(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117062977 A
(43)申请公布日 2023.11.14

(21)申请号 202280021946.9

(22)申请日 2022.03.15

(30)优先权数据
A50181/2021 2021.03.15 AT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.09.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/AT2022/060075 2022.03.15

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/192930 DE 2022.09.22

(71)申请人 AVL李斯特有限公司
地址 奥地利格拉茨

(72)发明人 M·扎普弗 J·盖尔特

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
专利代理师 王頔

(51)Int.Cl.
F02F 1/40(2006.01)

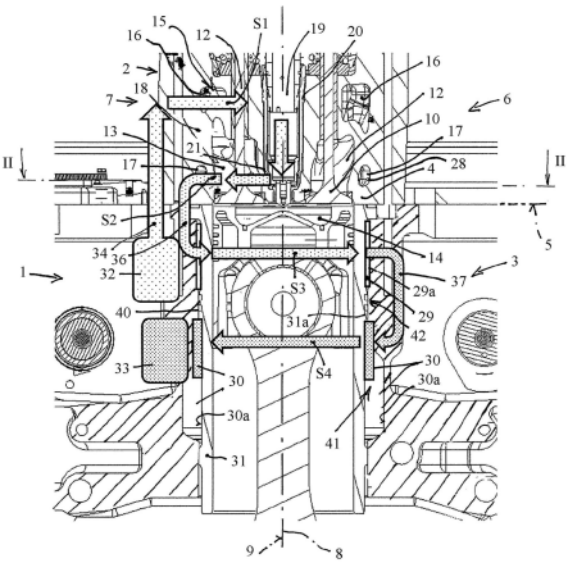
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

液冷内燃发动机

(57)摘要

本发明涉及一种液冷内燃发动机(1),包括:-具有自上而下冷却概念的气缸盖(2),其具有缸盖冷却室(15),所述缸盖冷却室具有与防火板(4)间隔开的第一缸盖部分冷却室(16)以及邻接所述气缸盖(2)的所述防火板(4)并且通过中间板(18)与所述第一缸盖部分冷却室(16)分离的第二缸盖部分冷却室(17),所述第一缸盖部分冷却室(16)和所述第二缸盖部分冷却室(17)在中心部件(19)的区域中借助于所述中间板(18)中的通道(21)流体连通;-主供给通道(32),其安置在气缸体(3)中,并且借助于所述气缸盖(2)的所述防火板(4)中的第一流动通路(34)并借助于供应通道(35)连接到所述第一缸盖部分冷却室(16);-缸体冷却套(41),其借助于所述气缸盖(2)的所述防火板(4)中的第二流动通路(36)流体连接到所述第二缸盖部分冷却室(17)。根据本发明,为了改善冷却,所述缸体冷却套(41)具有靠近所述防火板(4)并且所述第二流动通路(36)通向其中的第一缸体部分冷却套(29)以及与所述第一缸体部分冷却套(29)分离并且远离所述防火板(4)的第二缸体部分冷却套(30),所述第一缸体冷却套(29)借助于与所述第二流动通路(36)径向相对的第三流动通路(37)流体连接到所述第二缸体冷却套(30),并且所述第二缸体部分冷却套(30)连接到安置在所述气缸体(2)中的主排放通道(33)。



CN 117062977 A

1.一种液冷内燃发动机(1),特别是大型发动机,其:具有进气侧(6)和排气侧(7),所述进气侧和排气侧布置在由气缸轴线(8)和曲轴轴线限定的纵向发动机平面(9)的不同侧上;具有具备自上而下冷却概念的气缸盖(2),所述气缸盖具有邻接气缸体(3)的防火板(4)以及缸盖冷却室(15),所述缸盖冷却室具有与所述防火板(4)间隔开的第一缸盖部分冷却室(16)以及邻接所述气缸盖(2)的所述防火板(4)并且通过中间板(18)与所述第一缸盖部分冷却室(16)分离的第二缸盖部分冷却室(17),其中所述第一缸盖部分冷却室(16)和所述第二缸盖部分冷却室(17)至少在中心部件(19)的区域中借助于所述中间板(18)中的至少一个输送管道(21)彼此流动连接;具有主供给通道(32),其布置在所述气缸体(3)中,并且经由所述气缸盖(2)的所述防火板(4)中的第一流动输送装置(34)以及供应通道(35)连接到所述第一缸盖部分冷却室(16);具有至少一个缸体冷却套(41),其经由所述气缸盖(2)的所述防火板(4)中的至少一个第二流动输送装置(36)流动连接到所述第二缸盖部分冷却室(17)并至少部分地包围气缸衬套(31),其特征在于,所述缸体冷却套(41)具有面向所述防火板(4)并且所述第二流动输送装置(36)通向其中的第一缸体部分冷却套(29)以及与所述第一缸体部分冷却套(29)分离并且布置在所述第一缸体部分冷却套(29)的背对所述防火板(4)的一侧上的第二缸体部分冷却套(30),其中所述第一缸体冷却套(29)借助于布置成相对于所述气缸轴线(8)与所述第二流动输送装置(36)径向相对的至少一个第三流动输送装置(37)流动连接到所述第二缸体冷却套(30),并且其中所述第二缸体部分冷却套(30)连接到布置在所述气缸体(2)中的主排放通道(33)。

2.根据权利要求1所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述第三流动输送装置(37)和所述第二流动输送装置(36)布置在所述纵向发动机平面(9)的不同侧上。

3.根据权利要求1或2所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述第一流动输送装置(34)相对于所述纵向发动机平面(9)布置在与所述主供给通道(32)相同的一侧上,优选地布置在所述排气侧(7)上。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述第一流动输送装置(34)相对于所述纵向发动机平面(9)布置在与所述第二流动输送装置(36)相同的一侧上,优选地布置在所述排气侧(7)上。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述主供给通道(32)布置在所述主排放通道(33)与气缸盖密封平面(5)之间。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述两个缸体部分冷却室(29、30)相对于所述气缸轴线(8)布置成一个在另一个之上,其中所述第一缸体部分冷却套(29)布置在所述第二缸体部分冷却套(30)与气缸盖密封平面(5)之间。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述第三流动输送装置(37)布置在所述进气侧(6)上。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述主排放通道(33)与所述主供给通道(32)相邻地布置在所述气缸体(3)中的所述排气侧(7)上。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述第一流动输送装置(34)和/或所述第二流动输送装置(36)布置在所述排气侧(7)上。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述第二缸盖部分冷却室(17)具有围绕所述中心部件(19)的内环区段(22)和在所述气缸轴线(8)的方向上

看在所述气缸衬套(31)的区域中的外环区段(28),其中所述内环区段(22)和所述外环区段(28)经由至少一个排气阀桥(24)的区域中和/或在至少一个进气/排气阀桥(26)的区域中的至少一个径向通道(23、25)彼此流动连接。

11.根据权利要求1至10中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述中间板(18)中的至少一个输送管道(21)具有环形设计,其中优选地,所述中间板(18)中的所述输送管道(21)环形地包围所述中心部件(19)。

12.根据权利要求1至11中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述气缸盖(2)被设计为单个气缸盖。

13.根据权利要求1至12中任一项所述的内燃发动机(1),其特征在于,所述内燃发动机(1)被设计成自点火或火花点火,特别是具有主动或被动预燃室。

14.一种用于冷却根据权利要求1至13中任一项所述的内燃发动机(1)的方法,其特征在于,将冷却剂供应到所述气缸体(3)中在所述内燃发动机(1)的所述排气侧(7)上的主供给通道(32),从所述主供给通道经由第一流动输送装置(34)和供应通道(34)引导到所述第一缸盖部分冷却室(16)中,围绕排气通道(13)流动并在此过程中对这些排气通道进行冷却,然后经由中心部件(19)的区域中的至少一个输送管道(21)引导到所述第二缸盖部分冷却室(17)的所述内环区段(22)中,从所述内环区段经由排气阀桥(24)和/或排气/进气阀桥(26)的区域中的至少一个径向通道(23)引导到外环区段(28)中,从所述外环区段经由布置在所述排气侧(7)上的至少一个第二流动输送装置(36)引导到所述第一缸体部分冷却套(29)中,当所述冷却剂围绕所述气缸衬套(31)的面向所述防火板(4)的上部区域流动时将所述冷却剂从所述排气侧(7)引导到所述进气侧(6),经由所述进气侧(6)上的第三流动输送装置(37)引导到第二缸体部分冷却套(30)中,并且当所述冷却剂围绕所述气缸衬套(31)的背对所述防火板(4)的下部区域流动时将所述冷却剂引导到布置在所述气缸体(3)的所述排气侧(7)上的主排放通道(33)。

15.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述冷却剂在横向于所述纵向发动机平面(9)延伸的至少四个通路(S1、S2、S3、S4)中在流入所述第一缸盖部分冷却室(16)中与流出所述主排放通道(33)之间被引导通过所述缸盖冷却室(15)和所述缸体冷却套(41),其中优选地特别是在所述气缸体(3)中的至少两个通路(S3、S4)与所述纵向发动机平面(9)相交。

液冷内燃发动机

[0001] 本发明涉及一种液冷内燃发动机,特别是大型发动机,其:具有进气侧和排气侧,所述进气侧和排气侧布置在由气缸轴线和曲轴轴线限定的纵向发动机平面的不同侧上;具有具备自上而下冷却概念的气缸盖,所述气缸盖具有邻接气缸体的防火板以及缸盖冷却室,所述缸盖冷却室具有与所述防火板间隔开的第一缸盖部分冷却室以及邻接所述气缸盖的所述防火板并且通过中间板与所述第一缸盖部分冷却室分离的第二缸盖部分冷却室,其中所述第一缸盖部分冷却室和所述第二缸盖部分冷却室至少在中心部件的区域中借助于所述中间板中的至少一个输送管道彼此流动连接;具有主供给通道,其布置在所述气缸体中,并且经由所述气缸盖的所述防火板中的第一流动输送装置以及供应通道连接到所述第一缸盖部分冷却室;具有至少一个缸体冷却套,其经由所述气缸盖的所述防火板中的至少一个第二流动输送装置流动连接到所述第二缸盖部分冷却室。

[0002] 本发明还涉及一种用于冷却这种内燃发动机的方法。

[0003] AT 515 143B1和AT 503 182A2各自描述了一种具有气缸盖和气缸体的液冷内燃发动机,其中气缸盖具有布置成一个在另一个之上的两个部分冷却室,流动是根据所谓的自上而下冷却概念通过这两个部分冷却室进行的。两个部分冷却室通过中间板彼此分离,并且在居中布置的喷射器套筒的区域中经由至少一个输送管道彼此流动连接。冷却剂经由气缸体中的进气通道供应,流过气缸体中包围气缸的冷却室,并经由防火板和供应通道中的流动输送装置直接供应到气缸盖的上部部分冷却室。因此,冷却剂自上而下流过气缸盖,可以说,首先被供应到上部部分冷却室,并且在流过上部部分冷却室之后,经由至少一个输送管道流入下部部分冷却室中,其中冷却剂经由阀桥区域中的径向冷却管道从内部径向引导到外部,并且最终经由横向布置的排放通道再次离开气缸盖。

[0004] AT 005 039U1描述了一种用于液冷内燃发动机的气缸体,所述气缸体具有冷却剂的分配器管道和收集管道,其中分配器管道布置在气缸体的侧壁区域中的收集管道上方,并且分配器管道经由供给管道流动连接到第一冷却室。对于每个气缸,气缸体的气缸盖连接表面具有从第一冷却室经由溢流通道通向气缸盖的至少一个溢流开口以及通向用于来自气缸盖的冷却剂的收集器管道的至少一个排放开口,其中溢流开口和排放开口布置在纵向发动机平面的不同侧上。第一冷却室围绕气缸衬套在曲轴箱的方向上流动连接到邻接所述第一冷却室的第二冷却室,所述气缸衬套经由至少一个输送开口连接到分配器管道。

[0005] AT 501 008A2公开了一种液冷内燃发动机,其具有围绕曲轴箱中的气缸的冷却套,具有单独的气缸盖,气缸盖中布置有一个在另一个之上的至少两个冷却室,其中曲轴箱的冷却套和气缸盖中的下部冷却室经由每个气缸的四个输送开口彼此连接,所述输送开口均匀分布在气缸圆周周围。冷却剂的入口分配室和回流收集室沿着一个曲轴箱侧壁布置。入口分配室经由每个气缸的至少一个连接管道连接到曲轴箱的冷却套,其中每个连接管道径向通向冷却套。回流收集室连接到气缸盖的下部冷却室。

[0006] 从热高应力区域进行充分散热是非常重要的,特别是对于具有高功率的大型发动机,但是现有技术中已知的解决方案并不总是能够保证这一点。

[0007] 因此,本发明的一个目标是以很少的制造工作实现开头提到的类型的内燃发动机

中的高热应力区域的最佳可能且均匀的冷却。

[0008] 从开头提到的类型的内燃发动机开始,根据本发明实现这一点,其中,缸体冷却套具有面向防火板并且第二流动输送装置通向其中的第一缸体部分冷却套以及与第一缸体部分冷却套分离并且布置在第一缸体部分冷却套的背对防火板的一侧上的第二缸体部分冷却套,其中第一缸体冷却套借助于气缸体中布置成相对于气缸轴线与第二流动输送装置径向相对的至少一个第三流动输送装置流动连接到第二缸体冷却套,并且其中第二缸体部分冷却套连接到布置在气缸体中的主排放通道。

[0009] 由于第三流动输送装置布置成与第二流动输送装置径向相对,因此第一缸体冷却套在气缸的两个径向相对的纵向侧之间流过。具体地说,在第一缸体部分冷却套主要(即,以大于180°的包角)并且优选地完全包围气缸衬套的一个本发明实施例变型中,实现了围绕气缸衬套的全面流动以及从面向气缸盖的气缸上部区域的有效散热。

[0010] 优选地,第三流动输送装置和第二流动输送装置布置在纵向发动机平面的不同侧上。这实现了围绕气缸衬套横向于纵向发动机平面的流动。具体地说,可以规定,第三流动输送装置布置在进气侧上。

[0011] 本发明的一个实施例提供了第一流动输送装置,其相对于纵向发动机平面布置在与主供给通道相同的一侧上,优选地,在气缸轴线的方向上看,布置在主供给通道上方。因此,冷却剂经由尽可能短的路径直接流入气缸盖的第一缸盖空间中。

[0012] 具体地说,在这种情况下可以规定,在气缸轴线的方向上看,主供给通道可以布置在主排放通道与气缸盖密封平面之间。这实现了紧凑的布置。如果主排放通道与主供给通道相邻地布置在气缸体中的排气侧上,则可以实现特别好的散热。

[0013] 优选地,第一流动输送装置相对于纵向发动机平面布置在与第二流动输送装置相同的一侧上。因此,冷却剂流入气缸盖的第一缸盖部分冷却室中和冷却剂从第二缸盖部分冷却室流出发生在纵向发动机平面的同一侧上,即排气侧上。

[0014] 为了最佳且均匀地冷却气缸衬套,有利的是,两个缸体部分冷却室相对于气缸轴线布置成在另一个之上,其中第一缸体部分冷却套布置在第二缸体部分冷却套与气缸盖密封平面之间。在这种情况下,有利的是,第一缸体部分冷却套和/或第二缸体部分冷却套至少主要地包围气缸衬套,优选完全地围绕气缸衬套。

[0015] 为了确保从阀桥的热高应力区域充分散热,本发明的一个实施例变型规定,下部第二缸盖部分冷却室具有围绕中心部件的内环区段和在气缸轴线的方向上看在气缸衬套区域中的外环区段,其中内环区段和外环区段经由排气阀桥区域中和/或进气/排气阀桥区域中的至少一个径向通道彼此流动连接。

[0016] 如果中间板中的至少一个输送管道环形地包围中心部件,则可以特别好地冷却中心部件。

[0017] 内燃发动机可以设计为自点火或火花点火,优选具有主动或被动预燃室,即,具有所谓的PCSI气缸盖(PCSI=预燃室火花点火)。

[0018] 根据本发明的一个实施例,气缸盖被设计为单个气缸盖。然而,原则上,没有什么可以阻止本发明与多气缸盖一起使用。

[0019] 通过根据本发明的用于冷却内燃发动机的上述方法进一步解决所描述的目标,其中,将冷却剂供应到气缸体中在内燃发动机的排气侧上的主供给通道,从主供给通道经由

第一流动输送装置和供应通道引导到第一缸盖部分冷却室中,围绕排气通道流动并在此过程中对这些排气通道进行冷却,然后经由中心部件的区域中的至少一个输送管道引导到第二缸盖部分冷却室的内环区段中,从内环区段经由排气阀桥和/或排气/进气阀桥的区域中的至少一个径向通道引导到外环区段中,从外环区段经由布置在排气侧上的至少一个第二流动输送装置引导到第一缸体部分冷却套中,当冷却剂围绕气缸衬套的面向防火板的上部区域流动时将冷却剂从排气侧引导到进气侧,经由进气侧上的第三流动输送装置引导到第二缸体部分冷却套中,并且当冷却剂围绕气缸衬套的背对防火板的下部区域流动时将冷却剂引导到布置在气缸体的排气侧上的主排放通道。

[0020] 根据本发明的一个实施例,规定了冷却剂在横向于纵向发动机平面延伸的至少四个通路中在流入第一缸盖部分冷却室中与流出主排放通道之间被引导通过缸盖冷却室和缸体冷却套,其中特别是在气缸体中的至少两个通路优选地与纵向发动机平面相交。因此,气缸盖和气缸体各自在横向于纵向发动机平面对齐的两个通路中流过,因此被最佳地冷却。通路在此被定义为穿过缸盖冷却室和缸体冷却室的流动路径的两个180°迂回之间大体连续的传热表面。

[0021] 下文参考附图所示的非限制性示例性实施例更详细地解释本发明,附图示意性地示出了:

[0022] 图1示出了根据本发明的内燃发动机的纵向截面,如图2中的线I-I所示;

[0023] 图2示出了根据图1中的线II-II的第二缸盖部分冷却室的截面图;并且

[0024] 图3示出了根据本发明的内燃发动机的示意图。

[0025] 图1示意性地示出了根据本发明的液冷内燃发动机1的纵向截面,所述纵向截面垂直于未进一步示出的曲轴轴线。内燃发动机1,例如大型发动机,可以是自点火或火花点火的,例如具有PCSI(PCSI=预燃室火花点火)。

[0026] 内燃发动机1具有例如单个气缸盖的气缸盖2,以及气缸体3,它们在气缸盖2的防火板4的区域中彼此连接。图3示出了根据本发明的内燃发动机1的示意图,所述内燃发动机被设计为具有气缸盖2和气缸体3的单个气缸。

[0027] 附图标记5指示气缸盖2与气缸体3之间的气缸盖密封平面。内燃发动机1的进气侧6和排气侧7布置在由未进一步示出的曲轴和气缸轴线8限定的纵向发动机平面9的不同侧上。

[0028] 例如,设计为单个气缸盖的气缸盖2具有两个进气阀10和两个排气阀11,其中进气通道12可经由进气阀10流动连接到燃烧室14,并且排出通道13可经由排气阀11流动连接到燃烧室14。然而,气缸盖2还可以设计为多气缸盖。

[0029] 图1部分地示意性示出了气缸盖2和气缸体1中的冷却室和冷却剂流动路径。使用了所谓的自上而下冷却概念。在本公开的上下文中,这种概念被理解为特别是指在气缸体3或防火板4的方向上引导气缸盖2中的冷却剂流。换句话说,在沿着气缸轴线8的方向上从远离防火板4或气缸体3的区域将冷却剂引导到防火板4或气缸体3,由此,特别是在承受高热负载的防火板4处可以实现高冷却效果。

[0030] 具有自上而下冷却概念的气缸盖2具有缸盖冷却室15,所述缸盖冷却室具有通过中间板18彼此分离的上部第一缸盖部分冷却室16和下部第二缸盖部分冷却室17。因此,在沿着气缸轴线8的方向上看,上部第一缸盖部分冷却室16比下部第二缸盖部分冷却室17更

远离气缸体3。上部第一缸盖部分冷却室16和下部第二缸盖部分冷却室17在中心部件19的区域中经由中间板18中的至少一个输送管道21彼此流动连接，所述中心部件在示例性实施例中布置在布置于气缸盖2中的接收套筒20中。术语“中心”在此应具体地关于气缸轴线8来理解，使得中心部件19被布置为尽可能靠近气缸轴线8或在气缸轴线8中。特别是在柴油内燃发动机的情况下，部件19可以由燃料喷射装置形成，或者在汽油内燃发动机的情形下，可以由预燃室点火单元形成。

[0031] 正如在具有自上而下冷却概念的气缸盖2中常见的那样，冷却剂从顶部(即，远离气缸盖2的防火板4的区域)流过气缸盖2到达底部(即，靠近防火板4的区域)。冷却剂由此被供应到上部第一缸盖部分冷却室16，在冷却排气通道13的同时流过第一缸盖部分冷却室16，并且经由在中心部件19的区域中布置在气缸轴线8附近的输送管道21到达邻近于防火板4的下部第二缸盖部分冷却室17，其中冷却剂从内环区段22经由布置在两个排气阀之间的排气阀桥24的区域中的径向通道23并且可选地还经由进气阀10与排气阀11之间的进气/排气阀桥26的区域中的径向通道25和/或两个进气阀10之间的径向通道27流入外环区段25中。图2以气缸轴线方向上的平面图(图像平面平行于气缸盖密封平面5)示出了第二缸盖部分冷却室17的形状，其中指示了进气阀10和排气阀11的位置。排气阀座周围的最佳冷却是通过从第二缸盖部分冷却室17的内环部分22经由径向通道23、25、27到外环部分28的流动来实现的。

[0032] 气缸体3具有围绕气缸衬套31的上部第一缸体部分冷却套29和下部第二缸体部分冷却套30，气缸衬套可以是干的或湿的。第一缸体部分冷却套29布置在第二缸体部分冷却套30与气缸盖密封平面5之间。在第一缸体部分冷却套29和第二缸体部分冷却套30在气缸衬套31上的布置中，这两个冷却套彼此分离。换句话说，第一缸体部分冷却套29和第二缸体部分冷却套30设置在气缸衬套31上，沿着气缸衬套31彼此分离，其中第二缸体部分冷却套30布置在第一缸体部分冷却套29的背对防火板4的一侧上。此外，冷却剂的主供给通道32和主排放通道33在排气侧7上集成在气缸体3中，其中主供给通道32布置在主排放通道33与气缸盖密封平面5之间。

[0033] 在图1所示的示例性实施例中，气缸衬套31为湿式设计，在气缸衬套31与气缸体3之间形成两个分离的环形空间29a、30a，这两个环形空间形成第一缸体部分冷却室29和第二缸体部分冷却室30。在这点上，气缸衬套31具有带有密封环40的轴环31a，所述密封环紧密贴合在气缸体3的配合表面上，从而在第一缸体部分冷却套29与第二缸体部分冷却套30之间形成不透流体的分离区域42。

[0034] 主供给通道32经由气缸盖2的防火板4中的第一流动输送装置34以及供应通道35流动连接到第一缸盖部分冷却室16。第二缸盖部分冷却室17经由防火板4中的第二流动输送装置36连接到第一缸体部分冷却套29。第二缸体部分冷却套30连接到主排放通道33。第一缸体部分冷却套29经由第三流动输送装置36连接到第二缸体部分冷却套30。第三流动输送装置37从气缸体3中的气缸衬套31偏移地延伸。

[0035] 第一流动输送装置34、第二流动输送装置36、主供给通道32和主排放通道33布置在排气侧7上，第三流动输送装置37布置成基本上相对于气缸轴线8与第二流动输送装置36径向相对。

[0036] 液体冷却剂经由气缸体3中在内燃发动机1的排气侧7上的主供给通道31供应到内

燃发动机1。冷却剂从这一主供给通道32经由第一流动输送装置34和例如平行于气缸轴线8形成的供应通道35供给到上部第一缸盖冷却剂室16中,围绕排气通道13流动并且在此过程中冷却这些排气通道。然后,冷却剂至少经由例如中心部件19的区域中的环形输送管道21引导到下部第二缸盖部分冷却室17的内环区段22中,并从这一内环区段经由两个排气阀11之间的排气阀桥24的区域中和/或排气阀11与进气阀10之间的至少一个排气/进气阀桥26的区域中的至少一个径向通道23引导到气缸39的气缸边缘38的区域中的外环区段28中。冷却剂从外环区段28经由布置在排气侧7上的第二流动输送装置36引导到气缸体3的上部第一缸体部分冷却套29中,并且在围绕气缸衬套31的邻近于气缸盖密封平面5的上部区域流动的同时从排气侧7引导到进气侧6,所述上部第一缸体部分冷却套以套状方式包围气缸衬套31。冷却剂经由布置在第一缸体部分冷却套29与第二缸体部分冷却套30之间的进气侧6上的第三流动输送装置37引导到以套状方式包围气缸衬套31并且围绕气缸衬套31下部区域流动的下部第二缸体部分冷却套30中,导引到布置在气缸体3的排气侧7上的主排放通道33,冷却剂从所述主排放通道从内燃发动机1中排出,并且例如供给到未进一步示出的冷却剂散热器。第一缸体部分冷却套29和第二缸体部分冷却套30连续(串联)流过。第三流动输送装置37可以例如通过布置在气缸体3中的溢流通道形成。

[0037] 因此,在流入上部第一缸盖部分冷却室16与流出主排放通道33之间,冷却剂在横向于纵向发动机平面9延伸的至少几个(例如四个)通路S1、S2、S3、S4中被引导通过缸盖部分冷却室16和缸体冷却套41,至少两个通路S3,S4在气缸体3中与纵向发动机平面9相交。通路在此表示穿过缸盖冷却室15和缸体冷却室41的流动路径的两个180°迂回之间大体连续的传热表面。

[0038] 以这种方式,在气缸盖2和气缸体3中都实现了热临界区域的有效冷却。

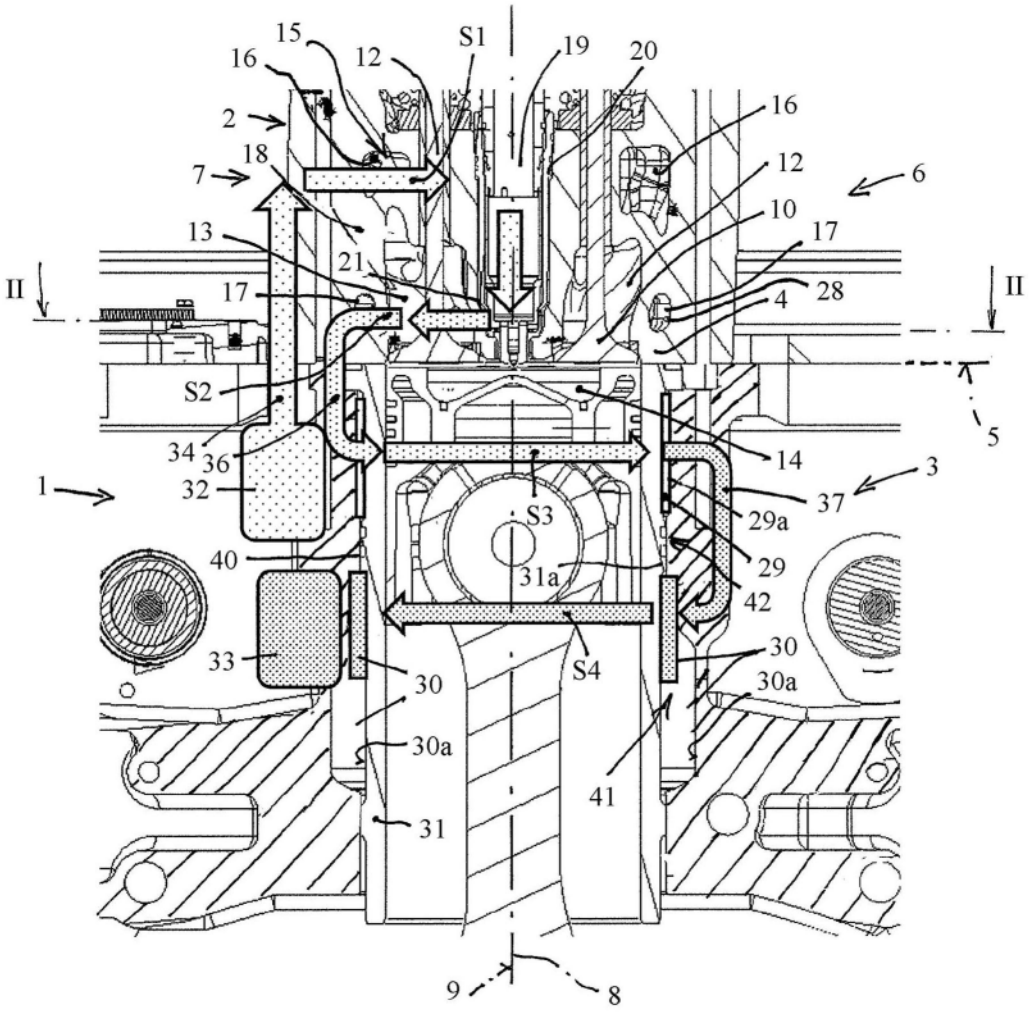

15
16
12
S1
19
20
2
16
18
12
7
6
10
13
17
21
II
17
4
28
II
S2
5
34
36
14
1
32
3
37
S3
29a
40
31a
29
42
33
30
S4
30
30a
30a
41
31
9
8

图1

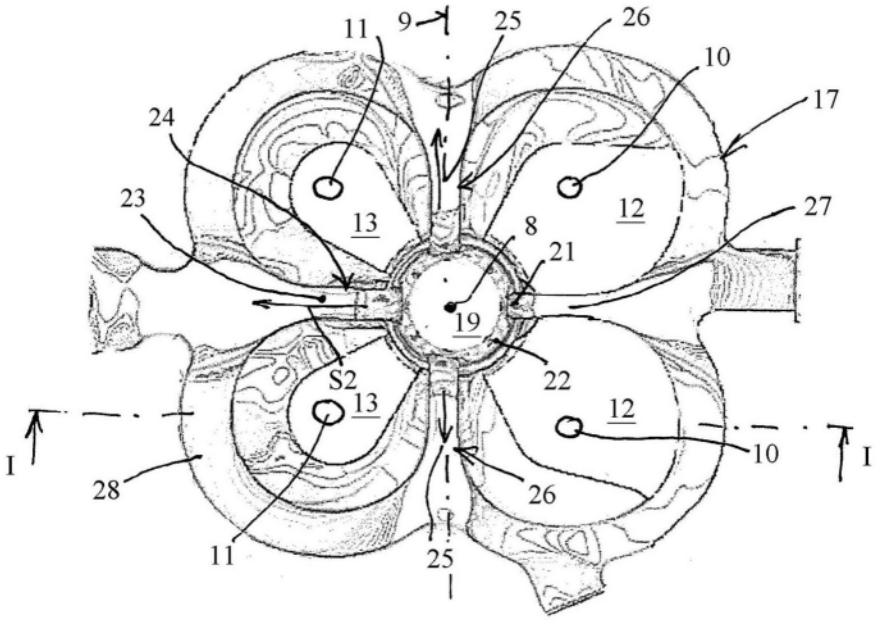

11
9
25
26
10
17
24
23
13
12
27
8
21
19
22
S2
13
12
10
I
I
28
26
11
25

图2

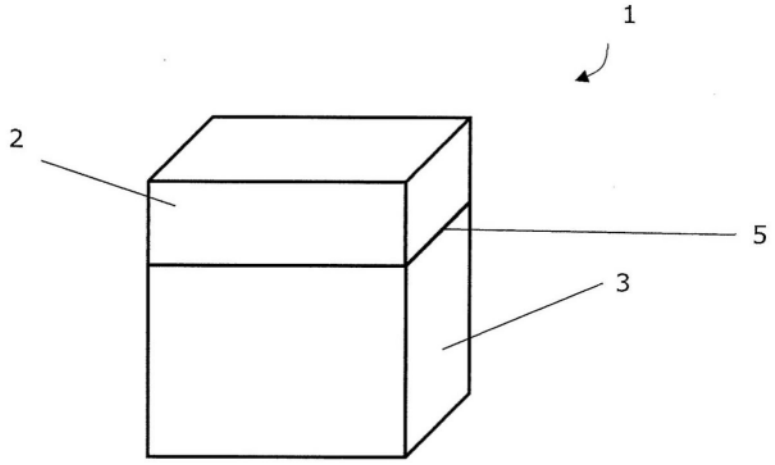

1
2
5
3

图3