

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103339421 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201180065887. 7

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

(22) 申请日 2011. 12. 21

代理人 张天舒 张杰

(30) 优先权数据

102010056168. 1 2010. 12. 24 DE

102011120145. 2 2011. 12. 06 DE

(51) Int. Cl.

F16J 9/20(2006. 01)

F16J 9/26(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 07. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DE2011/002161 2011. 12. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02012/083930 DE 2012. 06. 28

(71) 申请人 马勒国际公司

地址 德国斯图加特市

(72) 发明人 丹尼尔·洛佩斯 里卡多·阿尔维斯

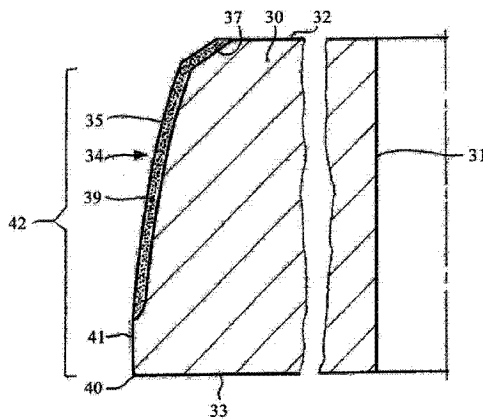
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

用于内燃机活塞的活塞环及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于制造内燃机活塞(10)的活塞环(30、130、230)的方法,该活塞环具有环背(31)、上部环侧壁(32)、下部环侧壁(33)和工作面(42),该方法借助以下处理步骤进行:(a)提供一种具有环背(31')、上部环侧壁(32')、下部环侧壁(33')和外部侧面(34')的环形钢坯(30'),(b)沿着外部侧面(34')成型不对称凸球状的轮廓(35)并且在下部环侧壁(33')的区域中的外部侧面(34')中成型径向向外延伸的突出部(36),(c)用涂料涂覆外部侧面(34'),(d)切除突出部(36)从而以过渡到涂层(39)中的环绕面(41)的形式使环形钢坯(30')的材料暴露出来并且形成环绕面(41)和下部环侧壁(33')之间的挡油边缘(40),(e)将已涂层的环形钢坯(30')精加工和/或最后加工成完成的活塞环(30、130、230)。



1. 一种用于制造内燃机活塞(10)的活塞环(30、130、230)的方法,所述活塞环具有环背(31)、上部环侧壁(32)、下部环侧壁(33)和工作面(42),其特征在于,所述方法借助以下处理步骤进行:

(a) 提供一种具有环背(31')、上部环侧壁(32')、下部环侧壁(33')和外部侧面(34')的环形钢坯(30'),

(b) 沿着所述外部侧面(34')成型不对称凸球状的轮廓(35)并且在所述下部环侧壁(33')的区域中的所述外部侧面(34')中成型径向向外延伸的突出部(36),

(c) 在所述不对称凸球状的轮廓(35)和所述上部环侧壁(32')之间的所述外部侧面(34')的区域中形成具有轴向高度 $B=0.10-0.30\text{mm}$ 的斜边(37)或凸弧状的边径(37')或者凹弧状的边径(37''),

(d) 用涂料涂覆所述外部侧面(34'),

(e) 切除所述突出部(36)从而以过渡到涂层(39)中的环绕面(41)的形式使所述环形钢坯(30')的材料暴露出来并且形成所述环绕面(41)和所述下部环侧壁(33')之间的挡油边缘(40),

(f) 将已涂层的所述环形钢坯(30')精加工和/或最后加工成完成的所述活塞环(30、130、230)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤(a)中使用具有一侧的梯形断面活塞环形状、两侧的梯形断面活塞环形状或者矩形活塞环形状的所述环形钢坯(30')。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤(a)中应用由钢材或铸铁材料制成的所述环形钢坯(30')。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤(b)中成型具有轴向高度 $C=0.10-0.55\text{mm}$ 、优选 $C=0.20-0.40\text{mm}$ 和/或径向宽度 $D=0.07-0.09\text{mm}$ 的所述突出部(36)。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤(b)中在不对称凸球状的轮廓(35)和所述突出部(36)之间形成曲线形的过渡区(38)。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,形成具有半径 $R=0.10-0.30\text{mm}$ 的曲线形的所述过渡区(38)。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤(c)和步骤(d)之间将一个或多个粘附层或中间层涂覆到所述外部侧面(34')上。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤(d)中额外地以至少一种涂料对所述上部环侧壁(32')和/或所述下部环侧壁(33')和/或所述环背(31')进行涂覆。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤(d)中借助PVD工艺或CVD工艺或DLC工艺进行涂层。

10. 一种能够以根据权利要求1至9的任意一项所述的方法制造的活塞环(30、130、230)。

11. 一种用于内燃机的活塞(10)的活塞环(30、130、230),所述活塞环具有环背(31)、上部环侧壁(32)、下部环侧壁(33)和在单侧设有涂层(39)而具有孔隙的工作面(42),其特征在于,所述工作面(42)具有不对称凸球状的轮廓,所述工作面(42)经由具有轴向高度 $B=0.10-0.30\text{mm}$ 的斜边(37)、凸弧状的边径(37')或者凹弧状的边径(37'')过渡到所述上部环侧壁(32)中,并且具有过渡到所述涂层(39)中的环绕面(41),所述环绕面在形成挡油

边缘(40)的同时过渡到所述下部环侧壁(33)。

12. 一种根据权利要求 11 所述的活塞环(30、130、230),即密封环。

## 用于内燃机活塞的活塞环及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造内燃机活塞的活塞环的方法,该活塞环具有环背、上部环侧壁、下部环侧壁和工作面。本发明此外还涉及一种这样的活塞环。

### 背景技术

[0002] 现代的汽油发动机和柴油发动机中已降低了活塞的总高度从而降低了活塞的压缩高度,以节省重量。此外还力求降低最上部的活塞环(密封环)的高度,以使摩擦损耗降至最低。为了使摩擦损耗降至最低,同样降低活塞环的径向贴合压力,特别是在挡油环上。而活塞头区域中的循环最大压力和温度以及转速和活塞每分钟的提升运动的次数得到提高。因此必须控制机油消耗量,为了一方面避免润滑油的供应不足并且另一方面避免在活塞环的区域中以及环形槽的区域中形成油积炭。

[0003] 活塞环、特别是密封环在发动机运转时不允许将油膜向上向燃烧室剥去,这是因为,否则会严重增加内燃机的机油消耗量。此外还有油积炭形成以及活塞环卡住的风险。经验显示,在具有圆柱形的工作面的矩形活塞环中较长时间的运行之后由于通过本身磨损而产生的活塞侧击会出现凸球状的工作面以及从而出现所希望的楔形间隙。由于这个经验今天成批地有制成具有凸球状的工作面的活塞环可供使用。应用具有对称或不对称凸球状的工作面的活塞环。

[0004] 在发动机运转时活塞环和气缸壁之间的油膜具有重要的密封性能。在不对称凸球状的工作面上形成非常显著的油压屏障。从环背开始作用在活塞环上的气体压力这样挤压油膜,即,最大的“阻塞压力”出现在靠近活塞环的底边的区域中。因此气体不能够流向曲轴箱的方向。

[0005] 同时,这种活塞环在活塞向下运动的过程中将剩余的机油向曲轴箱方向剥去。从而避免将剩余的机油运送到燃烧室或者积聚在活塞环或者环形槽的区域中。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于,这样进一步扩展这种方法,即,获得在发动机运转时将剩余的机油特别有效地向曲轴箱方向剥去的活塞环。

[0007] 实现方案在于具有以下特征的方法中:(a)提供一种具有环背、上部环侧壁、下部环侧壁和外部侧面的环形钢坯,(b)沿着外部侧面成型不对称凸球状的轮廓并且在下部环侧壁的区域中的外部侧面中成型径向向外延伸的突出部,(c)用涂料涂覆外部侧面,(d)切除突出部从而以过渡到涂层中的环绕面的形式使环形钢坯的材料暴露出来并且形成环绕面和下部环侧壁之间的挡油边缘,(e)将已涂层的环形钢坯精加工和/或最后加工成完成的活塞环。

[0008] 借助根据本发明的方法,以特别简单和有效的方式获得具有不对称凸球状的工作面的活塞环,该活塞环设有显著的挡油边缘并且在发动机运转时保证将剩余的机油特别有效地向曲轴的方向运送。因为在不对称凸球状的轮廓和上部环侧壁之间的外部侧面的区

域中形成斜边或凸弧状的边径或者凹弧状的边径,所以在处理过程中达到外部侧面的涂层和上部环侧壁之间平坦而齐平的过渡(参阅下面的步骤(d))。斜边或者边径具有轴向高度  $B=0.10-0.30\text{mm}$ ,断裂的边缘  $B=0.4\text{mm}$ 。

[0009] 根据本发明可获得的活塞环特别良好地适合用作密封环。特别是根据本发明的活塞环的特征在于,该活塞环形成为单侧具有孔隙的活塞环(参阅 ISO6621-4),即,具有单侧具有孔隙的工作面,该工作面设有薄层。因此借助根据本发明的方法这是首次能够制造出具有以薄层(即,借助 PVD 工艺、CVD 工艺或 DLC 工艺可获得的层)的形式进行了涂层的工作面的、在单侧具有孔隙的环。此外这种活塞环实现了尖利的挡油边缘的制造,该挡油边缘是没有涂层的。可以借助根据本发明的方法以小的高度来实施该挡油边缘,以此改善密封件以防止所谓的“漏气”,即,防止在压缩步骤的过程中在活塞环上向曲轴的方向流过的燃烧气体。

[0010] 本发明能够适用于所有类型的汽油发动机(例如直接喷射汽油发动机、跑车发动机)和所有类型的汽车柴油发动机和载货车柴油发动机,也适用于跑车发动机。

[0011] 有利的扩展方案由从属权利要求给出。

[0012] 借助根据本发明的方法可以使用具有任意的横截面形状的环形钢坯。例如具有一侧的梯形断面活塞环、两侧的梯形断面活塞环或者矩形活塞环形状的环形钢坯是特别合适的。

[0013] 环形钢坯可以根据个别情况的要求由任何的合适的材料制成。特别是钢材(例如碳素钢或不锈钢)以及铸铁材料属于此类。合适的材料是例如根据 ISO6621-3:分类 10- 灰口铸铁(未经处理的)、分类 20- 灰口铸铁(经过热处理的)、分类 30- 珠光体铸铁或马氏体铸铁(经过热处理的)、分类 40- 碳化物可锻铸铁、珠光体可锻铸铁或马氏体可锻铸铁(经过热处理的)、分类 50- 珠光体球墨铸铁、马氏体球墨铸铁或铁素体球墨铸铁(经过热处理的;细分类 53、56 的球墨铸铁)、分类 60- 钢(合金或非合金;细分类 MC65 或 MC66 的不锈钢、细分类 MC61、MC62、MC63 或 MC64 的合金钢)。

[0014] 一个特别有利的扩展方案在于,成型具有轴向高度  $C=0.10-0.55\text{mm}$  和 / 或径向宽度  $D=0.07-0.09\text{mm}$  的突出部。从而在加工过程中获得环绕面,该面的轴向高度设定地足够大,以形成可靠有效且稳固的挡油边缘,而不会损害活塞环的工作面的功能(参阅以下步骤(d))。

[0015] 以适宜的方式在不对称凸球状的轮廓和突出部之间形成曲线形的过渡区,以使形成裂纹的风险降至最低。该曲线形的过渡区优选具有  $R=0.10-0.30\text{mm}$  的半径。

[0016] 在对外部侧面进行涂层之前可以以已知的方式涂覆一个或多个粘附层或中间层,例如由铬、钛、钨、锆、钒和 / 或铌构成的金属层。除了外部侧面以外也可以在步骤(c)中额外地以至少一种涂料对上部环侧壁和 / 或下部环侧壁和 / 或环背进行涂覆。

[0017] 优选借助 PVD 工艺、CVD 工艺或者 DLC 工艺进行涂层。这样得到的薄层非常耐磨损并且给根据本发明的活塞环带来高的咬合安全性。特别优选应用新的 PVD 工艺,例如 PACVD 工艺、HIPIMS 工艺(高功率脉冲磁控溅射)或者电弧放电(激光电弧法)。所有的这些方法已由专业人员已知。

[0018] 根据个别情况的要求,可以对此使用所有的合适的以及已知的涂层材料,例如氮化铬、合金氮化铬、碳化铬、氮化铬铝、氧化铬、氮化钛、氮化铝钛、碳氮化钛、二硼化钛、碳化

锆、氮化锆、含氢碳、不含氢碳和 / 或金属掺杂的含氢碳。

### 附图说明

[0019] 下面根据附图详细阐述本发明实施例。其中以示意性的、未按精确比例示出的图所示出：

[0020] 图 1 以剖面图示出了用于根据本发明的活塞环的活塞的一个实施例；

[0021] 图 2 示出了用于根据本发明的活塞环的第一实施例的环形钢坯的侧面的轮廓的细节图；

[0022] 图 3 示出了进行涂层之后的根据图 2 的环形钢坯；

[0023] 图 4 示出了最终的根据本发明的活塞环；

[0024] 图 5 示出了根据本发明的最终的活塞环的另一个实施例；

[0025] 图 6 示出了根据本发明的最终的活塞环的另一个实施例。

### 具体实施方式

[0026] 图 1 示出了用于根据本发明的活塞环 30 的活塞 10 的一个实施例。活塞 10 在本实施例中是一件式箱形活塞，该箱形活塞可以由任意的金属材料制成。活塞 10 具有活塞头 11，该活塞头具有活塞顶 12、活塞顶凹坑 13、环绕的活塞顶岸 14 和活塞环区 15，在活塞环区的环形槽中容纳有三个活塞环 30、16、17，即，密封环 30、间隔环 16 以及挡油环 17。活塞 10 此外还具有活塞裙 18、相对于活塞顶岸 14 后置的、具有用于容纳活塞销(未示出)的毂孔 21 以及销毂支撑装置 22 的活塞销毂 19。活塞 10 在装配的状态下以已知的方式收容到气缸中，该气缸的工作面 23 已在图 1 中标出。工作面 23 可以以已知的方式或者由气缸体曲轴箱的钻孔构成或由气缸套构成。

[0027] 在本实施例中根据本发明形成密封环 30，或者依据根据本发明的方法制造密封环。当然可以依据根据本发明的方法制造任意一种活塞环或者可以制造两种或三种活塞环。

[0028] 图 2 示出了用于根据本发明的活塞环 30 的环形钢坯 30'。待制造的活塞环 30 的顶面以通常的方式以“TOP”标明。环形钢坯 30' 具有环背 31'、上部环侧壁 32'、下部环侧壁 33' 和外部侧面 34'。环形钢坯 30' 在本实施例中是由根据 ISO6621-3 的上述材料、例如球墨铸铁(细分类 MC53 或者 MC56) 构成并且在横截面中形成为例如双梯形断面活塞环。

[0029] 沿着外部侧面 34' 首先以已知的方式成型不对称凸球状的轮廓 35。对不对称凸球状的轮廓 35 的计算已由专业人员知晓。

[0030] 同时将径向向外延伸的突出部 36 成型在下部环侧壁 33' 的区域中的外部侧面 34' 中。突出部 36 在本实施例中具有轴向高度  $C=0.30\text{mm}$  和在参照基准线 A 的径向宽度  $D=0.08\text{mm}$ 。这样定位基准线 A，即，突出部 36 以大约对应之后待涂覆的涂层的层厚的两倍的区域凸出超过基准线 A。根据个别情况的要求层厚约为  $2\mu\text{m}-60\mu\text{m}$ 。

[0031] 不对称凸球状的轮廓 35 和突出部 36 之间形成有曲线形的过渡区 38，以使形成裂纹的风险降至最低。该曲线形的过渡区 38 在本实施例中具有  $R=0.20\text{mm}$  的半径。

[0032] 此外本实施例中在不对称凸球状的轮廓 35 和上部环侧壁 32' 之间的外部侧面 34' 的区域中成型斜边 37。斜边 37 在本实施例中具有轴向高度  $B=0.22\text{mm}$ 。

[0033] 从而完成加工外部侧面 34'。取决于对环形钢坯 30'所使用的材料,这个加工过程可以以已知的方式用切削加工的方法来进行。

[0034] 在本实施例中借助已知的 PVD 工艺(例如 PCD 电弧放电)以氮化铬对环形钢坯 30'进行涂层。为了对环形钢坯 30'的涂层工作进行准备,以已知的方式清洁环形钢坯并且必要时涂覆由铬所构成的增附剂层。在本实施例中仅涂覆外部侧面 34'。此外可以以一种或多种涂层材料涂覆上部环侧壁 32'和/或下部环侧壁 33'和/或环背 31'。在本实施例中以由氮化铬构成的 MIP230 型号的涂层 39 涂覆外部侧面 34'。涂层 39 具有多孔的、单相的、具有 1200HV 至 1600HV 的硬度(维氏硬度)的陶瓷结构。

[0035] 图 3 示出了已涂层的环形钢坯 30'。很容易看出斜边 37 导致了涂层 39 和上部环侧壁 32'之间的平坦而齐平的过渡。

[0036] 图 4 示出了具有环背 31、上部环侧壁 32、下部环侧壁 33 和已进行了涂层的外部侧面 34 的最终活塞环 30。为了制造最终的活塞环 30 首先借助切削加工的过程切除突出部 36。在此生成环绕面 41,在该面的区域中环形钢坯 30'的材料或活塞环 30 的材料暴露出来。环绕面 41 平坦而齐平过渡到不对称凸球状的轮廓 35 中。随着突出部 36 的切除形成尖利的挡油边缘 40,在该挡油边缘上环绕面 41 和下部环侧壁 33 汇合。

[0037] 最后以已知的方式精加工和/或最后加工活塞环 30,以使在环绕面 41 的区域中以及已进行了涂层的不对称凸球状的轮廓 35 的区域中获得完成的工作面 42。

[0038] 图 5 示出了根据本发明的最终的活塞环 130 的另一个实施例。活塞环 130 大体上相当于图 1 至 4 的活塞环 30 并且借助相同的根据本发明的方法制成。因此相同的结构部件设有相同的附图标记,并且对此可以参阅图 1 至 4 的说明。

[0039] 仅有的区别之处在于,在活塞环 130 上在不对称凸球状的轮廓 35 和上部环侧壁 32 之间的外部侧面 34 的区域中形成凸弧状的边径 37'。边径 37'在本实施例中具有轴向高度  $B=0.22\text{mm}$ 。很容易看出,边径 37'导致了涂层 39 和上部环侧壁 32 之间的平坦而齐平的过渡。

[0040] 图 6 示出了根据本发明的最终的活塞环 230 的另一个实施例。活塞环 230 大体上相当于图 1 至 4 的活塞环 30 并且借助相同的根据本发明的方法制成。因此相同的结构部件设有相同的附图标记,并且对此可以参阅图 1 至 4 的说明。

[0041] 仅有的区别之处在于,在活塞环 230 上在不对称凸球状的轮廓 35 和上部环侧壁 32 之间的外部侧面 34 的区域中形成凹弧状的边径 37''。很容易看出,凹弧状的边径 37''导致了涂层 39 和上部环侧壁 32 之间的平坦而齐平的过渡。

[0042] 结果得到了用作密封环的活塞环 30、130、230,该密封环具有显著的挡油边缘并且在发动机运转时保证将剩余的机油特别有效地向曲轴的方向运送。





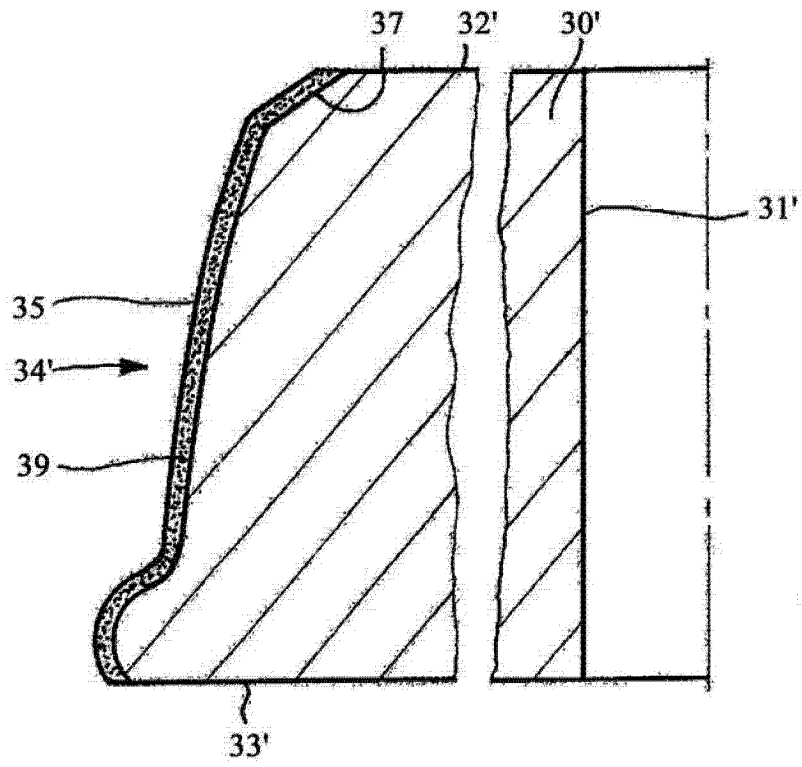


图 3

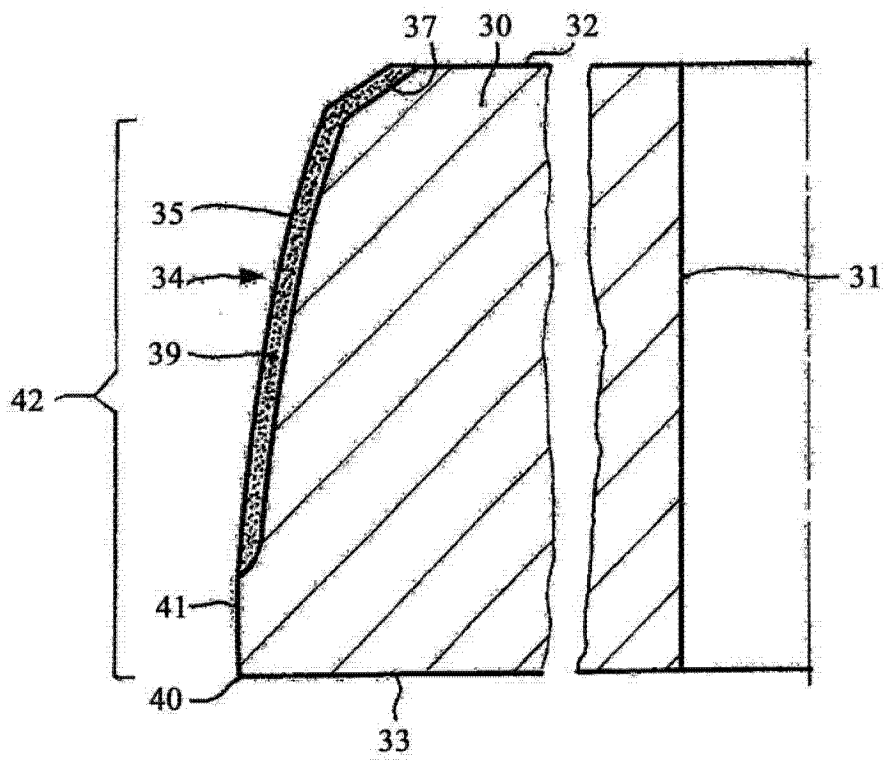


图 4

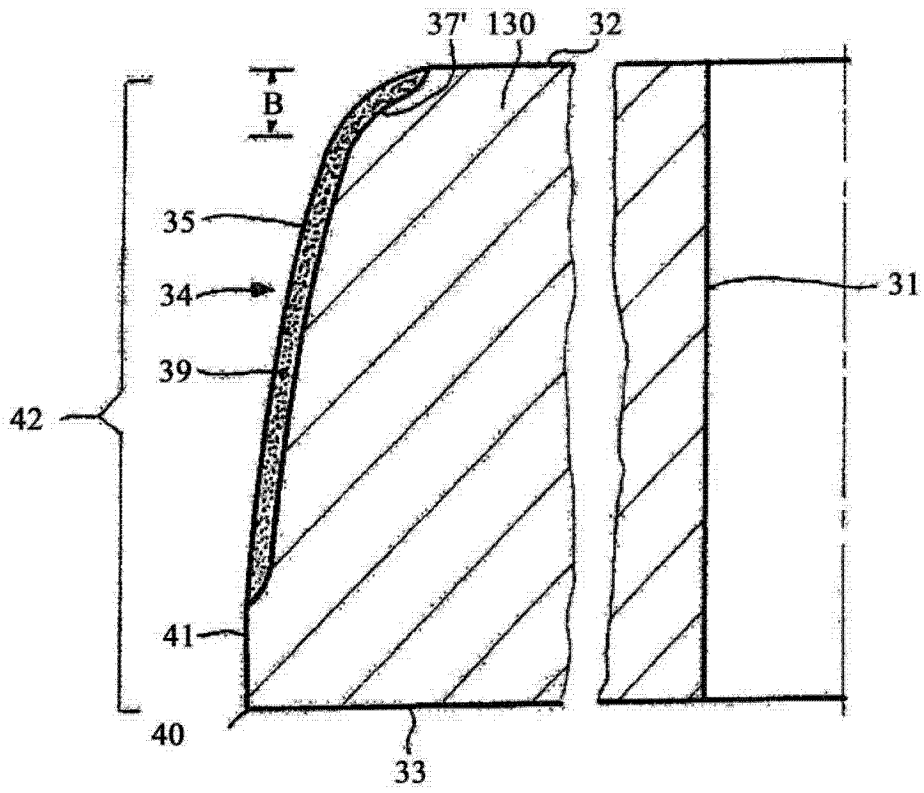


图 5

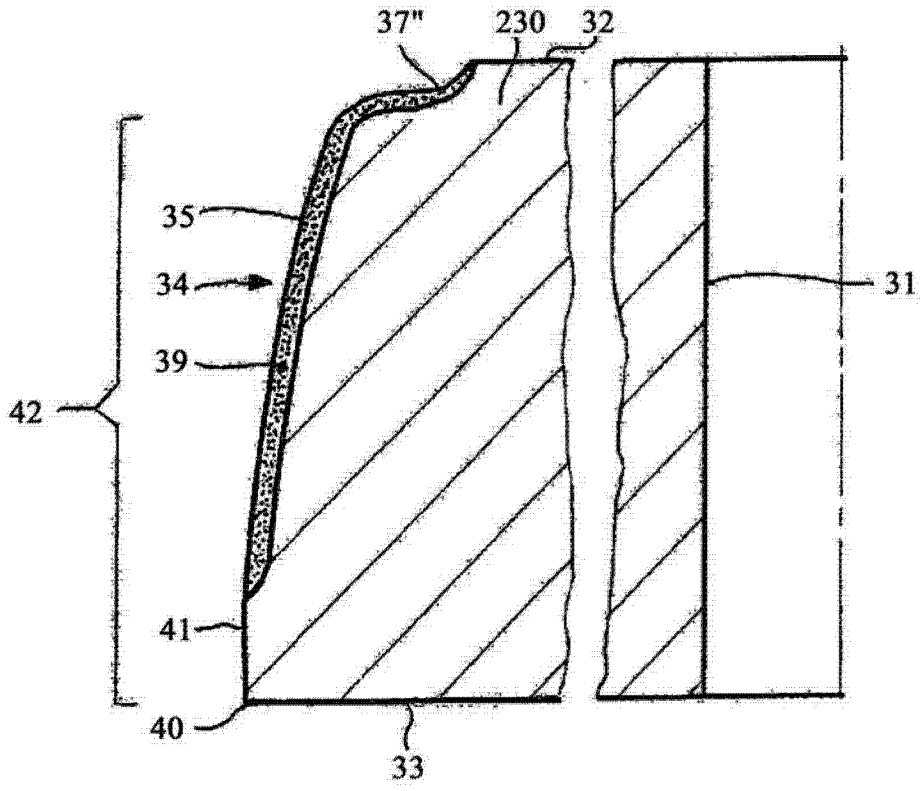


图 6