



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1721570 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200510055815.0

US 2003/0041923 A1, 2003.03.06, 说明书第

(22) 申请日 2005.03.16

[0016] 段、图 4.

(30) 优先权数据

审查员 徐方明

10/801,365 2004.03.16 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 Y·K·亨 C·K·男

N·B·T·朗利 J·E·盖夫斯基

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 周备麟

(51) Int. Cl.

C23C 14/22(2006.01)

C23C 14/06(2006.01)

(56) 对比文件

EP 0731187 A1, 1996.09.11, 说明书第 3-5

栏、图 3.

CN 1361308 A, 2002.07.31, 全文.

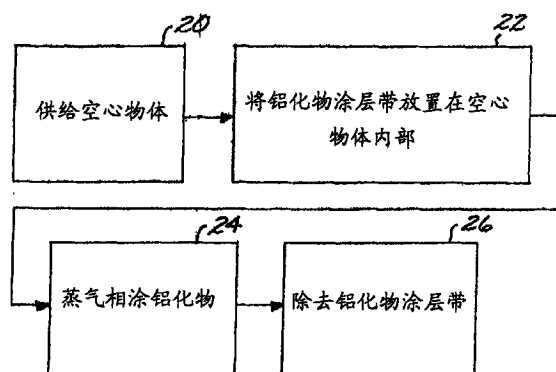
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用铝化物对空心物体涂层的方法

(57) 摘要

通过以下步骤在一个空心物体 (30) 上形成一个铝化物涂层 (56,60);提供具有一个空心内部 (42) 和通至该空心内部 (42) 的进入孔的一个物体 (30);通过该进入孔,将一个铝化物涂层带 (62) 放置在该空心内部 (42) 中;和除了该铝化物涂层带 (62) 以外,使用一个外部铝蒸气源对该空心物体 (30) 进行蒸气相涂铝化物。



1. 一种在一空心物体上形成一铝化物涂层 (56,60) 的方法,包括下列步骤:
提供具有一空心内部 (42) 和通至该空心内部 (42) 的一进入孔的一个物体 (30);
通过该进入孔,将一个铝化物涂层带 (62) 放置在该空心内部 (42) 中;和
利用与该铝化物涂层带 (62) 分隔的一个外部铝蒸气源对该物体 (30) 进行蒸气相涂铝化物。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该提供步骤包含提供先前已被使用的物体 (30) 的步骤。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该提供步骤包含提供包括镍基超级合金的物体 (30) 的步骤。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该提供步骤包含提供包括钴基超级合金的物体 (30) 的步骤。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该提供步骤包含提供具有翼面的至少一部分为空心的一翼面部分 (34) 的物体 (30) 的步骤。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该提供步骤包含提供作为一燃气轮机叶片的物体 (30) 的步骤,该叶片具有从叶片顶部 (36) 延伸到翼面部分 (34) 的一部分中的空心内部 (42)。
7. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该放置步骤包含提供包括含铝合金粉末和粘合剂的铝化物涂层带 (62) 的步骤。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该蒸气相涂铝化物的步骤包含:在包括铝蒸气的气氛中,将在该空心内部 (42) 中具有铝化物涂层带 (62) 的该物体 (30) 加热至至少 1875° F 的温度的步骤。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该蒸气相涂铝化物的步骤包含:在包括铝蒸气的气氛中,将在该空心内部 (42) 中具有铝化物涂层带 (62) 的该物体 (30) 加热至 1975° F $\pm$ 25° F 的温度的步骤。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征为,该蒸气相涂铝化物的步骤包含:将在该空心内部 (42) 中具有铝化物涂层带 (62) 的该物体 (30) 放置在一个涂铝化物容器 (72) 的内部中的步骤;
放置含铝合金,与该涂铝化物容器 (72) 的内部连通的步骤;和
将在该空心内部 (42) 中具有铝化物涂层带 (62) 的该物体 (30) 和该含铝合金加热到至少为 1875° F 的温度的步骤。

用铝化物对空心物体涂层的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及对物体涂以铝化物涂层,尤其涉及空心物体铝化物涂层。

背景技术

[0002] 在飞机燃气涡轮(喷气)发动机中,空气被吸入发动机的前部,由安装在轴上的压缩机压缩并与燃料混合。混合物燃烧,并且热的燃烧气体通过安装在同一轴上的涡轮。燃烧的气体流通过冲击在相应的涡轮叶片的翼面部分上而转动涡轮。涡轮再转动该轴,并将动力提供该压缩机。热的废气从发动机的后部流出,驱动发动机和飞机向前。

[0003] 燃烧和废热转热,则喷气发动机的工作效率更高。因此,刺激要提高燃烧和废气的温度。燃烧气体的最高温度通常由用于制造该发动机的热的部分的零件的材料限制。这些零件包括热的燃烧气体直接冲击在上面的燃气涡轮的涡轮叶片。在现时的发动机中,涡轮叶片由镍基的超级合金制成,可以在大约 1800 ~ 2100° F 的温度以下工作。在这种温度下,零件因氧化和腐蚀而损坏。

[0004] 在用于保护该热的部分的零件不受氧化和腐蚀的一种方法中,该涡轮叶片的表面的一部分涂敷保护涂层。保护涂层的一种形式为沉积在要保护的基体材料上的含铝的保护涂层。该沉积的含铝的涂层相互扩散至该基体材料中,并且该含铝的保护涂层的露出的表面氧化,产生保护在下面的基体的一个粘附的氧化铝的氧化皮。现有几种方法可以在涡轮叶片的外表面上涂层。然而,在一些情况下,该翼面部分是空心的,以允许冷却空气通过或减小该翼面部分而重复,或为了以上二个理由。该空心部分的内外表面的均匀涂层很难达到,特别是当涂层蒸气不能从一个末端到另一个末端流过,和在涡轮叶片已用过和返回作整修的整修工作中更是如此。

[0005] 因此需要这种零件的外表面和内表面的一种可使铝化物涂层厚度达到合理的均匀的涂层方法。本发明可满足这个需要,并可提供有关的优点。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种在一个空心物体的内外表面上形成一个铝化物涂层的方法。这种方法在先前已用过的空心物体的整修中特别有用。这种方法可在该内表面和外表面上形成一个坚固的,足够厚和合理地均匀的涂层。

[0007] 一种在一个空心物体上形成铝化物涂层的方法包括下列步骤:提供具有一个空心内部和通至该空心内部的进入孔的物体;通过该进入孔,将一个铝化物涂层带放置在该空心内部中;和利用一个与该铝化物涂层带分开的外部铝蒸气源,对该空心物体进行蒸气相涂铝化物(“VPA”)。一般,该物体先后已使用过,本方法用于整修该物体。

[0008] 在最有兴趣的应用中,该物体为镍基合金,最优选为镍基超级合金。在这个应用中,该物体为涡轮叶片,带有翼面的至少一部分为空心的一部分。该空心内部从叶片顶部伸入该翼面部分的一部分中。在一个实施例中,该空心内部不在该涡轮叶片的全长上延伸,使得涂层蒸气不可能从该空心内部的一端,沿着该涡轮叶片的长度流至另一端。该物

体也可以为钴基合金。

[0009] 最好,该铝化物涂层带包括至少大约 85 重量%的含铝的合金粉末,其余为有机粘合剂和可选择地为活化剂(例如氯化铵)。在接着进行的与蒸气相涂铝化物有关的加热过程中,该有机粘合剂烧掉,不留下有机的剩余物。放置在该翼面部分的空心内部中的该铝化物涂层带的尺寸和数目取决于该空心内部的尺寸。该空心内部空腔的尺寸为:深度为 0.93 英寸,长度为 0.8 英寸(从该空腔的前沿至该空腔的后沿),最大宽度为 0.16 英寸。最好在该空腔中,在该空腔的壁之间延伸的现有的加强杆之间放置总共 4 条带,每一条带的厚度为 0.015 英寸,宽度为 0.1 英寸,长度为 0.95 英寸。

[0010] 利用与该铝化物涂层带分开的一个外部铝蒸气源进行蒸气相涂铝化物。为了进行该蒸气相涂铝化物,将在该空心内部中具有铝化物涂层带的该空心物体在包括铝蒸气的气氛中加热至大约至少为 1875° F 的涂铝化物温度(最好为大约 1975° F+/-25° F)。在一个典型的涂铝化物过程中,将在该空心内部具有铝化物涂层带的该空心物体放置在一个加热的涂铝化物容器的内部中;放置含铝合金,与该涂铝化物容器连通;和在足以在该内表面和外表面上沉积所希望厚度的铝化物涂层的时间中,将在该空心内部具有铝化物涂色带的该空心物体和该含铝合金的加热至涂铝化物的温度。

[0011] 在开发本方法以前,试用只利用蒸气相涂铝化物过程来整修铝化物涂层。结果是,铝蒸气不能穿过进入该空心空腔的内部,以沉积足够厚和均匀的涂层。除了使用一个分开的外部源进行蒸气相涂铝化物以外,插入该空心内部的该涂层带在翼面的外表面和该翼面的空心部分的内表面上形成厚度足够和均匀的铝化物涂层。该涂层带在该空心物体的内部,形成一个可靠的,方便的铝化物蒸气源。在该空心物体的内部内,不使用粉末源,因为更难控制粉末的化学性能和处理该粉末。另外,该粉末源产生的涂层分布不太均匀,该粉末源使用不同的最优涂层温度,并且与使用铝化物涂层带比较,该粉末源方法对环境不太友好。

[0012] 本发明的其他特点和优点,从下面结合附图对优选实施例的详细说明中将会清楚。该优选实施例利用例子说明本发明的原理。但本发明的范围不是局限在这个优选实施例。

附图说明

[0013] 图 1 为实现本发明的实施例的一个优选方法的方框流程图;

[0014] 图 2 为一个空心的燃气涡轮叶片的示意图,其翼面壁的一部分剖开,以表示插入其空心的内部的铝化物涂层带;

[0015] 图 3 为沿着图 2 的 3-3 线所取的通过该燃气涡轮叶片的壁的放大的截面图;和

[0016] 图 4 为在一个 VPA 铝化物涂层容器中的空心的涡轮叶片的示意图。

具体实施方式

[0017] 图 1 表示在一个空心物体上形成一个铝化物涂层的一种优选方法。在步骤 20 中提供该空心物体。图 2 表示可以利用本方法处理的物体 30 的一种优选形式。在这种情况下,该物体 30 为一个燃气涡轮叶片 32。该燃气涡轮叶片 32 包括一个具有一个叶片顶部 36 的翼面部分 34,一个榫或冷杉形截面形式的配件 38,和从该翼面部分 34 和该配件 38 之间的位置沿横向向外伸出的一个平台 40。

[0018] 最好,该燃气涡轮叶片 32 由单件的金属合金,更优选的是镍基合金,最优选的镍基超级合金制成。这里所用的“镍基”表示成分中镍比任何其他元素多。该镍基超级合金一般由被 γ 主相或有关的相的析出而增强的成分构成。在宽范围的子范围中,典型的镍基合金成分的,以重量百分数表示的构成元素的数量如下:大约 4~20%的钴,大约 1~10%的铬,大约 5~7%的铝,大约 0~2%的钼,大约 3~8%的钨,大约 4~12%的钽,大约 0~2%的钛,大约 0~8%的钨,大约 0~1%的铌,大约 0~0.1%的碳,大约 0~0.01%的硼,大约 0~0.1%的钇,大约 0~1.5%的铪,剩余部分为镍和一些偶然的杂质。然而,镍基超级合金可以具有这个范围外面的成分。燃气涡轮叶片 32 也可由钴基合金制成,该合金含的钴比任何其他元素多。在技术上已知将这种钴合金用于涡轮叶片。这种钴基合金的一个例子为 Mar M509 合金,它具有下列按重量百分比计的名义成分:大约 0.6%的碳,大约 0.1%的锰,大约 0.4%的硅,大约 22.5%的铬,大约 1.5%的铁,大约 0.2%的钛,大约 0.01%的硼,大约 0.5%的钨,大约 10%的镍,大约 7%的钨,大约 3.5%的钽,其余为钴和微量元素。

[0019] 该燃气涡轮叶片 32 具有空腔 44 形式的空心内部 42,该空腔从叶片顶部 36 伸入翼面部分 34 的一部分中。所示的涡轮叶片 32 为没有冷却的涡轮叶片,该空心内部 42 用于减小该涡轮叶片的重量。该空腔 44 为一个盲腔,在这个优选的应用中,它不在该燃气涡轮叶片 32 的整个长度上延伸。结果,不能使带有铝的气体从一端至另一端穿过该空腔 44。为了增加该涡轮叶片 32 的强度和刚度,在该空腔 44 的相对的侧面 48 之间,许多杆状的加强杆 46 延伸穿过该空心内部 42。这些加强杆 46 在该燃气涡轮叶片 32 中的存在是为了结构的原因,并不是本方法所必需的。在所示的涡轮叶片 32 中,通至该盲腔空心内部 42 的一个进入孔 50 通过该叶片顶部 36。本方法也可用在该空腔 44 为一个贯通的空腔的情况下,使含铝的气体可以从一端至另一端地直穿过该空腔 44,但本方法的最大优点是在该空腔 44 为盲腔时体现出来。因此,本方法也可以用在冷却空气流通过该涡轮叶片的空心内部的冷却的涡轮叶片中。

[0020] 图 3 为通过翼面部分 34 的壁 52 的截面图。希望该壁 52 的外表面 54 上具有外部铝化物涂层 56,并且该壁 52 的内表面 58 上具有内部铝化物涂层 60。如果在该燃气涡轮叶片 32 已使用后的整修过程中,对于该燃气涡轮叶片 32 的翼面部分 34 进行通常的蒸气相涂敷铝化物,则可以容易地涂上该外部铝化物涂层 56。然而,该内部铝化物涂层 60 的厚度不均匀,并且一般在该空腔 44 的底部附近,其厚度不够。

[0021] 为了完成该内表面 58 的涂层,将有时称为编码带的一个铝化物涂层带 62,通过该进入孔 50 放入该燃气涡轮叶片 32 的翼面部分 34 的空心内部 42 中。在图 2 的燃气涡轮叶片 32 的结构中,在该加强杆 46 之间放置多个铝化物涂层带 62。该铝化物涂层带 62 可以有选择地包含活化剂。最好,该铝化物涂层带包括至少大约 85 重量%的含铝的合金粉末,其余为有机粘合剂,并且可以有选择地包括诸如氯化铵一类的活化剂。在接着进行的热处理过程中,该有机粘合剂烧掉,不留下有机残余物。这种铝化物涂层带 62 技术上已知(例如可参见美国专利 5334417 号,这里引入其说明供参考),并且商业上有销售,例如由 Connecticut 州的 Vitta Corporation of Bethel,或瑞士的 SulzerMetco 公司销售。先前,这种铝化物涂层带 62 用于铝化物涂层工序。然而,据发明者所知,这种铝化物涂层带还没有用于内表面涂层。放置在该翼面部分 34 的空心内部 42 中的铝化物涂层带 62 的尺寸和数目取决于该空心内部 42 的尺寸。当该空心内部 42 为深度为 0.93 英寸,长度为 0.8 英寸(从空腔的

前沿至空腔的后沿),最大宽度为 0.16 英寸的盲腔时,最好在该空腔 44 中,在该空腔 44 的壁之间延伸的加强杆 46 之间放置总共 4 条带,每一条带的厚度为 0.015 英寸,宽度为 0.1 英寸,长度为 0.95 英寸。

[0022] 在图 1 的步骤 22 中,在将该铝化物涂层带 62 放置在翼面部分 34 的空心内部 42 后,在步骤 24 中,利用与该铝化物涂层带 62 分开的一个外部铝蒸气源,对该空心物体 30 进行蒸气相铝化物涂层。图 4 表示一个工作的蒸气相涂铝化物装置 70。将这里是该燃气涡轮叶片 32 的翼面部分 34 的、要利用铝化物涂层的涂敷的物体 30 放入一个涂铝化物的容器 72 中。一般,许多燃气涡轮叶片 32 放入该涂铝化物容器 72 中,用于在一个涂层工序中涂铝化物,但图 4 中只表示了一个叶片。在所述的方法中,该平台 40 和配件 38 的下侧不用铝涂层。因此,该配件 38 放置在涂铝化物的容器 72 外面,而该平台 40 的下侧密封地沿着该涂铝化物容器 72 的壁放置,或另外放置,使该平台 40 的下侧的所接受铝涂层。

[0023] 一个涂铝化物的气体源与该涂铝化物容器 72 的内部连通。在所述的方法中,铝蒸气的外部源为放置在该涂铝化物容器 72 中的要进行蒸气相涂铝化物的燃气涡轮叶片 32 附近的铬-铝合金小丸 76 的篮筐 74。(为了将它与在该燃气涡轮叶片 32 内部的铝化物涂层带 62 区别,这个铝蒸气源在该燃气涡轮叶片 32 的外部)。包含篮筐 74 和燃气涡轮叶片 32 的涂铝化物容器 72,在氩或氢的气氛中,以大约 50°F /分的加热速率被加热至大于大约 1875°F (最好大约为 $1975^{\circ}\text{F} \pm 25^{\circ}\text{F}$) 的温度。在这个温度下,铝从小丸 76 蒸发。铝蒸气扩散至该燃气涡轮叶片 32 的表面上,并沉积形成铝化物涂层。大部分铝沉积在外表面 54 上,小部分扩散至该空心空腔 44 中,沉积在内表面 58 上。将该燃气涡轮叶片 32 保持在该温度下一段足以沉积该铝化物涂层所希望厚度的时间(大约 4 小时 ± 15 分)。在这段时间中,铝沉积;然后缓慢冷却至大约 250°F ,再冷却至室温。另外,可将载体气体流 78(例如氩或氢)送入该涂铝化物的容器 72 中,使该载体气体穿过该篮筐 74,把由该小丸 76 蒸发产生的铝蒸气带至该燃气涡轮叶片 32。这些涂层时间和温度可以改变,以改变沉积的含铝层的厚度。

[0024] 在这个加热循环过程中,铝蒸气也可由接近该内表面 58 的铝化物涂层带 62 产生。由该铝化物涂层带 62 产生的铝蒸气扩散至该内表面 58,并作为形成该内部铝化物涂层 60 的主要铝源沉积下来。由该小丸 76 产生的一些铝蒸气也可以进入该空心内部 42 中,但经验表明,这部分铝蒸气主要沉积在该外表面 54 上,而不扩散至该内表面 58。如果只使用由该小丸 76 产生的铝蒸气,则保护该内表面 58 的沉积在该内表面 58 上的内部涂层的厚度不够。当与这里为在该外部篮筐 74 中的小丸 76 的外部源一起,使用由在该空心内部内的铝化物涂层带源产生的铝蒸气的本方法时,在该内表面 58 和该外表表 56 上的铝化物涂层的厚度都足够和均匀。

[0025] 另一种方法为在该空心内部 42 中,使用铝化物源粉末作为铝蒸气源。在新的制造中使用的这种方法对于整修是不可接受的,因为它对环境不友好。这是由于共最优的涂层温度与形成外部铝化物涂层 60 的蒸气相涂铝化物过程的涂层温度不同,并且由于铝源粉末比铝化物涂层带 62 难处理和控制的。

[0026] 在所希望厚度的铝沉积在该外表面 54 和内表面 58 上,和该燃气涡轮叶片 32 冷却至室温后,将现在部分消耗掉的铝化物涂层带 62 从该空心内部 42 除去(步骤 26)。

[0027] 已利用对于图 1 所述的方法和使用与图 4 所示相同的 VPA 装置 70,通过对结构与

图 2 所示相同的空心的燃气涡轮叶片进行涂层说明了本方法。该空腔尺寸和涂层带如上所述。目的是为该外部铝化物涂层 56 和内部铝化物涂层 60, 形成最小厚度为 0.0015 英寸的铝化物涂层。为了比较, 对该燃气涡轮叶片给与相同的蒸气相涂铝化物处理。在第一个比较情况中, 在该空心内部 42 内没有任何铝蒸气源, 而在第二个比较情况下, 使用充满在该空腔 44 中的铝源粉末。在所有情况下, 该外部铝化物涂层 56 的厚度都大于 0.0015 英寸。然而, 该内部铝化物涂层 60 的厚度根据所用的处理而变化。当在该空腔 44 中不放置粉末涂铝化物源时, 在该空腔 44 的底部附近的该内部铝化物涂层 60 的厚度从 0 变化至小于 0.0005 英寸。当在该空腔 44 中放置一个粉末涂铝化物源时, 在该空腔 44 的底部前沿和后沿附近的该内部铝化物涂层 60 的最小厚度大约为 0.0008 英寸。当如上所述, 将该铝化物涂层带 62 放置在该空腔 44 中时, 在整个该空腔中内部铝化物涂层 60 的最小厚度大约为 0.0015 英寸, 因此可以紧密地与该外部铝化物涂层 56 的厚度匹配。

[0028] 虽然, 为了说明的目的, 详细地说明了本发明的一个具体实施例, 但在不偏离本发明的精神和范围的条件下, 可以作各种改进和提高。因此, 除了受所附的权利要求书以外, 本发明不受限制。

[0029] 零件清单

[0030] 20 图 1

[0031] 22 图 1

[0032] 24 图 1

[0033] 30- 物体

[0034] 32- 燃气涡轮叶片

[0035] 34- 翼面部分

[0036] 36- 叶片顶部

[0037] 38- 配件

[0038] 40- 平台

[0039] 42- 空心内部

[0040] 44- 空腔

[0041] 46- 加强杆

[0042] 48- 相对侧面

[0043] 50- 进入孔

[0044] 52- 壁

[0045] 54- 外表面

[0046] 56- 外部铝化物涂层

[0047] 58- 内表面

[0048] 60- 内部铝化物涂层

[0049] 62- 铝化物涂层带

[0050] 70-VPA 装置

[0051] 72- 涂铝化物容器

[0052] 74- 篮筐

[0053] 76- 小丸

[0054] 78- 气体流

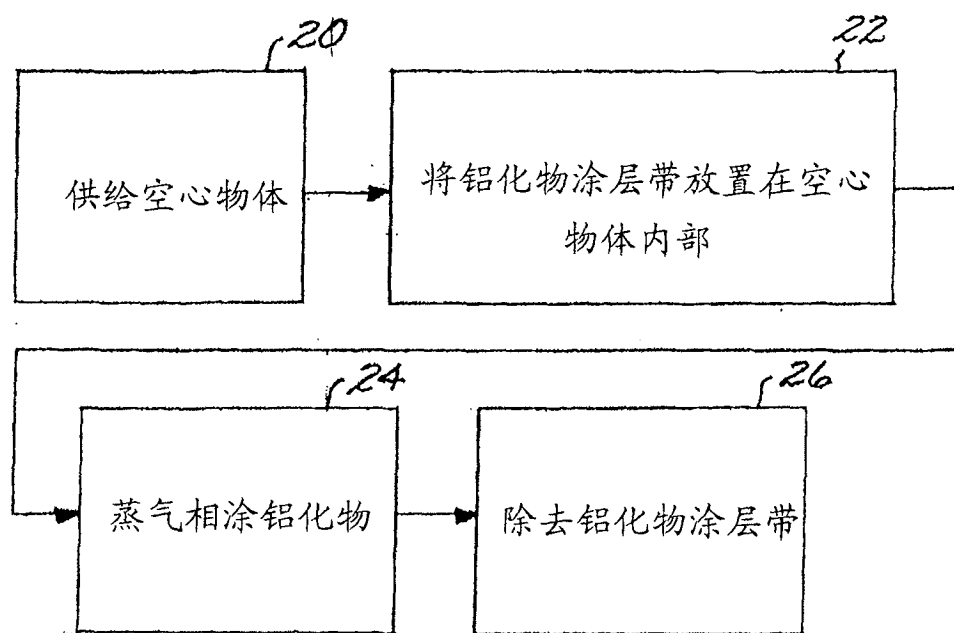


图 1

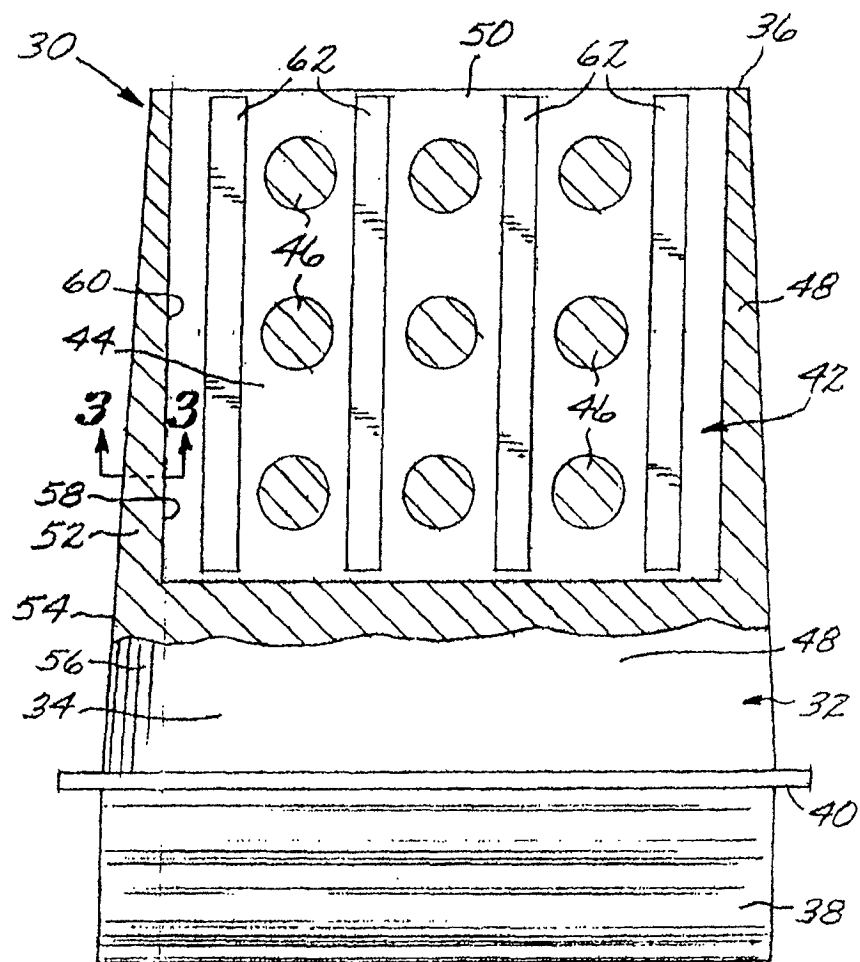


图 2

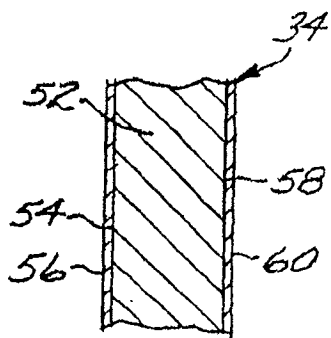


图 3

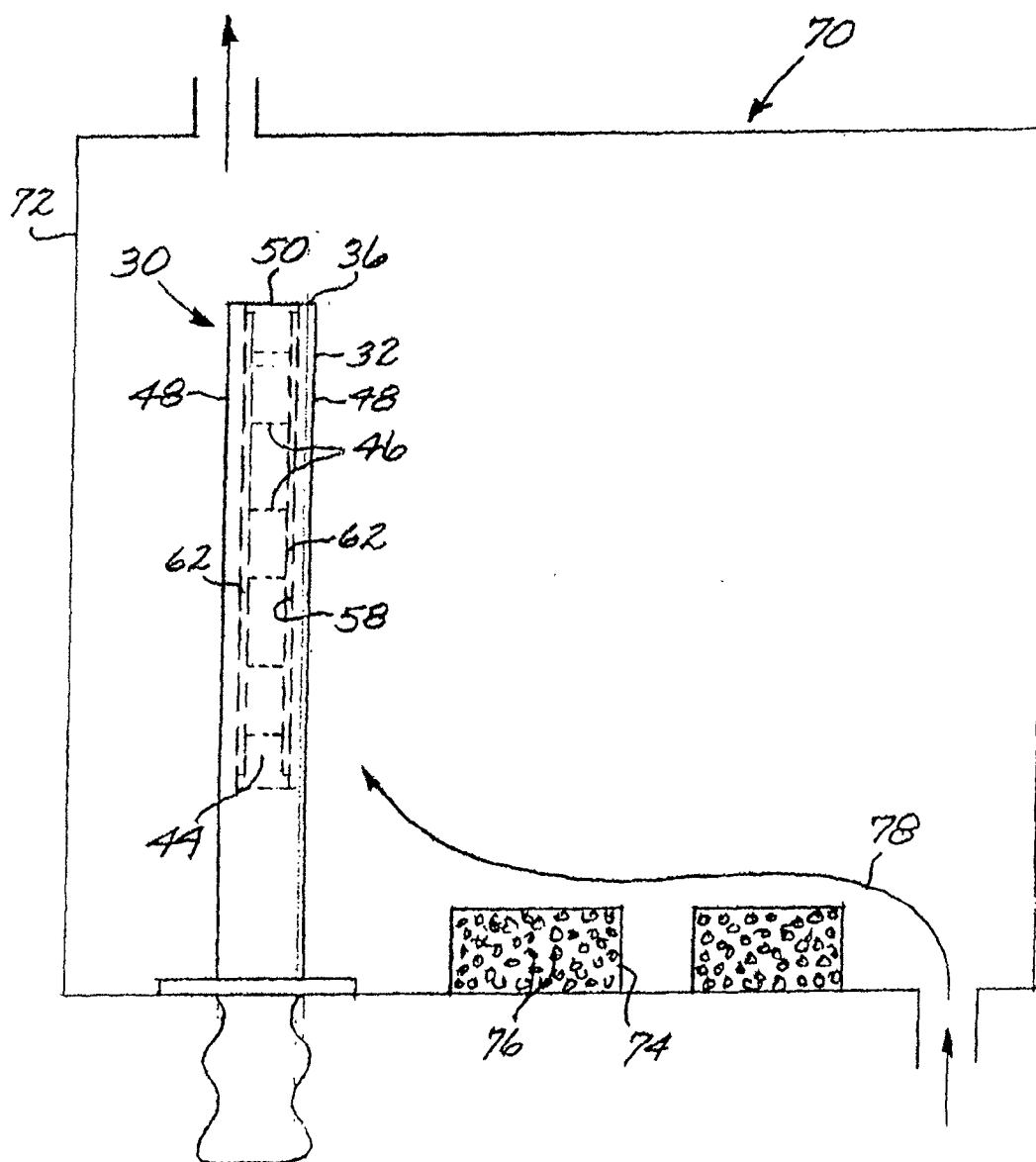


图 4