

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1985027 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 200480021132.7

(22) 申请日 2004.07.12

(30) 优先权数据

0317126.1 2003.07.23 GB

0406417.6 2004.03.23 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.01.23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2004/003010 2004.07.12

(87) PCT申请的公布数据

W02005/014892 EN 2005.02.17

(73) 专利权人 爱德华兹有限公司

地址 英国西萨塞克斯郡

(72) 发明人 E·U·奥科罗亚福尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 廖玲玲

(51) Int. Cl.

C25D 11/02 (2006.01)

F04D 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6595341 B1, 2003.07.22, 说明书第3栏

第5段、第4栏第1段.

CN 1210901 A, 1999.03.17, 全文.

DD 151331 A, 1981.10.14, 权利要求1、实施例1和2.

CN 1419404 A, 2003.05.21, 全文.

DE 10163864 A1, 2003.07.10, 权利要求1, 9、说明书第2, 6, 11段.

审查员 付花荣

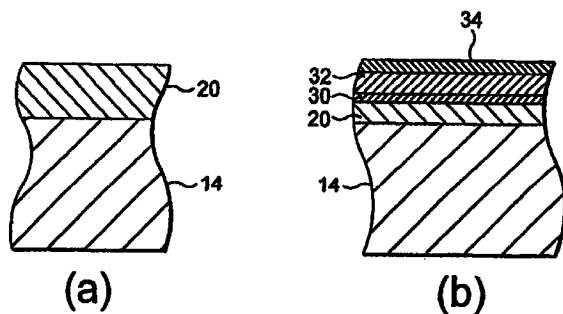
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

涂层

(57) 摘要

一种在真空泵的塑料部件上形成涂层的方法,包括以下步骤:将金属层施加到所述部件上,并且通过使所述金属层受到电解等离子体氧化而由所述金属层形成所述涂层。



1. 一种在塑料基底 (14) 上形成涂层的方法,所述方法包括以下步骤:将金属层 (20) 施加到所述基底 (14) 上并且通过使所述金属层 (20) 受到电解等离子体氧化而由所述金属层 (20) 形成陶瓷涂层 (30,32,34),其中并非所有的金属层 (20) 都被转化成所述陶瓷涂层 (30,32,34),其特征在于,在电解槽中保持至少  $1\text{A}/\text{dm}^2$  的恒定电流密度直至电压达到预定值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述金属层 (20) 由铝、镁、钛、钽、锆、钨、钨、锡、钨、钨、钨和前述金属的合金中的一种形成。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中所述金属层 (20) 被沉积在所述基底 (14) 上。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中所述金属层 (20) 被喷涂在所述基底 (14) 上。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中所述金属层 (20) 被粘附到所述基底 (14) 上。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中施加到所述基底 (14) 上的所述金属层 (20) 的厚度小于  $100\ \mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在将所述金属层 (20) 施加到所述基底 (14) 上之前使所述基底 (14) 粗糙化。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在先前施加到所述基底上的第二金属层 (22) 上形成所述金属层 (20)。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在先前施加到所述基底 (14) 上的第二聚合物层上形成所述金属层 (20)。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中所述基底 (14) 是环氧-碳纤维复合物或纤维增强的塑性材料。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在由所述金属层 (20) 形成所述涂层之前使所述金属层 (20) 变得光滑。

12. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在 7 至 8.5 的范围内的 pH 值下进行所述电解等离子体氧化。

13. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中由所述金属层 (20) 形成的所述涂层 (30,32,34) 的厚度小于  $100\ \mu\text{m}$ 。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其中由所述金属层 (20) 形成的所述涂层 (30,32,34) 的厚度小于  $50\ \mu\text{m}$ 。

15. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中随后对由所述金属层 (20) 形成的所述涂层 (30,32,34) 的外表面进行处理以改变在所述基底上形成的所述涂层的物理和 / 或化学性质。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中在由所述金属层 (20) 形成所述涂层之后至少部分地除去所述涂层的外层 (34)。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中从所述涂层上磨蚀除去至少部分所述外层 (34)。

18. 根据权利要求 15 所述的方法,包括将用于减少所述涂层的孔隙率的材料施加到所述涂层上。

19. 根据权利要求 15 所述的方法,包括将用于增强所述涂层的耐腐蚀性的材料施加到所述涂层上。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,包括将由碳氟化合物、聚四氟乙烯、 $\text{MoS}_2$ 、碳、Ni、Cr、Mo、W、任一种前面提到的金属的碳化物、漆料和树脂的一种形成的层施加到所述涂层上。

21. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中所述基底(14)是真空泵的部件。

22. 一种由塑性材料形成的真空泵部件,且所述真空泵部件具有施加到其上的金属层(20),并且还具有根据前述权利要求中任一项所述的方法对所述金属层(20)进行电解等离子体氧化而形成在所述金属层(20)上的陶瓷涂层(30,32,34)。

## 涂层

[0001] 本发明涉及一种在基底上形成涂层的方法。更具体而言,但不排它地,本发明涉及一种在例如用于真空泵中的机加工零件上形成耐腐蚀涂层的方法。

[0002] 真空泵被用于制造半导体芯片从而有利于控制芯片在制造过程中必须暴露所处的多种环境。通常使用铸铁和钢制部件制造这些泵,多种所述部件进行精密加工以确保所述泵获得最佳性能。基于塑料的零件在如下所述的某些条件下也可用作真空泵中的部件。

[0003] 铸铁件和钢长期以来被用于制造包括石油化工和半导体工业的多种工业中所使用的设备的零部件。这些零件廉价且具有良好的热学性能和热机械性质且相对易于成形。然而,在半导体工业中,越来越多地使用高流速的生产气体(例如氯、三氯化硼、溴化氢、氟和三氟化氯)连同所需相关的高温 and 高压已导致铁制和钢制零部件发生严重的腐蚀。这种腐蚀导致设备失效、工艺化学品发生泄漏和可能存在的工艺污染,且工艺效率降低,以及与计划外停机时间相关联的成本。

[0004] 在使这些问题减至最少的尝试中,对所述零部件进行钝化保护已是许多行业内的一般惯例,这是因为这代表了相对于可用的更昂贵的活化保护而言的另一种更廉价的可选方式。在铁和钢铸件上使用铝涂层例如已用于多种行业中以提供良好的耐腐蚀性和耐热性。此外,在磨蚀和高温应用中,还已经使用直接施加到金属表面上的热喷涂陶瓷涂层以保护铁和钢铸件。

[0005] 还已经建议可通过使用更昂贵的材料例如富镍铁基合金、蒙乃尔合金(Monel)、因科镍合金(Inconel)或更高镍含量的合金替换铁制和钢制零件克服腐蚀问题。然而,这些材料是昂贵的且不代表用作零部件的另一种具有成本效率的可选方式。

[0006] 近来,在替换传统使用的金属零部件的尝试方面,在许多工业中已经出现了使用基于塑料的零部件的趋势。塑料的多用途特性意味着塑料可出于多种原因用以替换金属零件。可采用多种方法制造塑料零件且所述塑料零件可适于满足多种应用需求。此外,与金属相比,塑料重量和成本的降低意味着塑料代表了制造金属零件的另一种有吸引力的可选方式。然而,由于这些材料易于受到在半导体工业中遇到的强烈腐蚀性、氧化性和侵蚀性环境的作用,因此它们在这种工业中的设备中的使用已受到限制。绝大多数塑性材料在存在磨蚀颗粒的情况下将易于磨损,且多种烃基塑料可在存在氟或氧气的情况下可能会自发燃烧。

[0007] 已进行了多种尝试以为多种塑料材料提供耐磨损和耐腐蚀性,提供陶瓷涂层特别普遍。然而,将陶瓷涂层施加到塑料基底上已证明不总是容易的,这是因为与金属表面不同的是,难以在塑料表面上形成具有良好的附着力且在使用过程中不剥落的陶瓷涂层。这被视为是由于塑料表面的不导电性质所致,所述不导电性质导致在喷涂工艺过程中产生静电荷的积累且作用以排斥喷涂陶瓷颗粒。

[0008] 因此需要可易于施加到金属或塑料基底上且具有与所述基底之间良好的附着力的耐腐蚀涂层。

[0009] 在一个方面中,本发明提供了一种在塑料基底上形成涂层的方法,所述方法包括以下步骤:将金属层施加到所述基底上并且通过使所述金属层受到电解等离子体氧化而由

所述金属层形成所述涂层。

[0010] 因此,本发明提供了一种用于在真空泵的塑料部件上形成防腐蚀涂层的简单且便利的技术。对于术语“防腐蚀”而言,应该理解其意味着涂层能够耐受由于暴露于磨蚀颗粒和气体例如氟、三氟化氯、六氟化钨、氯、三氯化硼、溴化氢、氧气和类似气体中所致的磨损和劣化。所述涂层可便利地由任何适当的形成屏障层的金属或其合金形成。对于术语“形成屏障层的金属”而言,应该理解其意味着那些金属及其合金(例如 Al、Mg、Ti、Ta、Zr、Nb、Hf、Sb、W、Mo、V、Bi),所述金属及其合金的表面与它们被安放所处的环境(例如氧气)中的元素自然地发生反应以形成涂覆层,所述涂覆层进一步抑制了所述金属表面与所述反应性环境元素之间的反应。

[0011] 电解等离子体氧化(EPO)技术已公知具有多种其它名称,例如阳极等离子体氧化(APO)、阳极火花氧化(ASO)、微弧氧化(MAO)。在这种技术中,在所述金属/气体/电解质相边界处形成了部分氧等离子体且导致产生了陶瓷氧化物层。由含水电解质在所述金属表面处进行的阳极反应过程中形成的金属和氧气得到所述陶瓷氧化物层中的金属离子。在与形成所述等离子体相关联的 7000K 的温度下,所述陶瓷氧化物以熔融状态存在。这意味着所述熔融陶瓷氧化物可在所述金属/氧化物边界处与所述金属表面实现紧密接触,这意味着所述熔融陶瓷氧化物具有充分的时间进行收缩并形成几乎没有孔隙的烧结陶瓷氧化物层。然而,在所述电解质/氧化物边界处,所述熔融陶瓷氧化物被所述电解质和流出的气体,特别是氧气和水蒸气迅速冷却,留下具有孔隙率增加的氧化物陶瓷层。

[0012] 因此,如此形成的所述陶瓷氧化物涂层本身具有三个层或区域的特征。第一层是所述金属层与所述涂层之间的过渡层,在所述过渡层处所述金属表面已经发生转变,导致所述涂层具有优良的附着力。第二层是功能层,包括包含硬质微晶的烧结陶瓷氧化物,所述硬质微晶为所述涂层提供了高硬度和耐磨损的特征。第三层为表面层,所述表面层具有比所述功能层更小的硬度和更大的孔隙率。

[0013] 从前面的描述中应该意识到,所述陶瓷氧化物涂层自动结合到底层金属层上且由所述金属层的表面形成。这意味着如此产生的所述陶瓷氧化物涂层比由外部施加的喷涂陶瓷涂层形成的陶瓷氧化物涂层呈现出与所述底层金属层之间更大的附着力。所述陶瓷氧化物涂层呈现出优越的表面性质,例如极高的硬度、非常低的磨损、耐爆燃性和耐气蚀性、良好的耐腐蚀性和耐热性、高介电强度以及低摩擦系数。此外,所述陶瓷氧化物涂层还耐卤素、卤间化合物以及受到等离子体激发的其它半导体加工化学品所致的腐蚀。

[0014] 从前面的描述中应该意识到,所述涂层的外表面在一些应用中具有低孔隙率的特征。在这种情况下,从涂覆的基底材料中释气被减至最小程度。在其它应用情况下,所述涂层的所述外表面可以是不规则的且具有一定的孔隙率。为了确保极大的硬度、低磨损和良好的耐腐蚀性,可通过研磨以暴露出底层烧结陶瓷氧化物层而去除该涂层的所述外表面,这提供了上面提到的所述优越的表面性质。

[0015] 另一种可选方式是,在所述涂层的所述外表面具有一定的孔隙率的情况下,其可用作施加具有复合物性质的可选层的基体。在这种情况下,适用于形成所述复合物层的材料例如包括润滑剂或漆料。应该意识到,所述第二层的外表面的孔隙尺寸具有能够维持所述第三层的材料的尺寸。这种复合物涂层的其它实例包括润滑剂例如碳氟化合物、聚四氟乙烯(PTFE)、二硫化钼(MoS<sub>2</sub>)、石墨和类似物,所述润滑剂由所述涂层的所述多孔外表面维

持。优选在所述涂层上直接形成所述可选层,所述涂层为该附加层的附着力提供了关键因素。

[0016] 在一个实施例中,所述金属层未在所述基底的所述表面上直接形成,而是在先前施加到所述基底上的金属层的表面上形成。在所述基底的所述表面上施加例如由镍形成的该金属层可改进所述表面的性质,随后的金属层被沉积在所述表面上。此外,由镍、铝和陶瓷氧化物层形成的涂层将为金属基底,例如用于制造高速真空泵的铝合金提供优越的耐腐蚀性、耐磨损性以及传热能力。因此,在另一个方面中,本发明提供了一种在金属或塑料基底上形成涂层的方法,所述方法包括以下步骤:将第一金属层施加到所述基底上、在所述第一金属层上施加第二金属层并且通过使所述第二金属层受到电解等离子体氧化而由所述第二金属层形成所述涂层。

[0017] 通过将所述形成屏障层的金属或其合金的层直接或间接(取决于基底)沉积到所述基底表面上达优选小于  $100\ \mu\text{m}$  的厚度而适当地施加所述(第二)金属层。优选采用(i)在液体粘结剂已经被施加到所述表面上之后,将金属粉末筛分或压制或将箔片卷绕到所述液体粘结剂上,(ii)电解沉积到初始沉积的金属层上,(iii)喷涂技术例如溅射、等离子体喷涂、电弧喷涂、火焰喷涂、真空金属化、离子蒸气沉积、高速含氧燃料喷涂、冷气体喷涂;上述技术的组合以及对于技术人员已公知的类似技术中的一种技术将金属层沉积到所述基底的所述表面上。这些方法确保了所述金属及其合金既良好地粘附到所述底层基底上且不使所述底层基底劣化。无论采用什么工艺或其组合,必须将参数调节至适于获得均质涂层的值,所述均质涂层具有低孔隙率值且不含将不利于通过电解等离子体氧化形成陶瓷氧化物涂层的镶铸(埋置)颗粒、氧化物和裂纹。对于金属和塑料基底而言,金属层沉积在所述基底的所述表面上对所述基底的本体温度几乎没有影响,由此防止所述基底发生扭曲变形。当采用热喷涂技术时,与常规喷涂的陶瓷颗粒相比,所述熔融金属颗粒在所述基底表面上优越的润湿性质导致形成了具有低孔隙率的金属层。

[0018] 正如上面指出地,通过对所述金属层表面进行电解等离子体氧化形成了所述涂层。通过使用作为反电极的不锈钢镀槽而将带阳极电荷的涂覆金属的零件浸没在碱电解质(例如碱金属氢氧化物和硅酸钠的水溶液)中并将超过  $250\text{V}$  的直流(AC)电压施加到所述零件上而适当地形成所述涂层。在这种技术中,在所述金属/气体/电解质相边界处形成了部分氧等离子体且导致产生了陶瓷氧化物层。由在含水电解质在所述金属表面处进行的阳极反应过程中形成的金属和氧气得到所述陶瓷氧化物层中的金属离子。在与形成所述等离子体相关联的  $7000\text{K}$  的温度下,所述陶瓷氧化物以熔融状态存在。这意味着所述熔融陶瓷氧化物可在所述金属/氧化物边界处与所述金属表面实现紧密接触,这意味着所述熔融陶瓷氧化物具有充分的时间进行收缩并形成几乎没有孔隙的烧结陶瓷氧化物层。然而,在所述电解质/氧化物边界处,所述熔融陶瓷氧化物被所述电解质和流出的气体,特别是氧气和水蒸气迅速冷却,留下孔隙率增加的氧化物陶瓷层。所述镀槽的温度被恒定保持在约  $20^\circ\text{C}$ 。在所述电解槽中保持至少  $1\text{A}/\text{dm}^2$  的恒定电流密度直至电压达到符合绝缘层的形成的预定终值。在这些条件下,通常每分钟获得约  $1\ \mu\text{m}$  的陶瓷氧化物涂层。在 60 分钟内可获得达约  $100\ \mu\text{m}$  的陶瓷涂层厚度,这取决于形成屏障的金属及合金的类型。如果施加的金属层粗糙且多孔,那么初始等离子体工艺所需的电流密度可高达  $25\text{A}/\text{dm}^2$ 。

[0019] 优选在约  $20^\circ\text{C}$  的温度下在 pH 值处于 7 至 8.5 范围内且优选处于 7.5 至 8 的范围

内的弱碱含水电解质中进行所述电解等离子体氧化,这意味着所述基底材料整体上几乎不受影响。如上所述,在所述陶瓷涂层的形成过程中发生的熔融倾向于填充所述底层金属层中的任何孔,导致在所述层之间产生不可渗透的界面间区域。

[0020] 对于塑料基底而言,在所述底层金属层上形成所述陶瓷氧化物涂层克服了当将陶瓷颗粒直接沉积到所述塑料基底的表面上时常常遇到的静电排斥问题。

[0021] 所述基底优选是真空泵的部件,且因此本发明还提供了一种由金属或塑料材料形成的且在其上具有通过对施加到所述部件上的金属层进行电解等离子体氧化所形成的涂层的真空泵部件。

[0022] 下面,将仅通过实例并结合附图对本发明的优选特征进行描述,在所述附图中:

[0023] 图 1 是真空泵的转子的简化剖视图;

[0024] 图 2 示出了在本发明的第一个实施例中的转子部件上形成涂层的步骤,图 2(a) 是在进行电解等离子体氧化之前的部分部件的剖视图,且图 2(b) 是在进行电解等离子体氧化之后该部分的剖视图;和

[0025] 图 3 示出了在本发明的第二个实施例中的转子部件上形成涂层的步骤,图 3(a) 是在进行电解等离子体氧化之前的部分部件的剖视图,且图 3(b) 是在进行电解等离子体氧化之后该部分的剖视图。

[0026] 在本发明中,可以相对简单和具有成本效率的方式在铸铁件、钢和塑料上实现粘结和粘附的陶瓷涂层,所述方式还将允许其适用于具有严格公差的精密零件。这种零件的一个实例是真空泵的部件,且具体而言是真空泵的转子部件。参见图 1,一种已公知的复式真空泵 10 包括涡流 (regenerative) 部分和分子牵引 (Holweck) 部分。可旋转地安装在驱动轴 (未示出) 上的转子 12 承载涡流部分和 Holweck 部分的转子元件。Holweck 部分的转子元件包括安装在转子 12 上以使得管道 14 的纵向轴线平行于转子 12 和驱动轴的轴线的的一个或多个同心汽缸或管道 14 (图 1 中仅示出了一个)。这些管道通常由碳纤维增强的环氧树脂形成。

[0027] 用于将涂层施加到真空泵的这些部件上的通常方法如下所述,且其后示出了具体实例。

[0028] (1.) 进行可选初始处理以使部件表面粗糙化。这种方法可包括喷丸及喷砂、酸洗和 / 或其组合。对于塑料而言,可在进行表面粗糙化后施加薄层液体粘结剂,例如聚酰亚胺或环氧,或金属例如镍。

[0029] (2.) 利用例如将金属粉末筛分或压制或将金属箔卷绕到施加的粘结层上,或将金属电沉积到初始施加的金属层上、真空金属化、溅射、等离子体喷涂、电弧喷涂、火焰喷涂、高速含氧燃料喷涂及其组合等技术将轻金属 (例如 Al、Ti、Mg 及其合金) 或合金 (Al-Ni、Al-Cu、Al-Zn、Al-Mg 等) 沉积到 (可选) 粗糙化的表面 (所述表面可包括液体粘结剂或金属薄层) 上。对于塑料部件的情况,最有希望的涂覆技术是将金属粉末压制或将金属箔卷绕到施加的液体粘结层上或将金属电沉积到初始施加的金属层上、等离子体喷涂、高速含氧燃料喷涂及其组合,这是因为这些技术相对于其它技术具有低热机械负载。应该理解,上面提到的喷涂技术对金属基底几乎没有热机械影响。参见附图,图 2(a) 是金属层 20 被直接沉积到部件 14 的表面的实例的剖面图,而图 3(a) 是金属层 20 被沉积到初始施加到部件 14 上的金属层 22 上的实例的剖面图。

[0030] (3.) 对金属层的表面进行电解等离子体氧化以产生陶瓷氧化物涂层。图 2(b) 是图 2(a) 所示的实例在氧化后的剖面图,且图 3(b) 是图 3(a) 所示的实例在氧化后的剖面图。重要的是,并非所有金属层 20 都被转化成陶瓷。如此形成的陶瓷氧化物涂层本身具有三个层或区域的特征。第一层 30 是金属层 20 与涂层之间的过渡层,在所述过渡层处金属表面已经发生转变,导致涂层具有优良的附着力。第二层 32 是功能层,包括包含硬质微晶的烧结陶瓷氧化物,所述硬质微晶为涂层提供了高硬度和耐磨损特征。第三层 34 是表面层,所述表面层具有比功能层 32 更低的硬度和更高的孔隙率。

[0031] (4.) 利用例如嵌入物质(例如,CF<sub>x</sub>、碳氟化合物、聚四氟乙烯、MoS<sub>2</sub> 和石墨、Ni、Cr、Mo、W 及其碳化物、漆料和树脂)、研磨、磨光、滚磨、滚筒处理等及其组合等技术对陶瓷涂层的表面进行可选的精加工处理。

[0032] 下面,将结合下列非限制性实例对本发明进行描述。本领域的技术人员将易于理解落入本发明的范围内的这些实例的变型。

[0033] 实例 1

[0034] 对由包括碳纤维的环氧树脂(纤维方向满足与金属转子零件配合的热机械应变)制造的复合物管道进行涂覆处理。利用 60 筛目的粗砂对管道表面进行低压喷砂处理或利用矾土对所述表面进行轻微喷丸处理。还可采用热喷砂处理。所有方法用以除去管道表面的光泽,由此在不损害纤维的情况下使表面粗糙化。随后用酒精擦拭表面且使表面干燥以除去其上的油脂。

[0035] 利用标称 40kW 功率级的标准 Ar/H<sub>2</sub> 等离子体将具有 ~ 10 μm 的名义尺寸的粉末的铝和铝-镍合金(80/20)通过等离子体喷涂到管道上。应该注意,使用具有 45-90 μm 的名义尺寸的标准粉末倾向于提供了更多孔的涂层。每种类型的粉末在从 150 至 180mm 的距离处被喷射到以 60 转/分钟(rpm)的速度旋转的管道上之前在 ~ 15000°C 的温度下在等离子体中置留约 0.1ms。撞击在管道上的颗粒速度在 225m/s 至 300m/s 的范围内,因此允许熔融颗粒外张(或润湿)且在一定程度上渗透进入管道内。在等离子体喷涂工艺过程中的平均表面温度在 100-150°C 的范围内。涂层厚度受到喷涂持续时间的控制。在进行喷涂后,管道在静止空气中缓慢冷却,且对其进行喷砂处理以使涂层致密,且通过使用 180Sic 的砂轮进行磨削而对表面进行机加工从而除去表面粗糙度,留下由此在管道上形成的约 50 μm 的金属层的最终厚度。

[0036] 如上所述施加的金属层在 pH 值为 7.6 的电解质(碱金属氢氧化物和硅酸钠或铝酸钠,或偏磷酸钠的水溶液)中进行电解等离子体氧化。使用 12A/dm<sup>2</sup> 的电流密度、20±3°C 的电解质温度和 60 分钟的涂覆时间,记录 350V 的电压终值。清洗并干燥具有由此形成的陶瓷涂层的部件。陶瓷涂层的厚度为 30 μm。

[0037] 在半导体应用中,以这种方式涂覆的复合物管道的耐腐蚀性比未涂覆的环氧-碳纤维复合物管道的耐腐蚀性优良四倍。具体而言,已经发现,当暴露于 4500 升的氯、溴和氟中的任一种物质时,具有涂覆有陶瓷涂层的部件的 BOC Edwards IPX 泵比未涂覆的泵的持续时间长四倍。

[0038] 作为最终的可选处理,涂覆陶瓷的部件被浸没在具有 ~ 0.3 μm 的颗粒尺寸的含水阴离子聚四氟乙烯分散体中且在所述分散体内移动、在热水流(90°C)下进行清洗且使用热空气进行干燥以增强涂层的耐腐蚀性。



**[0039] 实例 2**

[0040] 利用 60 筛目的粗砂对与实例 1 相似的复合物管道表面进低压喷砂处理以除去复合物表面的光泽,由此在不损害纤维的情况下使表面粗糙化。随后在使用漆刷施加环氧粘结剂的薄液层之前,用酒精擦拭表面且使表面干燥以除去其上的油脂。

[0041] 通过在金属粉末基层上进行辊压将具有 $\sim 10\ \mu\text{m}$ 的名义尺寸的粉末的铝和铝-镍合金(80/20)压制到管道表面上。通过将涂覆粉末的管道放在预置于 $120^\circ\text{C}$ 的烘箱中 1 小时而实现粘结剂的固化。涂层具有内层和外层,在所述内层中金属粉末与粘结剂相互混合,且在所述外层中粉末嵌到内层上。随后通过使用 180Sic 的砂轮进行磨削而对表面进行机加工从而除去表面粗糙度,留下约 $30\ \mu\text{m}$ 的最终磨削金属层厚度。

[0042] 如上所述施加的金属层在 pH 值为 7.6 的电解质(碱金属氢氧化物和硅酸钠或铝酸钠,或偏磷酸钠的水溶液)中进行电解等离子体氧化。使用 $20\text{A}/\text{dm}^2$ 的电流密度、 $20\pm 3^\circ\text{C}$ 的电解质温度和 75 分钟的涂覆时间,记录 400V 的电压终值。清洗并干燥具有由此形成的陶瓷涂层的管道。陶瓷涂层的厚度为 $10\ \mu\text{m}$ 。在半导体应用中,以这种方式涂覆的复合物管道的耐腐蚀性比未涂覆的环氧-碳纤维复合物管道的耐腐蚀性优良四倍。

[0043] 涂覆陶瓷的管道可选择性地进行涂覆以便与实例 1 一样增强涂层的耐腐蚀性。

**[0044] 实例 3**

[0045] 在实例 1 中使用的条件下对仅具有磨削金属层的上述实例 2 中的试样进一步进行铝和铝合金粉末的等离子体喷涂。在进行喷涂之后,管道在静止空气中缓慢冷却,且对其进行喷砂处理以使涂层致密。随后通过使用 180Sic 的砂轮进行磨削而对表面进行机加工从而除去表面粗糙度,留下约 $60\ \mu\text{m}$ 的最终磨削金属层厚度。

[0046] 如上所述施加的金属层在 pH 值为 7.6 的电解质(碱金属氢氧化物和硅酸钠或铝酸钠,或偏磷酸钠的水溶液)中进行电解等离子体氧化。使用 $12\text{A}/\text{dm}^2$ 的电流密度、 $20\pm 3^\circ\text{C}$ 的电解质温度和 60 分钟的涂覆时间,记录 350V 的电压终值。清洗并干燥具有由此形成的陶瓷涂层的管道。陶瓷涂层的厚度为 $40\ \mu\text{m}$ 。在半导体应用中,以这种方式涂覆的复合物管道的耐腐蚀性比未涂覆的环氧-碳纤维复合物管道的耐腐蚀性优良四倍。

[0047] 涂覆陶瓷的管道可选择性地进行涂覆以便与实例 1 一样增强涂层的耐腐蚀性。

**[0048] 实例 4**

[0049] 利用 60 筛目的粗砂对与实例 1 相似的复合物管道表面进低压喷砂处理以除去复合物表面的光泽,由此在不损害纤维的情况下使表面粗糙化。随后在使用漆刷施加环氧粘结剂的薄液层之前,用酒精擦拭表面且使表面干燥以除去其上的油脂。

[0050] 具有 $\sim 50\ \mu\text{m}$ 的厚度的铝箔被卷绕到液体粘结剂上。通过在箔片的切割部分上滚压管道而涂覆管道的外径,且修剪除去多余部分,留下 $\sim 1\text{mm}$ 的交叠长度。对于内径而言,箔片的相似切割部分被轻柔地放置在所述表面周围,随后通过轧辊进行压实处理,且修剪除去多余部分,留下 $\sim 1\text{mm}$ 的交叠长度。通过将涂覆箔片的管道放在预置于 $120^\circ\text{C}$ 的烘箱中 1 小时而实现粘结剂的固化。

[0051] 如上所述施加的金属层在 pH 值为 7.6 的电解质(碱金属氢氧化物和硅酸钠或铝酸钠,或偏磷酸钠的水溶液)中进行电解等离子体氧化。使用 $6\text{A}/\text{dm}^2$ 的电流密度、 $20\pm 3^\circ\text{C}$ 的电解质温度和 45 分钟的涂覆时间,记录 300V 的电压终值。随后清洗并干燥管道。在管道上形成的陶瓷涂层的厚度为 $35\ \mu\text{m}$ 。在半导体应用中,以这种方式涂覆的复合物管道的耐

腐蚀性比未涂覆的环氧-碳纤维复合物管道的耐腐蚀性优良四倍。

[0052] 涂覆陶瓷的管道可选择性地进行涂覆以便与实例 1 一样增强涂层的耐腐蚀性。

[0053] 实例 5

[0054] 通过采用喷砂处理或与等离子体蚀刻技术相结合进行粗糙化和活化,从而清洁与实例 1 相似的复合物管道并使表面发生改变。

[0055] 随后通过 Pd/Sn 胶体使改变的聚合物表面活化从而为通过化学镀镍沉积镍层提供沉积部位。随后进行允许铝层沉积到镍层(用作结合涂层)上的电解工艺。镍层的典型涂层厚度在 5 至 25  $\mu\text{m}$  的范围内,且外涂层铝层的厚度在 15 至 50  $\mu\text{m}$  的范围内。如此获得的涂层与复合物管道之间具有非常好的附着性、光滑、无孔且对流体具有不可渗透性。

[0056] 如上所述施加的金属层在 pH 值为 7.6 的电解质(碱金属氢氧化物和硅酸钠或铝酸钠,或偏磷酸钠的水溶液)中进行电解等离子体氧化。使用  $4\text{A}/\text{dm}^2$  的电流密度、 $20\pm 3^\circ\text{C}$  的电解质温度和 10 分钟的涂覆时间,记录 350V 的电压终值。随后清洗并干燥管道。在管道上形成的陶瓷涂层的厚度为 15  $\mu\text{m}$ 。在半导体应用中,以这种方式涂覆的复合物管道的耐腐蚀性比未涂覆的环氧-碳纤维复合物管道的耐腐蚀性优良六倍。

[0057] 涂覆陶瓷的管道可选择性地进行涂覆以便与实例 1 一样增强涂层的耐腐蚀性。

[0058] 实例 6

[0059] 在本实例中,对  $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 5\text{mm}$  的球墨铸铁(SG iron)试样和  $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 5\text{mm}$  的低碳钢试样进行涂覆工艺处理。通过喷砂,随后在 10% 的 HF 水溶液中在室温下进行 60 分钟的酸洗使试样表面粗糙化。随后清洗并干燥试样。

[0060] 随后在实例 1 中使用的条件下对试样进行铝和铝合金粉末的等离子体喷涂。在进行喷涂之后,试样在静止空气中缓慢冷却,且对其进行喷砂处理以使涂层致密。随后通过使用 180SiC 的砂轮进行磨削而对表面进行机加工从而除去表面粗糙度,留下约 50  $\mu\text{m}$  的最终磨削金属层厚度。

[0061] 如上所述施加的金属层在 pH 值为 7.6 的电解质(碱金属氢氧化物和硅酸钠或铝酸钠,或偏磷酸钠的水溶液)中进行电解等离子体氧化。使用  $\sim 8\text{A}/\text{dm}^2$  的电流密度、 $20\pm 3^\circ\text{C}$  的电解质温度和 60 分钟的涂覆时间,记录 300V 的电压终值。随后清洗并干燥试样。在试样上形成的陶瓷涂层的厚度为  $\sim 30\mu\text{m}$ 。在半导体应用中,以这种方式涂覆的球墨铸铁的耐腐蚀性比未涂覆的球墨铸铁的耐腐蚀性优良四倍。

[0062] 涂覆陶瓷的试样可选择性地进行涂覆以便与实例 1 一样增强涂层的耐腐蚀性。

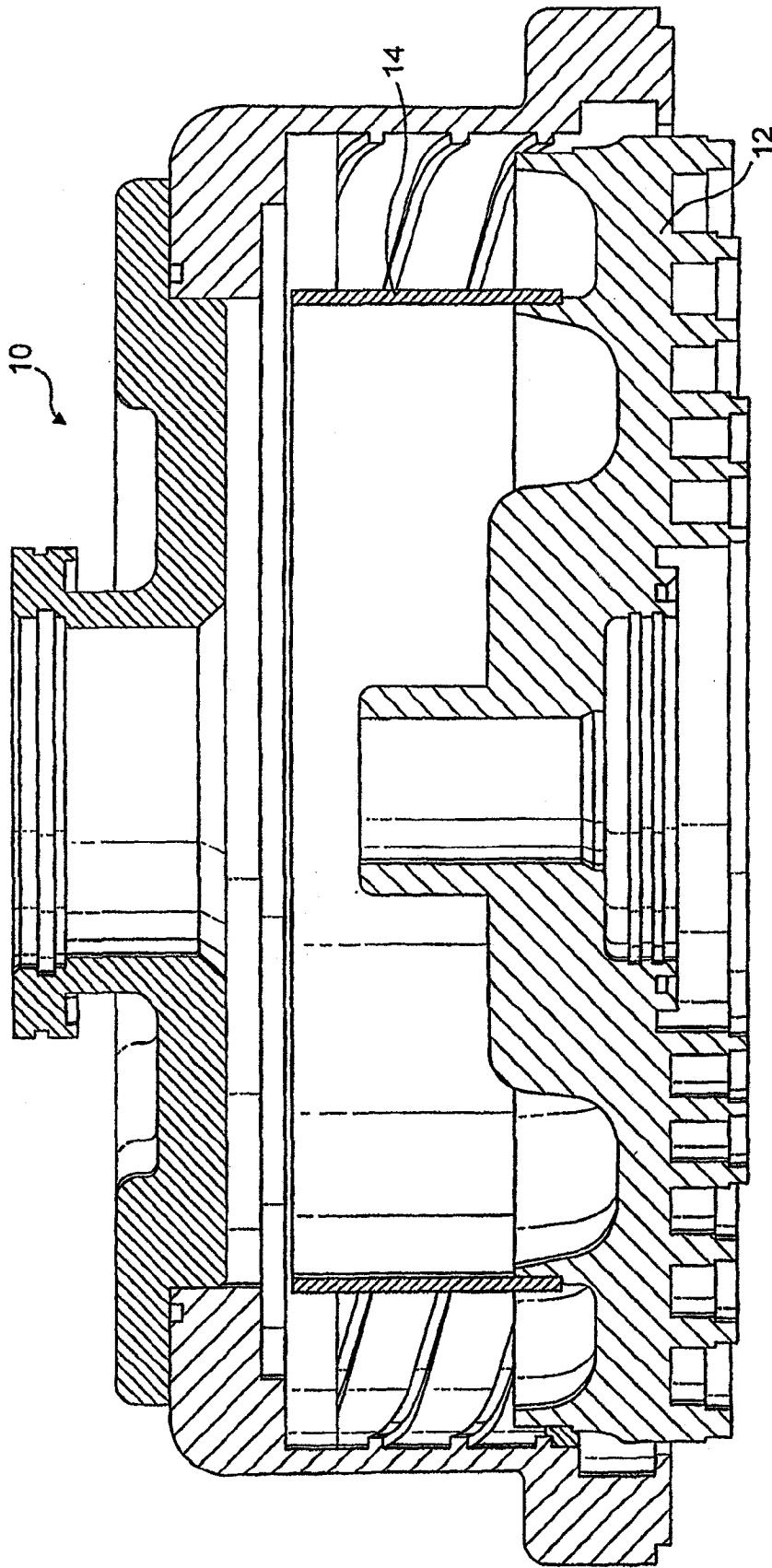


图 1

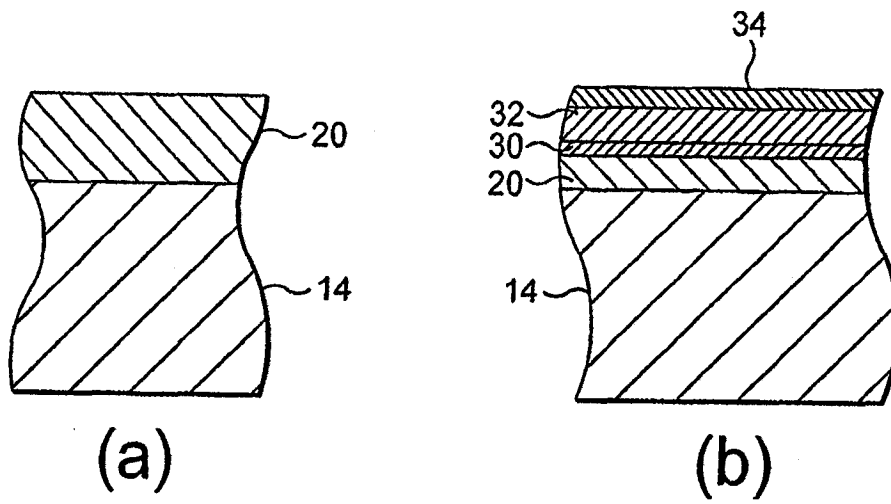


图 2

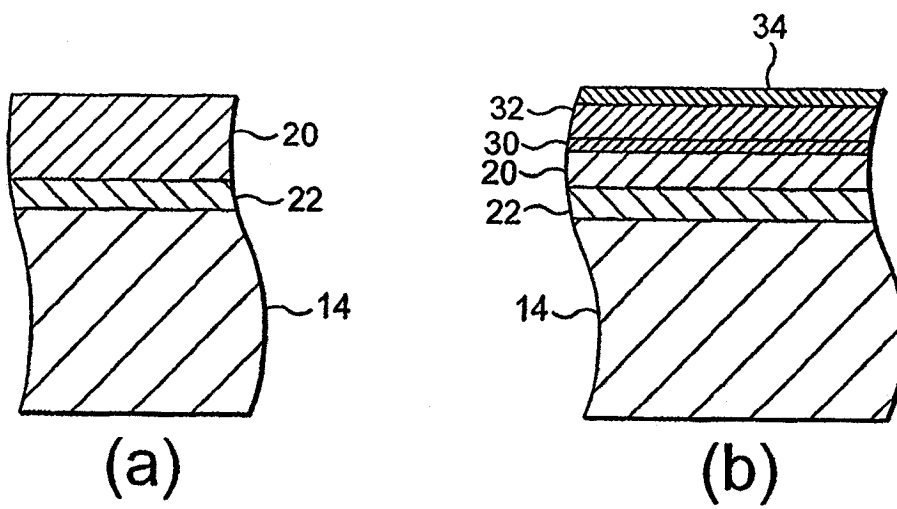


图 3