



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117083409 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 17

(21) 申请号 202280013287.4

(22) 申请日 2022.01.20

(30) 优先权数据

21152585.2 2021.01.20 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/051238 2022.01.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/157247 DE 2022.07.28

(71) 申请人 博佩有限责任公司

地址 德国韦尔特

(72) 发明人 K·科尔迈耶 F·施奈德温德

D·D·比克特 B·哈霍夫

C·克朗霍尔兹 B·里克斯

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 王增强

(51) Int.Cl.

G22C 38/02 (2006.01)

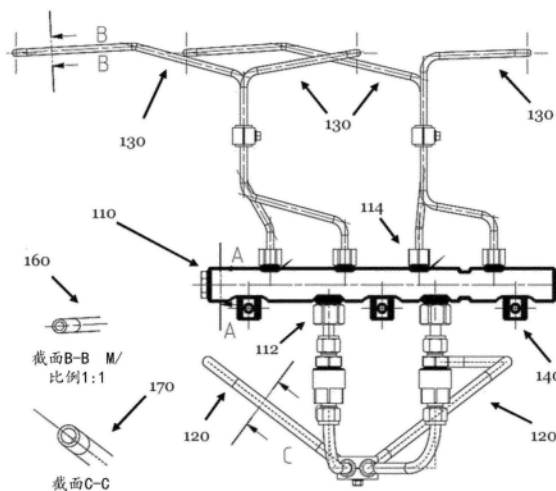
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

低重量氢分配系统和部件

(57) 摘要

本发明涉及一种用于能量转换系统的燃料分配系统的氢传导部件,其可以在至少0.1MPa的压力范围内操作,包括主体、主体中的至少一个气体管线、至少一个气体入口和至少一个气体出口,它们经由至少一个气体管线流体连接,该主体基本上由具有以下成分的可热处理钢制成:0.18至0.45质量%的碳、0.15至0.40质量%的硅、0.4至1.0质量%的锰、0.4至1.2质量%的铬、0.08至0.35质量%的钼、不超过0.035质量%的磷、不超过0.04质量%的硫、铁和钢生产相关的杂质。该可热处理的钢还具有以下特性:650MPa至950MPa范围内的抗拉强度,500MPa至850MPa范围内的屈服点或0.2%极限应力,以及12%至35%范围内的断裂伸长率。本发明还涉及氢分配系统、能量转换设备和车辆驱动系统。



1. 一种用于在至少0.1MPa的压力范围可操作的能量转换系统的燃料分配系统的载氢部件,包括:

基体;

基体中的至少一个气体导管;

经由至少一个气体导管流体连通的至少一个气体入口和至少一个气体出口;

其中基体基本上由回火钢制成,该回火钢具有以下成分:

-0.18至0.45重量%的碳,

-0.15至0.40重量%的硅,

-0.4至1.0重量%的锰,

-0.4至1.2重量%的铬,

-0.08至0.35重量%的钼,

-至多0.035重量%的磷,

-至多0.04重量%的硫,

-铁和与冶炼相关的钢伴生元素;

其中回火钢具有以下性能:

-拉伸强度在650MPa至950MPa的范围内;

-500MPa至850MPa范围内的屈服强度或0.2%弹性极限;和

-断裂伸长率在12%至35%的范围内。

2. 根据权利要求1所述的氢传导部件,其中所述回火钢在至少一个气体导管的内侧上具有至多200 μm 、优选至多130 μm 的缺陷深度。

3. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中所述回火钢的碳含量在0.18至0.33重量%的范围内,优选在0.22至0.29重量%的范围内。

4. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中所述回火钢的磷含量小于或等于0.025重量%,和/或其中所述回火钢的硫含量小于或等于0.010重量%。

5. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中回火钢的抗拉强度在700MPa至950MPa的范围内,优选在750MPa至950MPa的范围内,甚至更优选在750MPa至900MPa的范围内;和/或

其中回火钢的屈服强度或0.2%弹性极限在600MPa至850MPa的范围内,更优选在650MPa至800MPa的范围内;和/或其中回火钢的断裂伸长率在13%-30%的范围内,优选在14%-28%的范围内,甚至更优选在15%-25%的范围内。

6. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中包围气体导管的基体的部分具有0.8mm至9.0mm范围内、优选1.0mm至6.0mm范围内、更优选1.0mm至5.0mm范围内的最大壁厚。

7. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中所述部件包括至少两个子单元,该至少两个子单元通过至少一个焊接和/或至少一个钎焊连接进行连接。

8. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中该部件是管道、阀、T形件、减压器、过滤器、限流器或公共分配器,或者将这些功能中的至少两种结合在一个部件中。

9. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中所述基体在连续操作中承受至少30MPa、优选至少70MPa、更优选至少100MPa的内部气体压力。

10. 根据前述权利要求之一所述的氢传导部件,其中所述基体的外表面涂覆有至少一

种以下涂层:锌镍涂层;电镀层;电泳沉积产生的涂层或粉末涂层。

11.一种用于能量转换系统的氢分配系统,包括至少一个根据前述权利要求1-10之一的第一氢传导部件,优选至少一个根据前述权利要求1-10之一的第二氢传导部件,它们流体连通。

12.根据权利要求11所述的氢分配系统,包括高压部分和优选低压部分以及将所述高压部分连接到所述低压部分的减压器,其中所述高压部分被设计成用于至少30MPa、优选至少70MPa、更优选至少100MPa的操作压力。

13.根据权利要求12所述的氢分配系统,其中所述高压部分包括一个或多个以下部件:外罐阀或内罐阀、过滤器、止回阀、至少一个填充导管和至少一个取出导管;聚结过滤器,T形件;填充喷嘴、公共分配器和电磁阀。

14.一种固定或移动能量转换系统,包括:

氢供应管线或氢罐;

氢燃烧发动机、氢气涡轮机和/或

燃料电池;和

根据权利要求11-13之一所述的氢分配系统,其从供应管线或罐向内燃机、燃气轮机
和/或燃料电池供应氢。

15.一种用于车辆的氢推进系统,包括:

至少一个高压氢罐;

氢燃烧发动机、氢气涡轮机和/或燃料电池;和

根据权利要求11-13中任一项所述的氢分配系统,其从至少一个高压氢罐向所述内
燃机、所述燃气轮机和/或所述燃料电池供应氢。

低重量氢分配系统和部件

1. 技术领域

[0001] 本发明涉及由回火钢制成的低重量氢传导部件和由此构造的低重量氢分配系统，特别是用于车辆的传动系。

2. 背景技术

[0002] 分子氢 (H_2) 具有大约120MJ/kg的能量密度并且由于无排放的氢氧反应 ($2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$)，因此是热机 (例如燃气轮机和内燃机) 和燃料电池的理想燃料。

[0003] 传统的 H_2 分配系统 (例如，在车辆的传动系中或者在用于发电的固定设备的燃料供应中) 通常由具有高镍含量 (通常大于12.5重量%) 的奥氏体不锈钢 (例如，1.4435型的，不太常见的1.4571型的) 制成。对于这类材料，已知其具有面心立方晶格，因此可以避免氢脆问题，特别是在高压下发生的氢脆问题 (参见Materials Science and Technology, 第33卷, 第13期 (2017))。

[0004] 然而，传统的奥氏体不锈钢是昂贵的 (尤其是因为高镍和钼含量)。因此，EP 2 850 215B1提出了一种不含钼且镍含量降低至6至9重量%的奥氏体钢。

[0005] 奥氏体钢的机械性能通常也不适合生产 H_2 分配系统，尤其是当使用现代高压罐时。例如，1.4435型奥氏体不锈钢通常仅具有小于600MPa的抗拉强度、小于250MPa的0.2%弹性极限和大于45%的断裂伸长率。由这种材料制造的 H_2 部件的典型的高重量可能是一个决定性的缺点，特别是对于现代 H_2 驱动的车辆 (例如客车、卡车、铁路车辆、飞机、轮船、无人驾驶飞机等) 的传动系。

[0006] 此外，奥氏体不锈钢还可能更难加工和/或需要不寻常的加工方法，因此，例如，为了内燃机或燃料电池的 H_2 分配系统的大规模生产，必须安装新的生产设备或者必须以复杂的方式改造现有的生产设备。综上所述，以下列出的缺点

[0007] 由奥氏体不锈钢制成的 H_2 分配系统代表大规模使用 H_2 能源技术的一大障碍。

[0008] 在这方面，EP 2 278 035 B1公开了一种具有良好的 H_2 脆化性能和在900MPa至950MPa范围内的拉伸强度的材料

[0009]，具有以下组成：

[0010] -0.10至0.20重量%的碳，

[0011] -0.10至0.40重量%的硅，

[0012] -0.50至1.20重量%的锰，

[0013] -0.75至1.75重量%的镍，

[0014] -0.20至0.80重量%的铬，

[0015] -0.31至0.50重量%的铜，

[0016] -0.10至1.00重量%的钼，

[0017] -0.01至0.10重量%的钒，

[0018] -0.0005至0.005重量%的硼，

[0019] -小于0.01重量%的氮，

- [0020] -0.01至0.10重量%的铌和/或0.005至0.050重量%的钛;
- [0021] -以其他方式的铁和不可避免的杂质。
- [0022] 然而,这种材料的生产和成分同样复杂和昂贵,因此尤其不适于H₂分配系统的大规模生产。
- [0023] 因此,本发明的目的是至少部分地减少现有技术的上述一些缺点

3. 发明内容

[0024] 本申请的独立权利要求的主题至少部分解决了上述问题。从属权利要求中描述了示例性实施例。

[0025] 在一个实施例中,本发明提供了一种用于能量转换系统的燃料分配系统的载氢部件,该载氢部件可在至少0.1MPa的压力范围内操作,并且包括基体、基体中的至少一个气体管线以及通过至少一个气体管线流体连接的至少一个气体入口和至少一个气体出口。基体基本上由具有以下成分的回火钢制成:

- [0026] -0.18至0.45重量%的碳,
- [0027] -0.15至0.40重量%的硅,
- [0028] -0.4至1.0重量%的锰,
- [0029] -0.4至1.2重量%的铬,
- [0030] -0.08至0.35重量%的钼,
- [0031] -至多0.035重量%的磷,
- [0032] -至多0.04重量%的硫,
- [0033] -铁和冶炼相关钢伴随元素。基本上制成基体的回火钢还具有以下特性:
- [0034] -拉伸强度在650MPa至950MPa的范围内,
- [0035] -屈服强度或0.2%弹性极限在500MPa至850MPa的范围内,以及
- [0036] -断裂伸长率在12%至35%的范围内。

[0037] 除非另有说明,材料性能应根据相关工业标准(如根据ISO 6892-1)确定。此外,在此和下文中,术语“基本上”应理解为“在典型的设计、测量和/或制造公差内”。同样,应当理解,取决于回火钢是从矿石还是从回收材料获得,可以存在不同的钢伴随元素。

[0038] 上述氢传导部件可以是例如管道(见图2)、阀(见图3A和3B)、T形件、减压器、过滤器、限流器或公共分配器(例如图1),或者将这些功能中的至少两个组合在一个公共部件中。

[0039] 部件的基体可以被构造成使得它在连续操作中承受至少30MPa,优选至少70MPa,更优选至少100MPa的内部气压。

[0040] 特别地,包围气体导管的基体的部分可以具有仅在0.8mm-9mm范围内,优选在1mm-6mm,更优选在1mm-5mm的范围内的最大壁厚。

[0041] 因此,H₂分配系统可以由这样的部件制造,这些部件与现有技术相比具有明显更低的重量,但是仍然(高)耐压,以及抗氢致脆化,并且可以容易地加工(例如,CNC铣削、钻孔、弯曲和/或焊接)。与现有技术相比,可以使用长期证明有效的制造方法,这些方法也用于例如柴油机传动系的制造。

[0042] 已经表明,通过在至少一个气体导管的内侧上具有最多为壁厚的5%的缺陷深度

的回火钢,可以进一步提高这里描述的部件和分配系统的抗氢致脆化能力。特别地,缺陷深度可以是至多200 μm ,优选至多130 μm 。

[0043] 进一步有利的是,特别是对于具有小的壁厚和良好的成形和连接性能的高压力部件和高压力分配系统,基体的回火钢的碳含量在0.18至0.33重量%的范围内,优选在0.22至0.29重量%的范围内。

[0044] 通过回火钢的磷含量小于或等于0.025重量%,和/或通过回火钢的硫含量小于或等于0.010重量%,可以进一步提高所述部件和分配系统的抗脆性。

[0045] 对于所述部件和分配系统的特别高的要求(例如,对于耐压性、 H_2 兼容性和/或成形和连接性能),回火钢的抗拉强度可以在700MPa至950MPa的范围内,优选在750MPa至950MPa的范围内,甚至更优选在750MPa至900MPa的范围内,和/或

[0046] 回火钢的屈服强度或0.2%弹性极限在600MPa至850MPa的范围内,更优选在650MPa至800MPa的范围内,和/或回火钢的断裂伸长率在13%至30%的范围内,优选在14%至28%的范围内,甚至更优选在15%至25%的范围内。

[0047] 例如,所描述的部件可以包括至少两个子单元,它们通过至少一个焊接和/或至少一个钎焊连接来连接。

[0048] 此外,在本发明的一些实施例中,相应部件的基体的外表面可以涂覆有至少一种以下涂层:锌镍涂层;电镀层;电泳沉积产生的涂层或粉末涂层。

[0049] 在这种情况下,根据DIN EN ISO 9227标准,所选择的涂层可以抗腐蚀(例如抗红锈)至少96小时,优选至少150小时,更优选至少720小时,以便能够确保所述部件和系统即使在户外和恶劣的天气或环境条件下(例如其中溶解有扩散盐的喷雾水)也能连续使用。

[0050] 基本上制成上述氢传导部件的基体的回火钢的材料特性可以这样实现,例如,在第一步中,合适的原材料(例如热管或类似的半成品)被冷成型,以便通过微结构的冷加工获得期望的机械强度。随后,可以对形成的原材料进行退火处理,以获得所需的上述机械性能。最后,对于质量控制,可以确定材料的最终性质,并可以选择合适的半成品。

[0051] 在另一实施例中,本发明提供了一种用于能量转换系统的氢分配系统,该系统包括至少一个如上所述的第一氢传导部件,并且优选地包括至少一个如上所述的第二氢传导部件,其中这两个部件流体连通,例如通过螺纹连接、具有联管螺母的压头和/或焊接连接和/或钎焊连接。

[0052] 例如,这种氢分配系统可以包括高压力部分和优选低压力部分以及将高压力部分连接到低压力部分的减压器,其中高压力部分被设计成用于至少30MPa,优选至少70MPa,更优选至少100MPa的操作压力。

[0053] 高压力部分可以包括一个或多个以下部件:外罐阀或内罐阀、过滤器、止回阀、减压阀、至少一个填充导管和至少一个取出导管;聚结过滤器、T形件;填充喷嘴、公共分配器和电磁阀。

[0054] 这种分配系统尤其适用于 H_2 车辆的传动系,例如飞机、无人驾驶飞机、火车、轮船或具有 H_2 驱动和/或 H_2 发电系统的机动车辆,特别地因为它们重量轻。

[0055] 例如,固定的或移动的能量转换系统可以包括以下部件:氢供应管线或氢罐、氢燃烧发动机、氢气涡轮机和/或燃料电池;以及如上所述的氢分配系统,其从供应管线或罐向内燃机、燃气轮机和/或燃料电池供应氢。

[0056] 此外,用于车辆的 H_2 推进系统可以包括至少一个高压氢气罐、氢燃烧发动机、氢气涡轮机和/或燃料电池,并且

[0057] 如上所述的氢分配系统,其中氢分配系统将氢从至少一个高压氢气罐供应到内燃机、燃气涡轮机和/或燃料电池。

4. 附图说明

[0058] 下面参照附图描述本发明的某些方面。在附图中:

[0059] 图1是根据本发明的实施例的用于氢燃烧发动机的氢分配系统的子系统;

[0060] 图2是根据本发明的实施例的具有压缩头和联管螺母的Z形氢分配管;

[0061] 图3A是根据本发明的实施例的用于阀组件的止回阀;

[0062] 图3B是穿过图3A的阀的阀体的纵向截面图。

5. 具体实施方式

[0063] 下面使用机动车辆的 H_2 传动系的一些示例性分配系统和部件的示例来描述本发明的一些示例性实施例。然而,本发明同样也可以用于其他交通工具,例如船舶、火车、飞机或无人驾驶飞机,以及用于能量转换或发电的移动或固定系统。这里参照本发明的图示实施例描述了特征的各种组合。当然,为了实现本发明,并非所描述的实施例的所有特征都必须存在。此外,可以通过将一个实施例的某些特征与另一个实施例的一个或多个特征相结合来修改实施例——如果这在技术上是兼容的和有利的——而不脱离由权利要求限定的本发明的公开和保护范围。

[0064] 图1示出了根据本发明的实施例的用于四缸 H_2 内燃机的 H_2 高压分配系统的子系统。这里,分配系统包括具有两个气体入口连接件112的公共分配器110,这两个气体入口连接件112经由两个气体供给管线120供给。在本实施例中,气体供给管线120具有10mm的外直径和7mm的内直径(参见气体供给管线120的横截面170)。因此,在该实施例中,两条供给管线120的壁厚为1.5mm。

[0065] 公共分配器110可以通过紧固块140紧固到例如内燃机上(例如通过螺纹连接)。因为紧固块140不与氢接触,所以它们也可以由与所示 H_2 分配系统的氢传导部件的基体不同的材料制成(参见上面的部分2)。公共分配器110还具有四个输出连接件114, H_2 分配管130连接到每个输出连接件114,该分配管将 H_2 气体引导到相关燃烧气缸的相关喷射装置(未示出)。分配管130具有6.35mm的外直径和4mm的内直径。分配管130的壁厚因此为1.125mm(参见分配管120的横截面160)。

[0066] 所示的分配系统,特别是气体供给管线120和分配管130的管直径,被设计成与气压为30MPa的 H_2 高压罐一起操作。然而,本发明还包括设计成用于更高操作压力(例如70MPa或100MPa)的 H_2 组件和 H_2 分配系统。

[0067] 图2示出了根据本发明的实施例的Z形 H_2 分配管210。管210可以通过两个带有联管螺母220的压缩头222连接到 H_2 分配系统的其他部件。制造分配管210的基体(以及可选的压头和联管螺母)的回火钢的材料特性(见上文部分2)允许制造具有窄弯曲半径的高度弯曲的管,而不会削弱分配管210的耐压性。例如,弯曲半径可以在管直径的1.5至2.2倍的范围内。

[0068] 为了保护分配管210免受外部影响(例如抗腐蚀),分配管210的基体的外表面(以及可选地压缩头222和联管螺母220的外表面)涂覆有涂层。例如,锌镍涂层、电镀涂层、通过电泳沉积产生的涂层(例如阴极浸渍涂层)或粉末涂层可用于如上所述的目的。优选地,根据DIN EN ISO 9227标准,这种涂层抗腐蚀(例如抗红锈)至少96小时,更优选至少150小时,甚至更优选至少720小时。这种涂层也可用于图1所示的H₂部件或如上所述的其它部件。

[0069] 图3A示出了根据本发明另一实施例的另一载氢H₂部件。这是止回阀310,其可用于例如阀组件312或填充导管(未示出)中。止回阀310包括阀体320和封闭盖335,阀体320具有轴向布置的气体入口340和两个径向布置的气体出口330。

[0070] 阀体320和可选的封闭盖335由回火钢制成,如上文部分2所述。这使得制造具有低壁厚和良好的H₂脆化特性的止回阀成为可能,该止回阀耐压且与现有技术相比重量更轻,并且同样易于制造。止回阀310的基体320可以容易地例如CNC铣削和/或钻孔,而不会损害其H₂兼容性和耐压性。在这种情况下,可以实现低的壁厚(例如在从0.8mm到5mm的范围内),并且仍然可以确保连续操作中的耐高压性和高达100MPa或更高的操作压力。

[0071] 图3B示出了穿过图3A的止回阀310的基体320的纵向截面。从气体入口340到两个气体出口330的气流由虚线箭头示出。在示出的构造中,阀由将金属密封球360压靠在阀基体320的密封表面上的止回弹簧350关闭。如果气体入口340处的H₂气体压力超过由止回弹簧350提供的密封压力,则止回阀打开,并且H₂气体可以从气体入口340流向两个气体出口330。

[0072] 根据本发明,阀基体320和可选的密封球360以及可选的止回弹簧350由回火钢制成,如上文部分2中所述。这使得制造与H₂兼容且耐高压的止回阀(以及其他类型的阀或H₂部件)成为可能,这些止具回阀有低的重量,非常适合大规模生产。

[0073] 因此,本发明可能实现的重量减轻和效率提高可以对帮助环境友好的H₂能源技术取得突破做出实质性贡献。

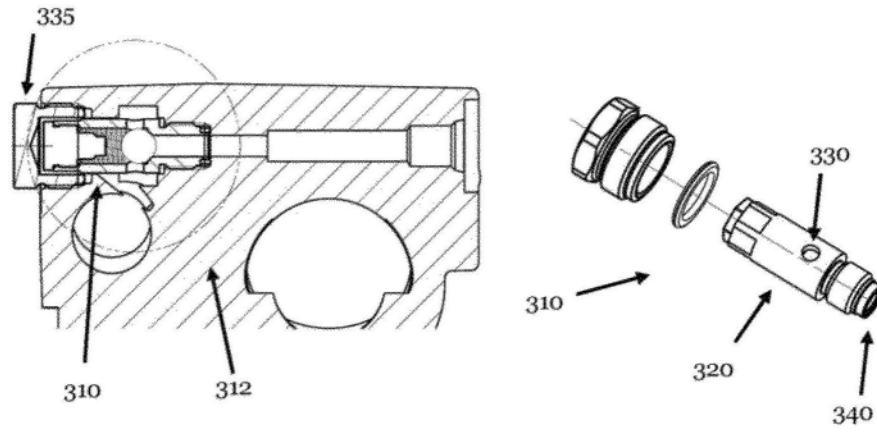


图3A

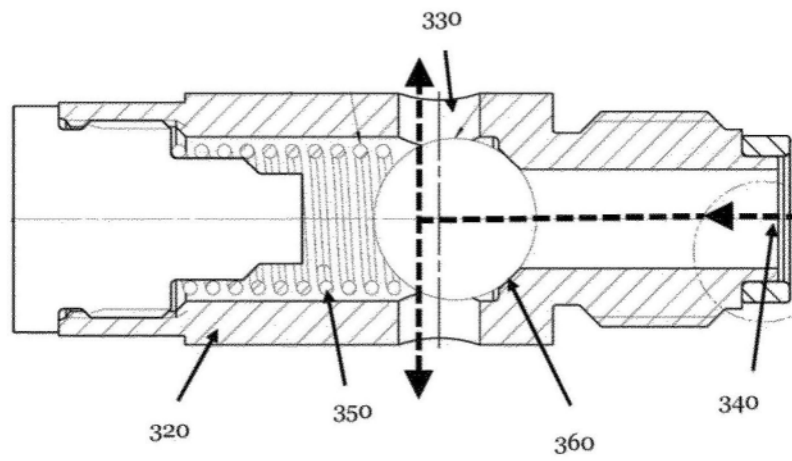


图3B