(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104044348 B
(45)授权公告日 2016.02.10

(21)申请号 201410092875.9
(22)申请日 2014.03.13
(30)优先权数据
2013-051814 2013.03.14 JP
(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)发明人 樱井诚 初井琢也 竹内创太 安田建 永持创一朗
(74)专利代理机构 北京魏启学律师事务所 11398
代理人 魏启学
(51)Int.Cl.
B41J 2/16(2006.01)
(56)对比文件
US 6527813 B1,2003.03.04, 全文.
CN 101332706 A,2008.12.31, 全文.
CN 102001225 A,2011.04.06, 全文.
JP 特开2003-36956 A,2003.02.07, 全文.
JP 昭53-25442 A,1978.03.09, 全文.
CN 1413835 A,2003.04.30, 全文.
CN 1304362 A,2001.07.18, 全文.
US 5612724 A,1997.03.18, 全文.
审查员 赵娜

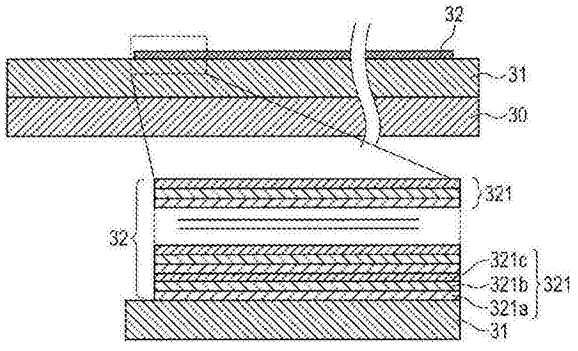
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

液体喷射头及所用基板及其制造方法、记录设备

(57)摘要

本发明提供一种液体喷射头及所用基板及其制造方法、记录设备。所述液体喷射头包括其中形成有用于喷射液体的喷射口的构件以及该构件接合至的基板。所述基板具有包含硅化合物的蓄热层和设置在对应于所述喷射口的位置的用于通过通电产生热以从所述喷射口喷射液体的能量生成元件。所述能量生成元件具有层压体，所述层压体具有由钽或钨形成的金属层、层压在所述金属层上并且由硅形成的Si层以及层压在该Si层上并由氮形成的N层，所述金属层与所述蓄热层接触。



CN 104044348 B

1. 一种液体喷射头，包括：

形成有用于喷射液体的喷射口的构件；以及

接合至所述构件的基板，

其中，所述基板具有包含硅化合物的蓄热层、以及设置在与所述喷射口相对应的位置处的用于通过通电产生热以从所述喷射口喷射液体的能量生成元件，

其特征在于，所述能量生成元件具有层压体，所述层压体具有由钽或钨形成的金属层、层压在所述金属层上并且由硅形成的Si层、以及层压在所述Si层上并由氮形成的N层，所述金属层与所述蓄热层接触。

2. 根据权利要求1所述的液体喷射头，其中，所述能量生成元件具有彼此层压的多个所述层压体，并且作为最下层的所述层压体的所述金属层与所述蓄热层接触。

3. 一种记录设备，其特征在于，包含根据权利要求1所述的液体喷射头。

4. 一种液体喷射头的制造方法，所述液体喷射头具有形成有用于喷射液体的喷射口的构件、以及接合至所述构件并形成有包含硅化合物的蓄热层的基板，所述制造方法的特征在于，包括以下步骤：

将由钽或钨形成的金属层层压在所述蓄热层的表面上；

将由硅形成的Si层层压在所述金属层的表面上；以及

将由氮形成的N层层压在所述Si层上。

5. 根据权利要求4所述的制造方法，其中，所述金属层、所述Si层以及所述N层通过原子层沉积法形成。

6. 根据权利要求4所述的制造方法，其中，层压所述金属层的步骤、层压所述Si层的步骤、以及层压所述N层的步骤按照该顺序进行多次，以形成彼此层压的多个层压体，其中，各所述层压体具有金属层、Si层和N层，并且作为最下层的所述层压体的所述金属层与所述蓄热层接触。

7. 一种用于液体喷射头的基板，所述基板包括：

形成有包含硅化合物的蓄热层的基体；以及

设置在所述蓄热层一侧的用于通过通电来产生用于喷射液体的能量的能量生成元件，

其特征在于，所述能量生成元件具有层压体，所述层压体具有由钽或钨形成的金属层、层压在所述金属层上并且由硅形成的Si层、以及层压在所述Si层上并由氮形成的N层，所述金属层与所述蓄热层接触。

8. 根据权利要求7所述的用于液体喷射头的基板，其中，所述能量生成元件具有彼此层压的多个所述层压体，并且作为最下层的所述层压体的所述金属层与所述蓄热层接触。

9. 一种用于液体喷射头的基板的制造方法，所述制造方法的特征在于，包括以下步骤：

将由钽或钨形成的金属层层压在蓄热层的表面上，所述蓄热层包含硅化合物并且形成在基体上；

将由硅形成的Si层层压在所述金属层的表面上；以及

将由氮形成的N层层压在所述Si层上。

10. 根据权利要求9所述的制造方法，其中，所述金属层、所述Si层以及所述N层通过原子层沉积法形成。

11. 根据权利要求 9 所述的制造方法，其中，层压所述金属层的步骤、层压所述 Si 层的步骤、以及层压所述 N 层的步骤按照该顺序进行多次，以形成彼此层压的多个层压体，其中，各所述层压体具有金属层、Si 层和 N 层，并且作为最下层的所述层压体的所述金属层与所述蓄热层接触。

液体喷射头及所用基板及其制造方法、记录设备

技术领域

[0001] 本发明涉及从其喷射液体以在记录介质上进行记录的液体喷射头、配备有该液体喷射头的记录设备、该液体喷射头的制造方法、用于液体喷射头的基板以及用于液体喷射头的基板的制造方法。

背景技术

[0002] 喷墨记录设备包括安装了配备有能量生成元件的液体喷射头的这种类型，其中能量生成元件用于生成喷射液体用的能量。在这种类型的喷墨记录设备中，有必要使用能抵抗热应力的能量生成元件以进行高速记录。日本专利特许第3554148号公报提出了通过溅射法沉积的TaSiN膜作为热响应性优良并且具有高薄层电阻的能量生成元件。

[0003] 如上所述的这种喷墨记录设备迄今已被用作消费装置。具体地，这种喷墨记录设备已被用作诸如文字处理器或计算机等的信息处理装置的输出终端。然而，喷墨记录设备因为具有以高速记录高清晰度图像的这种特征，所以近年来被考虑用作工业装置。

[0004] 当喷墨记录设备的应用为工业装置时，与消费装置相比记录的容量增加。结果是，对能量生成元件施加的热应力增加。当热应力增加时，倾向于发生由于结构弛豫和氧化的电阻变化，并且存在能量生成元件会断线的可能。因此，当喷墨记录设备的应用为工业装置时，要求能量生成元件具有更高的热应力耐性。

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够提高能量生成元件的热应力耐性的液体喷射头、配备有该液体喷射头的记录设备、该液体喷射头的制造方法、用于液体喷射头的基板以及用于液体喷射头的基板的制造方法。

发明内容

[0006] 上述目的能够通过以下描述的本发明来实现。

[0007] 根据本发明，由此提供一种液体喷射头，该液体喷射头包括：其中形成有用于喷射液体的喷射口的构件，以及所述构件接合至的基板，其中所述基板具有包含硅化合物的蓄热层以及设置在对应于所述喷射口的位置的用于通过通电产生热以从所述喷射口喷射液体的能量生成元件，以及其中所述能量生成元件具有层压体，所述层压体具有由钽或钨形成的金属层、层压在所述金属层上并且由硅形成的Si层以及层压在该Si层上并由氮形成的N层，所述金属层与所述蓄热层接触。

[0008] 根据本发明，还提供一种包含上述液体喷射头的记录设备。

[0009] 根据本发明，还提供一种液体喷射头的制造方法，该液体喷射头具有其中形成有用于喷射液体的喷射口的构件以及所述构件接合至的基板，在所述基板上形成有包含硅化合物的蓄热层，所述制造方法包括以下步骤：将由钽或钨形成的金属层层压在所述蓄热层的表面上，将由硅形成的Si层层压在所述金属层的表面上，以及将由氮形成的N层层压在所述Si层上。

[0010] 根据本发明，还提供一种用于液体喷射头的基板，该基板包括：其上形成有包含硅

化合物的蓄热层的基体，以及设置在所述蓄热层一侧的用于通过通电来产生用于喷射液体的能量的能量生成元件，其中所述能量生成元件具有层压体，所述层压体具有由钽或钨形成的金属层、层压在所述金属层上并且由硅形成的 Si 层以及层压在该 Si 层上并由氮形成的 N 层，所述金属层与所述蓄热层接触。

[0011] 根据本发明，还提供一种用于液体喷射头的基板的制造方法，该制造方法包括以下步骤：将由钽或钨形成的金属层层压在包含硅化合物并且在基体上形成的蓄热层的表面上，将由硅形成的 Si 层层压在所述金属层的表面上，以及将由氮形成的 N 层层压在所述 Si 层上。

[0012] 根据以下参照附图对示例性实施例的描述，本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0013] 图 1A 和图 1B 是根据本发明的记录设备和头单元的立体图。

[0014] 图 2 是构成图 1B 所示的头单元的液体喷射头的立体图。

[0015] 图 3A 是沿图 2 中的切面线 3A-3A 的剖视图，图 3B 是图 3A 的一部分的放大视图。

[0016] 图 4 是例示根据原子层沉积法的沉积装置的结构的剖视图。

[0017] 图 5 是示出评价结果的表。

具体实施方式

[0018] 将根据附图来详细描述本发明的优选实施例。

[0019] 根据本发明的液体喷射头可以被安装在诸如打印机、复印机、具有通信系统的传真机或具有打印机部分的文字处理器等的设备中，并且还可以安装在与各种处理器整合的工业记录设备中。在使用根据本发明的液体喷射头的情况下，可以对诸如纸张、线、纤维、织物、皮革、金属、塑料、玻璃、木材以及陶瓷等的各种记录介质进行记录。

[0020] 本说明书中使用的术语“记录”不仅表示将有含义的诸如文字或图形等的图像施加到记录介质，还表示施加没有含义的诸如图案等的图像。

[0021] 术语“液体”应被广泛解释，并且“液体”指通过将其施加到记录介质上而在例如图像、设计或图案的形成中、记录介质的加工中、或者墨或记录介质的处理中所使用的液体。墨或记录介质的处理指例如用于通过施加到记录介质的墨中的着色材料的凝固或不溶化来改善墨的定影能力，或者改善记录质量、显色性或图像耐久性的处理。此外，根据本发明的液体喷射装置中使用的该“液体”一般包含大量电解质并具有导电性。

[0022] 在下文中将参照附图来描述本发明的实施例。

[0023] 首先描述根据本发明的记录设备。

[0024] 图 1A 是根据本发明的记录设备的立体图。当在图 1A 所示的记录设备 1 中驱动电机 11 转动时，通过驱动力传送齿轮 12 和 13 向导螺杆 14 传送动力，由此导螺杆 14 也连同驱动电机 11 的转动一起转动。在导螺杆 14 内形成有螺旋槽 15。滑架 16 与螺旋槽 15 啮合。当导螺杆 14 转动时，滑架 16 沿记录介质 P 的宽度方向（参见图 1A 中的箭头“a”和“b”）往复移动。头单元 2 安装在滑架 16 上。

[0025] 图 1B 是图 1A 所示的记录设备中安装的头单元的立体图。如图 1B 中所示，液体喷射头 21 通过柔性膜配线基板 23 与接触垫 24 导通。接触垫 24 电连接到设备本体。在本实

施例中，液体喷射头 21 与储墨器 22 一体化。然而，在本发明中，储墨器 22 可以具有与液体喷射头 21 分离的结构。

[0026] 下文中将描述液体喷射头 21。

[0027] 图 2 是构成图 1B 所示的头单元的液体喷射头的立体图。图 2 所示的液体喷射头 21 具有基板 3（用于液体喷射头的基板）以及与基板 3 接合并主要由诸如环氧树脂等的热固性树脂形成的流路形成构件 4，该基板 3 配备有能量生成元件 32a。能量生成元件 32a 沿贯通基板 3 的供给口 36 的长边方向以预定间隔布置。流路形成构件 4 中形成有用于喷射液体的多个喷射口 41、与各喷射口 41 连通的多个流路 42、以及将各流路 42 分隔的壁 43。喷射口 41 被设置在夹着流路 42 与能量生成元件 32a 相对应的位置上。多个端子 35 被设置在基板 3 的端部。用于驱动能量生成元件 32a 的电力以及用于控制诸如晶体管等的驱动元件（未例示）的逻辑信号被从设备本体发送到各端子 35。

[0028] 在以上述方式构成的液体喷射头 21 中，从供给口 36 向流路 42 运送液体。之后，当能量生成元件利用通电产生热时，液体使得膜沸腾以生成气泡。液体通过气泡的压力从喷射口 41 喷射，由此进行记录操作。

[0029] 图 3A 是沿图 2 中的切面线 3A-3A 的剖视图。如图 3A 中所示，蓄热层 31 被层压在由硅形成的基体 30 的表面上。蓄热层 31 由通过热氧化基体 30 的一部分所形成的热氧化层以及通过利用例如CVD(chemical vapor deposition，化学气相沉积）方法所形成的硅化合物构成。硅化合物的示例包括 SiO、SiN、SiON、SiOC 及 SiCN。蓄热层 31 不仅储存热，而且用作绝缘层。

[0030] 加热电阻层 32 被层压在蓄热层 31 的表面上。图 3B 是图 3A 的一部分的放大视图。如图 3B 中所示，加热电阻层 32 由多个层压体 321 构成。各层压体 321 由金属层 321a、层压在金属层 321a 上的 Si 层 321b 以及层压在 Si 层 321b 上的 N 层 321c 构成。金属层 321a 的材料为钽 (Ta) 或钨 (W)。作为最下层的金属层 321a 与蓄热层 31 接触。各层压体 321 通过利用原子层沉积 (ALD) 法将分别构成金属层 321a、Si 层 321b 以及 N 层 321c 的原子一层接一层地堆叠沉积而成。

[0031] 一对电极 33 被层压在加热电阻层 32 的表面（最上的 N 层 321c）上。该对电极 33 的材料是电阻比金属层 321a 的电阻低的材料（例如，铝）。当对该对电极 33 施加电压时，作为加热电阻层 32 的位于该对电极 33 之间的一部分的能量生成元件 32a 产生热。为了使能量生成元件 32a 和该对电极 33 与液体绝缘，形成有绝缘层 34。绝缘层 34 的材料为包含诸如 SiN 等的硅化合物的绝缘材料。

[0032] 在本实施例中，流路形成构件 4 直接接合到绝缘层 34。然而，在绝缘层 34 与流路形成构件 4 之间还可以形成由例如聚醚酰胺树脂形成的粘合层。该粘合层的使用提高了绝缘层 34 与流路形成构件 4 的粘合性。

[0033] 下文中将描述本发明的示例。

[0034] 示例 1

[0035] 在本示例中，如图 4 所示的根据原子层沉积法的沉积装置 5 被用来形成加热电阻层 32。

[0036] (1) 金属层的沉积过程

[0037] 在沉积装置 5 中，从阀 511 向气体导入口 501 导入 $TaCl_5$（氯化钽）气体。$TaCl_5$ 气

体通过加热含有 $TaCl_5$ 的容器来生成，然后利用载气排出。通过将载气的导入时间设置在 0.5 秒以上 8.0 秒以下的范围内来以 0.05 到 0.5 克 / 周期的速率送入 $TaCl_5$ 气体。$TaCl_5$ 气体的导入时间被设置在 0.5 秒以上 8.0 秒以下的范围内。导入气体导入口 501 的 $TaCl_5$ 气体通过石英管 507。在通过石英管 507 时，高频电源 508 对高频施加线圈 502 通电。$TaCl_5$ 气体由此被活化。活化的 $TaCl_5$ 气体从喷淋板 503 中形成的多个孔 506 中喷出。由此，$TaCl_5$ 被沉积在基板 504 上。基板 504 是通过在基体 30 的表面上形成蓄热层 31 而获得的构件。在本示例中，蓄热层 31 包含通过等离子 CVD 沉积的氧化硅 (SiO)。基板 504 安装在台 505 上。台 505 被加热到 200℃以上 400℃以下。如图 4 中所示，喷淋板 503 和台 505 布置在腔室 510 内。

[0038] 在 $TaCl_5$ 在基板 504 上沉积之后，腔室 510 中残留的 $TaCl_5$ 气体从排气口 509 减压排出。然后，为了去除构成 $TaCl_5$ 的 Cl（氯），从阀 511 向气体导入口 501 导入氢气。氢气的流速通过质量流量计 512 被控制在 500sccm(standard cubic centimeter per minutes) 以上 3,000sccm 以下。氢气的导入时间被设置为 6 秒以上。导入气体导入口 501 的氢气通过石英管 507。在通过石英管 507 时，高频电源 508 对高频施加线圈 502 通电。氢气由此被活化。活化的氢气从孔 506 喷出。于是，氢与基板 504 上沉积的 $TaCl_5$ 反应。通过该反应去除氯 (Cl)。之后，腔室 510 中残留的氢气从排气口 509 减压排出。结果是，由钽 (Ta) 形成的金属层 321a 沉积在蓄热层 31 的表面上。在本示例中，金属层 321a 的厚度为 2×10^{-10}m。

[0039] (2)Si 层的沉积过程

[0040] 在金属层 321a 被沉积后，从阀 511 向气体导入口 501 导入 SiH_4 气体。SiH_4 气体的流速通过质量流量计 512 被控制在 80sccm 以上 500sccm 以下。SiH_4 气体的导入时间被设置在 2 秒以上 30 秒以下的范围内。导入气体导入口 501 的 SiH_4 气体通过石英管 507。当通过石英管 507 时，高频电源 508 对高频施加线圈 502 通电。SiH_4 气体由此被活化。活化的 SiH_4 气体从孔 506 喷出。这样，Si（硅）被沉积在基板 504 上所沉积的金属层 321a 的表面上。此时，其上安装有基板 504 的台 505 被加热到 200℃以上 400℃以下。之后，腔室 510 中残留的 SiH_4 气体从排气口 509 减压排出。结果是，由硅形成的 Si 层 321b 被沉积在金属层 321a 的表面上。在本示例中，Si 层 321b 的厚度为 2×10^{-10}m。

[0041] (3)N 层的沉积过程

[0042] 在 Si 层 321b 被沉积后，从阀 511 向气体导入口 501 导入氮气和氢气的混合气体。该混合气体的流速通过质量流量计 512 被控制在 150sccm 以上 3,000sccm 以下。该混合气体的导入时间被设置在 10 秒以上 30 秒以下的范围内。导入气体导入口 501 的混合气体通过石英管 507。当通过石英管 507 时，高频电源 508 对高频施加线圈 502 通电。混合气体由此被活化。活化的混合气体从孔 506 喷出。这样，氮被沉积在基板 504 上形成的 Si 层 321b 的表面上。此时，其上安装有基板 504 的台 505 被加热到 200℃以上 400℃以下。之后，腔室 510 中残留的混合气体从排气口 509 减压排出。结果是，由氮形成的 N 层 321c 被沉积在 Si 层 321b 的表面上。在本示例中，N 层 321c 的厚度为 1.4×10^{-10}m。

[0043] 将上述沉积过程 (1)、(2) 和 (3) 重复进行 32 次，由此完成示例 1 的加热电阻层 32。在本示例中，加热电阻层 32 的厚度约为 200×10^{-10}m。加热电阻层 32 的电阻率为 400 μ Ω • cm。

[0044] 示例 2

[0045] 在本示例中，沉积装置 5 以与示例 1 中相同的方式被用于形成加热电阻层 32。顺便提及，关于与示例 1 中相同的内容，省略其描述。

[0046] (1) 金属层的沉积过程

[0047] 在沉积装置 5 中，从阀 511 向气体导入口 501 导入 WF_6 气体。WF_6 气体的流速通过质量流量计 512 被控制在 100sccm 以上 1,500sccm 以下。WF_6 气体的导入时间设置在 1 秒以上 5 秒以下的范围内。导入气体导入口 501 的 WF_6 气体通过石英管 507。当通过石英管 507 时，高频电源 508 对高频施加线圈 502 通电。WF_6 气体由此被活化。活化的 WF_6 气体从孔 506 喷出。这样，WF_6 沉积在基板 504 上。基板 504 被安装在台 505 上。台 505 被加热到 200℃以上 400℃以下。

[0048] 在 WF_6 被沉积在基板 504 上之后，腔室 510 中残留的 WF_6 气体从排气口 509 减压排出。然后，为了去除构成 WF_6 的 F(氟)，从阀 511 向气体导入口 501 导入氢气。氢气的流速通过质量流量计 512 被控制在 500sccm 以上 3,000sccm 以下。氢气的导入时间被设置为 6 秒以上。导入气体导入口 501 的氢气通过石英管 507。当通过石英管 507 时，高频电源 508 对高频施加线圈 502 通电。氢气由此被活化。活化的氢气从孔 506 喷出。于是，氢与基板 504 上沉积的 WF_6 反应。通过该反应去除氟。之后，腔室 510 中残留的氢气从排气口 509 减压排出。结果是，由钨 (W) 形成的金属层 321a 被沉积在蓄热层 31 的表面上。在本示例中，金属层 321a 的厚度为 2.8×10^{-10}m。

[0049] (2)Si 层的沉积过程

[0050] 根据与示例 1 的过程 (2) 相同的过程，由硅形成的 Si 层 321b 被沉积在金属层 321a 的表面上。

[0051] (3)N 层的沉积过程

[0052] 根据与示例 1 的过程 (3) 相同的过程，由氮形成的 N 层 321c 被沉积在 Si 层 321b 的表面上。

[0053] 将上述沉积过程 (1)、(2) 和 (3) 重复进行 33 次，由此完成示例 2 的加热电阻层 32。在本示例中，加热电阻层 32 的厚度约为 200×10^{-10}m。加热电阻层 32 的电阻率为 360 μ Ω · cm。

[0054] 比较例 1

[0055] 在该比较例中，通过将示例 1 的沉积过程按照 (2)、(1) 和 (3) 的顺序进行来沉积加热电阻层。即，比较例 1 的加热电阻层是按照 Si 层 321b、由钽形成的金属层 321a 以及 N 层 321c 的顺序的层压体。按照上述顺序将沉积过程重复进行 32 个周期，由此完成比较例 1 的加热电阻层。在该比较例中，加热电阻层 32 的厚度约为 200×10^{-10}m。加热电阻层的电阻率为 360 μ Ω · cm。

[0056] 比较例 2

[0057] 在该比较例中，通过将示例 1 的沉积过程按照 (3)、(1) 和 (2) 的顺序进行来沉积加热电阻层。即，比较例 2 的加热电阻层是按 N 层 321c、由钽形成的金属层 321a 以及 Si 层 321b 的顺序的层压体。按照上述顺序将沉积过程重复进行 32 个周期，由此完成比较例 2 的加热电阻层。在该比较例中，加热电阻层的厚度约为 200×10^{-10}m。

[0058] 比较例 3

[0059] 在该比较例中，通过将示例 2 的沉积过程按照 (2)、(1) 和 (3) 的顺序进行来沉积

加热电阻层。即，比较例 3 的加热电阻层是按 Si 层 321b、由钨形成的金属层 321a 以及 N 层 321c 的顺序的层压体。按照上述顺序将沉积过程重复进行 32 个周期，由此完成比较例 3 的加热电阻层。在该比较例中，加热电阻层的厚度约为 200×10^{-10}m。加热电阻层的电阻率为 360 μ Ω · cm。

[0060] 比较例 4

[0061] 在该比较例中，通过将示例 2 的沉积过程按照 (3)、(1) 和 (2) 的顺序进行来沉积加热电阻层。即，比较例 4 的加热电阻层是按 N 层 321c、由钨形成的金属层 321a 以及 Si 层 321b 的顺序的层压体。按照上述顺序将沉积过程重复进行 32 个周期，由此完成比较例 4 的加热电阻层。在该比较例中，加热电阻层的厚度约为 200×10^{-10}m。

[0062] 比较例 5

[0063] 在该比较例中，通过二元溅射法来沉积由 $Ta_{33.3}Si_{33.3}N_{33.4}$形成的加热电阻层。具体沉积条件为使得基板温度为 150℃，N/Ar+N 的气体流速比为 10%，对 Si 目标施加的电力为 700W，并且对 Ta 目标施加的电力为 480W。在该比较例中，加热电阻层的电阻率为 410 μ Ω · cm。

[0064] 比较例 6

[0065] 在该比较例中，由 $Ta_{35}Si_{19.4}N_{45.6}$形成的加热电阻层通过二元溅射法被沉积。具体沉积条件为使得基板温度为 150℃，N/Ar+N 的气体流速比为 18%，对 Si 目标施加的电力为 650W，并且对 Ta 目标施加的电力为 480W。在该比较例中，加热电阻层的电阻率为 410 μ Ω · cm。

[0066] 比较例 7

[0067] 在该比较例中，由 $W_{33.3}Si_{33.3}N_{33.4}$形成的加热电阻层通过二元溅射法被沉积。具体沉积条件为使得基板温度为 150℃，N/Ar+N 的气体流速比为 15%，对 Si 目标施加的电力为 700W，并且对钨 (W) 目标施加的电力为 410W。在该比较例中，加热电阻层的电阻率为 650 μ Ω · cm。

[0068] 膜质量评价

[0069] 各示例的加热电阻层的膜质量以及各比较例的加热电阻层的膜质量借助 TEM（透射电子显微镜）来评价。评价结果如图 5 中所示。在图 5 中，将原子 (Ta 或 W、Si 及 N) 一层接一层地被分层沉积的加热电阻层评价为“A”。将其中原子被部分分层沉积的加热电阻层评价为“B”。将其中原子不分层沉积的加热电阻层评价为“C”。

[0070] 当参照图 5 时，比较例 2 和 4 评价为“B”。在比较例 2 和 4 中，氮原子不均匀地沉积在蓄热层 31 的氧化硅 (SiO) 上，从而其膜质量与示例 1 和 2 相比要差。在比较例 5 到 7 中，膜质量评价为“C”。由于在比较例 5 到 7 中采用了溅射法，因此各原子随机布置。即，比较例 5 到 7 的加热电阻层由在其中钽（或钨）原子、硅原子以及氮原子混合存在的单层构成。

[0071] 结构评价

[0072] 各示例的加热电阻层的结构以及各比较例的加热电阻层的结构借助 XRD(X 射线衍射）来评价。评价结果如图 5 中所示。当参照图 5 时，在与蓄热层 31（硅化合物）接触的原子是金属（钽或钨）或者氮的情况下的加热电阻层具有无定形结构。另一方面，在与蓄热层 31（硅化合物）接触的原子是硅的情况下的加热电阻层具有结晶结构。

[0073] 热应力评价

[0074] 根据上述的构成准备分别具有各示例以及各比较例的加热电阻层的液体喷射头以进行热应力评价（恒定应力测试）。在该热应力评价中，以预定频率对各能量生成元件施加电压脉冲。电压脉冲的峰值为用于喷墨的阈值电压（V_{th}）的 1.3 倍的值。电压脉冲宽度为 0.8μs。连续施加该电压脉冲，直到能量生成元件断线为止。评价结果如图 5 中所示。在图 5 中，在能量生成元件引起断线时的脉冲数量（称为“断线脉冲数”）超过 2×10^{10}的情况下，热应力耐性评价为“A”。在断线脉冲数超过 5×10^{9}的情况下，热应力耐性评价为“B”。在断线脉冲数为 1×10^{9}以下的情况下，热应力耐性评价为“C”。当参照图 5 时，在原子被分层沉积时的热应力耐性优于原子被部分分层沉积、或者原子不分层沉积的情况，并且加热电阻层具有无定形结构的情况下的热应力耐性优于加热电阻层具有结晶结构的情况。

[0075] 从膜质量的评价结果清楚看出，金属层 321a 或 Si 层 321b 需要与包含硅化合物的蓄热层 31 接触，从而将加热电阻层分层地沉积在蓄热层 31 的表面上。当金属层 321a 与蓄热层 31 接触时，加热电阻层具有无定形结构。另一方面，当 Si 层 321b 与蓄热层 31 接触时，加热电阻层具有结晶结构。因为无定形结构无晶界，所以与结晶结构相比热应力耐性要优越。此外，与通过溅射法沉积的加热电阻层相比，通过将多个原子分层堆叠所沉积的加热电阻层更难由于热应力引起结构弛豫。

[0076] 因此，通过使金属层 321a 与蓄热层 31 的表面接触并且分层地沉积金属层 321a、Si 层 321b 及 N 层 321c，能够提高热应力耐性。结果是，即使记录的容量增加，也能够确保抵抗热应力的可靠性。

[0077] 根据本发明，能够提高能量生成元件的热应力耐性。

[0078] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述，但是应当理解，本发明并不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释，以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

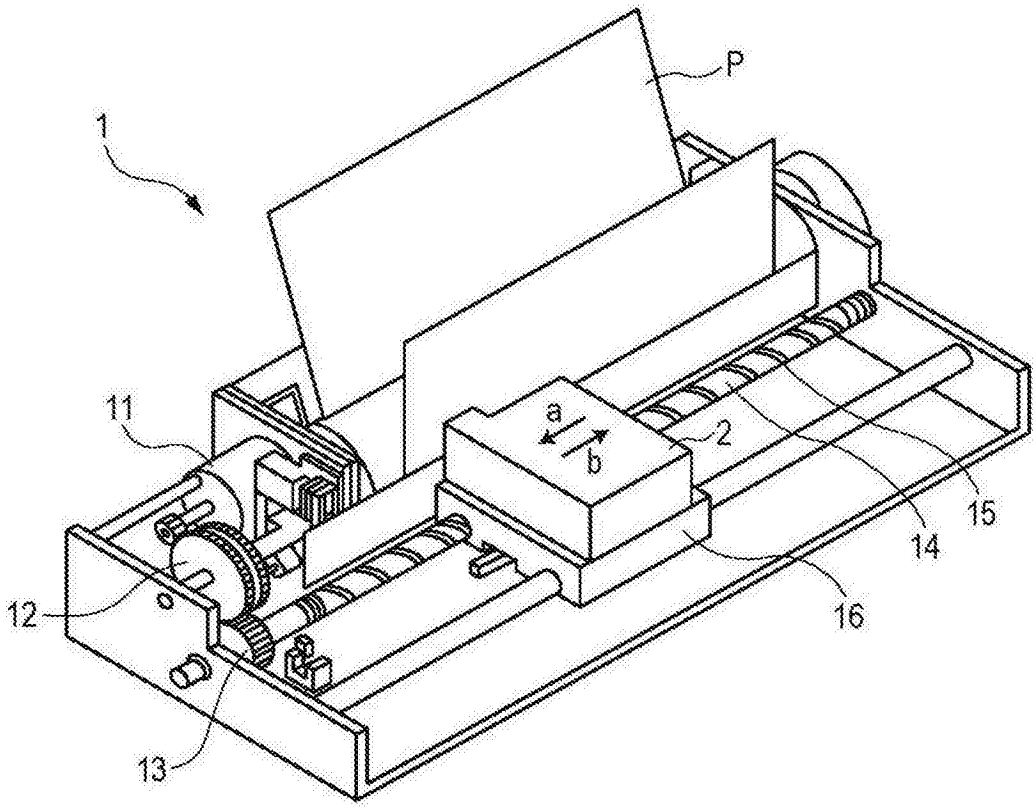


图 1A

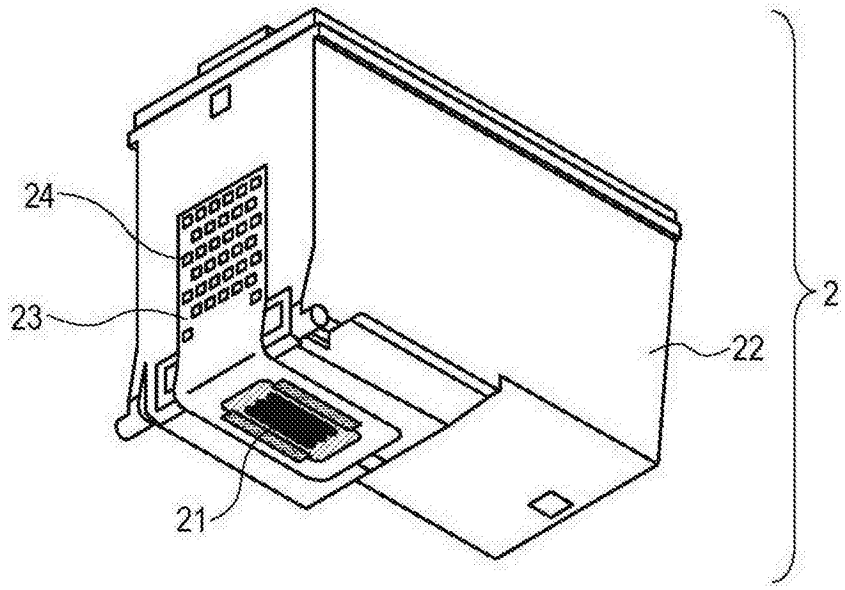


图 1B

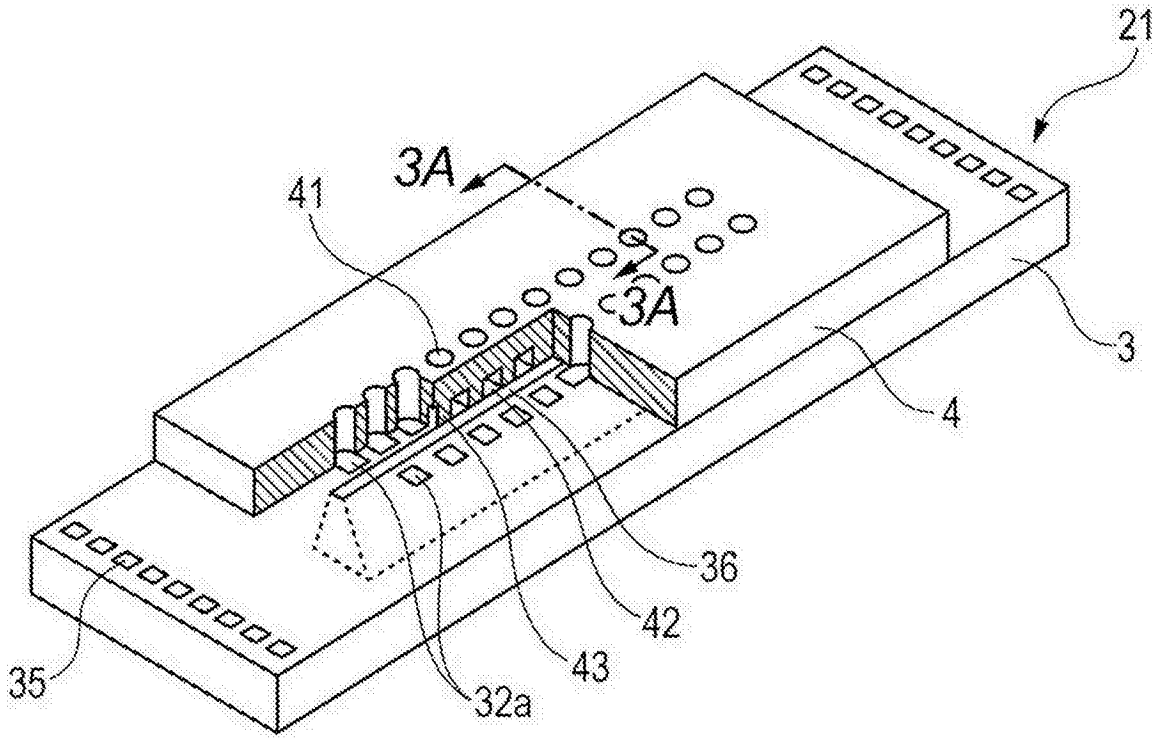


图 2

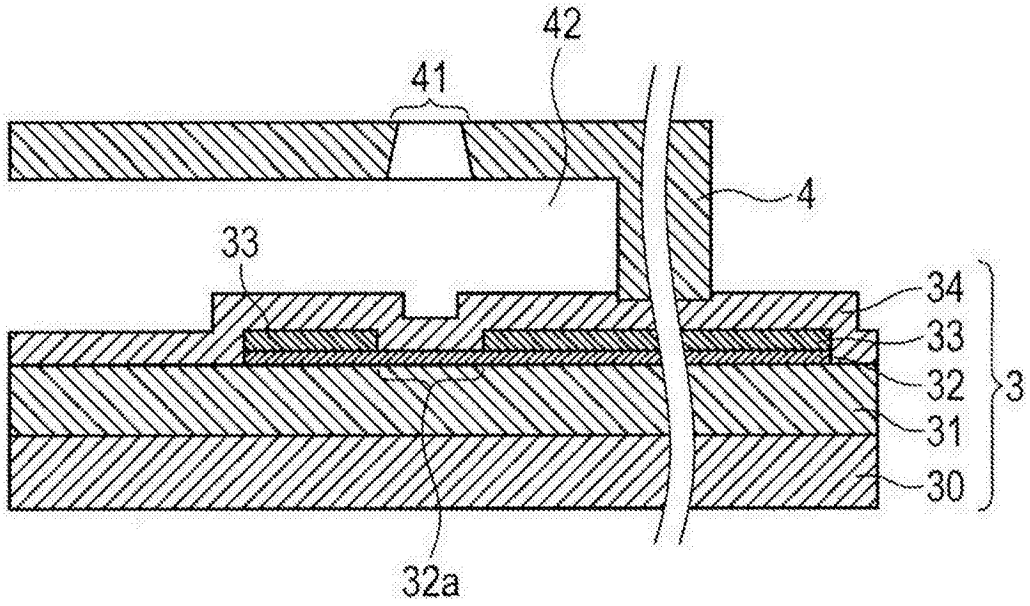


图 3A

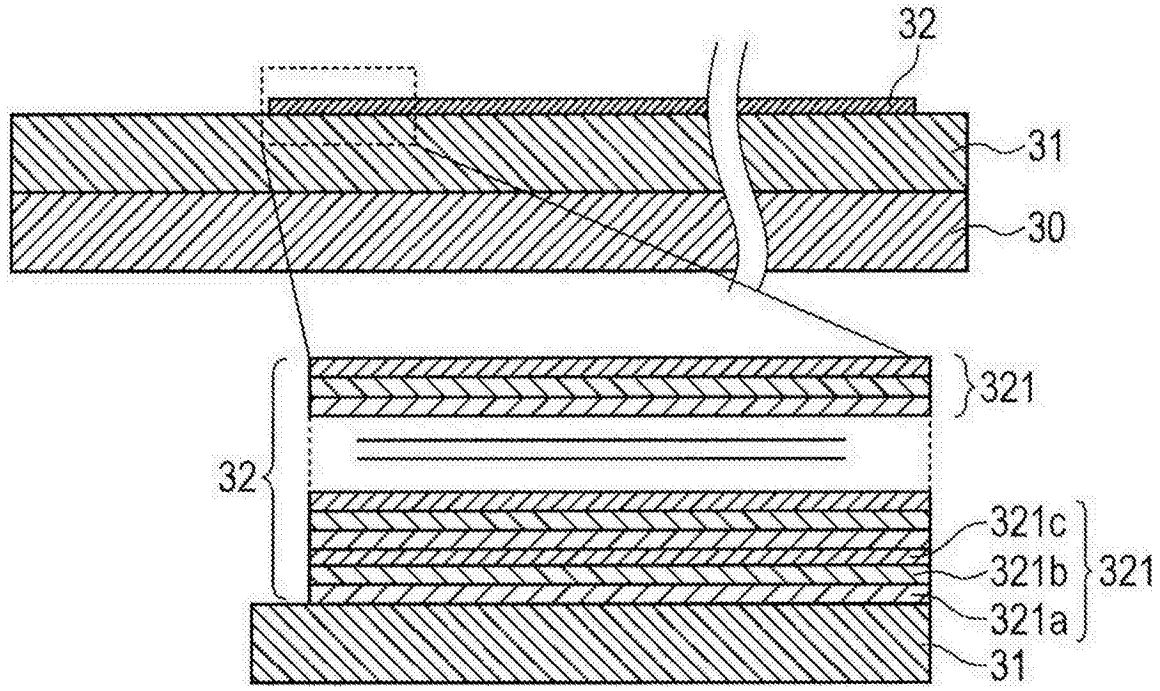


图 3B

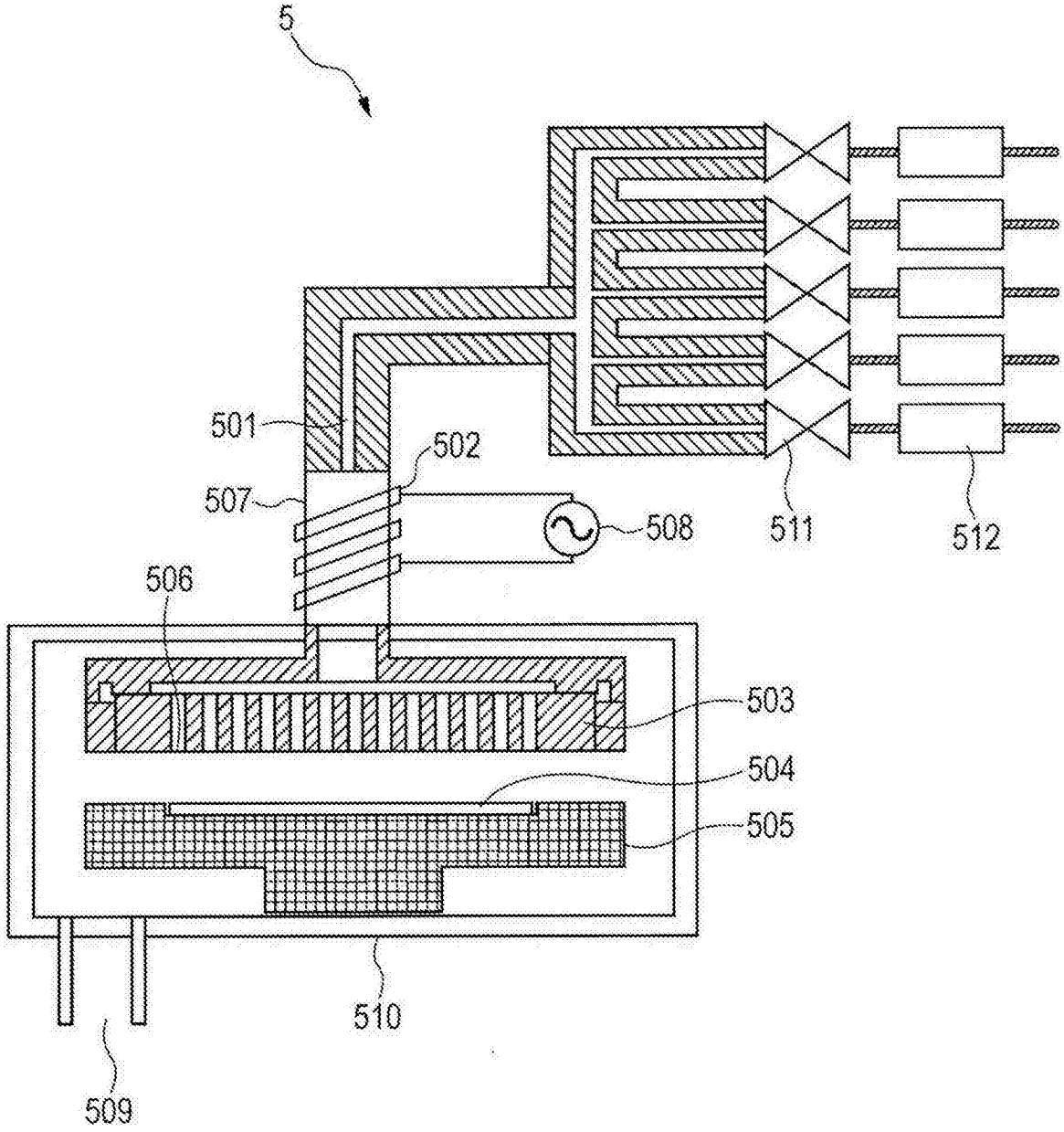


图 4

	沉积方法	膜质量评价	电阻率 ($\mu\Omega \cdot cm$)	结构	热应力
示例1	ALD (Ta→Si→N)	A	400	无定形	A
示例2	ALD (W→Si→N)	A	360	无定形	A
比较例1	ALD (Si→Ta→N)	A	360	结晶	C
比较例2	ALD (N→Ta→Si)	B	410	无定形	C
比较例3	ALD (Si→W→N)	A	340	结晶	C
比较例4	ALD (N→W→Si)	B	370	无定形	C
比较例5	SP (Ta33.3Si33.3N33.4)	C	410	无定形	C
比较例6	SP (Ta35Si19.4N45.6)	C	825	无定形	B
比较例7	SP (W33.3Si33.3N33.4)	C	650	无定形	B

图 5