



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113646533 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 10

(21) 申请号 202080023834.8  
 (22) 申请日 2020.02.26  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 113646533 A  
 (43) 申请公布日 2021.11.12  
 (30) 优先权数据  
 2019-058928 2019.03.26 JP  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2021.09.24  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2020/007807 2020.02.26  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02020/195490 JA 2020.10.01  
 (73) 专利权人 东芝开利株式会社  
 地址 日本神奈川县  
 (72) 发明人 迹部将平 渡边哲永 青木俊公  
 山崎忠之  
 (74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
 72002  
 专利代理师 刘英华

(51) Int.Cl.  
 F04B 39/00 (2006.01)  
 G01B 32/05 (2006.01)  
 G01B 32/20 (2006.01)  
 G21D 5/00 (2006.01)  
 G22C 37/04 (2006.01)  
 G22C 38/04 (2006.01)  
 F04C 18/356 (2006.01)  
 F04C 29/00 (2006.01)  
 G21D 1/18 (2006.01)  
 G21D 9/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
 WO 2012032765 A1, 2012.03.15  
 JP 2007245234 A, 2007.09.27  
 JP H07259772 A, 1995.10.09  
 JP H11101189 A, 1999.04.13  
 JP 2017031830 A, 2017.02.09  
 JP 2017031831 A, 2017.02.09  
 JP 2010101232 A, 2010.05.06  
 CN 1118842 A, 1996.03.20

审查员 詹巧月

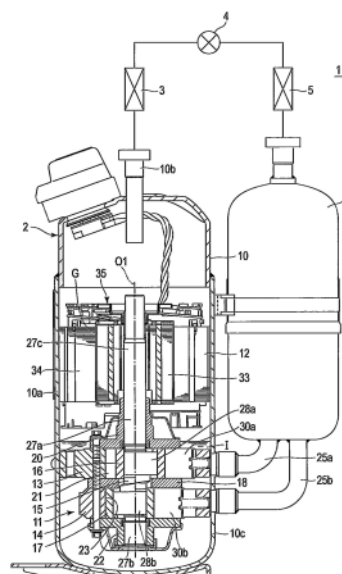
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

密闭型压缩机及制冷循环装置

(57) 摘要

一种密闭型压缩机,具备在密闭容器内对制冷剂进行压缩的压缩机构部,压缩机构部具备相互滑动的第一部件和第二部件,第一部件在由铁系金属构成的基材的表面具有类金刚石碳膜,第二部件由添加了镁的铸铁形成,与第一部件的滑动面的碳化物析出量以面积率计为5%以下,并且洛氏硬度(HRC)为40以上且55以下。



1. 一种密闭型压缩机, 具备在密闭容器内对制冷剂进行压缩的压缩机构部和制冷机油,

所述压缩机构部具备相互滑动的第一部件和第二部件,

所述第一部件在由铁系金属构成的基材的表面具有类金刚石碳膜,

所述第二部件由添加了镁的铸铁形成, 与所述第一部件的滑动面的碳化物析出量以面积率计为5%以下, 并且洛氏硬度即HRC为40以上且55以下,

所述第二部件的所述铸铁至少含有0.02重量%以上且0.1重量%以下的所述镁、2.0重量%以上且5.0重量%以下的碳、以及0.05重量%以下的可调节所述碳化物析出量的磷, 剩余部分为铁。

2. 根据权利要求1所述的密闭型压缩机, 其中,

所述制冷机油不含有极压添加剂或含有0.5重量%以下的极压添加剂。

3. 根据权利要求1所述的密闭型压缩机, 其中,

所述制冷剂不包含氯。

4. 根据权利要求1所述的密闭型压缩机, 其中,

所述压缩机构部具备: 缸, 在内径部形成缸室; 辊, 设置于所述缸室内; 滑片, 前端部被按压于所述辊的外周面, 将所述缸室划分为吸入区域和压缩区域; 轴, 贯穿所述缸室, 使所述辊偏心旋转; 以及封闭部件, 封闭所述缸室, 所述第一部件为所述滑片, 所述第二部件为所述辊。

5. 根据权利要求4所述的密闭型压缩机, 其中,

所述轴由球墨铸铁形成, 所述封闭部件由片状石墨铸铁形成。

6. 一种制冷循环装置, 具备:

权利要求1至5中任一项所述的密闭型压缩机;

散热器;

膨胀装置; 以及

吸热器。

## 密闭型压缩机及制冷循环装置

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及密闭型压缩机及制冷循环装置。

### 背景技术

[0002] 在对室内进行制冷制热的空调机、冰箱、制冷陈列柜及热泵式热水器等制冷循环装置中,装入密闭型压缩机,使HFC类制冷剂或HC类或CO<sub>2</sub>等自然制冷剂等制冷剂循环。

[0003] 密闭型压缩机具备密闭容器、收纳于该密闭容器的电动机部及经由旋转轴与该电动机部连结的压缩机构部。在压缩机构部设置有缸。在缸内配置有辊,滑片(blade)的前端部与辊的周面弹性地抵接。若辊经由轴由电动机部驱动而旋转,则辊与滑片滑动。由于这些滑动部件相互滑动,因此要求提高它们的滑动面的耐磨损性。

[0004] 在日本专利第5113902号公报中公开了具备压缩机构部的密闭型压缩机。压缩机构部的滑动部件的至少1个例如滑片由工具钢形成。在滑片的前端的与辊的滑动面上,从工具钢的基材表面依次层叠有铬的单一层、铬和碳化钨合金层、含有钨的无定形碳层、和不含金属而含有碳和氢的无定形碳层。

### 发明内容

[0005] 但是,上述公报所记载的密闭型压缩机,例如在辊与滑片的滑动中,若产生单端接触,则有可能无法充分确保耐磨损性。

[0006] 本发明提供一种密闭型压缩机以及具备该压缩机的制冷循环装置,该密闭型压缩机在成为了压缩机构部的相互滑动的第一部件和第二部件、例如滑片与辊之间的单端接触状态的滑动环境下也能够确保耐磨损性。

[0007] 实施方式的密闭型压缩机在密闭容器内具备压缩制冷剂的压缩机构部和制冷机油。压缩机构部具备相互滑动的第一部件和第二部件。第一部件在由铁系金属构成的基材的表面具有类金刚石碳膜。第二部件由添加了镁的铸铁形成,与第一部件的滑动面的碳化物析出量以面积率计为5%以下,并且洛氏硬度(HRC)为40以上且55以下。

### 附图说明

[0008] 图1是表示实施方式的制冷循环装置的概略图。

[0009] 图2是表示图1的第二缸室的第二辊及滑片的立体图。

[0010] 图3是表示实施例1中的辊与滑片滑动时,辊的与滑片的滑动面的碳化物析出量与滑片的类金刚石碳膜(DLC膜)的磨损量的关系的图。

[0011] 图4是表示在实施例2中的辊与滑片滑动时,辊的洛氏硬度(HRC)的变化与辊的磨损量及滑片的DLC膜的磨损量的关系的图。

[0012] 图5是表示在实施例3及比较例1、2中,使辊与滑片滑动时的滑片的包覆膜的磨损量的变化的图。

[0013] 图6是表示在实施例5中制冷机油中的极压添加剂的含量与滑片的DLC膜的磨损量

的关系的图。

### 具体实施方式

[0014] 以下,参照附图对实施方式进行说明。

[0015] 图1是表示实施方式的制冷循环装置1的概略图。制冷循环装置1具备密闭型压缩机2、冷凝器3、膨胀装置4及蒸发器5。制冷剂从密闭型压缩机2的排出侧经由冷凝器3、膨胀装置4、蒸发器5和储液器6向密闭型压缩机2的吸入侧循环。

[0016] 密闭型压缩机2例如是立式的旋转式压缩机,具备密闭容器10、压缩机构部11以及电动机部12作为主要的构成要素。

[0017] 密闭容器10具有圆筒状的周壁10a,并且以沿着铅垂方向的方式立起。在密闭容器10的上端设置有排出管10b。排出管10b与冷凝器3连接。并且,在密闭容器10的下部设置有储油部10c,该储油部10c储存对压缩机构部11进行润滑的制冷机油I。

[0018] 压缩机构部11以浸于制冷机油I的方式收纳于密闭容器10的下部。压缩机构部11具有双型的缸构造,具备第一缸13、第二缸14、旋转轴(轴)15、第一辊16、第二辊17、第一滑片30a以及第二滑片30b作为主要的构成要素。

[0019] 第一缸13固定于密闭容器10的周壁10a的内周面。第二缸14经由中间隔板18固定于第一缸13的下表面。

[0020] 第一轴承20固定于第一缸13的上表面。第一轴承20从上方覆盖第一缸13的内径部,并且朝向第一缸13的上方突出。由第一缸13的内径部、中间隔板18以及第一轴承20包围的空间构成第一缸室21。中间隔板18及第一轴承20是第一缸室21的封闭部件。

[0021] 第二轴承22固定于第二缸14的下表面。第二轴承22从下方覆盖第二缸14的内径部,并且朝向第二缸14的下方突出。由第二缸14的内径部、中间隔板18及第二轴承22围成的空间构成第二缸室23。中间隔板18及第二轴承22是第二缸室23的封闭部件。第一缸室21及第二缸室23相对于密闭容器10的中心轴线01以同轴状存在。

[0022] 如图1所示,第一缸室21及第二缸室23经由吸入管25a、25b而与储液器6连接。在储液器6中从液相制冷剂分离出的气相制冷剂通过吸入管25a、25b被引导至第一缸室21及第二缸室23。

[0023] 旋转轴15以同轴状位于密闭容器10的中心轴线01之上,贯穿第一缸室21、第二缸室23以及中间隔板18。旋转轴15具有第一轴颈部(journal)27a、第二轴颈部27b以及一对偏心部28a、28b。第一轴颈部27a被第一轴承20支承为旋转自如。第二轴颈部27b被第二轴承22支承为旋转自如。

[0024] 而且,旋转轴15具有从第一轴颈部27a以同轴状延长的连结部27c。在连结部27c固定有电动机部12的转子33。

[0025] 偏心部28a、28b位于第一轴颈部27a与第二轴颈部27b之间。偏心部28a、28b例如具有180度的相位差,并且相对于密闭容器10的中心轴线01而言的偏心量彼此相同。一个偏心部28a收容于第一缸室21。另一个偏心部28b收容于第二缸室23。

[0026] 环状的第一辊16嵌合于一个偏心部28a的外周面。当旋转轴15旋转时,第一辊16在第一缸室21内偏心旋转,并且第一辊16的外周面的一部分隔着油膜且能够滑动的方式与第一缸室21的内周面线接触。

[0027] 环状的第二辊17嵌合于另一个偏心部28b的外周面。当旋转轴15旋转时,第二辊17在第二缸室23内偏心旋转,并且第二辊17的外周面的一部分隔着油膜且能够滑动的方式与第二缸室23的内周面线接触。

[0028] 如图2所示,第一滑片30a支承于第一缸13。第一滑片30a的前端部以能够滑动的方式被按压于第一辊16的外周面。第一滑片30a与第一辊16协作而将第一缸室21划分为吸入区域和压缩区域。另外,第一滑片30a追随第一辊16的偏心运动而沿向第一缸室21突出或者从第一缸室21退出的方向移动。通过这样的第一滑片30a的动作,第一缸室21的吸入区域及压缩区域的容积变化,从吸入管25a被吸入到第一缸室21的气相制冷剂被压缩。

[0029] 第二滑片30b支承于第二缸14。第二滑片30b的前端部以能够滑动的方式被按压于第二辊17的外周面。第二滑片30b及第二辊17与第一滑片30a及第一辊16同样地协作,因此当第二辊17在第二缸室23内进行偏心运动时,第二缸室23的吸入区域及压缩区域的容积变化,从吸入管25b被吸入到第二缸室23的气相制冷剂被压缩。

[0030] 在第一缸室21及第二缸室23中被压缩后的高温高压的气相制冷剂经由未图示的排出阀机构被排出到密闭容器10的内部。被排出的气相制冷剂在密闭容器10的内部上升。

[0031] 电动机部12如图1所示,以位于压缩机构部11与排出管10b之间的方式收纳于沿着密闭容器10的轴向的中间部。电动机部12是所谓的内转子型的电动机,具备转子33以及定子34。

[0032] 在电动机部12的转子33的上端装入有将气相制冷剂所包含的制冷机油I在密闭容器10的内部分离的离心式的油分离器35。

[0033] 接着,对构成上述密闭型压缩机2的压缩机构部11的、相互滑动的第一部件(例如第一、第二滑片30a、30b)及第二部件(例如第一、第二辊16、17)、轴(旋转轴15)以及封闭部件的材料、物性进行详细叙述。

[0034] 第一部件(例如,第一、第二滑片30a、30b)具有在铁系金属的基材的表面包覆有类金刚石碳膜(DLC膜)的构造。

[0035] 铁系金属包含碳,进而是包含Cr、Ni、Mn、Si等铁以外的金属的以铁为主成分的金属。优选的铁系金属为高速工具钢(SKH钢),具体而言,列举出钨系的SKH2~SKH4等、或钼系的SKH50~SKH59等。另外,铁系金属也可以使用SKD11(合金钢钢材、模具钢)。

[0036] 类金刚石碳(DLC),例如能够列举出自由氢DLC、含氢DLC、含硅(Si)DLC。

[0037] DLC膜只要形成于基材的至少与第二部件的滑动面即可。DLC膜优选具有1 $\mu$ m以上且3 $\mu$ m以下的厚度。

[0038] DLC膜为了提高与基材的密合性,而优选在其与基材之间夹设基底层。基底层优选从基材的表面侧包括由铬的单一层构成的第一层、由铬-碳化钨合金层构成的第二层、和由含有钨和碳化钨中的至少一方的含金属非晶碳层构成的第三层。第二层优选铬和碳化钨具有浓度梯度,铬的含有率与第三层侧相比在第一层侧高,碳化钨的含有率与第一层侧相比在第三层侧高。第三层优选具有钨或碳化钨的浓度梯度,钨或碳化钨的含有率与DLC膜侧相比在第二层侧高。

[0039] 第二部件(例如第一、第二辊16、17)由添加了镁的铸铁形成,与第一部件的滑动面的碳化物析出量以面积率计为5%以下。另外,第二部件的洛氏硬度(HRC)为40以上且55以下。

[0040] 镁的添加起到使铸铁中的碳球状化的作用,其添加量优选为0.02重量%以上且0.1重量%以下。镁添加铸铁优选至少含有0.02重量%以上且0.1重量%以下的镁、2.0重量%以上且5.0重量%以下的碳、以及0.05重量%以下的磷,剩余部分为铁。

[0041] 在第二部件中,与第一部件的滑动面的碳化物析出量(面积率)是指,根据以100倍以上且200倍以下对与第一部件的滑动面进行拍摄而得到的照片来规定(0.9~1.5mm)×(1.2~2.0mm)的面积测定视野,将在该视野中存在的碳化物析出量作为面积率来求出的值。析出的碳化物例如为渗碳体。若第二部件的碳化物析出量以面积率计超过5%,则在第一部件与第二部件的滑动中,第一部件的类金刚石碳膜(DLC膜)的磨损量有可能增加。而且,有可能在第一部件与第二部件之间的滑动面上产生轴向上的不均匀的接触(单端接触)。在第二部件中,与第一部件的滑动面的碳化物析出量优选以面积率计为2%以下。

[0042] 第二部件的洛氏硬度(HRC)能够通过JIS G2245中规定的试验求出。通过使第二部件的洛氏硬度(HRC)为40以上且55以下,由此在与第一部件的DLC膜的滑动中,容易产生磨合磨损。其结果是,能够防止第二部件的局部的异常磨损,能够实现较高的长期可靠性。若洛氏硬度(HRC)小于40,则在第二部件的滑动面磨损容易进展。另一方面,当洛氏硬度(HRC)超过55时,在与第一部件的DLC膜的滑动中,难以发生磨合磨损,因此,局部性地地面压增高而发生异常磨损。更优选的第二部件的洛氏硬度(HRC)为45以上且50以下。

[0043] 第二部件例如通过进行以下的热处理,能够得到洛氏硬度(HRC)40以上且55以下的硬度。即,在880℃加热保持1小时后进行淬火,形成马氏体组织。然后,在250℃以上且500℃以下的温度下进行再加热,进行保持2小时的回火处理,使马氏体成为回火的组织。回火温度优选为400℃以上500℃以下,更优选为430℃以上470℃以下。另外,也可以在淬火后进行亚零处理(也称为深冷处理)。在此,深冷处理是在淬火后以0℃以下的温度进行冷却的处理。

[0044] 轴优选由石墨以球状结晶且具有优异的润滑性及高刚性(高杨氏模量)的球墨铸铁制成。

[0045] 作为封闭部件的中间隔板18、第一轴承20以及第二轴承22优选由与球墨铸铁相比石墨以微细的片状的形态结晶的片状石墨铸铁制作。

[0046] 另外,与第二部件(例如辊)相互滑动的第一部件(例如滑片)、轴、封闭部件中的任一个部件也可以在其滑动面施加例如磷酸锰、二硫化钼那样的固体润滑剂。

[0047] 对压缩机构部11进行润滑的制冷机油I例如可以能够列举出多元醇酯油、聚乙烯基醚油、聚亚烷基二醇油、矿物油。这样的制冷机油优选不含有极压添加剂,即使在含有极压添加剂的情况下,也优选设为0.5重量%以下。极压添加剂例如能够使用磷酸三甲苯酯。制冷机油中含有极压添加剂时,其量越少越好,优选为0.3重量%以下,更优选为0.1重量%以下。

[0048] 密闭型压缩机中使用的制冷剂优选不含氯的制冷剂,例如能够列举出R448A、R449A、R449B、R407G、R407H、R449C、R456A、R516A、R460B、R463A、R744、HC类制冷剂。

[0049] 以上说明的实施方式的密闭型压缩机,具备在密闭容器内将制冷剂压缩的压缩机构部,该压缩机构部具备相互滑动的第一部件例如滑片和第二部件例如辊。滑片具有在由铁系金属构成的基材的表面用类金刚石碳膜(DLC膜)进行包覆而成的构造。与滑片的DLC膜相互滑动的辊由添加了镁的铸铁形成,将与滑片的DLC膜之间的滑动面的碳化物析出量规

定为以面积率计为5%以下。通过这些结构,抑制滑片的DLC膜的磨损,辊自身产生适度的磨合磨损,能够降低针对滑片的DLC膜的面压。进而,通过将辊的洛氏硬度(HRC)规定为40以上且55以下,由此在与滑片的DLC膜之间的滑动中,能够将DLC膜的磨损量与辊的磨合磨损量(比DLC膜的磨损量多)的关系维持在适当的状态。

[0050] 因此,在相互滑动的第一部件、第二部件例如滑片和辊中,将滑片的基材表面的包覆膜确定为DLC膜,由添加了镁的铸铁形成辊,将与滑片的DLC膜之间的滑动面的碳化物析出量(面积率)及HRC规定在特定的范围,由此使在这些部件间产生的磨损特性等最佳化,能够防止由滑片的DLC膜与辊间的单端接触引起的异常磨损。其结果,能够提供能够长时间以较高的稳定及可靠性地执行密闭容器内的制冷剂的压缩的密闭型压缩机。

[0051] 另外,对压缩机构部进行润滑的制冷机油的极压添加剂具有防止磨损的作用,因此在与第一部件(滑片)的DLC膜相互滑动的第二部件(辊)中,第二部件的磨合磨损受到阻碍。在一个实施方式中,通过使制冷机油不含有极压添加剂或者使极压添加剂为0.5重量%以下,由此能够发现辊的磨合磨损,能够防止滑片的DLC膜与辊之间的滑动面上的异常磨损。

[0052] 制冷剂中含有的氯具有作为极压添加剂起作用、即防止磨损的作用,因此在与第一部件(滑片)的DLC膜相互滑动的第二部件(辊)中,第二部件的磨合磨损受到阻碍。在一个实施方式中,通过使用不含有氯的制冷剂,能够表现出辊的磨合磨损,能够防止滑片的DLC膜与辊的滑动面的异常磨损。

[0053] 在一个实施方式中,作为旋转式压缩机的润滑环境最严格的滑动部件,通过将第一部件应用于滑片并将第二部件应用于辊,由此能够提供长期可靠性优异的压缩机。

[0054] 在一个实施方式中,还具备与辊相互滑动的轴及缸室的封闭部件,通过由添加了镁的铸铁形成辊,并将与滑片的DLC膜之间的滑动面的碳化物析出量(面积率)及HRC规定在特定的范围,由此在与DLC膜的滑动中,辊产生适度的磨合磨损,面压降低。另外,通过由杨氏模量高的球墨铸铁形成与辊的内周面滑动的轴,由此提高轴的刚性(抑制振摆回转),而抑制与该轴卡合的辊的倾斜,能够抑制与滑片的DLC膜的单端接触。进而,通过由与球墨铸铁相比石墨以微细的状态结晶而提高油保持性的片状石墨铸铁形成与辊的上下端面滑动的封闭部件,由此抑制封闭部件与辊的滑动接触面处的油膜破裂,能够防止与封闭部件滑动接触的辊端面的磨损。通过这些作用,能够实现长期可靠性优异的压缩机。

[0055] 接着,对本发明的实施例进行详细说明。

[0056] 另外,以下的实施例中记载的辊的碳化物析出量(面积率)是以150倍对与滑片的滑动面进行拍摄,根据拍摄照片规定 $1.2\text{mm} \times 1.6\text{mm}$ 的面积测定视野,并根据在该视野存在的碳化物的析出量而求出的。

[0057] (实施例1)

[0058] 制作了由基材和在该基材的表面通过CVD法包覆的厚度为 $2\mu\text{m}$ 的类金刚石碳膜(DLC膜)构成的第一部件例如滑片,该基材由洛氏硬度(HRC)为63的SKH51构成。

[0059] 另外,制作出由球墨铸铁构成,且洛氏硬度(HRC)为45的第二部件例如辊,该球墨铸铁由Mg为0.035重量%、C为3.49重量%、Si为2.78重量%、Mn为0.45重量%、P为0.016重量%、S为0.007重量%及剩余部分为Fe构成。在这样的辊中,通过调节作为球墨铸铁的成分的P(磷)的配合量,由此使与滑片的滑动面的碳化物析出量变化至以面积率计为0~11%。

[0060] 将所得到的滑片及辊装入到旋转式压缩机的压缩机构部。另外,使用R410A作为制冷剂,使用多元醇酯油作为制冷机油,在高压压缩比的条件下运转500小时,求出滑片的DLC膜的磨损量。在此,高压压缩比的具体条件为 $P_d$ (排出压力)/ $P_s$ (吸入压力)=2.6mPa/0.12mPa。将其结果示于图3。

[0061] 由图3可知,在使用了碳化物析出量以面积率计超过5%的辊的情况下,在滑片与辊的滑动中,DLC膜的磨损量增加,且在滑片与辊间的滑动面观察到轴方向的不均匀的接触(单端接触)。

[0062] 与此相对,在使用了碳化物析出量以面积率计为5%以下的辊的情况下,在滑片与辊的滑动中,DLC膜的磨损量没有增加,能够显著地防止单端接触。

[0063] (实施例2)

[0064] 制作出由与实施例1同样的铸铁构成、与滑片的滑动面的碳化物析出量以面积率计为2%、且通过调节加热条件而使洛氏硬度(HRC)变化为30~65的辊。将该辊与和实施例1同样的滑片一起装入到旋转式压缩机的压缩机构部,在同样的运转条件下求得滑片的DLC膜的磨损量及辊的磨损量。将其结果示于图4。

[0065] 由图4可知,通过使用硬度(HRC)为40以上且55以下的范围的辊,由此在滑片与辊的滑动中,滑片的DLC膜的磨损量及辊的磨损量不会增加,能够维持为恒定的状态,能够显著地防止单端接触。

[0066] (实施例3)

[0067] 制作出由与实施例1同样的铸铁构成、与滑片的滑动面的碳化物析出量以面积率计为2%、且洛氏硬度(HRC)为45的辊。

[0068] (比较例1)

[0069] 由球墨铸铁(JIS G5502:2001)制作出辊。

[0070] (比较例2)

[0071] 由含钼镍铬铸铁(日语:モニクロ鑄鉄)、即在片状石墨铸铁[JIS G5501:1995]中添加了Mo、Ni及Cr而得到的特殊合金铸铁制作出辊。

[0072] 将所得到的实施例3及比较例1、2的辊与和实施例1同样的滑片一起装入到旋转式压缩机的制冷机部,并在与实施例1同样的运转条件下求出在滑片的基材表面包覆的DLC膜的磨损量。将其结果示于图5。另外,在图5中,磨损极限值是基材表面的DLC膜磨损而使基材表面露出的值。

[0073] 由图5可知,在实施例3的辊与滑片的DLC膜的滑动的组合中,DLC膜的磨损量显著降低,充分低于磨损极限值。

[0074] 与此相对,可知在由比较例2的铸铁构成的辊与滑片的DLC膜的滑动的组合中,如图5所示那样、DLC膜的磨损量高,超过磨损极限值。

[0075] 另外,可知在比较例1的由球墨铸铁构成的辊与滑片的DLC膜的滑动的组合中,如图5所示那样DLC膜的磨损量非常高,大幅超过磨损极限值。

[0076] (实施例4)

[0077] 在由洛氏硬度(HRC)为63的SKH51构成的基材的表面通过CVD法包覆了维氏硬度(Hv)为2500、厚度为2.5 $\mu$ m的类金刚石碳膜(DLC膜),而制作出滑片。

[0078] (比较例3)

[0079] 将由洛氏硬度(HRC)为36的SUS440C构成的基材的表面通过氮化处理而形成维氏硬度(Hv)为1000、且厚度为8 $\mu$ m的氮化物膜,而制作出滑片。

[0080] (比较例4)

[0081] 在由洛氏硬度(HRC)为63的SKH51构成的基材的表面通过CVD法包覆维氏硬度(Hv)为1200、且厚度为2 $\mu$ m的CrN膜,而制作出滑片。

[0082] 将所得到的实施例4及比较例3、4的滑片与和实施例3同样的辊分别与实施例1同样地装入到旋转式压缩机的制冷机部,在与实施例1同样的运转条件下评价了滑片表面的包覆膜的耐磨损性。

[0083] 其结果是,在SKH51的基材表面包覆了DLC膜的实施例4的滑片,在与滑动面的碳化物析出量以面积率计为2%、且HRC为45的辊的滑动中,DLC膜的磨损量较小,示出高的耐磨损性。

[0084] 与此相对,判明了如下情况:对SUS440C的基材进行氮化处理而形成了氮化物膜的比较例3的滑片、以及在SKH51的基材表面涂层了CrN膜的比较例4的滑片,在分别与和实施例4相同的辊的滑动中,滑片的氮化物膜、CrN膜与实施例4的DLC膜相比磨损变大。

[0085] 根据这样的实施例3与比较例1、2的以滑片的DLC膜为基准的作为对象件的不同的辊材料之间的对比、以及实施例4与比较例3、4的辊材料(具有特定的碳化物析出量以及特定的洛氏硬度(HRC))为基准的作为对象材料的滑片表面的不同的包覆膜之间的对比、的评价结果而包覆于滑片表面的DLC膜、与由镁添加铸铁形成、滑动面的碳化物析出量以面积率计为5%以下、洛氏硬度(HRC)为40以上且55以下的辊的组合,能够实现如下效果:能够使DLC膜的磨损和辊的磨合磨损适当化,能够防止由滑片的DLC膜与辊之间的单端接触而引起的异常磨损。

[0086] (实施例5)

[0087] 使用包含了作为极压添加剂的磷酸三甲苯酯为0重量%、0.1重量%、0.3重量%、0.5重量%、0.6重量%、0.7重量%、0.8重量%、0.9重量%和1.0重量%的作为制冷机油的多元醇酯油,将由与实施例1同样的滑片及由与实施例1同样的铸铁构成、与滑片的滑动面的碳化物析出量以面积率计为2%、且HRC为45的辊装入到旋转式压缩机的压缩机构部,在与实施例1同样的运转条件下,求出滑片的DLC膜的磨损量。将其结果示于图6。

[0088] 由图6可知,通过使用作为极压添加剂的磷酸三甲苯酯的含量为0.5重量%以下的作为制冷机油的多元醇酯油,能够抑制滑片的DLC膜的磨损。

[0089] [产业上的可利用性]

[0090] 本发明能够提供一种密闭型压缩机,在成为了压缩机构部的相互滑动的第一部件和第二部件例如滑片与辊之间的单端接触状态的滑动环境中,也能够确保耐磨损性。

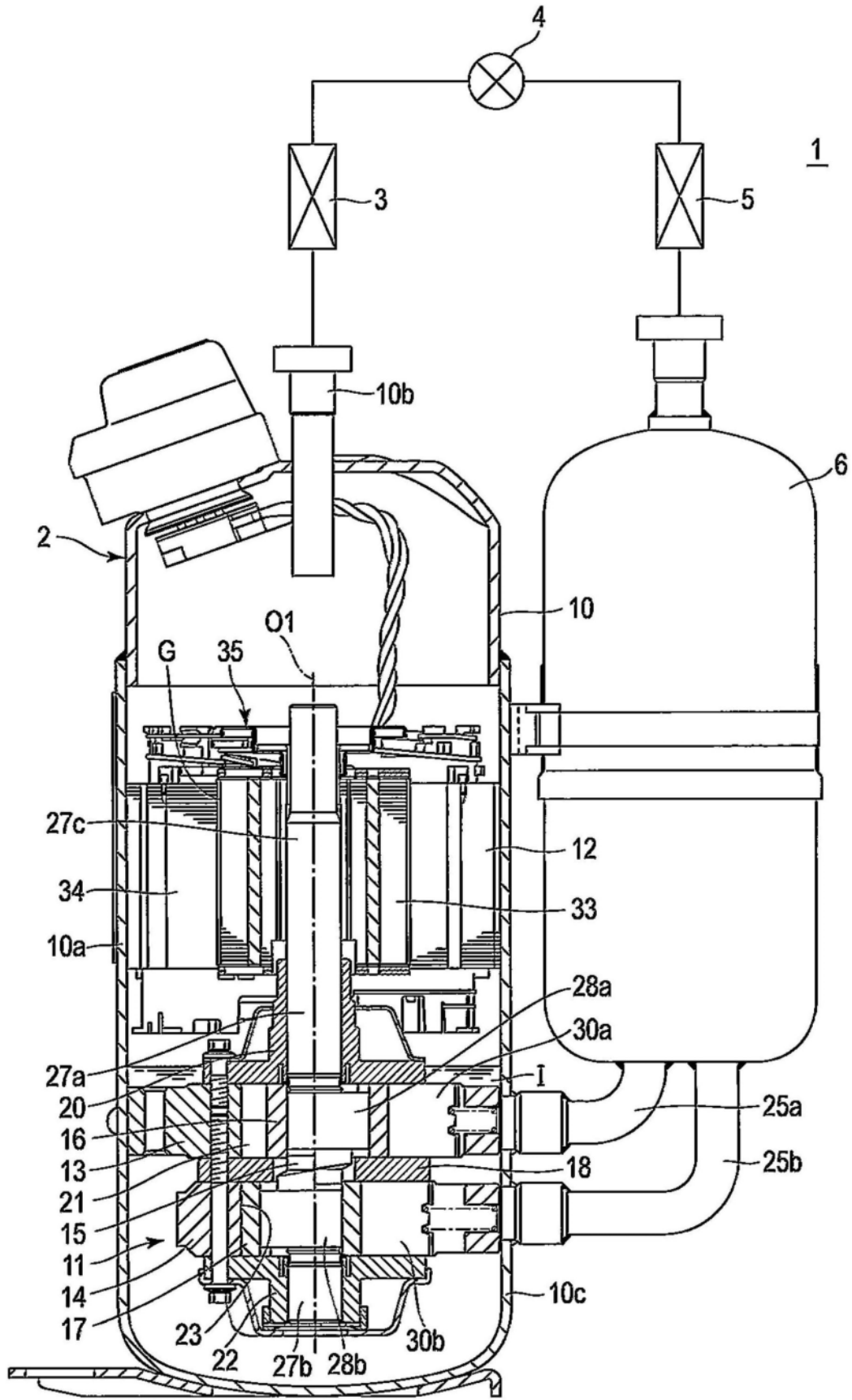


图1

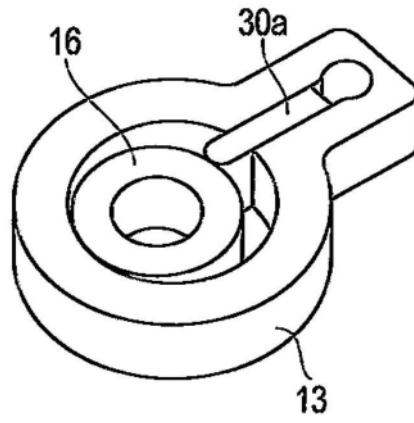


图2

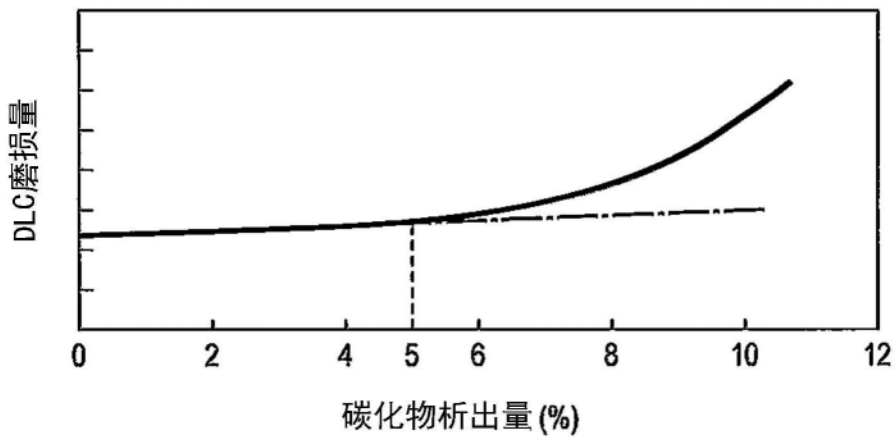


图3

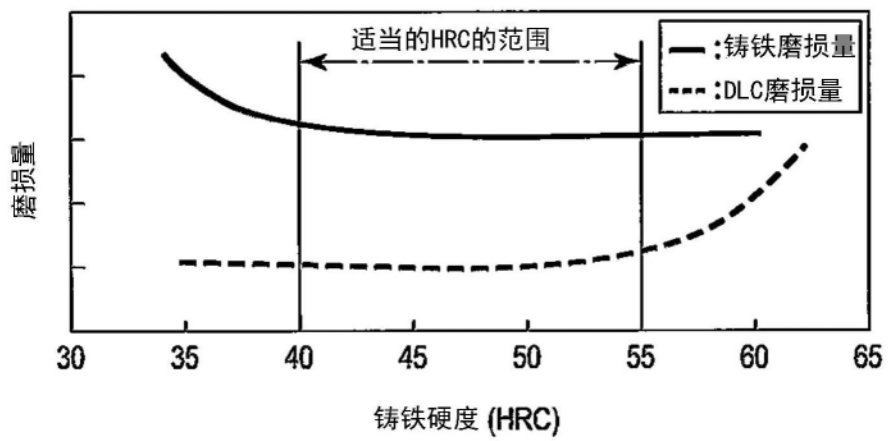


图4

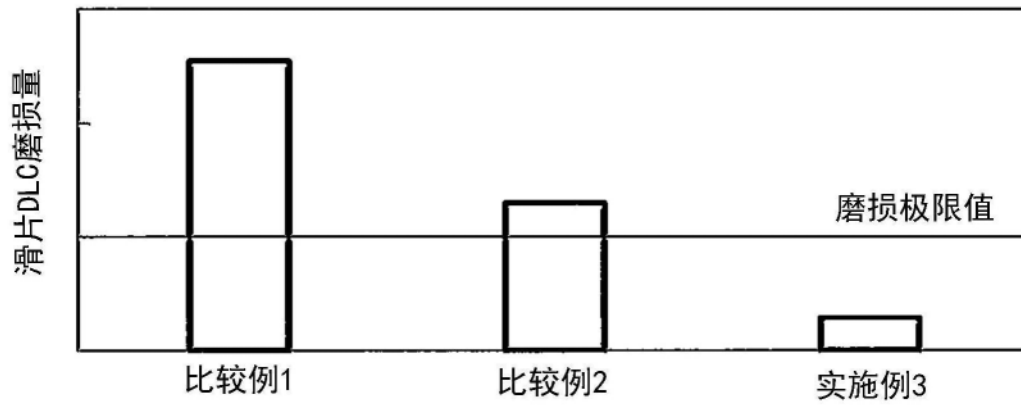


图5

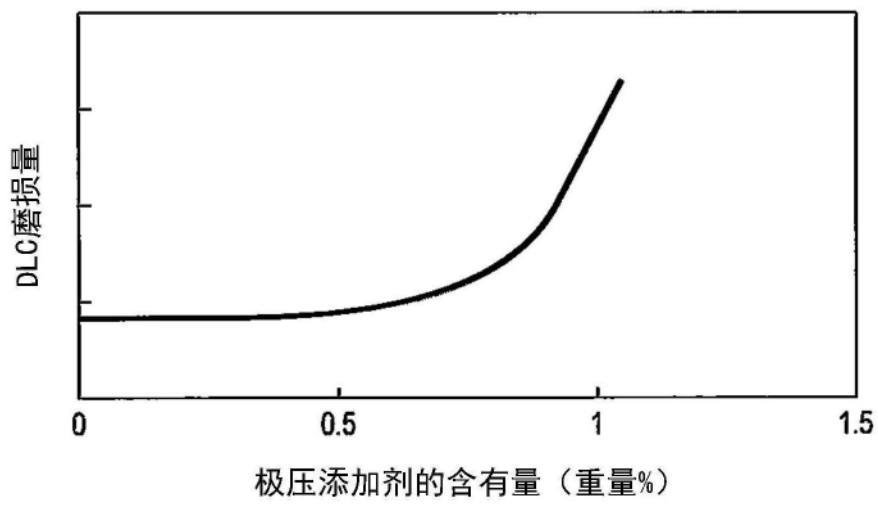


图6