



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102639747 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 15

(21) 申请号 201080031571. 1

G23C 16/26 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 05. 11

G23C 16/30 (2006. 01)

(30) 优先权数据

1020090285040 2009. 08. 13 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 01. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/056439 2010. 05. 11

(87) PCT申请的公布数据

W02011/018252 DE 2011. 02. 17

(71) 申请人 联邦摩高布尔沙伊德股份有限公司

地址 德国莱茵-威斯特法伦布尔沙伊德

(72) 发明人 马库斯·肯尼迪 迈克尔·兹纳鲍德

(74) 专利代理机构 北京驰纳智财知识产权代理

事务所(普通合伙) 11367

代理人 谢亮 赵德兰

(51) Int. Cl.

G23C 16/02 (2006. 01)

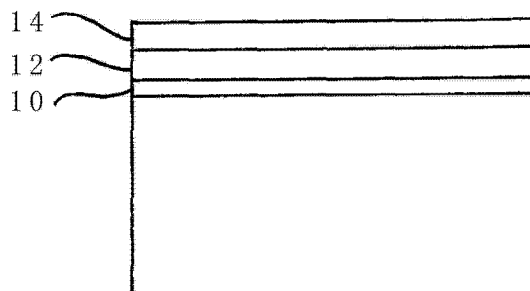
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

具有涂层的滑动元件,特别是活塞环

(57) 摘要

一种诸如活塞环之类的滑动元件在至少一个滑动面上具有涂层,该涂层从内向外具有粘附层(10)、含有金属(较佳为钨)的 DLC 层(12)以及不含金属的 DLC 层(14),其特征在于,不含金属的 DLC 层的厚度与含有金属的 DLC 层的厚度之比为 0.7 至 1.5 和 / 或与涂层的总厚度之比为 0.4 至 0.6。



1. 诸如活塞环之类的滑动元件,所述滑动元件在至少一个滑动面上具有涂层,所述涂层从内向外包含粘附层(10)、含有金属(较佳为含钨)的 DLC 层(12)以及不含金属的 DLC 层(14),其特征在于,不含金属的 DLC 层的厚度与含有金属的 DLC 层的厚度之比为 0.7 至 1.5,和 / 或与涂层的总厚度之比为 0.4 至 0.6。

2. 如权利要求 1 所述的滑动元件,其特征在于,滑动元件的基本材料为铸铁或钢。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的滑动元件,其特征在于,不含金属的 DLC 层的硬度为 1700 HV0.02 到 2900 HV0.02,和 / 或所述含有金属的 DLC 层的硬度为 800 到 1600 HV0.02。

4. 如前述任一项权利要求所述的滑动元件,其特征在于,含有金属的和 / 或不含金属的 DLC 层包含氢。

5. 如前述任一项权利要求所述的滑动元件,其特征在于,含钨的 DLC 层包含纳米结晶的碳化钨沉积。

6. 如前述任一项权利要求所述的滑动元件,其特征在于,所述粘附层,特别是铬粘附层,其厚度最大值为 1 μm 。

7. 如前述任一项权利要求所述的滑动元件,其特征在于,所述涂层的总厚度为 5 μm 至 40 μm 。

8. 如前述任一项权利要求所述的滑动元件,其特征在于,所述粘附层是金属气相沉积实现的。

9. 如前述任一项权利要求所述的滑动元件,其特征在于,利用 PA-CVD 方法来构造所述含有金属和 / 或不含金属的 DLC 层。

具有涂层的滑动元件,特别是活塞环

技术领域

[0001] 本发明涉及一种滑动元件,特别是一种在至少一个滑动面上具有涂层的活塞环。

[0002] 诸如内燃机中的活塞环、活塞或气缸衬套之类的滑动元件必须在较长的使用时间内同时在尽可能小的摩擦作用以及极小的磨损条件下工作。实际上,通过由 DLC(类金刚石镀膜)制成的涂层可将内燃机中与燃油消耗直接相关的摩擦维持在较低的水平。此外,涂层厚度原则上可达 $40\ \mu\text{m}$ 。然而,在涂层厚度大于 $5\ \mu\text{m}$ 时会产生涂层性能改变的问题,例如在层的结构和组成方面会发生变化,因而不能达到所需求的使用寿命。这种情况同样也会出现在涂层厚度小于 $5\ \mu\text{m}$ 时。

背景技术

[0003] 在本领域已知基于硬质材料的 PVD 涂层,其至少包含氮化铬。此类涂层虽然具有要求的耐磨损性,但没有足够低的摩擦系数。

[0004] DE 10 2005 063 123 B3 中涉及一种具有良好磨合性能的 DLC 涂层的滑动元件。总的来说,其低摩擦系数的耐久性可进一步提高。

[0005] DE10 2008 016 864 涉及一种具有涂层的滑动元件,该涂层从内向外依次包含粘附层、含有金属的 DLC 层和不含金属的 DLC 层。

[0006] DE 197 35 962 A1 公开了一种导向衬套和在导向衬套的内表面上构造硬质碳薄膜的方法,其中,氢化非结晶碳硬质碳膜通过等离子 CVD 方法构造在内表面上。

[0007] 最后,WO 2006/125683 A1 公开了一种活塞环,该活塞环从内向外具有包含 IVB、VB 或 VIB 族元素的涂层、包含类金刚石纳米复合材料的中间层以及 DLC 层。

发明内容

[0008] 在这种背景下,本发明的目的是提供一种滑动元件,该滑动元件在摩擦系数和磨损性能的结合方面有了进一步的改进。

[0009] 该目的是通过在权利要求 1 中所述的滑动元件来实现的。

[0010] 因此,该滑动元件在至少一个滑动面上具有涂层,该涂层从内向外包含粘附层、含金属的(尤其是含钨的)DLC 层以及不含金属的 DLC 层,其中,不含金属和含金属的 DLC 层之间的厚度比在 0.7 与 1.5 之间和 / 或不含金属的 DLC 层和总涂层之间的厚度比为 0.4 与 0.6。粘附层优选的是铬粘附层。含有金属的 DLC 层具有非结晶碳,其可表示为 $a\text{-C:H:Me}$, 优选的含钨的 DLC 层可表示为 $a\text{-C:H:W}$ 。最外层或顶层同样具有非结晶碳并用 $a\text{-C:H}$ 表示。关于摩擦和磨损特别好的优良性能可以通过所述值来确定。更厚的顶层可以影响这些摩擦学性能使其使用寿命更长。但当顶层与中间层相比较太厚时,磨损值会变差。当中间层和顶层具有几乎相同的厚度时,可确定良好的磨损值,此时厚度比大约为 1.0,特别是 0.9 到 1.1,或顶层与总层的厚度比约为 0.5,特别是 0.45 到 0.55 为较佳。在摩擦方面,对于所述范围内的涂层可以确定能良好地满足内燃机的需求并且尤其是可以满足相当恒定的摩擦系数。与此相对,在此范围之外,短时间之后就可确定较高的摩擦峰值和不恒定的摩擦变

化。

[0011] 作为这种性能的解释(但本发明不限制于这种性能),目前人们认为,不含金属的 DLC 层首先将非常高的内应力引入总系统,即总涂层,这些内应力可以被层厚类似于最外层厚度的含有金属的 DLC 层抵消,即涂层实现了强度和韧性之间最优化的组合。由此涂覆的滑动元件,特别是活塞环具有良好的抗磨损性。对于不含金属的 DLC 层和含有金属的 DLC 层的层厚比 < 0.7 和 / 或顶层与总层的层厚比 < 0.4 ,滑动元件具有非常短的使用寿命,这是因为最外面的不含金属的 DLC 层虽然具有高抗磨损性但其层厚不够。与此相对,对于不含金属的 DLC 层和含有金属的 DLC 层的层厚比 > 1.5 和 / 或顶层与总层之间的层厚比 > 0.6 时,含有金属的 DLC 层的厚度不足以抵消内应力。这导致尽管最外层的厚度较大但 DLC 层总体过早磨损或者由于在运行过程中过高的负荷而导致 DLC 层剥落。

[0012] 在构造涂层的过程中,在滑动元件的至少一个滑动面上,该涂层可在整个滑动面上延伸,特别是可以完全或部分构造在与滑动面紧邻的各面上,例如活塞环的侧面和 / 或从滑动面到与其紧邻的各面的过渡区域处。

[0013] 在其它权利要求中描述了根据本发明的滑动元件的较佳改型。

[0014] 作为滑动元件,特别是活塞环的基本材料,目前优选的是铸铁或钢。可以确定的是这些材料具有尤其良好的性能。

[0015] 关于层的硬度,不含金属(a-C:H-,顶部-)的 DLC 层的硬度值较佳为 1700 HV0.02 至 2900 HV0.02,和 / 或含有金属(a-C:H:Me-)的 DLC 层的硬度值较佳为 800 到 1600 HV0.02,这是因为这些取值可良好地满足要求。

[0016] 包含金属和不含金属的 DLC 层都可包含氢,这经试验证实是有利的。

[0017] 此外,对于含钨的 DLC 层来说,优选的是,DLC 层含有纳米结晶的碳化钨沉积,这可进一步提高其性能。

[0018] 对于粘附层(特别是铬粘附层)的厚度,较佳地,其最大值为 $1\ \mu\text{m}$ 。

[0019] 为了很好地解决摩擦系数和磨损性能之间的所述平衡,涂层的总厚度较佳为 $5\ \mu\text{m}$ 至 $40\ \mu\text{m}$ 。

[0020] 关于涂层的有效构造,对于粘附层来说,目前优选的是通过金属气相沉积实现。

[0021] 此外,借助 PA-CVD 方法来构造包含金属和 / 或不含金属的 DLC 层,进一步确保了有利于按照本发明的涂层生产。

附图说明

[0022] 下列附图进一步阐释本发明的较佳实施例。附图中:

图 1 根据本发明示意地示出涂层结构;

图 2 示出在两个按照本发明的示例和一个对比示例中的相对磨损;以及

图 3 示出在两个按照本发明的示例和一个对比示例中的相对摩擦系数。

具体实施方式

[0023] 如图 1 中示意所示,根据本发明的涂层从内向外包含粘附层 10、中间层 12 和顶层 14,它们的厚度和厚度比处于上文给出的范围内。

实施例

[0024] 根据两个示例和一个对比示例来验证本发明的涂层的性能。用以下涂层来进行试验：

示例	1	2	3
中间层 / 顶层之比	0.71	2.40	1.08
顶层占总层的比例	0.42	0.71	0.52

在此，示例 1 和 3 是按照本发明的示例，而示例 2 是对比示例。针对系统“已润滑的活塞环 / 研磨的灰口铸铁 - 气缸衬套”进行测试。在图 2 中示出活塞环的相对磨损值。如图 2 可见，按照本发明的示例相比于示例 2 具有明显较小的磨损，其只占示例 2 中的磨损值的大约 20% 甚至更小。

[0025] 如图 3 所示，按照本发明的示例中的摩擦系数随着时间推移仍相当恒定，而对比示例中的摩擦系数在整个变化过程中一方面越来越高并具有非常高的峰值。另一方面，摩擦系数波动范围大。此外，此对比示例的涂层在测试结束前可以说已经失效。

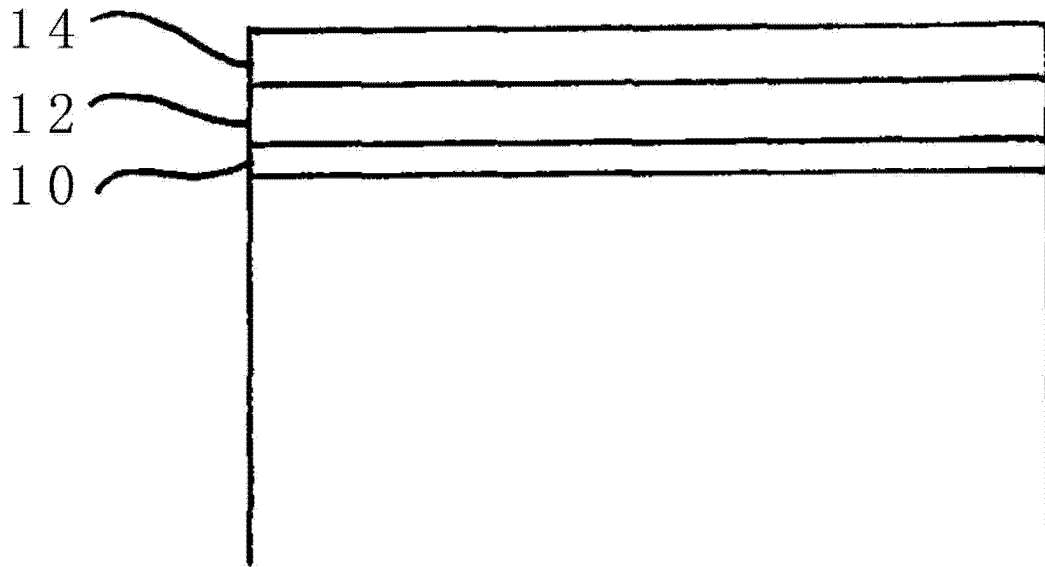


图 1

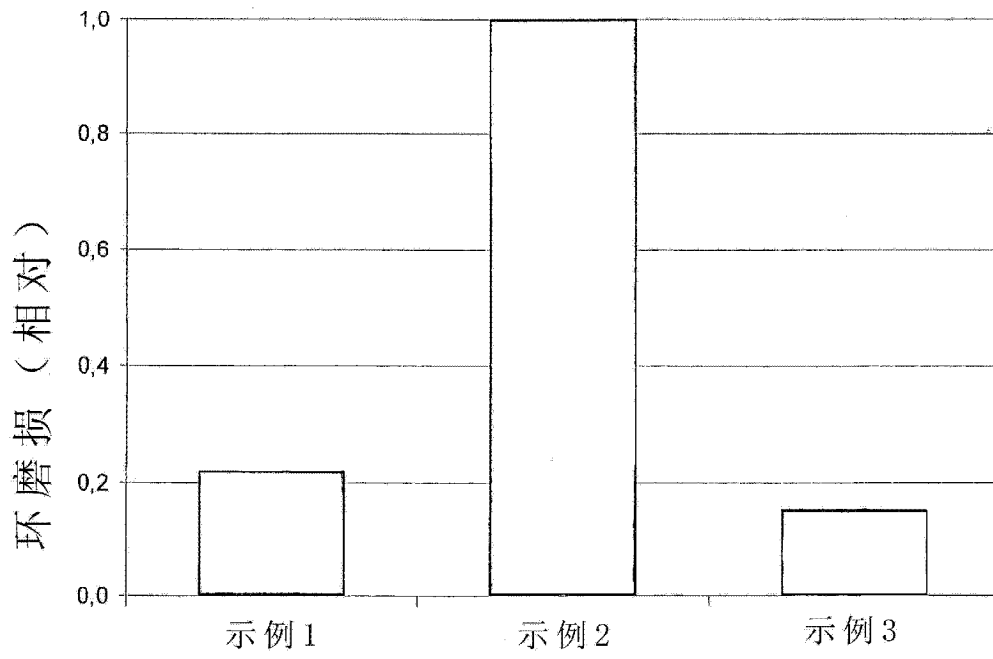


图 2

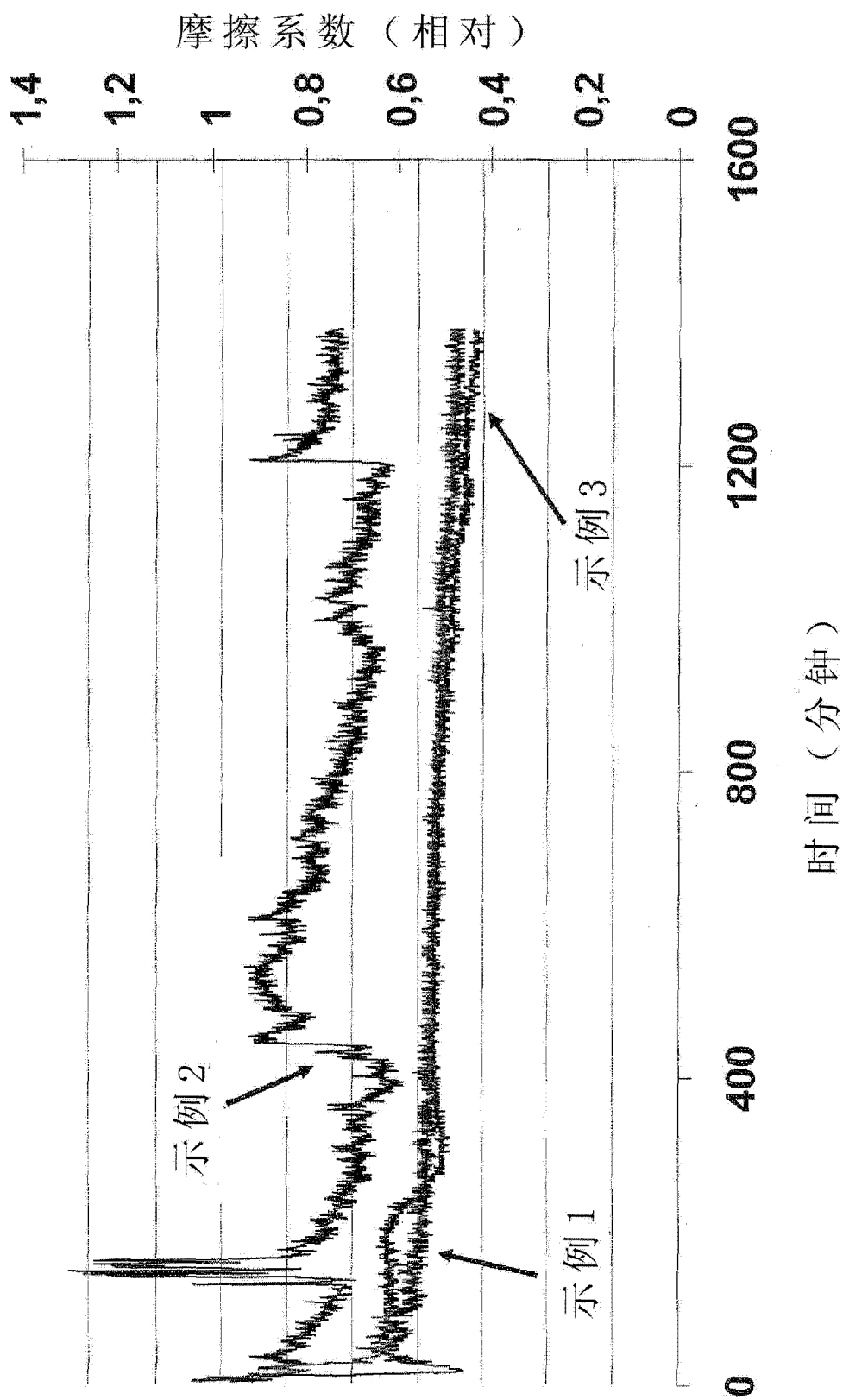


图 3