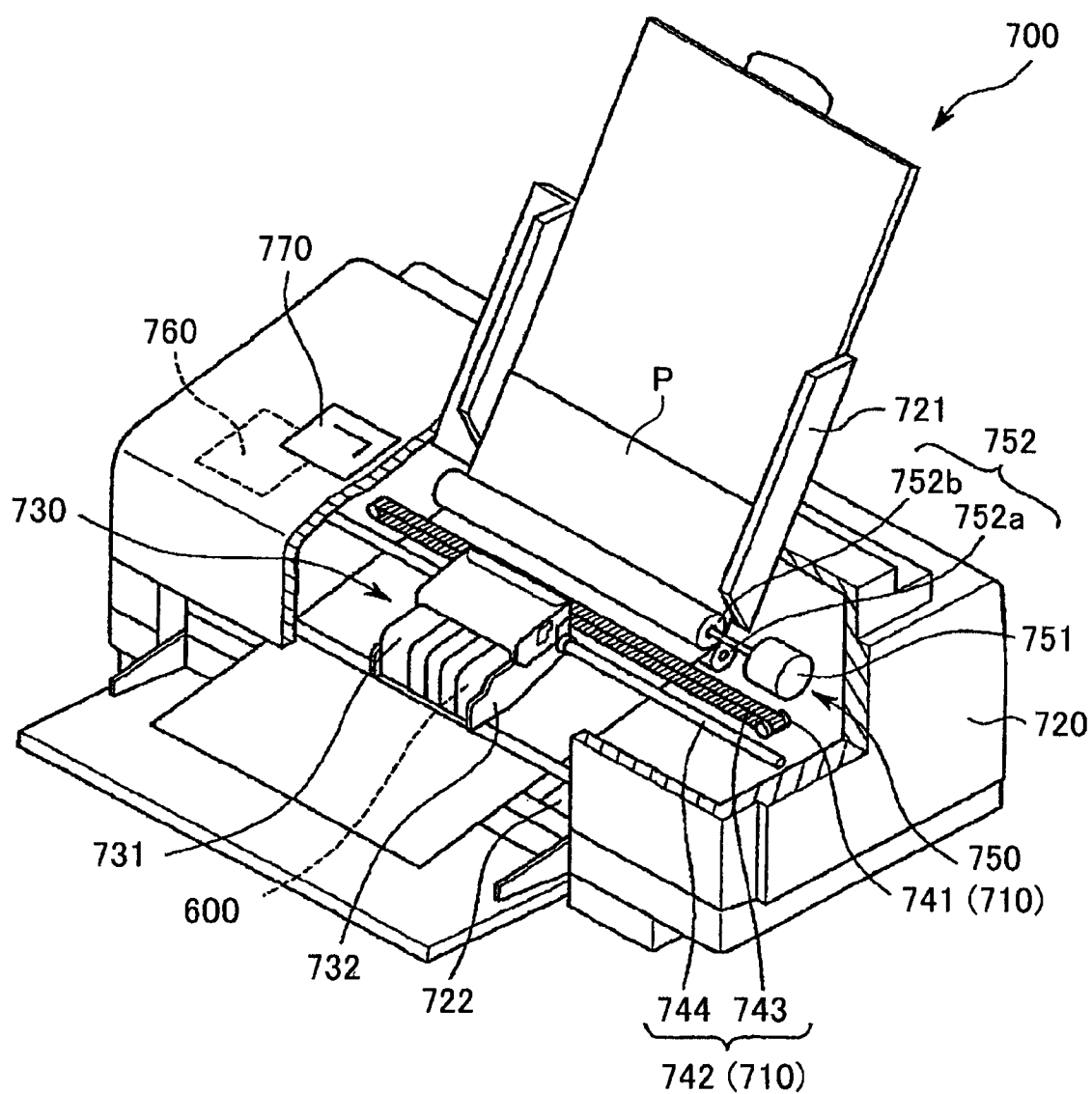


图 15