

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101479102 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 11

(21) 申请号 200780023923. 7

(22) 申请日 2007. 05. 10

(30) 优先权数据

11/431, 297 2006. 05. 10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 12. 25

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/068633 2007. 05. 10

(87) PCT申请的公布数据

W02007/134148 EN 2007. 11. 22

(73) 专利权人 费德罗 - 莫格尔公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 沃伦·莱恩托恩 米格尔·阿塞韦多

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 邓琪

(51) Int. Cl.

B32B 15/18(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6303232 B1, 2001. 10. 16, 说明书第 4 页
栏第 50 行至第 7 栏第 51 行、附图 1, 3.

US 4434189 B, 1984. 02. 28, 说明书第 2 栏第
44 行至第 3 栏第 30 行.

US 3892207 B, 1975. 07. 01, 说明书第 3 栏第
55 行至第 5 栏第 29 行、图 1.

审查员 周军锋

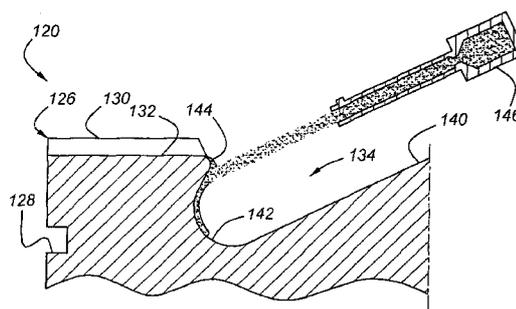
权利要求书3页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

钢活塞的热氧化保护面

(57) 摘要

本发明涉及一种用于燃料喷射式柴油机的活塞 (120) 和制造该活塞 (120) 的方法, 能够在活塞的碗状部 (134) 和缘 (130) 的区域承受喷射燃料所引起的氧化导致的损害作用。被喷射燃料 (138) 瞄准的所述活塞的顶 (126) 的表面首先液态涂覆或者通过热喷雾技术, 例如 HVOF 或等离子喷雾, 涂覆抗腐蚀抗氧化的合成物。接着采用高能激光束照射所述喷雾涂层来增加该涂层的密度, 同时重构其微结构, 熔合金并材料结合所述涂层材料和底层钢基底, 从而为钢活塞顶 (126) 提供了持久的保护表面。



1. 一种改善内燃机活塞顶抗腐蚀性能的方法,包括下列步骤:

提供活塞,该活塞具有呈现外部顶表面的顶;

准备基本由抗腐蚀抗氧化合成物构成的涂层材料;

将所述涂层材料涂覆于所述活塞顶,使得该涂层材料附于具有涂覆成形微结构和涂覆成形孔隙度小于整个材料密度 100% 的所述顶表面;以及

采用高能激光束照射所述涂层,从而在重构微结构并在所述涂层和所述顶表面之间产生材料结合的同时,增加该涂层的密度,在所述照射过程之前和之后,掩蔽部分所述涂层以防其被所述激光束照射,所述掩蔽步骤包括采用由抛光铜制成的具有反射作用的金属屏蔽件临时覆盖部分所述顶,所述活塞顶包括大致环形的缘和设于该缘下方的凹陷燃烧碗状部,所述临时覆盖部分所述顶的步骤包括覆盖所述缘和所述碗状部之一,而不覆盖所述缘和所述碗状部中的另一个,所述活塞顶包括成型到所述缘的至少一个阀套,所述临时覆盖部分所述顶的步骤包括覆盖所述缘和所述阀套之一,而不覆盖所述缘和所述阀套中的另一个。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述涂覆所述涂层材料的步骤包括将所述喷涂材料向活塞顶强制推进,以进入燃烧过程产生的气流。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述将所述喷涂材料放入气流的步骤包括迫使气流穿过加速喷嘴。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述强制推进所述喷涂材料的步骤包括产生直流电弧。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述产生直流电弧的步骤包括使惰性气体离子化从而产生高温等离子喷射。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述照射所述涂层的步骤包括采用高功率半导体激光器。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述强制推进所述喷涂材料的步骤包括将所述喷涂材料涂覆至小于整个外部顶表面。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述提供活塞的步骤包括采用包含钢合金的材料合成物制成所述活塞。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述外部顶表面具有喷雾接触带,该喷雾接触带包括被燃料喷射喷雾从上止点前约 5° 至汽缸中活塞运动的上止点后约 10° 连续喷射的部分所述外部顶表面,所述强制推进所述喷涂材料的步骤包括涂覆所述外部顶表面的喷雾接触带而非整个外部顶表面的步骤。

10. 一种运行燃料喷射式柴油机中的钢活塞的方法,包括下列步骤:

提供具有汽缸盖的发动机汽缸;

提供具有顶的活塞,所述顶包括大致环状的缘和设于该缘下方的凹陷碗状部,所述缘和所述碗状部之间的界面形成大致环状的唇缘;

使所述活塞在所述汽缸中朝向汽缸盖和远离汽缸盖做往复运动;

将液体燃料朝向所述活塞顶的唇缘强制排入汽缸;

燃烧与所述活塞顶的唇缘邻近的燃料;以及

所述提供活塞的步骤包括通过将涂层材料涂覆于具有涂覆成形微结构和涂覆成形孔

隙度小于整个材料密度 100% 的所述唇缘来改变所述活塞顶的唇缘的表面合成物,所述涂层材料基本由抗腐蚀抗氧化的合成物构成,并且采用高能激光束照射所述涂层,从而在重构微结构并在所述涂层和所述唇缘之间产生材料结合的同时,增加该涂层的密度,在所述照射过程之前和之后,掩蔽部分所述涂层以防其被所述激光束照射,所述掩蔽步骤包括采用由抛光铜制成的具有反射作用的金属屏蔽件临时覆盖部分所述顶,所述活塞顶包括大致环形的缘和设于该缘下方的凹陷燃烧碗状部,所述临时覆盖部分所述顶的步骤包括覆盖所述缘和所述碗状部之一,而不覆盖所述缘和所述碗状部中的另一个,所述活塞顶包括成型到所述缘的至少一个阀套,所述临时覆盖部分所述顶的步骤包括覆盖所述缘和所述阀套之一,而不覆盖所述缘和所述阀套中的另一个。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于,所述提供活塞的步骤进一步包括通过将喷涂材料向所述缘强制推进来改变所述活塞顶的缘的表面合成物,以使所述喷涂材料的微粒与所述缘碰撞而塑性变形,所述喷涂材料基本由抗腐蚀抗氧化的合成物构成;所述喷涂材料作为具有涂覆成形微结构和涂覆成形孔隙度小于整个材料密度 100% 的耐用涂层附于所述缘上,并且采用高能激光束照射所述涂层,从而在重构微结构并在所述涂层和所述缘之间产生材料结合的同时,增加该涂层的密度。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,所述提供活塞的步骤进一步包括通过将喷涂材料向所述碗状部强制推进来改变所述活塞顶至少部分碗状部的表面合成物,以使所述喷涂材料的微粒与所述碗状部碰撞而塑性变形,所述喷涂材料基本由抗腐蚀抗氧化的合成物构成;所述喷涂材料作为具有涂覆成形微结构和涂覆成形孔隙度小于整个材料密度 100% 的耐用涂层附于所述缘上,并且采用高能激光束照射所述涂层,从而在重构微结构并在所述涂层和所述碗状部之间产生材料结合的同时,增加该涂层的密度。

13. 一种燃料喷射式柴油机的活塞,包括:

大致圆柱状的边缘部,其上横穿有一对相对销孔;

附于所述边缘部顶上的顶,该项包括大致环状的缘和设于该缘下方的凹陷碗状部,沿所述缘和所述碗状部之间的界面形成大致环状的唇缘;以及

所述唇缘具有基本由采用高能激光束照射的经涂覆的抗腐蚀抗氧化合成物形成的结合表面处理,在所述照射过程之前和之后,掩蔽部分所述涂层以防其被所述激光束照射,所述掩蔽步骤包括采用由抛光铜制成的具有反射作用的金属屏蔽件临时覆盖部分所述顶,所述活塞顶包括大致环形的缘和设于该缘下方的凹陷燃烧碗状部,所述临时覆盖部分所述顶的步骤包括覆盖所述缘和所述碗状部之一,而不覆盖所述缘和所述碗状部中的另一个,所述活塞顶包括成型到所述缘的至少一个阀套,所述临时覆盖部分所述顶的步骤包括覆盖所述缘和所述阀套之一,而不覆盖所述缘和所述阀套中的另一个。

14. 根据权利要求 13 所述的活塞,其特征在于,所述活塞顶基本由钢构成的基材合成物制成。

15. 根据权利要求 13 所述的活塞,其特征在于,所述缘具有基本由采用高能激光束照射的经喷涂的抗腐蚀抗氧化合成物形成的结合表面处理。

16. 根据权利要求 15 所述的活塞,其特征在于,所述碗状部的至少一部分具有基本由采用高能激光束照射的经喷涂的抗腐蚀抗氧化合成物形成的结合表面处理。

17. 根据权利要求 13 所述的活塞,其特征在于,所述结合表面处理的经喷涂的抗腐蚀

抗氧化合成物是铬合金。

18. 根据权利要求 17 所述的活塞,其特征在于,所述铬合金从钴镍铬铝钼合金 995C、铬镍铁合金 718、钨铬钴合金 6、镍-铬构成的组中选择。

钢活塞的热氧化保护面

[0001] 发明领域

[0002] 本发明涉及柴油机的具有经过抗热氧化降解特别处理的顶的活塞以及制造这种活塞的方法,特别是涉及用于燃料喷射式柴油机应用中的钢型活塞。

背景技术

[0003] 柴油机是运行于众所周知的热力循环中的往复式活塞式发动机,在该热力循环中,燃料被注入压缩充气腔、膨胀以对活塞产生作用的自燃混合物和在循环结束时耗尽的材料。在大型钢活塞例如用于柴油车应用的大型钢活塞中,燃烧过程中通常采用多孔喷嘴注入燃料。多孔喷嘴位于活塞顶上尽可能中心的位置,以径向喷雾形式排放燃料。设计活塞顶上的下陷碗状部以确保喷雾和回转式空气形成的空气-燃料混合物在喷射过程中完全充满燃烧空间,从而获得最佳性能。如果空气-燃料混合物无法完全填满活塞顶上的碗状部,空气利用率和功率输出都会下降。结果是导致其抗污染排放性能大大下降。同样地,如果产生溢流,所述混合物溢出独立喷射物之间的空间,那么所产生的过度局部燃料集中将导致空气不足,并导致烟灰生成量的增加,而且会降低柴油机的抗污染排放性能。

[0004] 除了这些时机掌握问题之外,另一个问题也会导致活塞设计的抗污染排放性能下降。由于喷射进柴油机的燃料自燃,故需要采用高十六烷值燃料。燃烧的燃料喷雾产生强热。形成于钢活塞顶上的碗状部在其非常邻近燃烧室顶边和/或位于燃烧室顶边上的区域,也就是,活塞顶的碗状部和平顶边缘之间的唇形界面,典型地被氧化。其结果是产生从多孔喷嘴延伸的火炬径向延伸的喷雾。该火炬燃烧效果使钢氧化呈 Fe_2O_3 状,所产生的氧化物不会粘附于底层未受影响的钢基材上。机械膨胀/收缩过程最终以“剥落”方式去除氧化层。随着时间的过去,用肉眼可见腐蚀区域。这种碗状部唇缘形状的变化对燃烧过程产生干扰,导致所设计的活塞顶的燃烧室的抗污染排放性能下降。此外,腐蚀区域从结构上弱化了活塞。活塞的挠曲、膨胀和收缩会导致径向裂缝产生,该裂缝延伸并最终导致活塞故障。

[0005] 已进行各种尝试来应对燃料燃烧产生强热释放所带来的碗状部唇缘氧化问题。例如,一些方法采用为抗氧化和腐蚀特别合成的合金制造整个活塞顶。然而,卡车应用的大直径活塞的活塞顶需要大量材料。因而这种特别合成的合金显著增加了柴油机成本。

[0006] 另一种现有技术也尝试解决这一问题,例如 Hoeg 申请的、授权公告日为 1998 年 9 月 28 日的第 5,958,332 号美国专利。在该实例中,将采用耐高温、抗腐蚀合金制成的专用盘焊接至活塞或其他发动机元件的临界区域。然而,这种活块制造的专用合金盘显著增加了活塞组件的成本,而且使得制造过程增加了很多处理和组装步骤。在很多实例中,建议将耐高温钢甚至陶瓷基材料的环面冷缩配合于燃烧室中。然而,在应用之前存在同样的限制。因此,长期以来都未能解决低成本钢活塞的活塞顶由于近燃烧室唇缘处柴油机燃烧所带来的氧化和强热而导致退化的问题。商业上应用的解决方案必须便于实现,在保持长效排放达标性能的同时不会增加整个产品或加工的成本。

发明内容

[0007] 根据本发明,提供一种改善内燃机活塞顶抗氧化和腐蚀性能的方法。该方法包括下列步骤:提供活塞,该活塞具有呈现外部顶表面的顶;准备基本由抗腐蚀抗氧化合成物构成的涂层材料;将所述涂层材料涂覆于所述活塞顶,使得该涂层材料附于具有涂覆成形微结构和涂覆成形孔隙度小于整个材料密度 100%的所述顶表面。该方法进一步包括采用高能激光束照射所述涂层的步骤,从而在重构微结构并在所述涂层和所述顶表面之间产生材料结合的同时,增加该涂层的密度。所述照射步骤实质上将所述顶表面的所述涂层与所述材料相融合,从而产生性能与原涂层和顶表面材料均不同的合成材料。

[0008] 根据本发明的另一方面,提供一种操作燃料喷射式柴油机中的钢活塞的方法。该方法包括下列步骤:提供具有汽缸盖的发动机汽缸;提供具有顶的活塞,所述顶包括大致环状的缘和设于该缘下方的凹陷碗状部,所述缘和所述碗状部之间的界面形成大致环状的唇缘;使所述活塞在所述汽缸中朝向汽缸盖和远离汽缸盖做往复运动;将液体燃料朝向所述活塞顶的唇缘强制排入汽缸;以及燃烧与所述活塞顶的唇缘邻近的燃料。所述提供活塞的步骤包括通过将涂层材料涂覆于具有涂覆成形微结构和涂覆成形孔隙度小于整个材料密度 100%的所述唇缘来改变所述活塞顶的唇缘的表面合成物,所述涂层材料基本由抗腐蚀抗氧化的合成物构成;然后采用高能激光束照射所述涂层,从而在重构微结构并在所述涂层和所述唇缘之间产生材料结合的同时,增加该涂层的密度。

[0009] 根据本发明的又一方面,提供一种燃料喷射式柴油机的活塞。该活塞包括大致圆柱状的裙部,其上横穿有一对相对销孔。附于所述裙部顶上的顶包括大致环状的缘和设于该缘下方的凹陷碗状部。沿所述缘和所述碗状部之间的界面形成大致环状的唇缘。所述唇缘具有基本由采用高能激光束照射的经涂覆的抗腐蚀抗氧化合成物形成的结合表面处理。

[0010] 本发明方法和活塞结构通过有意识地准备和处理活塞顶的唇缘区域,该区域包括环状缘和凹陷碗状部之间的界面,能够更好地承受从喷射器喷嘴向所述唇缘喷射的燃烧中的液体燃料所带来的破坏作用,从而克服现有技术的缺点和不足。根据本发明制造和操作的低成本钢活塞能够充分延长其使用寿命,保持长效排放达标性能以及活塞结构完整性。

附图说明

[0011] 为便于理解本发明的上述及其他特征及优点,以下结合附图对本发明进行详细描述,其中:

[0012] 图 1 是现有柴油机钢活塞的立体图;

[0013] 图 2 是图 1 所示现有活塞的俯视图,描绘了实现多个径向延伸的燃料喷雾的中心定位多孔燃料喷嘴;

[0014] 图 3 是大致沿图 2 中 3-3 线的片段剖视图;

[0015] 图 4 是根据本发明的钢制柴油机活塞的片段剖视图,举例描述了将抗腐蚀抗氧化合成物的喷雾材料强行推入活塞顶最易受影响的部分;

[0016] 图 5 是如图 4 所示的剖视图,但展示了涂覆有耐用涂层材料的活塞顶所有最易受影响的区域;

[0017] 图 6 是图 5 所示的活塞顶的片段剖视图,但描绘了表面经高能激光束照射后在重构其微结构并在所述涂层和所述顶表面之间建立材料结合的同时增加了涂层密度;

[0018] 图 7 是根据本发明的活塞的立体图,该活塞包括设于活塞顶的缘部之上的第一环

形防护罩,以防止涂层表面的确定位置受到不必要的照射;

[0019] 图 8 是大致沿图 7 中 8-8 线的片段剖视图,描绘了高能激光束照射在其上设有第一环形防护罩的活塞顶的碗状区域中的涂层;

[0020] 图 9 是活塞的立体图,该活塞包括覆盖于碗状区域和阀套的第二防护罩以便仅活塞顶的平坦上缘部暴露在外;

[0021] 图 10 是大致沿图 9 中 10-10 线的片段剖视图,描绘了第二防护罩对激光束的反射,以使激光束照射缘部涂层的过程中不会照射在阀套上;

[0022] 图 11 是活塞的立体图,展示了设于活塞顶的顶部仅将阀套暴露在外第三防护罩,以便该区域的涂层能够被高能激光束照射;以及

[0023] 图 12 是大致沿图 11 中的 12-12 线的片段剖视图,描绘了高能激光束照射阀套区域的涂层从而完成活塞顶的表面处理。

具体实施方式

[0024] 参照附图,其中相似数字指代这几幅图中相似或相应零部件,燃料喷射式柴油机的钢活塞 20 如图 1 所示。该活塞 20 是适用于燃料喷射式柴油机类型的活塞。该活塞 20 包括大致圆柱状的边缘(skirt)部 22,该边缘部 22 上横穿有一对相对设置的销孔 24。当活塞 20 在柴油机汽缸(图未示)中往复运动时,边缘部 22 引导并支撑活塞 20,同时销孔 24 收容一连接至连杆(图未示)上端且最终连接至柴油机曲柄轴的活塞销或耳轴销。顶 26 附于边缘部 22 顶上。在本发明的该较佳实施例中,边缘部 22 和顶 26 采用整体钢材一体形成。该材料成分可从已知的多个种类中任意选择,包括但不限于相对低廉的 SAE4140H 合金钢。活塞 20 可以采用所谓“接合”式,来代替所展示的单件设计,其中通过环绕活塞销的常见连接,顶 26 可相对边缘部 20 轻微转动。

[0025] 顶 26 包括多个环状槽 28,用以收容压缩环和/或油环(图未示)。环状槽 28 形成于顶 26 的圆柱外滑动面,该圆柱外滑动面的上端与顶缘 30 相交叉。顶缘 30 为构成活塞 20 最高顶部的大致平坦的环形区域。通常,虽然并非必要,顶缘 30 上形成有一个或多个阀套 32,在活塞 20 位于其上止点(“TDC”)位置时,为排气和/或进气阀门头 25(如图 3 中虚线所示)提供余隙空间。

[0026] 由顶缘 30 界定的顶 26 的中心内部区域 34 即所熟知的碗状部。该碗状部 34 包括构成活塞顶 26 顶部空腔的燃烧室部。多孔喷嘴 36,放置于顶 26 上该延伸的燃烧凹陷中心之上,以多个径向喷雾 38 的方式喷射燃料。喷嘴 36 及其喷出的燃料喷雾 38 的结构采用碗状部 34 的下陷旋涡结构,与喷射的燃料流中的能量相结合来最优化空气和燃料相互作用及燃料燃烧所在的空间。碗状部 34 可包括朝凹槽 42 倾斜、呈尖状或半球状的中心。凹槽 42 具有大致环形特征,其上部上升面与顶缘 30 再次会合。顶缘 30 与凹槽 42 上升面之间的界面形成大致环形的唇缘 44,可以稍微突出于凹槽 42 之上或不突出于凹槽 42 之上,如图 3 所示。

[0027] 在一般的柴油机中,喷射燃料 38 的喷雾以上止点前(“BTDC”)约 5° 喷射出,持续到活塞运动的上止点后(“ATDC”)约 10°。同样地,运行轨迹保持大致不变的喷雾 38 辐射活塞顶 26 的表面区域,该表面区域可以描述为喷雾接触带。因此,该喷雾接触带是那部分暴露在外的顶表面,作为燃料喷射喷雾 38 从上止点前约 5° 至汽缸中活塞运动的上止

点后约 10° 的喷射目标,包括凹槽 42 上部上升面、唇缘 44 以及顶缘 30,以及阀套 32。喷雾接触带一般不包括碗状部 34 整个暴露在外的表面区域。由于靠近喷雾接触带的燃料燃烧释放出强热,故现有活塞中活塞顶 26 的钢合成物有氧化成 Fe_2O_3 状的趋势。这种转变所产生的氧化物不再附于基层钢材上,而是很快通过膨胀和收缩过程以薄片形式被去除。随着时间的过去,性能良好的内部结构应该有效延长发动机的寿命,然而侵蚀区域的不断扩展使得为活塞 20 的燃烧碗状部 34 所设计的抗污染排放性能明显恶化。随着时间过去,结构完整性同样会遭到严重损坏。或许最好如图 2 所示,这些受侵蚀区域在与喷射喷雾 38 一致的那些唇缘 44 区域中最为明显。

[0028] 现在参考图 4-12,展示了根据本发明的改良活塞以及制造和运行改良活塞的方法。方便起见,将与上述数字对应的参考数字应用于该活塞对应特征上,但采用前缀“1”将本发明与现有技术相区别。

[0029] 本发明将注意力放在具有顶 126 的活塞 120,所述顶 126 的表面在喷雾接触带进行了改进和增强,以便更好地承受靠近顶 126 表面的柴油机燃烧所释放的强热。图 4 和图 5 描绘了活塞顶 26 经抗腐蚀抗氧化合成物喷射或其他处理的片断剖视图,所述合成物可以采用例如钴镍铬铝钼合金 995C (Amdry995C)、铬镍铁合金 718 (Inconel 718)、钨铬钴合金 6 (Stellite 6)、镍-铬、铬或者这些合成物的混合物。能够将抗腐蚀合成物以糊状浆进行涂覆。然而,优选地,将涂覆加工作为燃烧类或电弧类热喷涂加工来执行。这种加工已知为描述性术语“金属化”。燃烧型热喷涂加工可包括,但不限于,粉末火焰喷涂,线/杆材火焰喷涂,爆炸喷涂 (detonation spray),和高速氧燃料 (high velocity oxygen fuel,简称“HVOF”) 喷涂。电弧加工包括,但不限于,电弧丝喷涂和等离子喷涂。

[0030] 以 HVOF 喷涂加工为例,受压膛枪 146 采用乙炔、氢、丙烷、丙烯等燃烧产生热、高压火焰。该火焰被迫穿过拉瓦尔喷嘴 (DeLaval nozzle) 将携带气体加速至超音速。将原料粉末轴向加入高压燃烧室 146 或直接通过喷嘴侧。可从上述材料构成的组中选择原料粉末。虽然 HVOF 不是唯一能够将抗腐蚀抗氧化合成物的适合涂层涂覆于活塞顶 126 易受影响表面的热喷涂加工方法,但仍是所能够采用的各种喷涂加工方法中一种较为满意的方法。

[0031] 除了上述传统热喷涂加工方法之外,本发明预期范围中还可能包括采用所谓“冷喷涂 (cold spray)”的热喷涂加工方法。根据冷喷涂技术,将 1-50 微米尺寸的小微粒加速至超音速,涂覆于工件表面。在一种结构中,在高压下将氦或氮喷射进加压室并加热至 $300-700^\circ\text{C}$ 。将原料粉末,例如上述抗腐蚀抗氧化合成物,引入气流中,该气流的热度不足以熔化微粒。然后使固体粉末/气体混合物经过拉瓦尔喷嘴,微粒在此被加速至超音速。这些微粒撞击具有足够动能的基层,从而无需熔化或凝固即产生机械结合,却没有产生冶金结合。

[0032] 图 5 展现了采用喷涂材料充分涂覆喷雾接触带的活塞顶 126,形成具有喷涂成形微结构以及喷涂成形孔隙度小于整个材料密度 100% 的耐用涂层。换句话说,喷涂材料的合成物在完全涂覆于顶 126 的相关表面区域之后,具有特有的微结构和小于 100% 致密的材料密度。碗状部 134 喷雾接触带外侧的那些部分没有涂覆抗腐蚀抗氧化材料。为完成将活塞顶 126 转变为本发明改良的耐用、使用寿命长的活塞顶 126,采用高能激光束照射喷涂材料涂层,产生熔融的涂层材料以及活塞顶 126 的下层钢基层。这种激光束的一个实例是采用所谓高功率半导体激光器 (“HPDL”, High-Power Direct Diode Laser) 来产生。这两种

材料（涂层和基层）在激光束和各自合金的作用下混合，从而增加喷涂成形状况下（图 5）涂层密度，同时再次形成涂层的微结构。此外，通过接下来的照射加工形成涂层和顶基层之间的材料结合。所得到的改良活塞顶 126 如图 6 所示。

[0033] 由于活塞顶 126 于其喷雾接触带之上的表面几何形状很复杂，因此需要高能激光束多次通过和定位来充分并均匀照射喷涂成形涂层。为了防止喷涂成形涂层的确定区域在相对激光束的非预期入射角处不被照射，优选在照射过程之前和之后对涂层某些部分进行掩蔽处理。

[0034] 现在参照图 7 和图 8，第一防护罩 148 如图所示。该第一防护罩 148 临时覆盖于顶缘 30 和阀套 32 区域的涂层上，而使涂覆于凹槽 142 区域的涂层暴露在外。因此，当第一防护罩 148 处于适当位置时，高能激光器 150 自由照射凹槽 142 涂覆有涂层材料的部分（例如，喷雾接触带中）。如图所示，凹槽 142 位于激光器 150 焦点之下的区域在激光束熔化性能下再成形，使得涂层材料立刻熔合，实质上结合至基层钢材上。在该实施例中，激光器 150 沿向上的上升路径移动其光束，以便在其向唇缘 144 前进时，所有涂覆于凹槽 142 的涂层材料最终充分被照射并再成形为与钢活塞顶 126 材料结合。然而，在该较佳实施例中，激光器 150 选自约 12mm×0.5mm 聚焦、发射光束为矩形光束类型的激光器。光束的长轴在垂直方向上涵盖凹槽 142 至唇缘 144，但固定于该垂直位置上。光束和活塞围绕圆周彼此相对移动，例如通过固定激光器并旋转活塞使光束和活塞围绕圆周彼此相对移动，以便光束的长轴扫过已处理区域。所得到的熔融涂层充分地增强顶 126 的物理性能，从而避免产生氧化问题，允许标准活塞钢材例如 SAE 4140H 持续使用。因此，本发明提出了一种较其它现有技术成本更低的解决方案来克服与顶缘和碗状部氧化有关的问题。

[0035] 当激光器 150 穿过其于碗状部 134 内的涂覆区域时，可使活塞 120 旋转和 / 或使激光器 150 旋转，以便涂覆表面区域的整个环形区充分被照射。激光 150 的焦点在凹槽 142 之上延伸，则会接触第一防护罩 148 并被无损反射从而远离活塞顶 126。这是因为第一防护罩 148 是由具有反射性并导热的金属材料制成，例如抛光铜。

[0036] 一旦凹槽 142 区域被充分照射，则注意力直接集中于也涂覆了喷涂材料的顶缘 130。然而，由于阀套 132 被下压至顶缘 130 表面之下，故无法最优化激光器 150 的焦点使其在照射顶缘 130 的同时有效照射阀套 132 区域。因此，可采用如图 9 所示的第二防护罩 152。第二防护罩 152 也可采用具有反射性的金属壳状材料例如抛光铜制成，并且可构造为覆盖阀套 132。故仅喷涂涂层活塞顶 126 暴露在外的一部分构成顶缘面 130。随着非预期区域被第二防护罩 152 有效屏蔽，激光器 150 被重新配置以照射图 10 所示顶缘 130 的涂覆表面。而且，可旋转活塞 120 和 / 或激光 150 从而以有效方式覆盖整个顶缘 130 表面。只要激光器 150 发出的光束照射到第二防护罩 152，如图 1 所示，则会被无损反射，远离顶 126，任何被吸收的热都会很快消散。通过这种方式来保护阀套 132，使其在非理想设置状况下不被照射。第二防护罩 152 还有助于避免角落以及沿阀套 132 的边产生过度熔化。此外，将凹槽部 142 保护起来以避免激光器 150 的后续照射，否则会导致已照射表面产生非预期的冶金重整。

[0037] 为完成在活塞顶 126 上喷涂成形涂层的整个照射过程，在将第二防护罩 152 去除之后，在活塞顶 126 的顶部设置第三防护罩 154。如图 11 所示，该第三防护罩 154 设计为覆盖已经照射过的顶缘部 130，留下阀套 132 区域，使其对外敞开。因此，可重置激光器 150

的位置,使得其焦点相对阀套 132 的深度是校准的,如图 12 所示。伴随通过旋转实现顶 126 和激光器 150 之间的相对运动或者这两元件之间其它定向相对运动,该照射过程能够再次发生。当激光器 150 的光束穿出阀套 132 进入顶缘 130 区域时,第三防护罩 154 将无损反射光能,使其远离顶面 130,从而防止已改良的表面进一步与高能激光束 150 发生不必要的相互作用。第三防护罩 154 进一步有助于避免角落和沿阀套 132 的边产生过度熔化。

[0038] 虽然可采用许多不同类型的激光器来有效实现本发明的照射步骤,但已发现高功率半导体激光器可产生满意效果。

[0039] 除了以上描述之外,值得欣赏的是,可将第一防护罩 148、第二防护罩 152 以及第三防护罩 154 依序设置。而且,照射步骤中可要求少于三个或多于三个防护罩,来有效改良此处所描述的涂层材料。此外,在上文中建议采用非常特别的涂层材料,但这并非仅有的适合材料。更适合地是,用于采用工业层的熔融过程中的任何涂层均可使用。例如,与可从燃气涡轮领域知晓一样,可知各种常用或专用抗高温氧化粉末。假设熔融涂层与喷雾接触带的轮廓相符,没有裂化、腐蚀或热氧化,那就可以采用任何这样的已知材料。根据本发明的熔融活塞顶表面的另一个优点是,需要的话,产生后处理能力,使得被照射的表面不会产生喷涂涂层的碎屑和薄片。本发明方法能够在短周期内高产量设置中实现,可经复验或检验来证实是可采用计算机非常精确地进行控制的。该方法同样非常适合内嵌生产加工。

[0040] 很明显,根据以上描述可以对本发明做各种改变和修改。因此,可以理解,除上述特定实施例外,本发明可以其他方式实施,而不限于上述说明书中所描述。

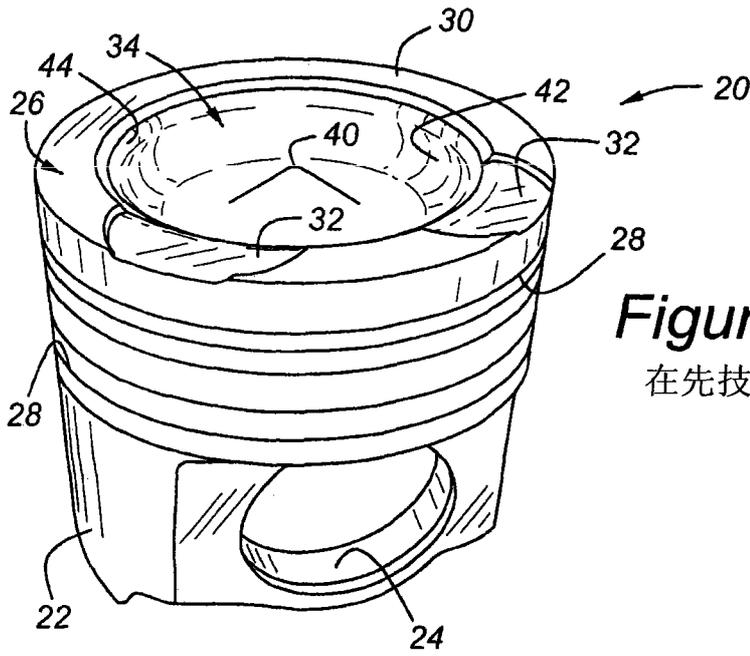


Figure 1
在先技术

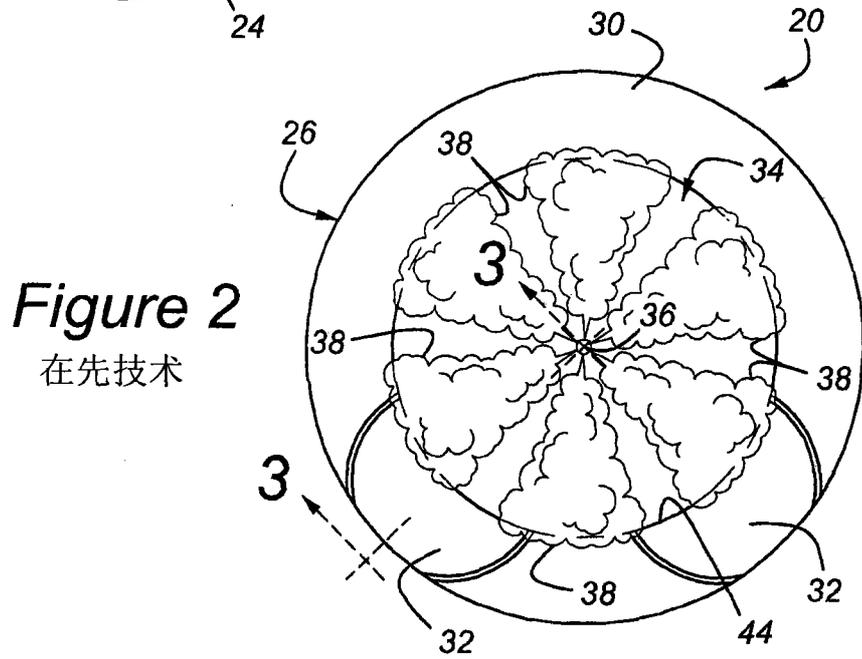


Figure 2
在先技术

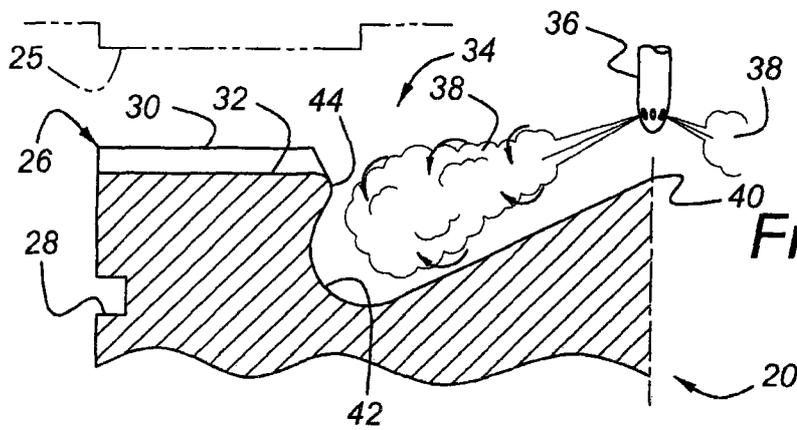


Figure 3
在先技术

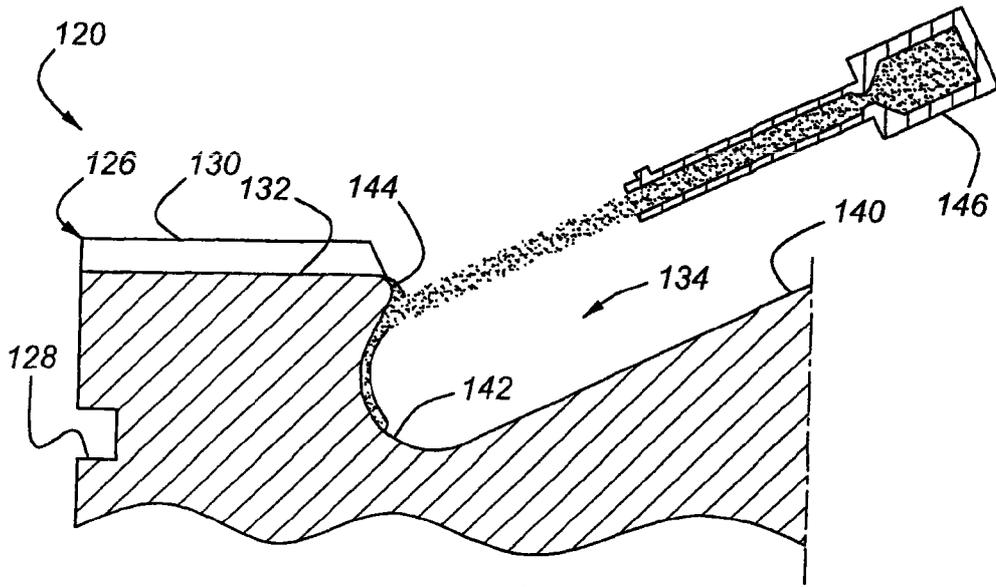


Figure 4

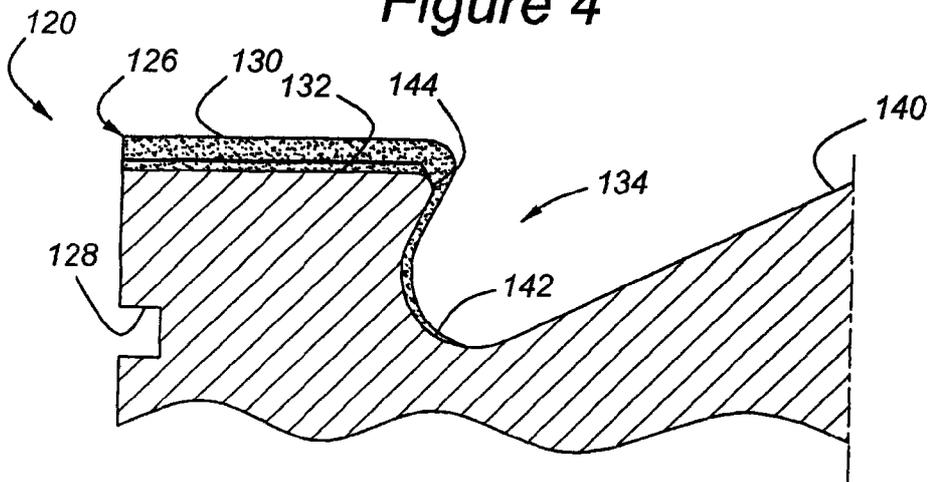


Figure 5

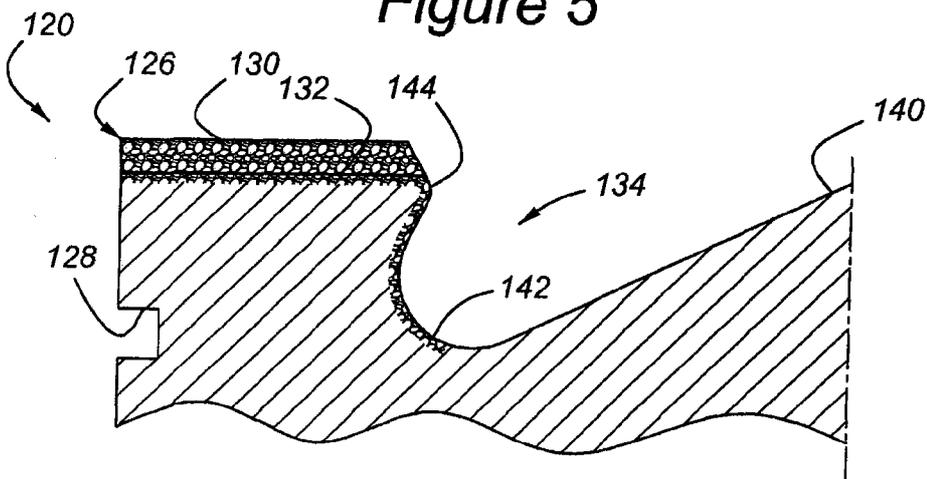


Figure 6

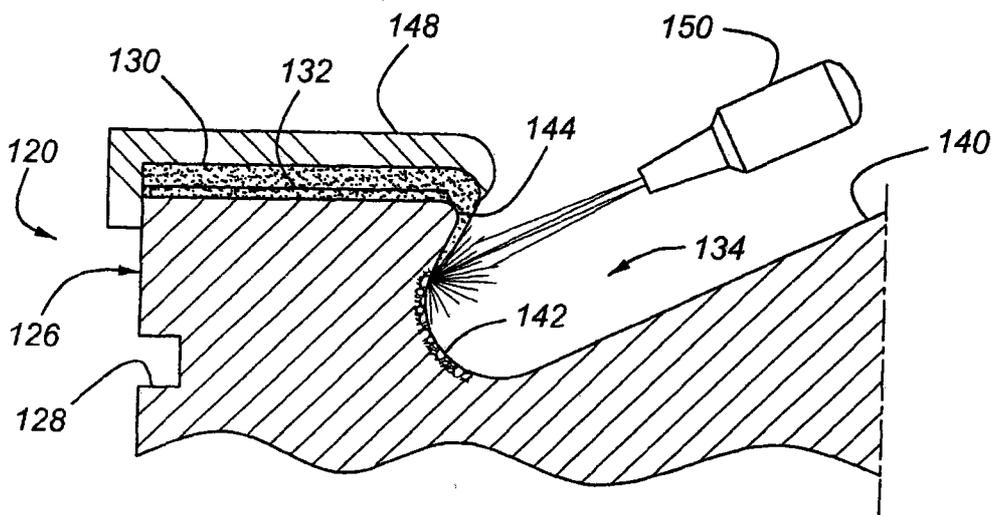
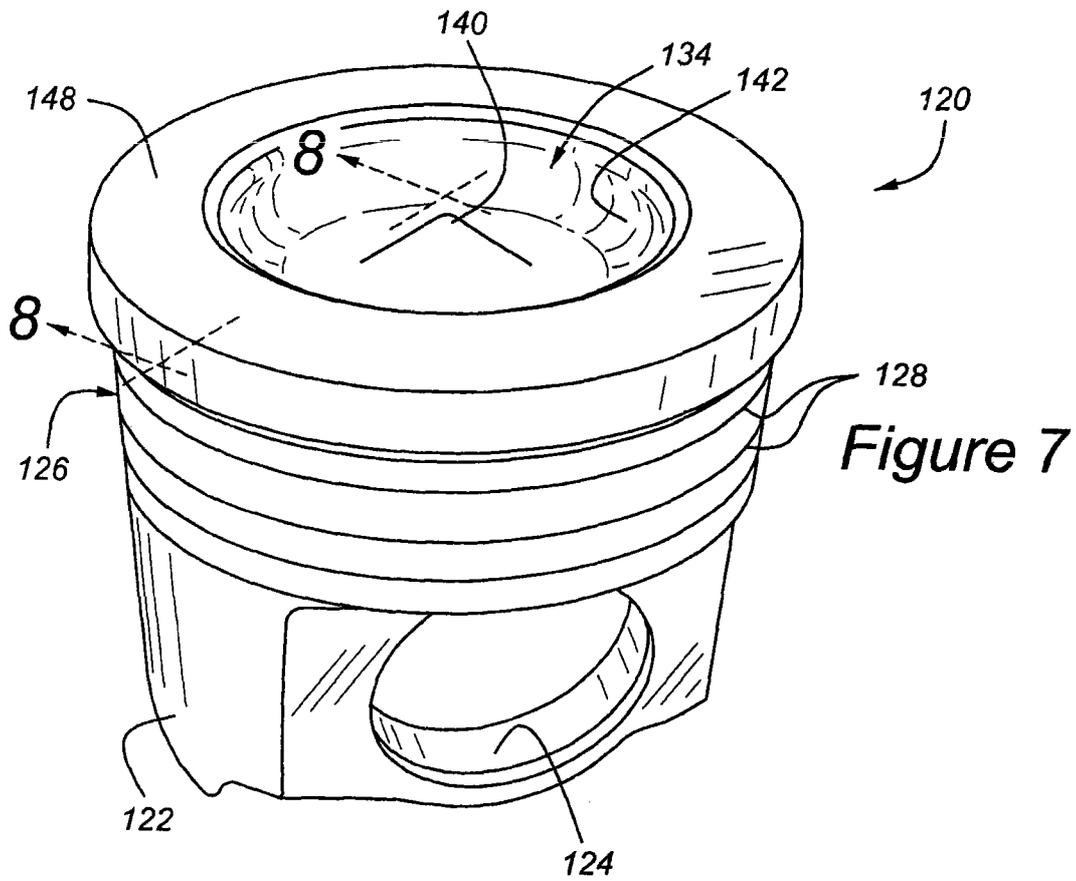


Figure 8

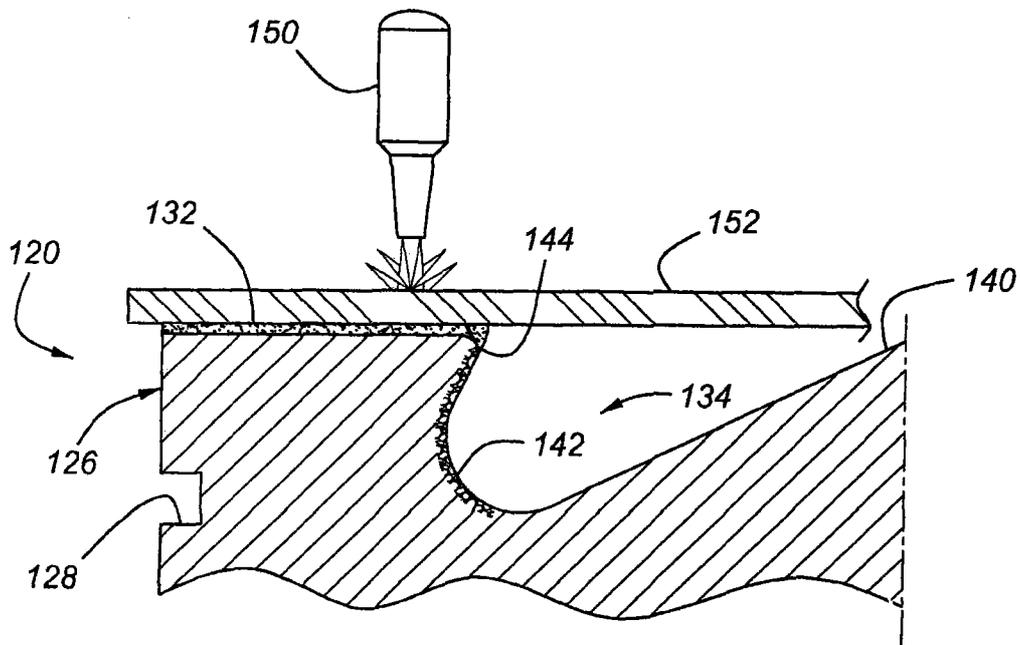
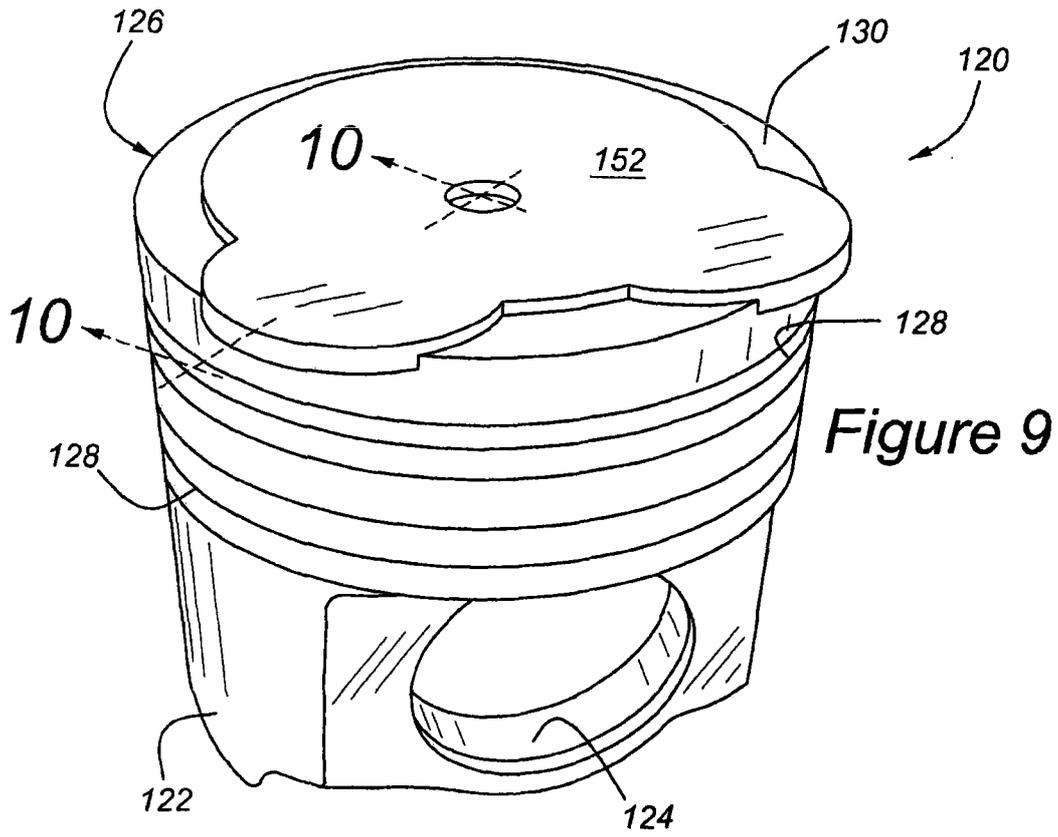


Figure 10

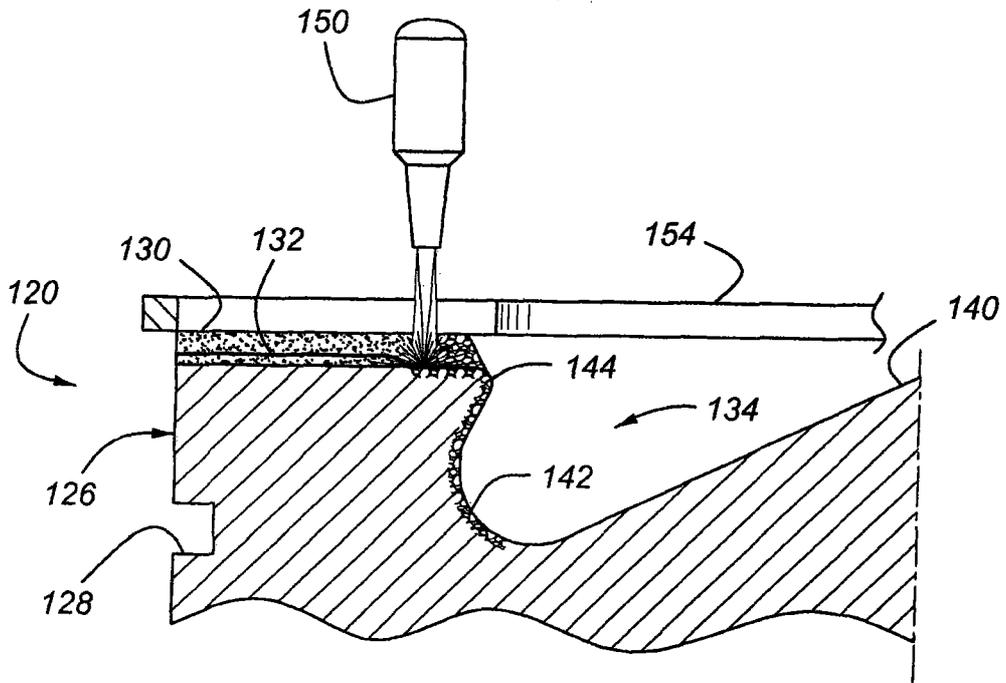
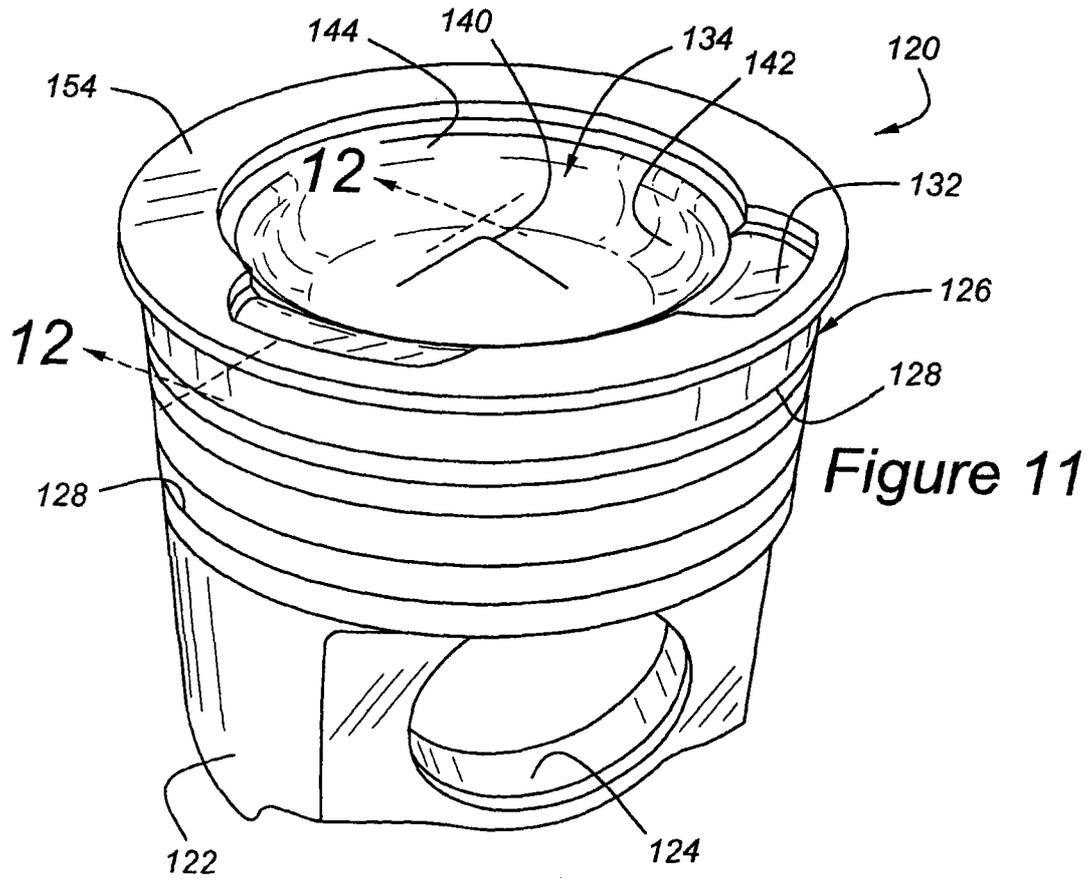


Figure 12