



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118679221 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 20

(21) 申请号 202280091134.1

(22) 申请日 2022.10.27

(30) 优先权数据

2022-083905 2022.05.23 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/040167 2022.10.27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/228435 JA 2023.11.30

(71) 申请人 株式会社日立产机系统

地址 日本

(72) 发明人 斋藤飒 小林义雄 石井聪之

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

专利代理师 龙淳

(51) Int. Cl.

C08L 101/00 (2006.01)

C08K 3/013 (2006.01)

C08K 3/30 (2006.01)

C08K 3/36 (2006.01)

C08K 7/06 (2006.01)

C08L 27/18 (2006.01)

F04B 39/00 (2006.01)

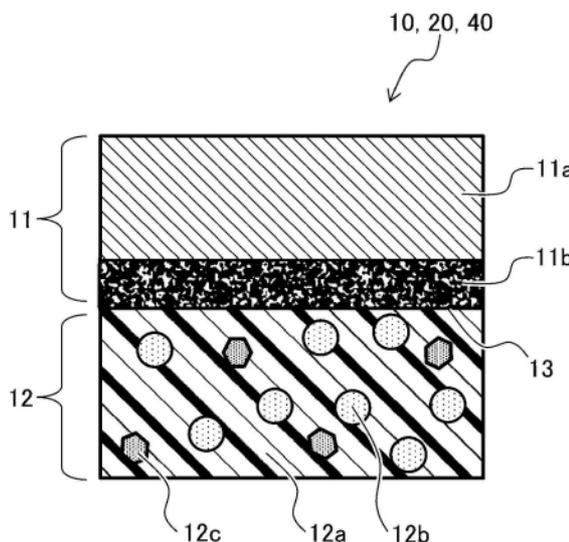
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

滑动材和气体压缩机械

(57) 摘要

本发明提供一种耐磨损性优秀的滑动材和气体压缩机械。为了解决该课题,滑动材(12)含有树脂(12a)、在树脂(12a)中配置的、由无机材料构成的第1颗粒(12b)、和在树脂(12a)中配置的、由具有比第1颗粒(12b)大的维氏硬度的无机材料构成的第2颗粒(12c),将第2颗粒(12c)的维氏硬度除以第1颗粒(12b)的维氏硬度得到的值定义为硬度比、将第1颗粒(12b)相对于树脂(12a)的含量除以第2颗粒(12c)相对于树脂(12a)的含量得到的值定义为含量比的情况下,对硬度比除以含量比得到的值在0.3以上2.8以下。



1. 一种滑动材,其特征在于,含有:  
树脂;  
第1颗粒,其配置在所述树脂中,由无机材料构成;和  
第2颗粒,其配置在所述树脂中,由具有比所述第1颗粒大的维氏硬度的无机材料构成,  
在将所述第2颗粒的维氏硬度除以所述第1颗粒的维氏硬度得到的值定义为硬度比、将  
所述第1颗粒相对于所述树脂的含量除以所述第2颗粒相对于所述树脂的含量得到的值定  
义为含量比的情况下,  
将所述硬度比除以所述含量比得到的值在0.3以上2.8以下。
2. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
所述第1颗粒由金属构成,  
所述第2颗粒由金属或陶瓷的至少一者构成。
3. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
所述第1颗粒的维氏硬度在50HV以上200HV以下。
4. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
所述树脂是含氟树脂。
5. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
所述第1颗粒是铜、以铜为主成分的合金、铝和以铝为主成分的合金中的至少一种。
6. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
所述第2颗粒是硅藻土、氧化铝、氧化硅、氧化钛、氧化锌和碳化硅中的至少一种。
7. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
还含有配置在所述树脂中的纤维。
8. 如权利要求7所述的滑动材,其特征在于:  
所述纤维是碳纤维。
9. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
还含有配置在所述树脂中的固体润滑剂。
10. 如权利要求9所述的滑动材,其特征在于:  
所述固体润滑剂是二硫化钼。
11. 如权利要求1所述的滑动材,其特征在于:  
在所述树脂与所述第1颗粒之间,形成有化学合成处理层。
12. 一种气体压缩机械,其特征在于,包括:  
对于气体进行压缩和膨胀的至少一者的室;和  
滑动部,其具有能够在划分所述室的滑动面上滑动的滑动材;  
所述滑动材含有:  
树脂;  
第1颗粒,其配置在所述树脂中,由无机材料构成;和  
第2颗粒,其配置在所述树脂中,由具有比所述第1颗粒大的维氏硬度的无机材料构成,  
在将所述第2颗粒的维氏硬度除以所述第1颗粒的维氏硬度得到的值定义为硬度比、将  
所述第1颗粒相对于所述树脂的含量除以所述第2颗粒相对于所述树脂的含量得到的值定  
义为含量比的情况下,

将所述硬度比除以所述含量比得到的值在0.3以上2.8以下。

13. 如权利要求12所述的气体压缩机械,其特征在于:  
所述滑动面是耐酸铝层的表面。

14. 如权利要求12所述的气体压缩机械,其特征在于:  
所述滑动材无油地在所述滑动面上滑动。

## 滑动材和气体压缩机械

### 技术领域

[0001] 本发明涉及滑动材和气体压缩机械。

### 背景技术

[0002] 作为对空气等气体进行压缩的气体压缩机械,已知往复型的气体压缩机械、涡旋式的气体压缩机械。例如往复型的气体压缩机械中,在金属制的缸内往复运动的活塞上,安装有活塞环,作为相对于缸的内表面滑动的滑动材。另外,例如涡旋式的气体压缩机械中,在金属制的固定涡旋件、或者相对于固定涡旋件旋转运动的同时接触并滑动的回旋涡旋件的端部,安装有片密封件作为滑动材。

[0003] 作为滑动材,例如使用以聚四氟乙烯 (PTFE) 为代表的树脂材料。例如PTFE结晶度高、剪切强度小,所以受到剪切时在微观层面上容易地表层剥离,移附至缸内表面等对方面(滑动面)上。已知为了提高以PTFE为母材的滑动材的耐磨损性、而混合了金属颗粒的复合树脂材料。

[0004] 专利文献1的摘要中记载了“在与金属对方材料在油润滑下滑动接触、以PTFE树脂为主成分的工作机械用树脂滑动材中,混合与金属对方材料的材料金属相比标准电极电位更低、并且除铜-铝类的铜合金以外的金属的粉末。或者,在该树脂滑动材中,进而混合再生PTFE树脂粉末”。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2015-71793号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 本发明人进行了研究,得知了专利文献1中记载的滑动材在耐磨损性的观点上存在课题,对于详情举出实施例在后文中记载。

[0010] 本公开要解决的课题在于提供一种耐磨损性优秀的滑动材和气体压缩机械。

[0011] 用于解决课题的方法

[0012] 本公开的滑动材含有:树脂;第1颗粒,其配置在所述树脂中,由无机材料构成;和第2颗粒,其配置在所述树脂中,由具有比所述第1颗粒大的维氏硬度的无机材料构成,将所述第2颗粒的维氏硬度除以所述第1颗粒的维氏硬度得到的值定义为硬度比、将所述第2颗粒相对于所述树脂的含量除以所述第1颗粒相对于所述树脂的含量得到的值定义为含量比的情况下:将所述硬度比除以所述含量比得到的值在0.3以上2.8以下。其他解决手段在具体实施方式中后述。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本公开,能够提供一种耐磨损性优秀的滑动材和气体压缩机械。

## 附图说明

- [0015] 图1是对一个实施方式的气体压缩机械中的滑动部放大地示出的截面图。
- [0016] 图2是表示一个实施方式的气体压缩机械的结构截面图。
- [0017] 图3是将图2所示的气体压缩机械的固定涡旋件和回旋涡旋件的一部分放大的图。
- [0018] 图4是表示其他实施方式的气体压缩机械的结构截面图。
- [0019] 图5是将图4所示的缸的内部放大地示出的图。
- [0020] 图6是说明摩擦试验的试验方法的图。
- [0021] 图7是说明摩擦试验的试验结果的图。

## 具体实施方式

[0022] 以下,参考附图说明用于实施本公开的方式(称为实施方式)。在以下的一个实施方式的说明中,也适当进行能够应用于一个实施方式的其他实施方式的说明。本公开不限于以下实施方式,能够将不同的实施方式彼此组合,或在不显著损害本公开的效果的范围内任意地变形。另外,对于相同的部件附加相同的符号,省略重复的说明。进而,对于具有相同的功能的部分附加相同的名称。图示的内容只是示意性的,为了便于图示,有时会在不显著损害本公开的效果的范围内相对于实际的结构进行变更,或在附图之间将一部分部件的图示省略或变形。

[0023] 图1是对一个实施方式的气体压缩机械20、40中的滑动部10放大地示出的截面图。图1与后述的图3所示的A部、和图5所示的B部对应。气体压缩机械20例如是涡旋式的,气体压缩机械40例如是往复式的,详情后述。首先,参考图1,说明气体压缩机械20、40中具备的滑动部10。

[0024] 滑动部10具备金属制(例如铝制)的部件11、和滑动材12。从部件11看来,滑动材12例如进行旋转运动、往复运动等,由此滑动材12在部件11上滑动。从滑动材12看来,部件11例如进行旋转运动、往复运动等,由此部件11在滑动材12上滑动。滑动材12例如具备在固定涡旋件21和回旋涡旋件22(均为图3)、活塞42(图5)中,详情后述。

[0025] 滑动部10中,滑动材12在滑动面13上与部件11接触并滑动。在滑动面13上,可以存在润滑油、润滑脂等。但是,气体压缩机械20、40中,滑动材12在滑动面13上无油地滑动。这样时,能够特别增大本公开的效果。此处所谓无油指的是完全不存在润滑油等的状态。但是,也可以是不存在充分的润滑油等的所谓无油的状态。

[0026] 部件11具备金属材料11a和表面层11b。金属材料11a例如作为基材发挥功能,在金属材料11a的表面,形成表面层11b。在表面层11b的表面形成滑动面13,滑动材12相对于表面层11b在接触的同时滑动。

[0027] 金属材料11a只要是具有作为气体压缩机械20、40的一个部件的强度的金属就不特别限制,例如,能够使用铝、镁、硅等轻金属、以及铁、铬、镍、钼、钛、铜等过渡金属的单体或化合物(合金等)。更具体而言,例如能够使用铝、铝合金等铝类材料、铁、铁-镍合金等铁类材料、钛、钛合金等钛类材料、铜、铜合金等铜类材料。其中,优选铝类材料,通过使用铝类材料,能够发挥优秀的耐磨损性。铝类材料例如也可以含有少量的镁、硅等。另外,铁类材料也可以含有例如铬、镍、钼等。

[0028] 表面层11b例如可以是在金属材料11a上自然生成的自然氧化膜、人工施加的表面

涂层中的任一者。自然氧化膜的情况下,例如金属材料11a由铝类材料构成时,表面层11b由氧化铝构成。另外,金属材料11a由铁类材料构成的情况下,表面层11b由氧化铁构成。金属材料11a由铜类材料构成的情况下,表面层11b由氧化铜构成。

[0029] 图示的例子中,表面层11b是由氧化铝构成的耐酸铝层,滑动面13是耐酸铝层的表面。通过使滑动面13成为这样,能够保护金属材料11a。

[0030] 表面层11b是表面涂层的情况下,作为一例,表面层11b能够用镀膜处理、物理蒸镀(PVD)法、化学蒸镀(CVD)法、渗碳处理等形成。该情况下,表面层11b通常由含有例如铝、磷、铬、铁、镍、锌中的至少一者的材料构成。作为含有这样的元素的表面涂层的一例,可以举出耐酸铝处理、镀铝、镀镍、镀铬、镀铁、镀锌等。

[0031] 图1所示的例子中,在金属材料11a的表面形成了表面层11b。但是,也可以不在金属材料11a上形成表面层11b,金属材料11a也可以在部件11的表面露出。即,部件11的金属表面可以由构成金属材料11a的金属形成,也可以由在金属材料11a上形成的表面层11b形成。

[0032] 滑动材12包括树脂12a、第1颗粒12b、和第2颗粒12c。树脂12a例如作为母材发挥功能。树脂12a优选是含氟树脂。通过使用含氟树脂,能够提高耐久性。另外,能够促进含氟树脂向滑动面13的移附。作为含氟树脂,例如能够使用上述PTFE、四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚物(PFA)、四氟乙烯-乙烯共聚物(ETFE)、聚偏氟乙烯(PVDF)中的至少一种。树脂12a也可以同时使用不同种类的2种以上树脂,例如,可以混合而同时使用PTFE、和PTFE以外的含氟树脂。另外,树脂12a也可以不是含氟树脂,可以是其他任意的树脂。

[0033] 第1颗粒12b配置在树脂12a中,由无机材料构成。第1颗粒12b优选分散地配置在树脂12a中。第1颗粒12b优选由金属构成。通过由金属构成,能够易于将第1颗粒12b的维氏硬度设定为要求的值。

[0034] 第1颗粒12b的维氏硬度(HV)优选是具有延性的软质材料的维氏硬度,具体而言例如在50HV以上,作为上限例如在200HV以下,优选在100HV以下。通过使维氏硬度处于该范围内,在滑动面13上滑动时第1颗粒12b能够发挥延性,提高耐磨损性。

[0035] 第1颗粒12b优选是铜、以铜为主成分的合金、铝和以铝为主成分的合金中的至少一种。通过使用这些,能够提高耐磨损性。另外,铜是主成分、和铝是主成分,分别指的是合金中最多的金属是铜或铝。

[0036] 优选在树脂12a与第1颗粒12b之间形成化学合成处理层。通过形成化学合成处理层,能够附加因化学合成处理层而实现的各种功能。化学合成处理层例如在第1颗粒12b的表面形成。化学合成处理层例如是提高树脂12a与第1颗粒12b的接合强度的紧贴层。紧贴层例如能够用偶联处理、镀膜处理等形成。偶联处理例如能够使用钛类、硅类等的偶联剂执行。镀膜处理能够使用镀镍、镀铁等与树脂12a的化学亲和性高的过渡金属执行。

[0037] 第1颗粒12b的平均粒径(大小)并不特别限制,例如能够设为10 $\mu\text{m}$ 以上,优选在50 $\mu\text{m}$ 以上,作为上限例如在500 $\mu\text{m}$ 以下,优选在100 $\mu\text{m}$ 以下。第1颗粒12b的平均粒径例如能够使用激光衍射式粒度分布测量装置测量。

[0038] 第2颗粒12c配置在树脂12a中,由无机材料构成。第2颗粒12c优选分散地配置在树脂12a中。第2颗粒12c优选由金属或陶瓷中的至少一者构成。由此,根据与第1颗粒12b的关系,能够易于将第2颗粒12c的维氏硬度设定为要求的值。

[0039] 第2颗粒12c由具有比第1颗粒12b大的维氏硬度的无机材料构成。作为这样的无机颗粒,可以举出硅藻土、氧化铝、氧化硅、氧化钛、氧化锌、碳化硅等硬质的金属颗粒、陶瓷颗粒。其中,第2颗粒12c优选是硅藻土、氧化铝、氧化硅、氧化钛、氧化锌和碳化硅中的至少一种。通过使用这些,能够易于与第1颗粒12b相比增大维氏硬度。

[0040] 第2颗粒12c的平均粒径(大小)并不特别限制,例如能够设为10 $\mu\text{m}$ 以上,优选在20 $\mu\text{m}$ 以上,作为上限例如在500 $\mu\text{m}$ 以下,优选在100 $\mu\text{m}$ 以下。第2颗粒12c的平均粒径例如能够使用激光衍射式粒度分布测量装置测量。

[0041] 将第1颗粒12b相对于树脂12a的含量除以第2颗粒12c相对于树脂12a的含量得到的值定义为含量比(以下称为本公开的含量比)的情况下,本公开的含量比并不特别限定。本公开的含量比优选在3以上,进而优选在6以上,作为上限优选在40以下,进而优选在20以下。另外,本公开的含量比能够按{第1颗粒12b的含量(质量%)} / {第2颗粒12c的含量(质量%)}计算。

[0042] 将第2颗粒12c的维氏硬度除以上述第1颗粒12b的维氏硬度得到的值定义为硬度比(以下称为本公开的硬度比)的情况下,本公开的硬度比并不特别限定。本公开的硬度比优选在6以上,进而优选在10以上,作为上限优选在30以下,进而优选在25以下。另外,本公开的硬度比能够按{第2颗粒12c的维氏硬度(HV)} / {第1颗粒12b的维氏硬度(HV)}计算。另外,通过使用维氏硬度作为硬度的指标,能够适当地表达第1颗粒12b和第2颗粒12c的硬度,能够基于详情后述的本公开的比,适当地执行第1颗粒12b和第2颗粒12c的材料的选定。

[0043] 本公开的滑动材12中,对本公开的硬度比除以本公开的含量比得到的值(以下称为本公开的值)在0.3以上2.8以下。从而,优选以使本公开的含量比在该范围中的方式,调整本公开的硬度比和本公开的含量比。通过将本公开的值设为该范围,能够发挥优秀的耐磨损性,详情参考实施例在后文中记载。本公开的值优选在1.1以上,作为上限优选在1.8以下,进而优选在1.6以下。通过将本公开的值设为该范围,能够发挥特别优秀的耐磨损性。另外,本公开的值能够按{本公开的硬度比(-)} / {本公开的含量比(-)}计算。

[0044] 将本公开的值设定为上述范围的理由如以下所述。本发明人例如按照后述的图7中的试验方法进行了多次摩擦试验。结果,本发明人发现滑动材12的磨损量、与第1颗粒12b和第2颗粒12c的本公开的硬度比和本公开的含量比之间存在相关性。具体而言,确定了本公开的硬度比过大、或者本公开的含量比过小的情况下,因第1颗粒12b和第2颗粒12c的研磨作用而磨损量增加。另一方面,得知了本公开的硬度比过小、或者本公开的含量比过大的情况下,滑动材12自身的耐久性减小,磨损量增加。

[0045] 另一方面,如果对于第1颗粒12b和第2颗粒12c,将本公开的硬度比和含量比控制为适当的范围,则主要是相对硬质的第2颗粒12c对滑动中的剪切应力有效地进行支承。此外,相对软质的第1颗粒12b在支承剪切应力的同时,其磨损粉一部分附着在部件11上,由此具有减弱硬质的部件11的攻击性的效果。这些协同作用能够在将本公开的硬度比和本公开的含量比设为1个参数的、适当地控制本公开的值的情况下发挥。从而,本公开的值例如有助于恶劣环境中的滑动材12的耐磨损性的提高。

[0046] 滑动材12可以还含有纤维。纤维配置在树脂12a中,优选分散地配置在树脂12a中。通过含有纤维,能够提高滑动材12的机械强度。作为纤维,例如可以举出碳纤维、玻璃纤维、金属纤维、陶瓷纤维等的至少一种。其中,纤维优选是碳纤维。通过采用碳纤维,能够兼顾滑

动材12的轻量化和强度提高。

[0047] 纤维的长度和直径只要不显著损害本公开的效果就不特别限制,例如,长度例如能够设为10 $\mu\text{m}$ 以上300 $\mu\text{m}$ 以下,直径例如能够设为1 $\mu\text{m}$ 以上30 $\mu\text{m}$ 以下。长度和直径能够采用滑动材12的截面显微镜照片中的实测值。

[0048] 滑动材12可以还含有固体润滑剂。固体润滑剂例如优选是具有10 $\mu\text{m}$ 以上500 $\mu\text{m}$ 以下的粒径的颗粒状。粒径例如能够按使用激光衍射式粒度分布测量装置的平均粒径进行测量。

[0049] 固体润滑剂配置在树脂12a中,优选分散地配置在树脂12a中。固体润滑剂例如可以举出二硫化钼、石墨、氮化硼等的至少一种。其中,固体润滑剂优选是二硫化钼。通过采用二硫化钼,能够减少摩擦而提高耐磨损性,并且能够提高滑动材12对于例如剪切应力等应力的强度。

[0050] 滑动材12中,至少树脂12a、第1颗粒12b和第2颗粒12c的种类的确认能够如以下所述地执行。即,能够对于滑动材12的例如表面或粉碎物用扫描型电子显微镜、能量色散X射线分析、红外分光分析、X射线衍射等化学分析容易地执行。另外,第1颗粒12b和第2颗粒12c的硬度确认例如能够用纳米压痕仪等的硬度测量执行,另外,第1颗粒12b和第2颗粒12c的含量确认能够用热重测量等容易地执行。

[0051] 滑动材12例如能够如以下所述地制造。即,对树脂12a的粉末、第1颗粒12b、和第2颗粒12c例如适当与碳纤维、二硫化钼等的粉末使用搅拌机混合,得到均匀的混合粉末。接着,通过用压缩成型或注塑成型使混合物成型为任意形状,而得到成形物。最后,对成形物用电炉等进行烧结,由此得到滑动材12。烧结优选与使用的树脂12a等的种类相应地、适当调整其温度范围地进行。

[0052] 图2是表示一个实施方式的气体压缩机械20的结构的面视图。图2所示的例子中,气体压缩机械20是涡旋式的气体压缩机械。气体压缩机械20具有形成气体压缩机械20的外壳的箱体23、可旋转地设置在箱体23中的驱动轴24、在箱体23上安装的固定涡旋件21、和可旋转地设置在驱动轴24的曲轴24A上的回旋涡旋件22。

[0053] 固定涡旋件21具有固定端板21a、和在固定端板21a的一个主面侧涡旋状地形成的固定涡旋件涡旋齿21b。回旋涡旋件22具有回旋端板22a、和在回旋端板22a的一个主面侧涡旋状地形成的回旋涡旋件涡旋齿22b。在回旋涡旋件22上,在回旋端板22a的背面侧中央突出设置凸台部22f。

[0054] 回旋涡旋件22中,回旋涡旋件涡旋齿22b以与固定涡旋件涡旋齿21b相互咬合的方式,相互相对地配置。由此,在固定涡旋件涡旋齿21b与回旋涡旋件涡旋齿22b之间,形成压缩膨胀室25。压缩膨胀室25是气体压缩机械20中具备的、对于气体进行压缩和膨胀的至少一者的部分。图示的例子中,在压缩膨胀室25中,流入的气体被压缩。

[0055] 在固定涡旋件21的固定端板21a的外周侧,贯穿设置了吸入口26。吸入口26与最外周侧的压缩膨胀室25连通。另外,在固定涡旋件21的固定端板21a的中心部,贯穿设置了排出口27。排出口27向最内周侧的压缩膨胀室25开口。

[0056] 驱动轴24经由滚珠轴承28可旋转地被箱体23支承。驱动轴24的一端侧在箱体23外与电动机(未图示)等连结,驱动轴24的另一端侧在箱体23内伸长而成为曲轴24A。曲轴24A的轴线相对于驱动轴24的轴线偏心规定尺寸。

[0057] 在箱体23的回旋涡旋件22一侧的内周,设置有圆环状的止推部31。在止推部31与回旋端板22a之间,设置有止推板32。止推板32例如由铁等金属材料形成为圆环状的板体。回旋涡旋件22进行旋转运动时,其表面相对于回旋端板22a滑动。由此,止推板32与止推部31一同承受主要在压缩运转时对回旋涡旋件22作用的推力方向(使回旋涡旋件22远离固定涡旋件21的方向)的载荷。由此,抑制箱体23与回旋端板22a的咬死和异常磨损。

[0058] 另外,在止推部31与回旋端板22a之间,在与止推板32相比偏向中心的位置,设置有十字滑环33。十字滑环33在回旋涡旋件22被驱动轴24旋转驱动时,抑制回旋涡旋件22的自转,使其进行具有由曲轴24A决定的规定尺寸的旋转半径的圆周运动。

[0059] 用未图示的电动机等使驱动轴24旋转驱动时,回旋涡旋件22以规定尺寸的旋转半径旋转运动,从吸入口26吸入的外部的空气在压缩膨胀室25中被依次压缩。该压缩空气从固定涡旋件21的排出口27向外部的空气容器等排出。

[0060] 图3是将图2所示的气体压缩机械20的固定涡旋件21和回旋涡旋件22的一部分放大的图。固定涡旋件21和回旋涡旋件22是图1所示的部件11的一例。另外,片密封件291、292是图1所示的滑动材12的一例。从而,滑动部10包括固定涡旋件21、回旋涡旋件22和片密封件291、292。

[0061] 在固定涡旋件涡旋齿21b的与回旋端板22a的相对侧的端面21c上,形成了槽21d,在该槽21d中,嵌入了片密封件291。另外,在回旋涡旋件涡旋齿22b的与固定端板21a的相对侧的端面22c上,也形成了槽22d,在该槽22d中也嵌入了片密封件292。

[0062] 片密封件291、292在划分压缩膨胀室25的涡旋齿底面21e、22e上滑动。涡旋齿底面21e、22e是图1所示的滑动面13的一例。固定涡旋件21和回旋涡旋件22例如是铝、铝合金等铝类材料。对固定涡旋件21和回旋涡旋件22的表面施加耐酸铝处理。从而,涡旋齿底面21e、22e是耐酸铝层的表面。

[0063] 随着回旋涡旋件22的旋转运动,片密封件291相对于回旋端板22a的涡旋齿底面22e滑动,片密封件292相对于固定端板21a的涡旋齿底面21e滑动。由此,能够抑制固定涡旋件涡旋齿21b与回旋端板22a的涡旋齿底面22e的接触、和回旋涡旋件涡旋齿22b与固定端板21a的涡旋齿底面21e的接触。结果,能够获得流畅的滑动状态。

[0064] 也可以在止推板32(图2)与回旋端板22a的滑动部分,在形成其滑动面的止推板32表面或回旋端板22a的表面,对滑动材12实施涂层。另外,上述说明中,示出了用铁等金属材料形成止推板32的例子,但也可以用滑动材12形成止推板32自身。

[0065] 另外,上述说明中,示出了用止推板32、和在与止推板32相比偏向中心的位置设置的十字滑环33抑制回旋涡旋件22的自转的机构。但是,涡旋式的气体压缩机械20不限于此,也能够将本公开应用于使用未图示的例如辅助曲柄、十字滑块联轴器等其他防自转机构的涡旋式的气体压缩机械。

[0066] 图4是表示其他实施方式的气体压缩机械40的结构的面视图。图4所示的例子中,气体压缩机械40是往复式的气体压缩机械。气体压缩机械40具有缸41、和在缸41内部往复运动的活塞42。在缸41内的由活塞42划分而成的空间中,形成压缩膨胀室43。压缩膨胀室43是对于气体进行压缩和膨胀的至少一者的室的一例。图示的例子中,在压缩膨胀室43中,流入的气体被压缩。

[0067] 缸41的上端被分隔板44封闭,在分隔板44上设置有吸入口44a和排出口44b。在吸

入口44a和排出口44b处分别设置吸入阀44c和排出阀44d,在吸入阀44c和排出阀44d的前方,分别连接了配管(未图示)。

[0068] 缸41中,下端侧是开放的,在其下端部,与壳体45连接。对于活塞42,经由活塞销46a与连结棒46连接。在壳体45内收纳了电动机47。电动机47经由滑轮48、和在滑轮48之间卷绕的传动带49与连结棒46连接。

[0069] 气体压缩机械40动作时,电动机47的动力经由传动带49、滑轮48通过连结棒46传递至活塞42。通过使活塞42上下运动,从吸入口44a向压缩膨胀室43内吸入外部空气,吸入气体在压缩膨胀室43内被压缩。压缩后的气体经过排出口44b向压缩膨胀室43的外部排出,被配管回收。

[0070] 图5是将图4所示的缸41的内部放大示出的图。缸41是图1所示的部件11的一例。另外,活塞环421是图1所示的滑动材12的一例。从而,滑动部10包括缸41和活塞环421。导向环422也可以由滑动材12形成。

[0071] 缸41可以是金属制的,也可以是树脂制的。缸41例如是铝、铝合金等铝类材料。对缸41的内周面43a(图1所示的滑动面13的一例)施加了耐酸铝处理。从而,内周面43a是耐酸铝层的表面。

[0072] 在活塞42上环绕安装了活塞环421和导向环422。随着活塞42的上下运动,活塞环421和导向环422相对于缸41的内周面43a滑动。由此,能够抑制活塞42与缸41的接触、和咬死。结果,能够获得活塞42与缸41的流畅的滑动状态。

[0073] 在气体压缩机械20、40中,对压缩膨胀室25、43供给的气体例如可以是大气(空气),也可以是水蒸气非常少的干燥气体。本公开的滑动材12能够不依赖于压缩的气体的种类地表现出充分的耐磨损性。因此,也能够将应用了本公开的滑动材12的气体压缩机械20、40例如用于干燥气体的压缩。作为干燥气体,例如可以举出露点在 $-30^{\circ}\text{C}$ 以下的气体。具体而言,例如可以举出合成空气、高纯度氮气、氧气、氦气、氩气、氢气等。

[0074] **【实施例】**

[0075] 以下,举出实施例,更具体地说明本公开。

[0076] 使用以下表1所示的材料,制作了实施例1~7和比较例1~5的滑动材。树脂12a使用作为含氟树脂的一例的PTFE。第1颗粒12b是作为金属的一例的铜,平均粒径(大小)是 $60\mu\text{m}$ 。第2颗粒12c是均作为陶瓷的一例的硅藻土、氧化硅和氧化铝。硅藻土的平均粒径(大小)是 $36\mu\text{m}$ ,氧化硅的平均粒径(大小)是 $24\mu\text{m}$ ,氧化铝的平均粒径(大小)是 $50\mu\text{m}$ 。

[0077] [表1]

[0078]

	第1颗粒12b	第2颗粒12c	本发明的值
实施例1	铜	硅藻土	0.3
实施例2	铜	硅藻土	1.1
实施例3	铜	硅藻土	1.4
实施例4	铜	氧化硅	1.6
实施例5	铜	硅藻土	1.8
实施例6	铜	氧化铝	2.4
实施例7	铜	硅藻土	2.8
比较例1	铜	无	0

比较例2	铜	硅藻土	0.1
比较例3	铜	氧化硅	3.2
比较例4	铜	硅藻土	3.5
比较例5	无	氧化硅	$\infty$

[0079] 关于使用的各材料,铜的维氏硬度是57HV,硅藻土的维氏硬度是600HV,氧化硅的维氏硬度是900HV,氧化铝的维氏硬度是1385HV。从而,硅藻土、氧化硅和氧化铝都具有比铜的维氏硬度大的维氏硬度。另外,第1颗粒12b是铜、第2颗粒12c是硅藻土的情况的本公开的硬度比是11,第1颗粒12b是铜、第2颗粒12c是氧化硅的情况的本公开的硬度比是16,第1颗粒12b是铜、第2颗粒12c是氧化铝的情况的本公开的硬度比是24。

[0080] 实施例1~7和比较例1~4中,使用铜作为第1颗粒12b。比较例5中,不使用第1颗粒12b。实施例1~3、5、7和比较例2、4中,使用硅藻土作为第2颗粒12c。实施例4和比较例3、5中,使用氧化硅作为第2颗粒12c。实施例6中,使用氧化铝作为第2颗粒12c。比较例1中,不使用第2颗粒12c,比较例1相当于上述专利文献1中记载的技术。

[0081] 实施例1~7中,本公开的值在0.3以上2.8以下。比较例1~5中,本公开的值不足0.3、或者大于2.8。另外,比较例5中,本公开的含量比是0,用分数表示本公开的值时的分母是0。从而,本公开的值不能唯一地考虑而是无穷大。但是,该情况下,本公开的值至少大于2.8。

[0082] 图6是说明摩擦试验的试验方法的图。将实施例1~7和比较例1~5的滑动材加工为块状的试验片71,使环状的试验片72与试验片71的上表面接触。试验片71具有宽度6mm、长度20mm、高度5mm的大致方柱状。试验片71中,在方柱中上部相对的2个角部,进行了深度0.5mm的45度倒角。试验片72由铝合金构成,对表面施加了硫酸耐酸铝处理。试验片72具有圆筒状,内径是9mm,外径是13mm。

[0083] 通过在将试验片71固定的状态下使试验片72旋转,而进行了摩擦试验。作为摩擦试验的实验条件,将接触压力控制为1MPa,将速度控制为2m/s,将温度控制为120°C,使其滑动15小时。

[0084] 图7是说明摩擦试验的试验结果的图。图7所示的图的纵轴表示摩擦试验后的试验片71的磨损量。磨损量是通过对于摩擦试验前后的质量减少量除以试验片71的密度而求出的。另外,为了使结果易于理解,磨损量是用以比较例1为100时的相对值表达的。

[0085] 本公开的值在0.3以上2.8以下的实施例1~7中,磨损量都低于与上述专利文献1中记载的技术对应的值即100。其中,本公开的值在1.1以上1.8以下的情况(实施例2~5)下,磨损量特别少。另一方面,本公开的值不足0.3、或大于2.8的比较例1~5中,磨损量在100以上。特别是比较例5中,磨损量是1600,是比较例1的16倍。

[0086] 根据该结果,示出了通过同时使用维氏硬度不同的第1颗粒12b和第2颗粒12c、并且将本公开的值设为0.3以上2.8以下,能够减少磨损量、提高耐磨损性。特别是,示出了通过同时使用第1颗粒12b和第2颗粒12c、并且将本公开的值设为0.3以上2.8以下,与分别单独使用的情况(比较例1、5)相比,能够减少磨损量。

[0087] 另一方面,本公开的值不足0.3的比较例1、2中,可以认为第1颗粒12b和第2颗粒12c因来自外部的剪切应力而容易地屈服。因此,认为材料自身的耐久性较低,与实施例1~7相比磨损量增加。

[0088] 与比较例1对应的、上述专利文献1中记载的技术中,以PTFE为母材,添加了铜合金。铜和铜合金是软质的,所以在高压等恶劣环境中,不能对剪切应力进行支承而是容易地屈服,引起磨损增加。铜合金被分类为本公开的第1颗粒12b,没有使用相当于第2颗粒12c的材料。因此,专利文献1中记载的滑动材中,本公开的硬度比较小,即本公开的含量比较大。即,可以认为因为本公开的值较小,所以在恶劣环境中,材料自身的耐久性不足,磨损量增加。

[0089] 进而,在本公开的值超过2.8的比较例3~5中,因研磨作用而磨损增加。特别是,不含有第1颗粒12b的比较例5中,可以认为因为维氏硬度非常大的氧化硅,研磨作用较强地作用,磨损量非常大。

[0090] 比较例5中,如上所述,没有使用比较软质的第1颗粒12b,使用了由比较硬质的氧化硅构成的第2颗粒12c。氧化硅、氧化铝等硬质材料如上所述因剪切引起的脱落等而生成磨料颗粒。由此,磨损量易于因切削作用而增大。从而,不使用第1颗粒12b、仅使用第2颗粒12c的滑动材中,本公开的硬度比较大,本公开的含量比较小。即,可以认为因为本公开的值较大,所以磨损量因研磨作用而增加。

[0091] 如以上所述,根据本公开的滑动材,能够提高耐磨损性(耐摩擦性)。因此,通过将滑动材12例如应用于片密封件291、292(图3)、活塞环421(图5)等,能够延长其交换寿命。因此,能够延长气体压缩机械20、40的维护周期和寿命。

[0092] 附图标记说明

[0093] 10 滑动部

[0094] 12 滑动材

[0095] 12a 树脂

[0096] 12b第1颗粒

[0097] 12c第2颗粒

[0098] 13 滑动面

[0099] 20 气体压缩机械

[0100] 21固定涡旋件(滑动部)

[0101] 21e涡旋齿底面(滑动面)

[0102] 22e涡旋齿底面(滑动面)

[0103] 22回旋涡旋件(滑动部)

[0104] 25压缩膨胀室(室)

[0105] 291片密封件(滑动材、滑动部)

[0106] 292片密封件(滑动材、滑动部)

[0107] 40气体压缩机械

[0108] 41缸(滑动部)

[0109] 421活塞环(滑动材、滑动部)

[0110] 43压缩膨胀室(室)

[0111] 43a内周面(滑动面)。

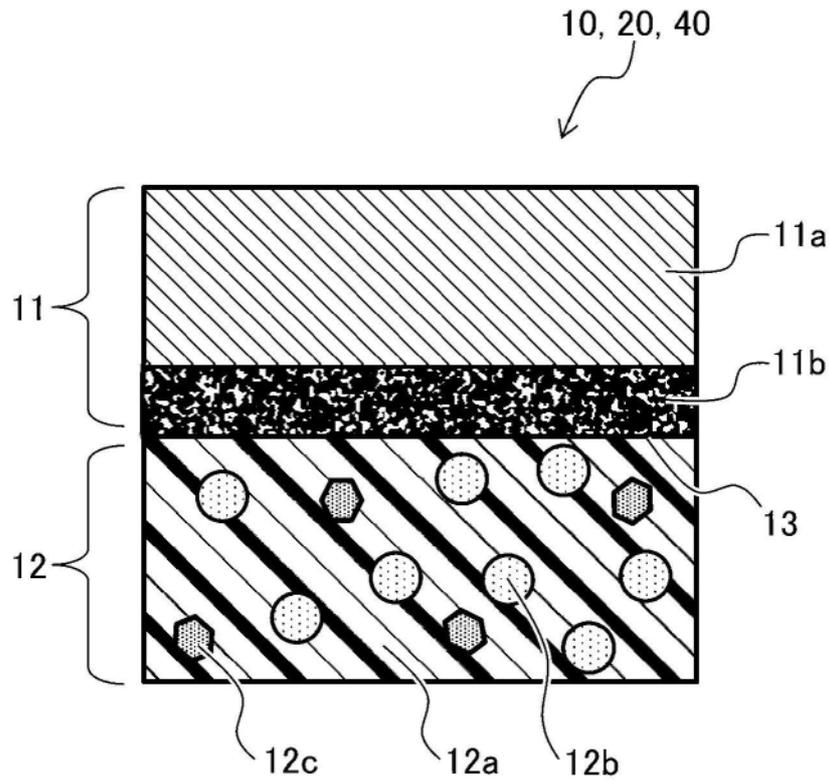


图1

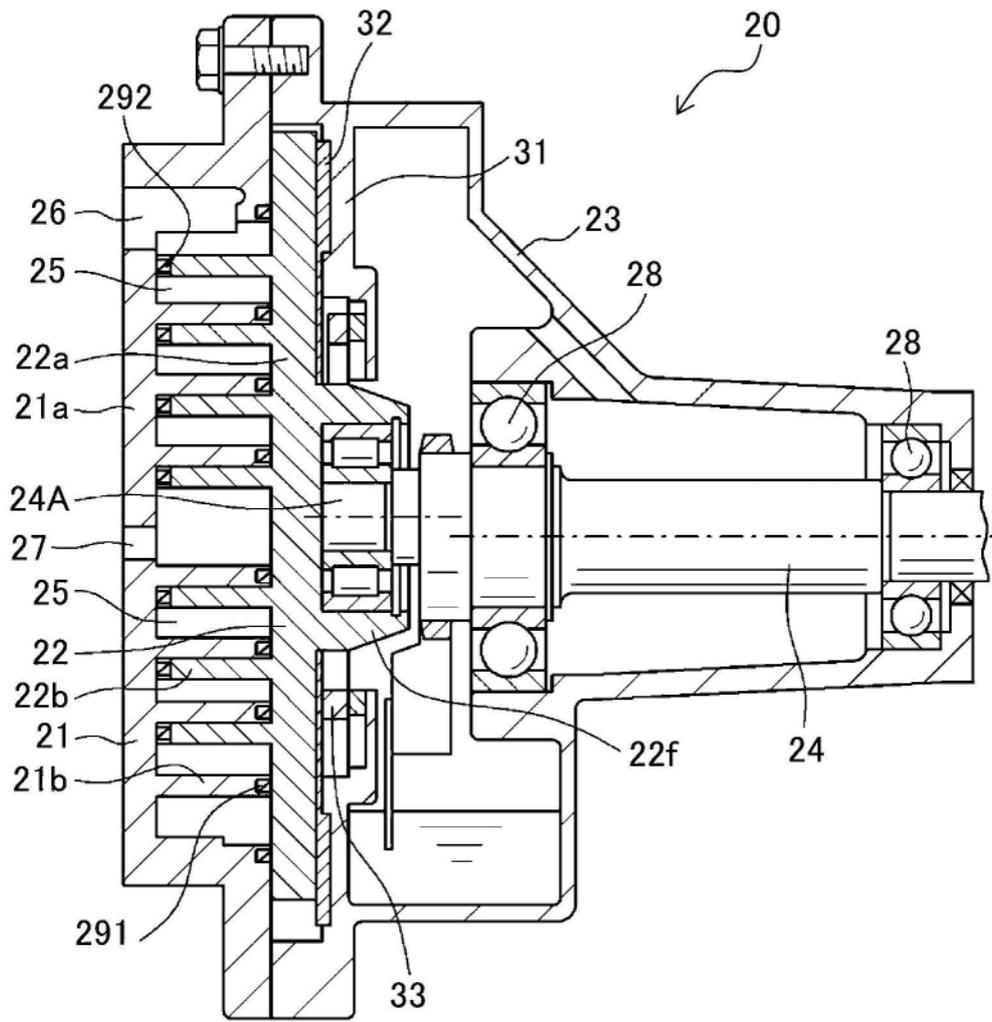


图2

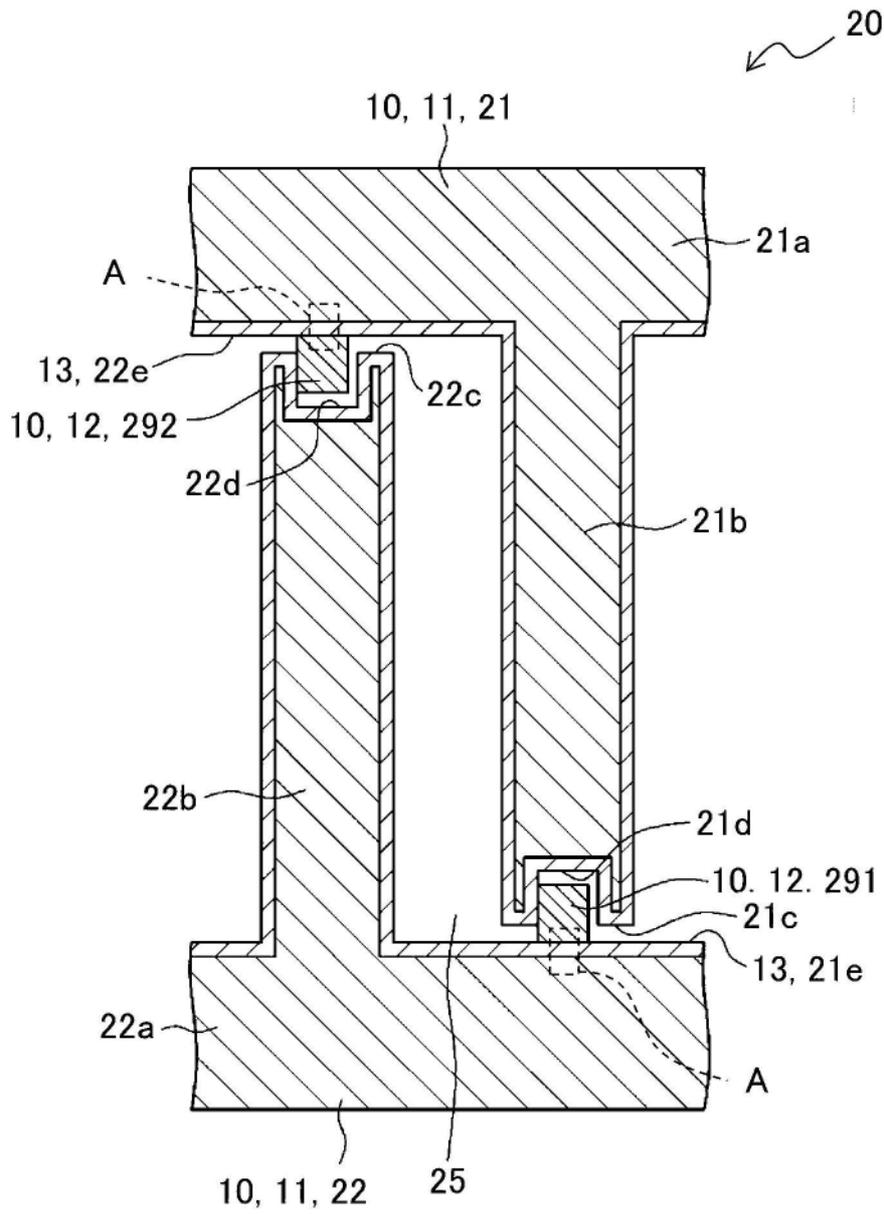


图3

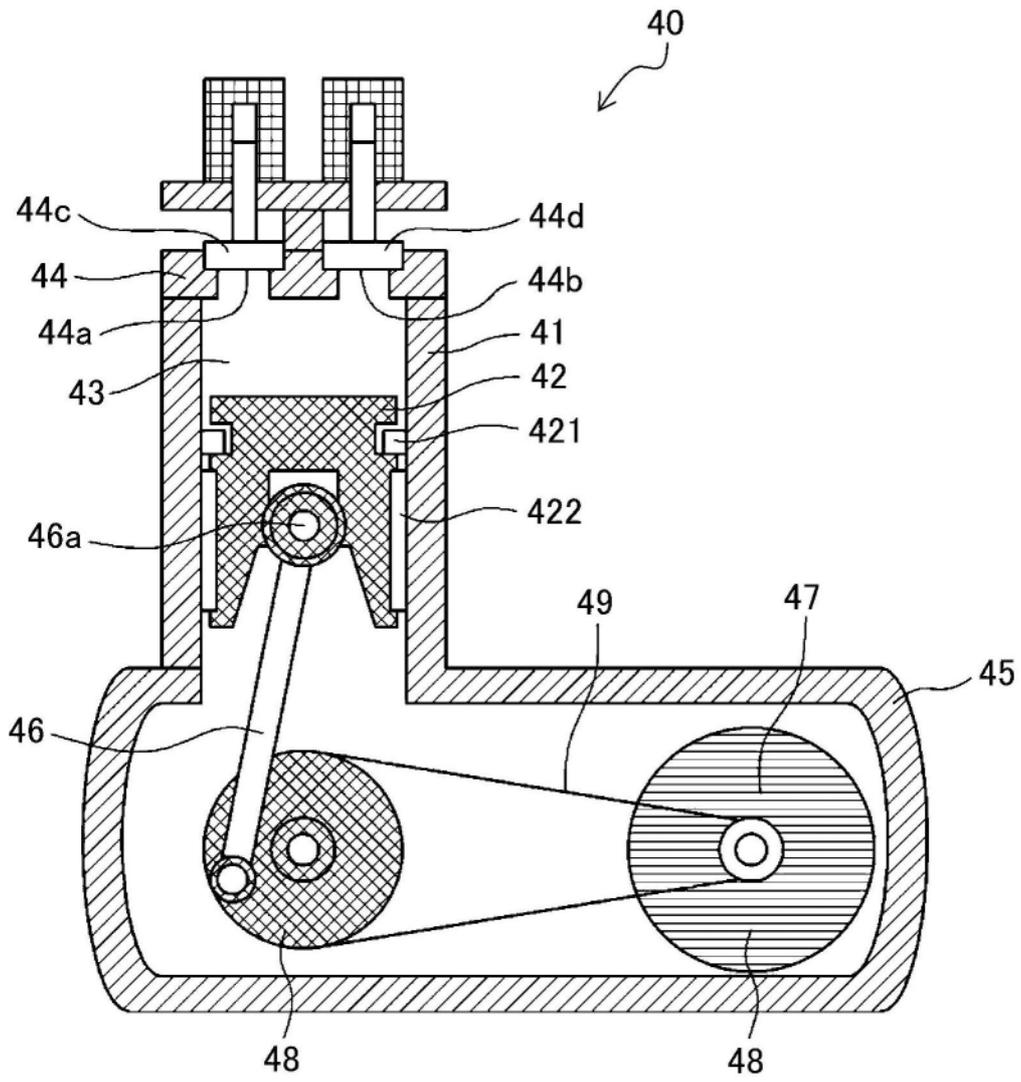


图4

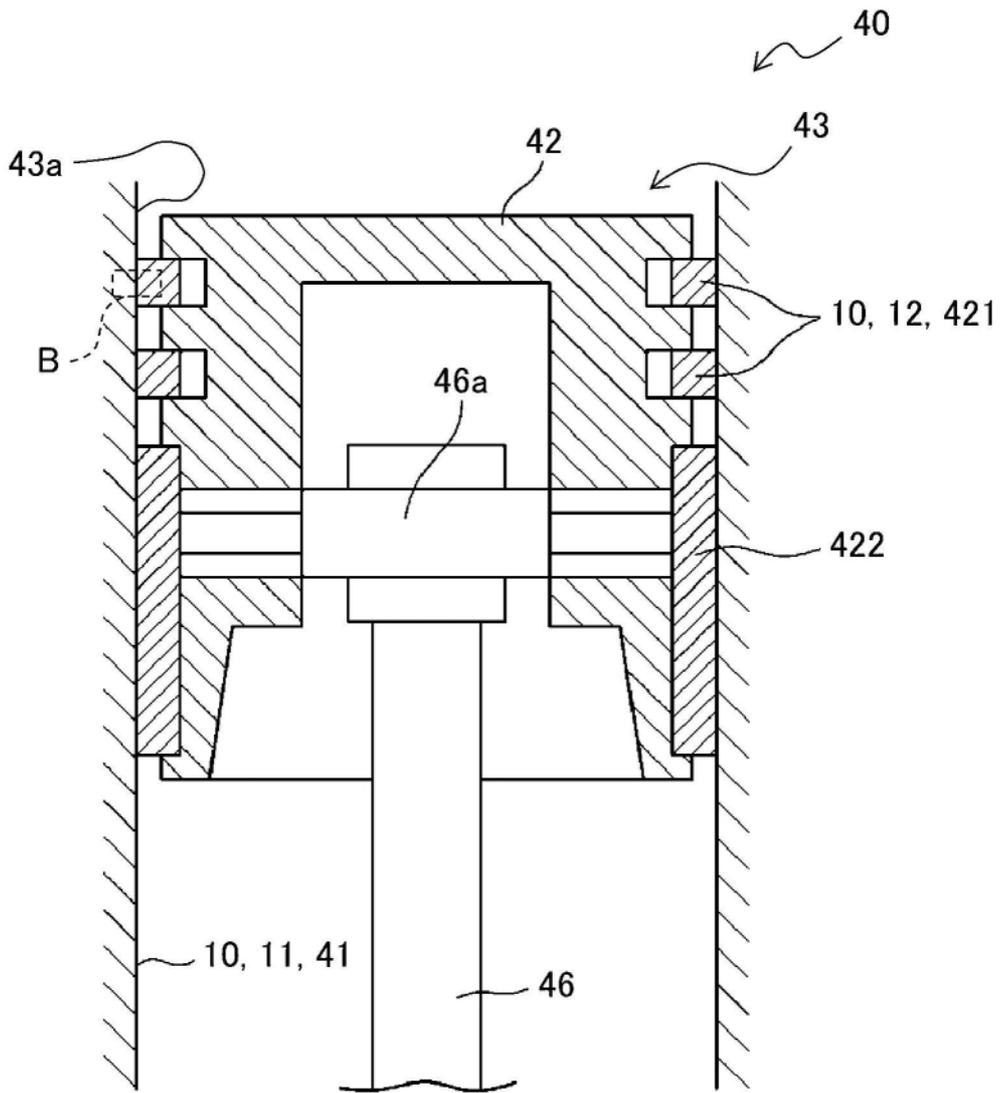


图5

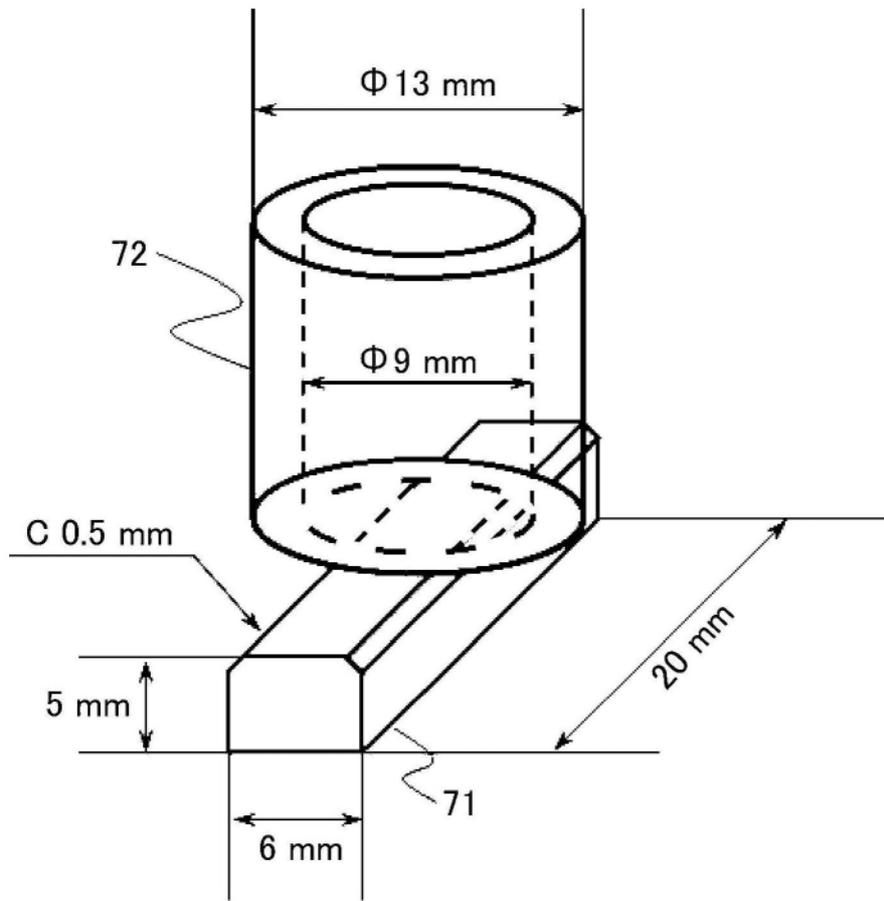


图6

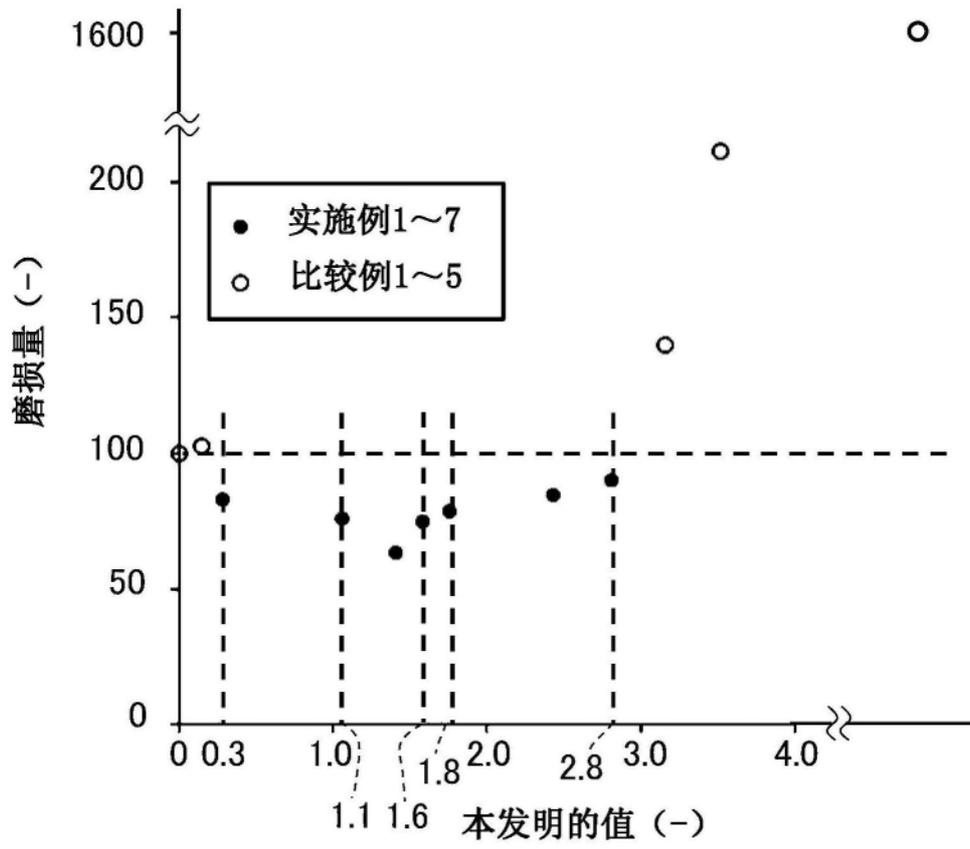


图7