



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101715521 A

(43) 申请公布日 2010. 05. 26

(21) 申请号 200780046593. 3

(22) 申请日 2007. 11. 26

(30) 优先权数据

102007001377. 0 2007. 01. 09 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/010259 2007. 11. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02008/083793 DE 2008. 07. 17

(71) 申请人 联邦摩高布尔沙伊德公司

地址 德国布尔沙伊德

(72) 发明人 米歇尔·布赫曼 皮特·施密德

马克·曼努埃尔·马特

约翰·里德尔

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 郭伟刚 李琴

(51) Int. Cl.

F16J 9/26 (2006. 01)

C23C 4/04 (2006. 01)

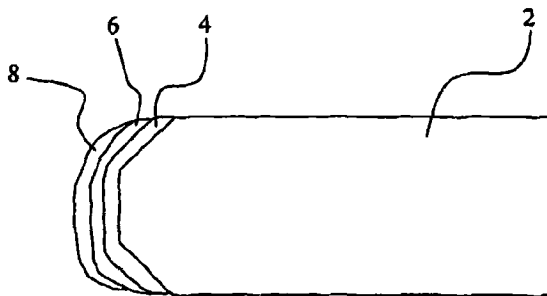
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

带有多层组件的活塞环及其生产方法

(57) 摘要

本发明涉及一种改善了磨合和磨损性能的活塞环及其生产方法。根据本发明的第一实施例，活塞环包括环体 (2)、通过热喷涂方式涂覆于环体 (2) 的支承面上的 Ni 合金粘合促进层 (4)、通过热喷涂方式涂覆于粘合促进层 (4) 上的含 CrC、WC、MoC 的 Mo 合金耐磨涂层 (6)、以及通过热喷涂方式涂覆于耐磨涂层 (6) 上的 AlCu 合金或者 Ni-石墨合金磨合层 (8)。根据本发明的第二实施例，活塞环包括环体、涂覆于环体的支承面上的耐磨涂层、以及涂覆于耐磨涂层上的磨合层，所述磨合层包括 Ni 石墨。



1. 一种活塞环,其特征在于,包括:  
环体(2);  
通过热喷涂方式涂覆于所述环体(2)的支承面上的Ni合金粘合促进层(4);  
通过热喷涂方式涂覆于所述粘合促进层(4)上的含CrC、WC、MoC的Mo合金耐磨涂层(6);  
通过热喷涂方式涂覆于所述耐磨涂层(6)上的AlCu合金或者Ni-石墨合金磨合层(8)。
2. 根据权利要求1所述的活塞环,其特征在于,所述粘合促进层(4)、耐磨涂层(6)和磨合层(8)以过喷的方式形成。
3. 根据前述权利要求任一项所述的活塞环,其特征在于,所述环体侧面的边缘具有斜角。
4. 根据前述权利要求任一项所述的活塞环,其特征在于,所述环体包括边缘具有斜角的排气槽。
5. 根据权利要求3或4所述的活塞环,其特征在于,所述斜角具有 $30^{\circ}$ 至 $70^{\circ}$ 角。
6. 根据权利要求3-5任一项所述的活塞环,其特征在于,所述斜角具有0.5mm至2.0mm的宽度。
7. 一种生产活塞环的方法,其特征在于,包括:  
提供一环体;  
在所述环体的支承面上热喷涂Ni合金的粘合促进层;  
在所述粘合促进层上热喷涂含CrC、WC、MoC的Mo合金耐磨涂层;以及  
在所述耐磨涂层上热喷涂AlCu合金或者Ni-石墨合金磨合层。
8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述粘合促进层、所述耐磨涂层以及所述磨合层以过喷的方式形成。
9. 根据权利要求7或8所述的方法,其特征在于,所述热喷涂包括:  
电弧线材涂覆法;  
火焰涂覆法;  
大气等离子喷涂APS;以及  
高速氧燃气火焰喷涂HVOF。
10. 根据权利要求7或9所述的方法,其特征在于,还包括:  
在喷涂所述粘合促进层之前,在所述环体的侧面边缘设置斜角。
11. 根据权利要求7-10任一项所述的方法,其特征在于,所述环体具有排气槽,所述方法还包括:  
在喷涂所述粘合促进层之前,在所述排气槽的边缘设置斜角。
12. 根据权利要求7或10所述的方法,其特征在于,所述斜角具有 $30^{\circ}$ 至 $70^{\circ}$ 角。
13. 根据权利要求9-12任一项所述的方法,其特征在于,所述斜角具有0.5mm至2.0mm的宽度。
14. 一种活塞环,包括环体、涂覆于所述环体的支承面上的耐磨涂层、以及涂覆于所述耐磨涂层上的磨合层,其特征在于,所述磨合层包括Ni-石墨。
15. 根据权利要求14所述的活塞环,其特征在于,所述耐磨涂层包括硬铬、含氧化铝陶

瓷的铬或者含微钻石的铬。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的活塞环,其特征在于,所述磨合层的层厚度为  $20\ \mu\text{m}$ - $400\ \mu\text{m}$ 。

17. 根据权利要求 14-16 任一项所述的活塞环,其特征在于,所述磨合层具有体积为 10% -40% 的石墨含量。

18. 一种生产活塞环的方法,包括以下步骤:

提供一环体;

在所述环体的支承面上涂覆耐磨涂层;

活化所述耐磨涂层;以及

在所述耐磨涂层上涂覆磨合层;

其特征在于,所述磨合层包括 Ni- 石墨。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其特征在于,所述耐磨涂层的涂覆通过热喷涂方法来执行。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,所述耐磨涂层的涂覆通过大气等离子喷涂或者高速氧燃气火焰喷涂来执行。

21. 根据权利要求 18-20 中任一项所述的方法,其特征在于,所述耐磨涂层包括硬铬、含氧化铝陶瓷的铬或者含微钻石的铬。

22. 根据权利要求 18-21 中任一项所述的方法,其特征在于,所述耐磨涂层通过喷丸工艺或者热处理活化。

23. 根据权利要求 18-22 中任一项所述的方法,其特征在于,所述磨合层的涂覆通过热涂覆方法来执行。

24. 根据权利要求 23 所述的方法,其特征在于,所述磨合层的涂覆通过等离子喷涂或者粉末火焰喷涂来执行。

25. 根据权利要求 18-24 中任一项所述的方法,其特征在于,所述磨合层的层厚度为  $20\ \mu\text{m}$ - $400\ \mu\text{m}$ 。

26. 根据权利要求 18-25 中任一项所述的方法,其特征在于,所述磨合层具有体积为 10% -40% 的石墨含量。

## 带有多层组件的活塞环及其生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种活塞环及其生产方法,特别是一种内燃机用、带有多层涂层的大孔活塞环。

### 背景技术

[0002] 对于活塞环,以活塞式内燃机的活塞环为例,需要满足两个本质相互冲突的要求。一方面,需要有高的耐磨性,因为否则,也就是采用较薄的活塞环,漏气和油耗都会增加,且发动机的性能会下降。随着活塞环的磨损,气缸壁和活塞环之间的间隙会变得越来越大,因此燃烧气体会更容易溢出通过该活塞环(所谓的漏气),这将会降低发动机的效率。由于间隙变大,留在燃烧室内的未剥离油膜将会变厚,因此每个单位时间会损失更多的油,因此增加了油耗。

[0003] 为了使发动机的特性尽可能最佳,从而在最好的密封效果和较低的摩擦损失之间实现最好可能的折中,因此活塞环和气缸壁之间的间隙的尺寸必须保持尽可能精确。但是,这将要求发动机的生产和组装过程中有复杂而昂贵的工艺步骤,因为否则它总是会出现某些程度的不可避免的公差。通常,可能稍稍过小的间隙尺寸是可以接受的,活塞环在运行过程中的磨损可以使其达到最佳的厚度。理想的情况是,活塞环的支承面被磨损,直至达到最佳的间隙尺寸。这个过程也被称为磨合。

[0004] 另一方面,需要尽可能耐磨的材料,实现活塞环在常规的运行中尽可能少地被磨损,且间隙很难增大。但是,为了实现良好的磨合特性,支承面的至少一部分必须能够相对较容易地被磨掉,使得在磨合操作中活塞环和气缸壁之间可能过小的间隙(例如,由于不可避免的组件公差)可尽快地变成合适尺寸。

[0005] 因此,原则上活塞环设有涂层,该涂层可产生期望的质量。比起采用具有期望特性但可能很昂贵的材料制造的活塞,这自然更容易处理且更便宜。但采用这样的涂层带来了另一个要求。除了提供必要的质量,该涂层还必须具有使得它不会与活塞环分离的成分,也就是,使得它具有良好的附着性能,以附着在下层材料上。假设该涂层由几个不同的层组成,则各个层之间良好的粘着性(即良好的粘聚力)是必须的。否则可能有这些层破裂或分离的危险,这对发动机来说是很危险的。

[0006] 在与气缸壁接触的表面区域,活塞环的支承面上的涂层必须是耐磨的。此外,在磨合阶段它自身的磨损必须足够,以充分适配相对的表面。另外,这些层必须高度抗破裂,并且在长时间的使用后没有或只有非常轻微的疲劳变形。

[0007] 耐磨涂层由例如硬的铬合金形成。DE 199 31 829 A1 描述了一种用于活塞环的电偶(galvanic)硬铬合金层。用于耐磨涂层的其他材料有含氧化铝陶瓷的铬合金(例如,Federal Mogul 公司的CKS<sup>®</sup>)或者含微钻石的铬合金(例如,Federal Mogul 公司的GDC<sup>®</sup>)。

[0008] 附着于CKS<sup>®</sup>耐磨涂层的磨合层是基于例如钼的,通过线材火焰喷涂的方法在该耐磨涂层上形成。此处的耐磨涂层是通过之前的喷丸工艺(blasting process)形成的。

[0009] 此外,可通过热喷涂方式将 AlCuFe 合金磨合层附着于CKS<sup>®</sup>耐磨涂层。但是,必须首先在CKS<sup>®</sup>耐磨涂层上涂覆电偶中间层。

[0010] 但是,具有基于铬的耐磨涂层且其上附有磨合层的普通活塞环的磨合和耐磨特性仍然需要改善。

## 发明内容

[0011] 本发明要解决的技术问题是提供一种改善了磨合和磨损性能的活塞环及其生产方法。

[0012] 根据本发明的一个实施例,本发明提供了一种活塞环,包括:

[0013] 环体;

[0014] 通过热喷涂方式涂覆于所述环体的支承面上的 Ni 合金粘合促进层;

[0015] 通过热喷涂方式涂覆于所述粘合促进层上的含 CrC、WC、MoC 的 Mo 合金耐磨涂层;

[0016] 通过热喷涂方式涂覆于所述耐磨涂层上的 AlCu 合金或者 Ni-石墨合金磨合层。

[0017] 根据本发明的活塞环,通过使用三个不同的功能层,提供了耐磨(通过耐磨涂层)、良好的磨合特性(通过磨合层)以及增强的附着性/粘合性(通过粘合层)的新的有利组合。不必再加工或者磨光磨合层,却通过磨合阶段发生的磨损得到最终的形状。该耐磨涂层防止在发动机的极端运行条件下发生过度磨损。粘合促进层使这些层最佳地附着在支承面或者环体上。

[0018] 优选地,所述粘合促进层、所述耐磨涂层以及所述磨合层以过喷(overspray)的方式形成。

[0019] 优选地,所述环体包括边缘具有斜角的排气槽。

[0020] 优选地,所述斜角具有 30° 至 70° 角。优选地,所述斜角具有 0.5 至 2.0mm 的宽度。

[0021] 根据本发明的另一方面,本发明提供了一种生产活塞环的方法,包括:

[0022] 提供一环体;

[0023] 在所述环体的支承面上热喷涂 Ni 合金的粘合促进层;

[0024] 在所述粘合促进层上热喷涂含 CrC、WC、MoC 的 Mo 合金耐磨涂层;以及

[0025] 在所述耐磨涂层上热喷涂 AlCu 合金或者 Ni-石墨合金的磨合层。

[0026] 所述粘合促进层、所述耐磨涂层以及所述磨合层以过喷的方式形成。

[0027] 优选地,所述热喷涂包括以下涂覆方法:

[0028] 电弧线材涂覆法;

[0029] 火焰涂覆法;

[0030] 大气等离子喷涂 APS;以及

[0031] 高速氧燃气火焰喷涂 HVOF。

[0032] 优选地,所述方法还包括:

[0033] 在喷涂所述粘合促进层之前,在所述环体侧面的边缘设置斜角。

[0034] 如果所述环体具有排气槽,优选地,所述方法还包括:

[0035] 在喷涂所述粘合促进层之前,在所述排气槽的边缘设置斜角。

[0036] 优选地,所述斜角具有 30° 至 70° 角。进一步优选地,所述斜角具有 0.5 至 2.0mm

的宽度。

### 附图说明

- [0037] 图 1 示出了活塞环的边缘修整或者倒斜角的步骤；  
[0038] 图 2 示出了斜角的角度和宽度；  
[0039] 图 3 示出了粘合促进层的喷涂步骤；以及  
[0040] 图 4 示出了根据本发明的涂覆完成后的活塞环。

### 具体实施方式

[0041] 涂覆在活塞环的支承面上的涂层,除了需要良好且耐温的粘接(粘着)在载体上、以及在层内需要良好且耐温地粘接(内聚力)外,与气缸壁接触的表面区域还必须耐磨。除此之外,在磨合阶段它自身或固有的磨损应该足够,以充分适配相对的表面。除此之外,这些涂层应该高度抗破裂,同时即使在长时间的时候后没有或只有非常轻微的疲劳变形。

[0042] 因此,本发明的根本目的在于为活塞环的支承面提供通过火焰喷涂方法形成的耐磨层,该耐磨层可以忍受极端的载荷,但同时具有良好的磨合特性。生产这些涂层的方法应该尽可能简单且节约成本,最重要的是它能够生成具有适应于相应使用情况的特性的耐磨涂层。

[0043] 根据本发明,在第一实施例中通过涂层来解决该任务,该涂层由至少三个叠加的不同喷涂层构成:粘合促进层、位于其上方的耐磨涂层、以及外部的磨合层。可通过在涂覆前在环体侧缘和排气槽的边缘设置合适的斜角来进一步改善附着力和内聚力。

[0044] 图 1 在横截面图中示出了活塞环如何被倒角。在支承面一侧(图中的左侧),活塞环 2 的边缘在进行涂覆前可以根据本发明设置斜角 10。斜角 10 的角度  $\alpha$  根据本发明可以是  $30^\circ$  -  $70^\circ$ , 其中在图 2 中以  $45^\circ$  为例进行了图示。此外,根据本发明的不同实施例,斜角 10 可以有 0.5mm 至 2mm 的宽度 d。根据本发明,在活塞环的生产过程中,边缘的倒斜角是可选的步骤,斜角是最终的活塞环的可选特性。倒斜角可以使用任何合适的已知方法执行。

[0045] 图 3 在横截面图中示出了涂层的第一层的实施步骤。粘合促进层 4 被喷涂到环体 2 上。根据本发明,这通过热喷涂的方法来完成,包括高速火焰喷涂(高速氧燃气火焰喷涂, HVOF)、大气等离子喷涂(APS)、电弧线材或线材火焰涂覆法。此处以 HVOF 设备 12 为例进行了图示。粘合促进层 4 是镍合金。

[0046] 在接下来的步骤中(未图示),在粘合促进层上涂覆耐磨层和磨合层。这可以以涂覆粘合促进层同样的方式、通过上述热喷涂方法的其中一种来执行,其中也可以对不同的层使用不同的方法。该层设计是 FF,即过喷。

[0047] 根据第一实施例,本发明的耐磨涂层是含碳化铬 CrC、碳化钨 WC、或者碳化钼 MoC 的钼合金。

[0048] 最后涂覆的磨合层不需在表面上再加工,而是在发动机的磨合阶段通过磨损得到最终的形状。

[0049] 图 4 在横截面中示出了根据本发明第一实施例的最终的活塞环,包括环体 2、粘合促进层 4、耐磨涂层 6 和磨合层 8

[0050] 根据本发明的第二实施例,活塞环包括环体、涂覆于所述环体的支承面上的耐磨

涂层、以及涂覆于所述耐磨涂层上的磨合层。该磨合层包括 Ni- 石墨 (Ni-C 合金)。该活塞环优选是用于内燃机的大孔活塞环。

[0051] 根据本发明第二实施例的活塞环通过使用两个不同的功能层提供了耐磨 (通过耐磨涂层) 以及良好的磨合特性 (通过 Ni- 石墨磨合层) 的新的有利组合。不必再加工或者磨光磨合层, 却通过磨合阶段发生的磨损得到最终的形状。该耐磨涂层防止了在发动机的极端运行条件下发生过度磨损。

[0052] 优选地, 该耐磨涂层包括硬铬、含氧化铝陶瓷的铬 (例如, Federal Mogul 公司的 **CKS**<sup>®</sup>) 或者含微钻石的铬 (例如, Federal Mogul 公司的 **GDC**<sup>®</sup>)。

[0053] 优选地, 该磨合层的层厚度为 20 μm-400 μm。此外, 优选地, 该磨合层具有体积为 10% -40% 的石墨含量。

[0054] 根据本发明的另一方面, 本发明提供了一种生产根据本发明的第二实施例的活塞环的方法。该方法包括以下步骤:

[0055] 提供一环体;

[0056] 在所述环体的支承面上涂覆耐磨涂层;

[0057] 活化 (activating) 所述耐磨涂层; 以及

[0058] 在所述耐磨涂层上涂覆磨合层。

[0059] 此处磨合层包括 Ni- 石墨。

[0060] 优选地, 耐磨涂层的涂覆通过热喷涂方法来执行。优选地, 热喷涂方法是大气等离子喷涂 (APS, 例如, MKP) 或者高速氧燃气火焰喷涂 (HVOF, 例如, Federal Mogul 公司的 **MKJet**<sup>®</sup>)。

[0061] 优选地, 该耐磨涂层包括硬铬、含氧化铝陶瓷的铬 (例如, Federal Mogul 公司的 **CKS**<sup>®</sup>) 或者含微钻石的铬 (例如, Federal Mogul 公司的 **GDC**<sup>®</sup>)。

[0062] 该耐磨涂层优选通过喷丸工艺或者热处理活化。

[0063] 磨合层的涂覆最好通过热涂覆方法来执行。优选地, 该热涂覆方法是大气等离子喷涂 (APS, 例如, MKP) 或者高速氧燃气火焰喷涂 (HVOF, 例如, Federal Mogul 公司的 **MKJet**<sup>®</sup>)。

[0064] 优选地, 该磨合层的层厚度为 20 μm-400 μm。此外, 优选地, 该磨合层具有体积为 10% -40% 的石墨含量。

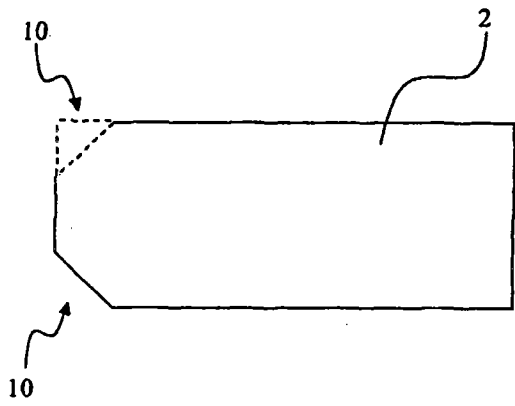


图 1

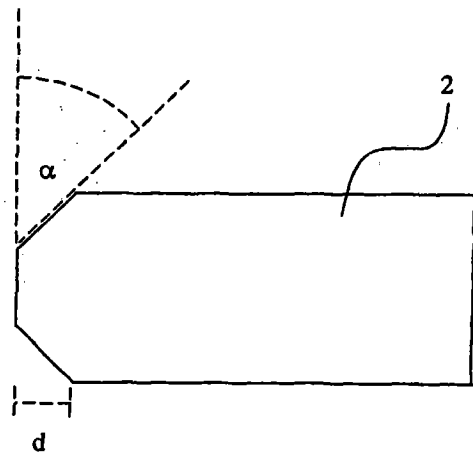


图 2

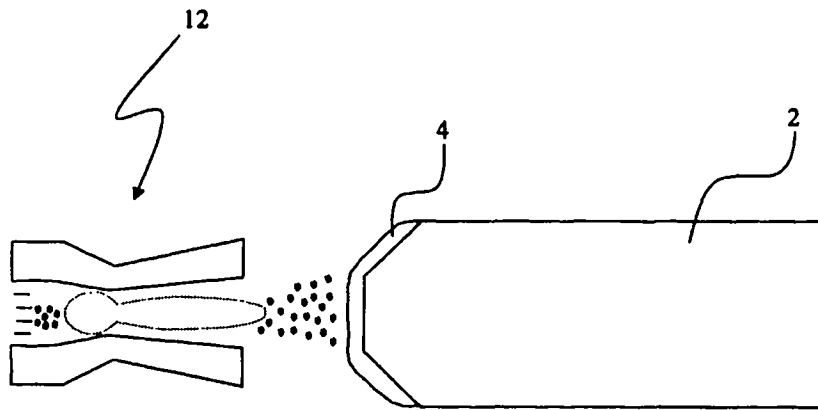


图 3

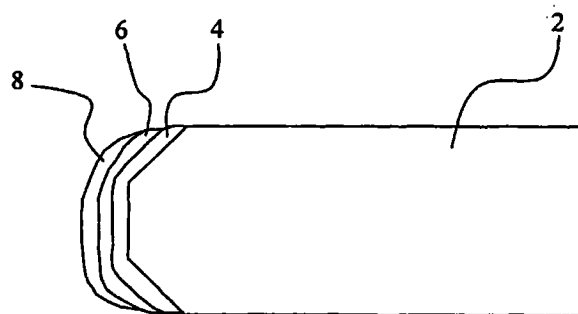


图 4