

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B22F 3/15

F02M 61/18

B05B 1/14



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380100660.7

[43] 公开日 2005 年 11 月 2 日

[11] 公开号 CN 1691995A

[22] 申请日 2003.10.3

[21] 申请号 200380100660.7

[30] 优先权

[32] 2002.10.7 [33] DK [31] PA200201497

[86] 国际申请 PCT/DK2003/000658 2003.10.3

[87] 国际公布 WO2004/030850 英 2004.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2005.2.23

[71] 申请人 曼 B 与 W 狄赛尔公司

地址 丹麦哥本哈根

[72] 发明人 哈罗·A·赫格

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

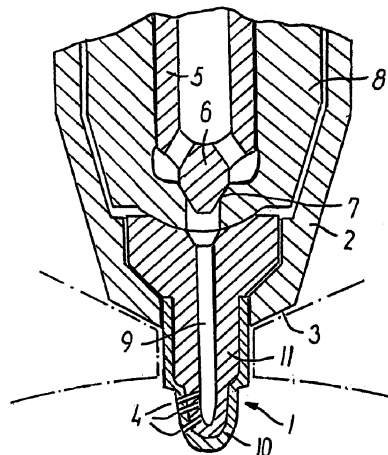
代理人 董敏

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称 制造柴油机中燃油阀的喷嘴的方法及喷嘴

[57] 摘要

在模具(13)中,耐腐蚀第一合金(10)排布在至少将构成喷嘴孔(4)周围的喷嘴外表面的外部区域内。第二合金(11)用于喷嘴的其他区域。模具中的材料通过等静压制处理成固结的材料。在两种合金(10, 11)之间的边界区域没有裂纹。



ISSN 1008-4274

1. 一种制造柴油机中的燃油阀喷嘴的方法，尤其是两冲程十字头发动机，耐腐蚀的第一合金构成的第一材料至少在将构成喷嘴孔周围的喷嘴外表面的外部区域内排布在模具内，其特征在于第二合金构成的第二材料在内部区域内排布在模具内，且所排布的材料通过等静压制处理成在第一合金和第二合金之间的边界区域没有微裂纹的固结的喷嘴坯料。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于在完成的喷嘴内第二合金构成的第二材料具有比耐腐蚀的第一合金更高的疲劳强度。

3. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于至少在所述耐腐蚀合金含有0.6%以上的Al时，在等静压制之前在第一材料和第二材料之间使用限氧扩散阻挡层。

4. 如权利要求3所述的方法，其特征在于所述扩散阻挡层是镍、铜或镍合金。

5. 如权利要求3或4所述的方法，其特征在于所述扩散阻挡层位于第一材料构成的预制件的内表面上，或第二材料构成的预制件的外表面上。

6. 如权利要求1至5任一所述的方法，其特征在于第一材料构成的预制件填充有第二合金构成的颗粒状原材料，优选通过高速粉末加压。

7. 如权利要求6所述的方法，其特征在于所述第一合金构成的预制件是通过粉末冶金铸造或制造的，制成碗状或管状壁，该壁构成在等静压制中使用的模具的一部分。

8. 如权利要求1至5任一所述的方法，其特征在于所述第二材料构成的预成型芯部件放在模具内，其中在进行等静压制之前安放第一合金构成的颗粒状原材料。

9. 如权利要求6至8任一所述的方法，其特征在于第一材料构成的预成型部件和/或第二材料构成的预成型部件由颗粒状原材料制成，

例如通过高速粉末加压，CIP处理，HIP处理，可以随后是加工或挤制，或通过随之加压的烧结。

10. 如权利要求1至9任一所述的方法，其特征在于所述等静压制是HIP处理。

11. 一种用于柴油机燃油阀的喷嘴，尤其是两冲程十字头型发动机，该喷嘴具有与许多在喷嘴外表面向外开口的喷嘴孔连通的中心纵向通道，所述喷嘴由至少在喷嘴孔周围的外部区域的耐腐蚀第一合金制成，和由在不同于所述外部区域的区域的第二合金制成，其特征在于在第一合金和第二合金之间的边界区域所述材料具有没有微裂纹的结构。

12. 如权利要求11所述的喷嘴，其特征在于所述第二合金具有比耐腐蚀第一合金更高的疲劳强度。

13. 如权利要求11或12所述的喷嘴，其特征在于在喷嘴中在第一合金和第二合金之间设有限氧扩散阻挡层。

14. 如权利要求11至13任一所述的喷嘴，其特征在于所述第二合金通过粉末冶金制成。

15. 如权利要求11至14任一所述的喷嘴，其特征在于所述第一合金是镍基合金，所述第二合金是铁基合金。

16. 如权利要求11至15任一所述的喷嘴，其特征在于所述喷嘴是位于包含燃油阀主阀座的心轴引导件延伸部分上的燃油阀中的分离单元。

17. 如权利要求16所述的喷嘴，其特征在于所述第二合金构成喷嘴总质量的70%以上。

18. 如权利要求11至17任一所述的喷嘴，其特征在于所述第二合金的疲劳强度 σ_A 至少为 $\pm 750\text{MPa}$ 。

19. 如权利要求11至18任一所述的喷嘴，其特征在于在喷嘴中设有被第一合金覆盖的绝缘陶瓷材料。

制造柴油机中燃油阀的喷嘴的方法及喷嘴

本发明涉及一种制造柴油机中燃油阀的喷嘴的方法，尤其是二冲程十字头型发动机，耐腐蚀第一合金构成的第一材料至少在构成喷嘴孔周围的喷嘴外表面的外部区域排布在模具内。

这种方法可以从 WO95/24286 得知，该文献描述了在填充构成整个喷嘴的第一材料之后，模具经过 HIP 处理，形成具有就喷嘴强度和耐腐蚀性而言非常好的性能的喷嘴。而且，在喷嘴孔周围有非常精确的几何形状，使燃油良好地雾化。在该 HIP 处理中（HIP：热等静压制），细粒的粉末在高压和高温下固结成整个喷嘴坯料，且生产的喷嘴坯料保持各向同性的、极细粒的合金结构。

EP 0 982 493 A1 描述了一种燃油阀，其中向上延伸入阀壳体的喷嘴经过主阀座，且向上经过滑块引导件。燃油阀的这些部件由钢制成，而使阀座等具有所需的硬度。喷嘴的最下部分通过激光焊接、等离子焊接或热粉末喷涂而具有抗腐蚀涂层，其中完全或部分熔化的材料粘结在钢材上。结合区域的材料具有可以使耐腐蚀合金在硬化时或在使用一定时间之后剥落的特性。在使用过程中，喷嘴暴露于强热循环载荷，导致产生耐腐蚀合金的附着力下降的危险。

本发明的目的是制造长寿命的喷嘴。

鉴于此，本发明的制造喷嘴的第一种方法特征在于第二合金构成的第二材料在内部区域排布在模具内，且所排布的材料通过等静压制处理成在第一合金和第二合金之间的边界区域没有微裂纹的固结的（成为一体的）喷嘴坯料。

尽管在喷嘴中使用第二合金导致喷嘴的结构变化，且材料或结构的变化通常负面地影响寿命，但喷嘴的寿命得到改善。推测起来，因为两种合金之间的边界区域没有微裂纹，所以获得改善的寿命。通过等静压制实现的不同材料的固结（成为一体）产生扩散条件下的固结，

而没有任何从在固体材料上施加熔融材料中可知种类的边界区域。即使从 EP 0 982 493 A1 可知种类的喷嘴在使用之前热处理成更均匀的硬度，在熔融-基体混和区域以及钢的热影响区也会出现微裂纹，所述混和区域较薄且在紧接施加之后非常硬。本发明的扩散条件下的固结没有形成具有附属热影响区的任何熔融-基体混和区域。在两种不同材料之间的过渡部分内微裂纹的避免消除了喷嘴中疲劳失效的非常重要的始发源，这使喷嘴的寿命明显改善。扩散条件下的固结还使两种不同材料之间的结合误差危险非常低。

可取的是，为了获得进一步改善的寿命，第二合金构成的第二材料具有比完成的喷嘴中耐腐蚀第一合金更高的疲劳强度。疲劳强度对喷嘴的寿命很重要，因为在喷嘴上除了普通的基于热量的载荷之外，预计疲劳载荷会出现相当大的增加，因为使用了比迄今采用的更高的喷射压力和更快的压力变化，以便对柴油机中的燃油喷射进行更精确的控制，从而使燃油燃烧更好，且减少形成污染化合物。

至少当耐腐蚀合金含有 0.6% 以上的 Al 时，优选在等静压制之前在第一材料和第二材料之间使用限氧扩散阻挡层。限氧扩散阻挡层阻碍从所述合金中的第二种中释放的氧扩散入所述合金的第一种中，以及与合金成份或不希望的 Al 杂质反应。例如，氧可以在第二种合金中以溶解状态存在，或可以在材料的加热过程中氧化物溶解状态下释放。即使仅数 ppm 的非常少量的氧也可能导致在两种合金之间的边界区域氧化铝析出和/或其他不希望的析出，结果降低喷嘴的总体疲劳强度。

扩散阻挡层限制或防止氧的有害扩散，而使喷嘴保持较高的疲劳强度。显然，扩散阻挡层也可以用在合金含有少于或正好 0.6% 的 Al 的情况下。例如，阻挡层的正面作用可以在 Al 含量为 0.1 至 0.5% 之间的合金下获得。如果实际上使用的合金存在导致出现其他不希望的析出的冶金过程危险，比如中间金属，氮化物或除了氧化铝之外的氧化物，也可以使用阻挡层。扩散阻挡层对除了氧之外的其他合金成份，从具有较高自由形式的元素含量的合金迁移入具有较低元素含量的合

金中具有限制作用。扩散阻挡层的使用提供了独立于另一合金成份而选择一种合金成份的更大自由度。限制第二种材料中的碳含量可以，例如，对于将喷嘴硬化为更高的硬度，具有的优点是第二种材料具有更低的在复杂几何形状的喷嘴区域，比如在喷嘴孔周围，形成硬化裂纹的趋势。

这种扩散阻挡层可以例如是镍、铜或镍合金，镍和铜适于形成与适于用作喷嘴材料的耐腐蚀合金相关的致密、稳定的涂层。替代品可以是钴涂层，钴合金或铬涂层。

喷嘴的制造可以通过将扩散阻挡层放在第一材料的预制件内表面上或第二材料的预制件外表面上而适当地简化。然后，所述预制件可以作为扩散阻挡层的载体，直到所有材料放置在模具内，然后进行等静压制，使所述材料固结。同时，预制件的使用能在加压之前使模具快速且容易地填充，因为所述部件与另一预制件叠放在一起，或用作填充在模具内的部件周围或内部的颗粒材料的支架。

在后一种情况下，所述预制件优选由第一材料制成，且充填第二种合金的颗粒状原材料。就制造过程来说，这样提供了快速填充模具的有利的可能性。同时，第二材料通过粉末冶金制造，而获得各向同性的结构，具有非常优良的疲劳性能。

当使用第一合金的预制件，优选通过粉末冶金铸造或制造成碗状或管状壁，形成在等静压制中使用的模具的一部分。这种预制件用作模具简化或避免了随后从制造的坯料上去除模具，因为预制件是完成的坯料的一部分。

在本发明的方法的另一实施例中，第二材料的预成形的芯部件放在模具内，其中在进行等静压制之前所述模具中放有第一合金的粉末。因为至少第二材料的一部分是预成形的，所以所述芯部件可以用于控制第一合金粉末的安放。粉末可以直接邻近所述芯部件排布，而没有任何混和第一和第二合金粉末的危险。预成形的芯部件还有利于在所需位置精确地排布颗粒材料。

第一材料的预成形部件和/或第二材料的预成形部件可以例如由

颗粒材料制造，比如通过 CIP 处理，HIP 处理，可以随后是加工或挤制，或通过随后加压的烧结，而使所述部件具有有利的各向同性结构。也可以使用铸造或锻造材料部件，其性能通过等静压制改善。

适当情况下，等静压制是 HIP 处理，致使材料通过扩散而固结，而没有任何实际的晶粒生长，使其可以保持细晶结构，这是因为所述材料之一或更多材料是细晶原材料，固结成粘结材料而没有熔化。等静压制也可以是 CIP 处理，其中在比 HIP 处理明显更低的温度下进行加压。

在另一方面，本发明还涉及一种柴油机中的燃油阀的喷嘴，尤其是两冲程十字头型发动机，该喷嘴具有中心纵向通道，该通道与许多在喷嘴外表面上开口向外的喷嘴孔连通，所述喷嘴由至少在喷嘴孔周围的外部区域的耐腐蚀的第一合金制成，和在不同于所述外部区域的区域内的第二合金制成。

考虑到改进喷嘴的寿命，这在根据本发明第一方面的上述方法的描述中提及，所述喷嘴特征在于在第一合金和第二合金之间的边界区域的材料具有没有微裂纹的结构。

关于本发明喷嘴的效果和优点，请参见上述与根据本发明第一方面的方法的描述相关的内容。

在优选实施例中，第二合金具有比耐腐蚀第一合金更高的疲劳强度，这有助于进一步实现上述的更长寿命。

在一个实施例中，在喷嘴中在第一合金和第二合金之间设有限氧扩散阻挡层。所述扩散阻挡层可以使其在该合金的所需性能和制造条件的基础上，确定耐腐蚀的第一合金的成分，而不必考虑是否这种合金的成分可能与第二合金的成分负面地互相作用。类似地，第二合金的成分可以确定，而不必考虑第一合金的成分。

第二合金可以通过粉末冶金制成，与仅通过熔化成所需部件的材料制品相比，这使性能改善。

在优选实施例中，第一合金是镍基合金，第二合金是铁基合金。在喷嘴内部使用的铁基合金使具有复杂形状的喷嘴区域有较高强度，

因为许多喷嘴孔位于较小区域内,且以不同的角度切入中心纵向通道。

镍基合金易于形成碳化物,所以仅有有限的C含量,例如按重量计高达0.6%。具有较高疲劳强度的普通铁基合金通常具有按重量计高达百分之几的较高C含量。如果需要,所述铁基合金可以这样选择,即在喷嘴的工作温度下它具有比镍基合金更少的自由碳。铁基合金中的碳化物形成合金成分可以例如这样选择,即碳化物的溶解温度高于喷嘴的工作温度,且当通过HIP工艺制造喷嘴时,也高于HIP温度。而且,强碳化物形成元素可以选作合金成分,这有助于捕捉和结合任何自由碳。

喷嘴适当地设计为位于燃油阀内的分离单元,该燃油阀在含有燃油阀的主阀座的心轴引导件的延伸部分上。采用这种设计,所述喷嘴不受主阀座处出现的较大应力影响或仅在最小程度上受到影响。在喷嘴更换时,更换也限于较小的部件,它们主要构成伸入到燃烧室内的燃油阀的部件。

在另一实施例中,第二合金构成喷嘴的总质量的70%以上,除了强度优点之外,这也是成本优点,如果第二合金不比第一合金昂贵。

现在将参照示意图详细描述本发明。

图1是经安装在燃油阀下端的喷嘴的纵向剖面图,

图2至7示出了经在喷嘴的HIP处理中使用的各种粉末填充模具的剖面图。

图1示出了内燃机中燃油阀的喷嘴,总体上标为1,该内燃机可以是四冲程发动机,但优选为二冲程十字头型发动机,每个汽缸具有一个以上的燃油阀。后一种发动机通常对喷嘴的寿命有严格的要求,其中因为所述发动机通常在重质燃油下工作,这可能甚至含硫。

喷嘴经中心孔在阀壳体2端部伸出,其环形表面3可以压靠虚线示出的汽缸套或汽缸盖的对应邻接表面,而使具有喷嘴孔4的喷嘴顶端伸入到燃烧室A内,且可以在燃油阀打开时喷射燃油。燃油阀具有有阀针6的阀滑块5以及阀座7,在示出的阀设计中,阀座位于滑块引导件8的下端。滑块引导件向下压靠喷嘴1的面向上的表面。

喷嘴具有中心纵向通道 9，喷嘴孔 4 从通道向外通向喷嘴的外表面。喷嘴由耐腐蚀的第一合金 10 构成的第一材料和第二合金 11 构成的第二材料制成。第一合金构成至少在喷嘴孔周围的喷嘴最外区域，且可能向上延伸，且构成在从阀壳体 2 伸出的喷嘴的整个部件上的喷嘴外表面。

耐腐蚀第一合金构成的第一材料可以由颗粒原材料制成，或它可以例如通过铸造制成。可用作第一合金的适用合金示例是镍基合金，该合金例如按重量百分比计，且除了通常存在的杂质之外，包含 15 至 30% 的 Cr，0.02 至 0.55% 的 C 和任选的下述一种或多种成分：0 至 15% 的 W，0 至 8% 的 Al，0 至 5% Ti，0 至 20% 的 Co，0 至 2% Hf，0 至 5% 的 Nb 和/或 Ta，0 至 35% 的 Mo，0 至 10% 的 Si，0 至 1.5% 的 Y，和 0 至 20% 的 Fe。所述合金可含有不可避免的杂质，且余量为镍。这种合金的典型示例具有下述成分：23% Cr，7% W，5.6% Al，1% Si，0.5% C 和 0.4% Y。这种 HIP 处理的合金具有约 $\pm 450\text{MPa}$ 的疲劳强度 σ_A 。

镍基合金也可以是下述类型，按重量计且除了通常存在的杂质之外，包含 35 至 60% 的 Cr，0.02 至 0.55% 的 C 和任选的下述一种或多种成分：0 至小于 1.0% 的 Si，0 至 5.0% 的 Mn，0 至 5.0% 的 Mo 和/或 W，0 至小于 0.5% 的 B，0 至 8.0% 的 Al，0 至 1.5% Ti，0 至 0.2% 的 Zr，0 至 3.0% 的 Nb，0 至最大 2% 的 Hf，0 至 1% 的 N，0 至最大 1.5% 的 Y，和合计含量最大为 5.0% 的 Co 与 Fe。所述合金可含有不可避免的杂质，且余量为 Ni。这种材料具有较高的疲劳强度，和非常高的抗热腐蚀和燃油的侵蚀影响的能力。

用作耐腐蚀的第一合金材料的其他合金示例在表 1 中示出。

表 1:

合金	除通常出现的杂质之外的大致成分 (重量%)	热膨胀系数 (10 ⁶ /°C)
Inconel 625	0.1%C 22%Cr 9%Mo 3.5%Nb 0.4%Al 0.4%Ti, 余量Ni	13.9
Inconel 617	0.07%C 22%Cr 12.5%Co 9%Mo 1.2%Al 0.6%Ti, 余量Ni	13.8
Inconel 725	0.03%C 21%Cr 8%Mo 3.5%Nb 1.4%Ti, 9%Fe, 余量Ni	14.1
Inconel 657	0.1%C 50%Cr 1.5%Nb, 余量Ni	13.4
Hostelry B2	0.01%C 28%Mo 1%Cr 2%Fe 1%Co, 余量Ni	11.6
Hastelloy G30	0.03%C 30%Cr 15%Fe 5%Co 5.5%Mo, 1.5%Nb 2%Cu 2.5%W, 余量Ni	15.2

热膨胀系数在上面描述为从 20°C 加热至 500°C 的平均线性热膨胀系数, 即, 它与 500°C 相关。可取的是, 第一合金基本上具有与第二合金相同的热膨胀系数。或者, 第一合金可以适当地具有比第二合金更高的热膨胀系数, 而使得随着从 HIP 温度冷却到 20°C, 在喷嘴的中心区域出现压缩应力。

也可以使用钴基合金, 比如 Celsit 50 - P, 但在 HIP 处理条件下, 它们仅可获得约为 $\pm 150\text{MPa}$ 的疲劳强度 σ_A , 因此它们不是优选的材料。

至于用于第二合金的合金材料, 铁基合金是优选的, 比如工具钢 AISI H13, 成分为 0.4% C, 1.0% Si, 0.4% Mn, 5.2% Cr, 1% V, 1.3% Mo, 余量为 Fe, 或工具钢 AISI H19, 成分为 0.45% C, 0.4% Si, 0.4% Mn, 4.5% Co, 4.5% Cr, 0.5% Mo, 2% V, 4.5% W, 余量为 Fe, 或来自美国的 Crucible Research 的工具钢 CPM1V 和 CPM3V, CPM1V 含有 0.5% C, 4.5% Cr, 1% V, 2.75% Mo, 2% W, 0.4% Si, 0.5% Mn, 余量为 Fe, CPM3V 含有 0.8% C, 7.5

% Cr, 2.5% V, 1.3% Mo, 0.9% Si, 0.4% Mn, 余量为 Fe.

工具钢可以通过粉末冶金制造, 象具有极细结构的细粒各向同性粉末, 从而避免形成碳化物网络, 尽管添加合金成分的比例高。通过加压雾化熔融的合金进入冷气氛中, 碳化物变得非常小且均匀地分散。

用于第二合金的其他合金材料示例在表 2 中示出, 其中热膨胀系数以与表 1 相同的方式给出。

表 2:

合金	除通常出现的杂质之外的大致成分 (重量%)	热膨胀系数($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
AISI H11	0.4%C 5%Cr 1.3%Mo, 0.5%V, 余量 Fe	13.1
AISI H21	0.3%C 3.5%Cr 9.5%W, 0.5%V, 余量 Fe	12.8
AISI A8	0.5%C 5%Cr 1.4%Mo, 1.2%W, 余量 Fe	12.1
AISI M2	0.9%C 4.3%Cr 5%Mo 6%W, 2%V, 余量 Fe	12.3
AISI O1	0.9%C 0.5%Cr 0.5%W, 余量 Fe	13.3

对于特定的工具钢, 疲劳强度可以通过对喷嘴坯料进行热处理而调节。在喷嘴坯料的等静压制之后, 完成喷嘴坯料的外部 and 内部几何形状。这通常意味着在坯料上加工出纵向中心通道和喷嘴孔, 且坯料的外表面也可车削或磨削至其最终形状。

当几何加工完成之后, 喷嘴坯料可以进行热处理, 其中第二合金硬化至适当的硬度。所述硬化过程可以例如在 1000°C 至 1100°C 的温度区间下进行, 浸泡时间为 10 至 40 分钟。然后, 以一次或多次回火处理的形式进行最后的热处理, 且回火对最终喷嘴的疲劳强度非常重要。回火可以例如在 450°C 至 600°C 的温度区间内进行, 浸泡时间为 2 小时。可取的是, 使用 2 小时的 2 或 3 个时间段进行两次或三次回火。在最终的喷嘴中, 所述的工具钢可以具有约为 $\pm 500 - 900\text{MPa}$ 的疲劳强度 σ_A 。可取的是, 所述疲劳强度 σ_A 至少为 $\pm 750\text{MPa}$ 。同时, 工具钢有利地具有耐磨性和硬度。

对于第一和第二合金, 使用的粉末适当地具有 0 至 $1000\mu\text{m}$ 之间

的尺寸。

现在将举例示出喷嘴坯料如何进行等静压制处理。

图 2 示出了预成形芯部件 12，该部件插入模具 13 中，所述模具由底板 14，侧壁 15，盖 16 和填充嘴 17 构成。芯部件由第二合金制成，且已经提前由烧结在一起的粉末制成，且冷压成所谓的生坯。所述芯部件也可以通过高速粉末压制或通过 CIP 或 HIP 工艺制成。所述芯部件也可以通过普通的用于工具钢的方法制成，或可以是 ESR（电渣精炼）重铸。所述芯部件具有头部 18，该头部具有明显比向上伸入模具 13 内的本体部分 19 更大的直径。所述本体部分在最终喷嘴的中心通道 9 周围的区域上延伸。所述本体部分可以在离喷嘴孔一定距离处结束，或如图 1 所示，可以进一步延伸入喷嘴内，而使其封闭整个中心通道。在后一种情况下，喷嘴孔穿过中心通道周围区域的第二合金，且穿过喷嘴最外区域的第一合金。

侧壁 15 向下配合在头部 18 的周围，且向上变窄为更小的直径。在本体部分周围，侧壁在基本上对应耐腐蚀第一合金的所需厚度的距离处。圆形底板 14 沿其整个圆周焊接在侧壁 15 的下边缘上。类似地，盖 16 焊接在侧壁的上边缘上，且填充嘴焊接在盖的上表面上。

第一合金 10 的细晶粉末经填充嘴 17 向下填充入芯部件 12 周围的空腔内，然后振动具有粉末的模具，进行更多粉末的后填充，如果需要，模具在填充嘴中以密闭方式抽空和封闭。

然后将模具放入炉内，炉腔泵送惰性气体，比如氩，直到约 200 巴的压力，且加热至 1000 至 1300°C 之间的温度，通常 1150°C。在加热的同时，炉腔内的压力上升至约 900 至 1100 巴。温度和压力保持 4 至 8 小时，且在此期间，模具内的材料固结成致密的无气孔体。

在冷却之后，将模具从 HIP 处理的坯料上取下。所使用的模具可以例如由钢或玻璃制成。在后一种情况下，上述的焊接包括玻璃的熔融加热。

然后，将退火的喷嘴坯料加工至其最终形状，例如通过车削和钻孔，从而坯料可以是应力释放的、硬化和回火的。作为高温下 HIP 处

理的结果，喷嘴的热处理可以在材料中基本上没有晶粒生长的情况下进行，假定热处理在比 HIP 温度更低的温度下进行。这是优点，因为更大的晶粒导致较低的疲劳强度。

本发明的喷嘴的寿命较长，原因之一是因为在两种材料的过渡区域没有微裂纹。微裂纹是单个结晶晶粒中的裂纹或延伸穿过多个结晶晶粒的裂纹。微裂纹通常可具有在 0.05mm 至 0.5mm 之间的长度。尺寸小于 0.05mm 的任何裂纹都可以忽略。当微裂纹出现在喷嘴中时，在喷嘴中将会有许多裂纹。原因是由上述的热影响区或通过结合误差造成的裂纹影响了较大的区域，不仅是一些晶粒。这样，微裂纹的存在可以通过检查喷嘴中的两种合金之间的多个应力暴露的边界区域而确定。如果大多数暴露区域没有微裂纹，那么整个喷嘴可以认为在边界区域没有微裂纹。

为简化起见，其他示例的下述内容利用了与上面使用的具有相同功能的细节相同的附图标记。

图 3 示出了模具 13 的一种设计，该模具适于在同一模具中制造许多喷嘴坯料。侧壁 15 是圆柱形，内径对应于头部 18 的外径。第一合金的厚度通过在用粉末填充所述管之前在所述本体部分周围放置圆柱形填充管 21 而进行控制。通过使侧壁 15 比图中所示的更长，第一芯部件 12 和相应的扩散阻挡层 24 及填充管 21 可以在安装盖 16 之前放在侧壁内，从而将粉末填充入填充管内直至其上边缘。然后将具有管 21，阻挡层 24 和粉末的下一芯部件放在第一个的顶部，直到侧壁 15 填满，然后通过安装盖 16 封闭整个模具。然后如上所述进行 HIP 处理。

扩散阻挡层 24 位于本体部分 19 的外表面和头部 18 的面向上的侧面上。所述阻挡层可以是涂层，例如通过电解沉积或通过其他表面涂敷方法，比如电镀施加在预成形的芯部件上。所述阻挡层例如可以由镍，铜，钴或镍-磷制成。或者，所述涂层可以通过喷涂或通过将所需材料的薄箔，通常是纯金属，比如镍，钴或铜，放置在本体部分 19 周围而施加。所述阻挡层适当地具有 5 至 400 μ m 之间的厚度，优选为

10 至 100 μm 。

图 4 示出了另一设计，其中侧壁 15 是圆柱形，且在其下边缘焊接在头部 18 的凸肩上。这种设计使模具不昂贵。在 HIP 处理之后进行喷嘴的最后加工时，通过车削去除具有相应热影响区的焊接接头。所述预成形芯部件可以例如通过进行 HIP 处理或 CIP 处理(冷等静压制)制成，但在材料上没有形成焊接接头。

图 5 示出了第一合金的圆柱形管状壁 22 放在本体部分 19 周围的一种设计。所述管的内径稍大于本体部分的外径，而使扩散阻挡层 24 在组装时不被破坏。壁 22 可以通过粉末冶金制造，但也可以制造成普通的管，优选为无缝管。在第一合金 10 的粉末已经填充在所述壁内侧之后，如上所述进行 HIP 处理，除了壁 22 保持在芯部件上且是喷嘴坯料的一部分之外。

图 6 示出了第一合金的壁 22 为碗形且设有扩散阻挡层 24 的另一种设计。在安装了盖 16 之后，模具填充第二合金粉末，然后如上所述进行 HIP 处理，除了壁 22 保持在喷嘴坯料的 HIP 制造的内部部件上之外。

也可以将壁 22 形式的耐腐蚀第一合金和第二合金 11 以及扩散阻挡层 24 制造成两个预制件，其中阻挡层位于一个或另一个部件上，且所述部件如图 6 所示互相插入，此后安装盖 16，模具抽空并封闭，然后如上所述进行 HIP 处理。在这种情况下，HIP 处理不涉及颗粒材料的实际固结，因为部件已经如上所述预制，但 HIP 处理通过界面处的扩散结合致使所述部件固结成粘结坯料。

图 7 示出了另一实施例，其中模具在内部被隔板 23 分开，该隔板在第一和第二合金之间的界面处延伸。隔板 23 可以由第一合金制成或第二合金制成。也可以隔板 23 是第三材料制成的限氧扩散阻挡层。因为隔板较厚，所以第二合金的成分不能扩散入第一合金中。

底板也设有填充粉末的填充嘴 17。首先，一种粉未经相应的填充嘴填充，然后抽出空气，将喷嘴封闭。然后模具倒转，经第二填充嘴填充第二粉末，然后从第二腔室内抽出空气。然后如上所述进行 HIP

处理。

所述喷嘴可具有不同于图 1 所示的设计。也可以使阀滑块支撑第二封闭部件，封闭燃油通道 9 内向下的喷嘴孔 4。第二封闭部件可以有利地由工具钢制成，因为它沿纵向通道的内表面滑动，该通道也可以由工具钢制成。这是利用了两种工具钢互相运行良好的事实。也可以将主阀座向下放在喷嘴内，使阀座下方的燃油通道内的体积最小。而且，可以喷嘴孔不仅朝向喷嘴的一侧，而且可以朝向一侧和另一侧，或沿喷嘴的整个圆周分散。

第二合金的预成形部件和/或第一合金的碗或管形壁可以提前由不基于颗粒原材料的材料制造，比如铸造或锻造材料。

可以在 HIP 处理过程中控制温度，而使第二材料在 HIP 处理或直接相关的过程中硬化和/或回火或退火，从而避免随后热处理中的步骤。

多个实施例和示例的细节可以组合成新实施例。也可以将许多粉末尺寸的第一合金粉末或第二合金混和，且也可以使用许多不同金属合金的粉末，它们可以是上述的类型。而且，可以掺加陶瓷粉末，以获得绝缘效果。陶瓷粉末例如可以放在离喷嘴顶端较短的距离处。然后陶瓷粉末被第一耐腐蚀合金粉末覆盖。也可以使用多种粉末的分级混和物。而且，在 HIP 处理之前填充模具时，可以将陶瓷材料筛网 (screen) 放入第一合金粉末中，例如位于图 2 的本体部分 19 上方的粉末中。第一合金粉末放在所述筛网的顶部，而使喷嘴的最外部由耐腐蚀材料制成。

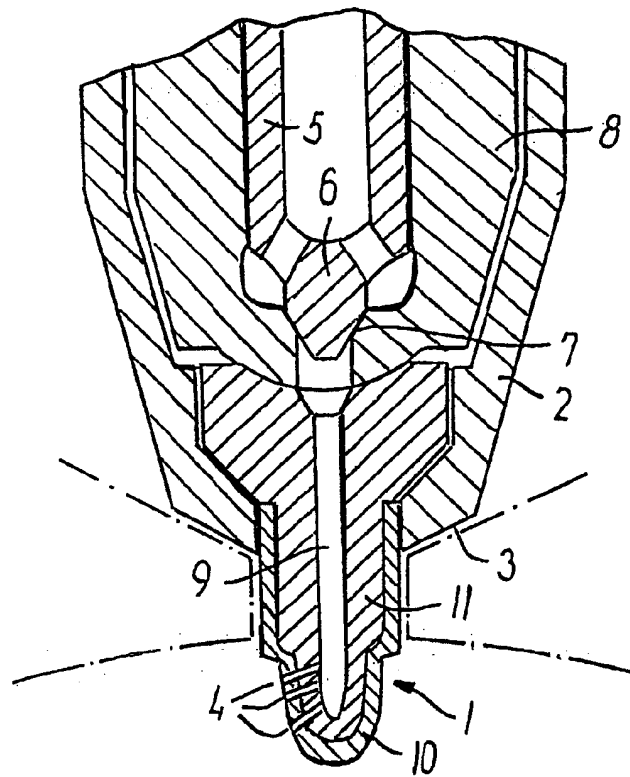


图1

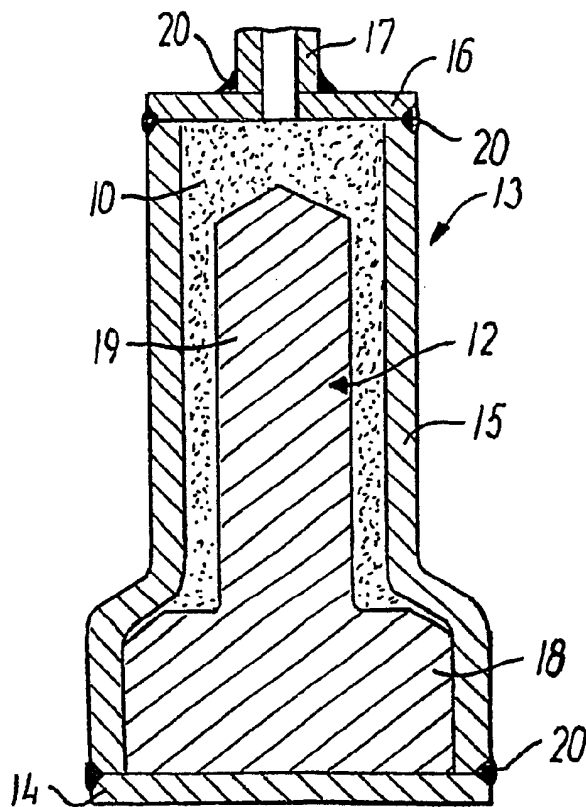


图2

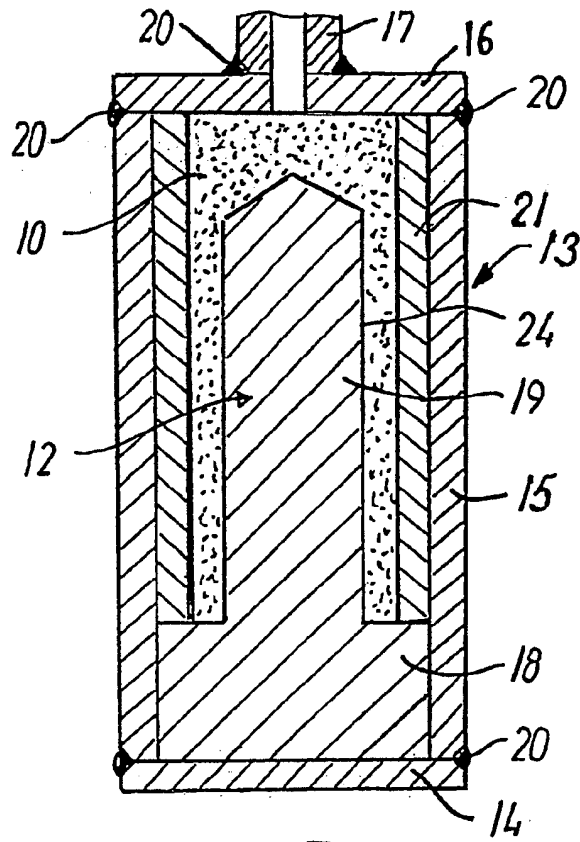


图 3

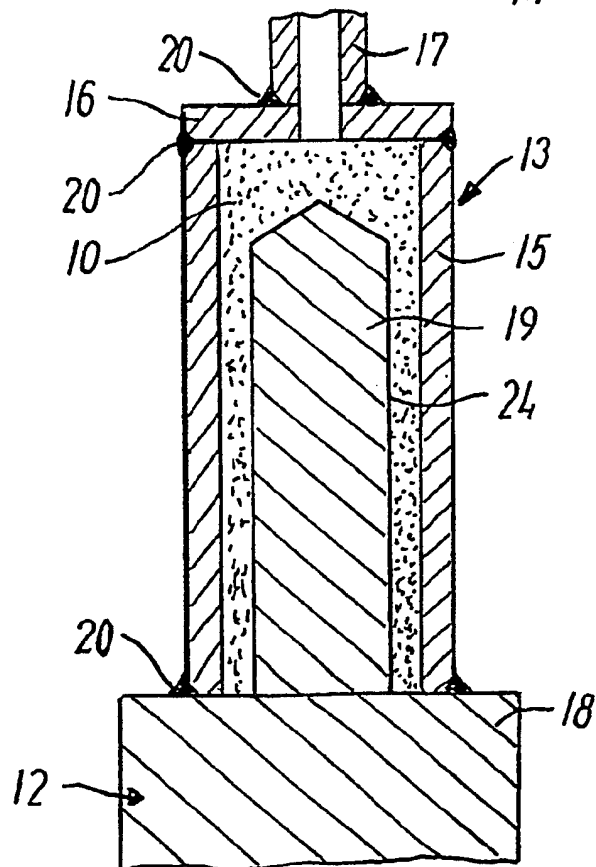


图 4

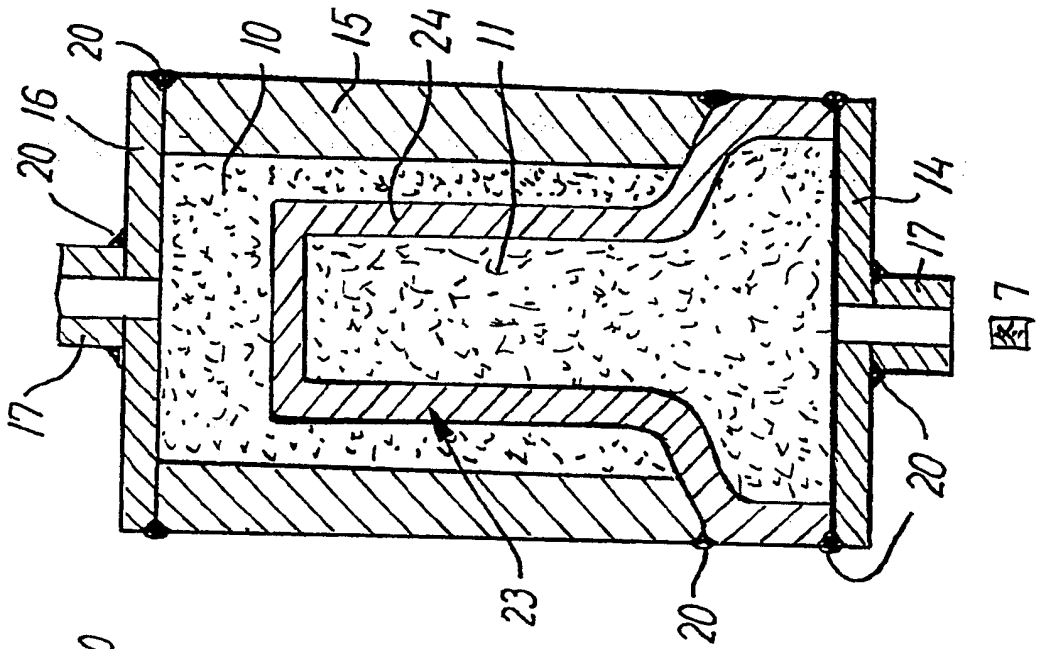


图7

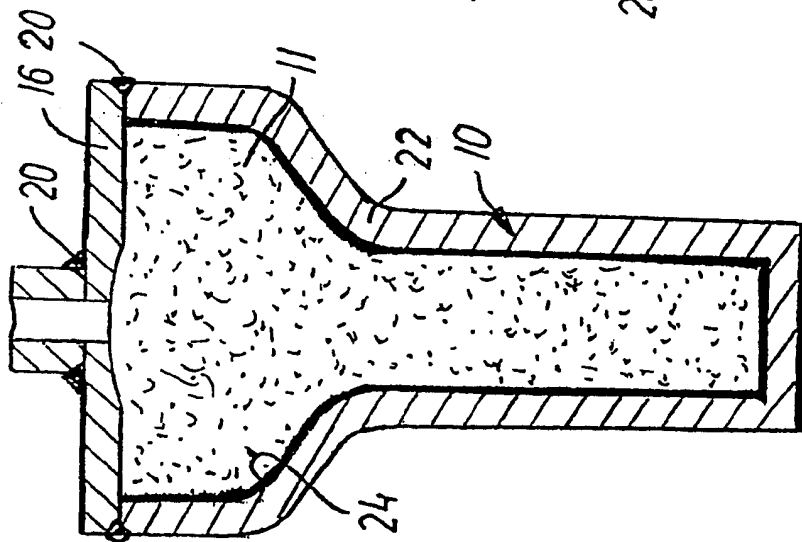


图6

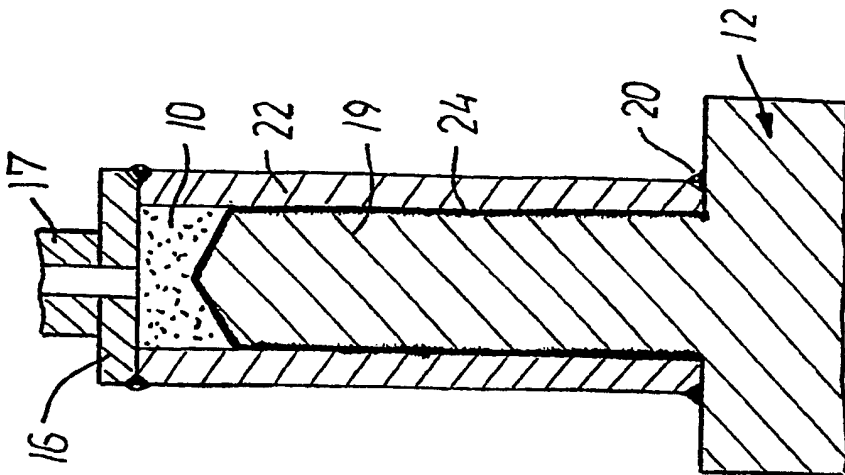


图5