



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104822776 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201380062083. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 07. 30

C09D 5/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

13/631, 212 2012. 09. 28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 05. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/052659 2013. 07. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/051851 EN 2014. 04. 03

(71) 申请人 UT- 巴特勒有限责任公司

地址 美国田纳西州

(72) 发明人 J·T·辛普森

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限

公司 11314

代理人 程伟

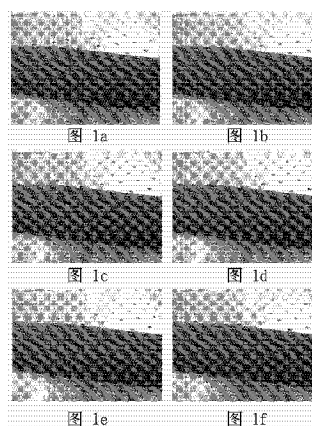
权利要求书2页 说明书12页 附图1页

(54) 发明名称

超疏水粉末涂料

(57) 摘要

一种超疏水涂料 (superhydrophobic coating), 包括超疏水粉末带有具有定义孔洞的三维纳米结构表面拓扑的超疏水颗粒, 以及树脂。该超疏水颗粒被嵌入该树脂内, 而该树脂未填满该超疏水颗粒的孔洞以便该超疏水颗粒的三维纳米结构表面拓扑被维持。一种用于超疏水涂料的前驱粉末以及一种用于将超疏水涂料涂覆至表面的方法亦被揭露。



1. 一种超疏水涂料,包括:
树脂;以及
多个超疏水颗粒,
其中各超疏水颗粒具有定义多个孔洞的三维、奈米结构表面拓扑,
其中至少部分所述超疏水颗粒被嵌入该树脂内,以便被所述树脂包围,以及
其中所述树脂不填满被嵌入的所述超疏水颗粒的所述孔洞,以便所述超疏水颗粒的所述三维表面拓扑被维持。
2. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述树脂为疏水的。
3. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒包括疏水涂料,所述疏水涂料符合所述超疏水颗粒的表面,以便维持所述奈米结构表面拓扑。
4. 如权利要求 3 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒包括硅藻土颗粒。
5. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述多孔芯为亲水的。
6. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述多孔芯是硅酸盐。
7. 如权利要求 6 所述的超疏水涂料,其中所述硅酸盐被腐蚀以提供所述奈米结构表面拓扑。
8. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒的孔洞体积少于 50% 被所述树脂填满。
9. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒的直径为 1 至 20 μm 之间。
10. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒的直径为 10 至 20 μm 之间。
11. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒和树脂的比例按体积计为 1:1 和 1:10 之间。
12. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒和树脂的比例按体积计为 1:1.5 和 1:5 之间。
13. 如权利要求 1 所述的超疏水涂料,其中所述超疏水颗粒和树脂的比例按体积计为约 1:4。
14. 一种用于超疏水涂料的前驱粉末,包括:
多个具有包括孔洞的三维表面拓扑的超疏水颗粒;以及
多个树脂颗粒,所述树脂具有当被固化时将所述超疏水颗粒嵌入所述树脂内但不填满所述超疏水颗粒的所述孔洞的能力。
15. 如权利要求 14 所述的用于超疏水涂料的前驱粉末,其中所述树脂颗粒为 1 至 100 μm 之间。
16. 如权利要求 14 所述的用于超疏水涂料的前驱粉末,其中所述树脂颗粒的直径大于所述超疏水颗粒的所述孔洞尺寸,但不大于所述超疏水颗粒的所述直径的 4 倍。
17. 如权利要求 14 所述的用于超疏水涂料的前驱粉末,其中所述树脂颗粒的直径大于所述超疏水颗粒的平均孔洞尺寸,但不大于所述超疏水颗粒的所述直径的 2 倍。
18. 一种将超疏水涂料涂覆至表面的方法,包括以下步骤:
提供用于超疏水涂料的前驱粉末,其包括包含超疏水颗粒的超疏水粉末,所述超疏水颗粒具有包括孔洞的三维表面拓扑,以及多个树脂颗粒,所述树脂具有当被固化时将所述超疏水颗粒嵌入所述树脂内但不填满所述超疏水颗粒的所述孔洞的能力;

- 将所述前驱粉末涂覆至所述表面 ;以及
固化所述树脂以使所述树脂结合至所述表面且将所述超疏水颗粒嵌入所述树脂中。
19. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述树脂是疏水的。
20. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述超疏水颗粒包括多孔芯材料和疏水涂料,所述疏水涂料符合所述多孔芯材料的所述表面,以便维持所述奈米结构表面拓扑。
21. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述多孔芯材料为亲水的。
22. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述多孔芯材料包括硅酸盐。
23. 如权利要求 22 所述的方法,其中所述硅酸盐被腐蚀以提供奈米结构表面拓扑。
24. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述多孔芯材料包括硅藻土。
25. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述超疏水颗粒的孔洞体积少于 50%被所述树脂填充。
26. 如权利要求 18 中所述的方法,其中所述超疏水颗粒的直径为 1 至 20 μm 之间。
27. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述超疏水颗粒的直径为 10 至 20 μm 之间。
28. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述超疏水颗粒和树脂的比例按体积计为 1:1 和 1:4 之间。
29. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述超疏水颗粒和树脂的比例按体积计为 1:1.5 和 1:2.5 之间。
30. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述超疏水颗粒和树脂的比例按体积计为约 1:2。
31. 如权利要求 18 所述的方法,其中在将所述前驱粉末涂覆至所述表面前,涂覆树脂颗粒层至所述表面。
32. 如权利要求 18 所述的方法,其中藉由静电喷涂过程将所述前驱粉末涂覆至所述表面。
33. 一种更新超疏水表面的方法,
该超疏水表面包括树脂 ;以及多个超疏水颗粒,
其中各超疏水颗粒具有定义多个孔洞的三维、奈米结构表面拓扑,
其中至少部分所述超疏水颗粒被嵌入所述树脂内,以便被所述树脂包围,以及
其中所述树脂不填满被嵌入的所述超疏水颗粒的所述孔洞,以便所述超疏水颗粒的所述三维表面拓扑被维持 ;
所述方法包括磨除所述超疏水表面以使被嵌入的所述超疏水颗粒暴露。

超疏水粉末涂料

技术领域

[0001] 本发明有关超疏水材料,尤其有关一种超疏水涂料。

背景技术

[0002] 超疏水涂料通常仅在该涂料的外表面为超疏水。一旦该外表面被磨损掉,该表面便不再超疏水。这种超疏水性 (superhydrophobicity) 的损失是因为该超疏水颗粒或结构自该表面上被移除。在该表面下方的颗粒通常它们的奈米孔洞和奈米纹路结构 (nanotexture) 表面被下层的涂料材料堵塞。

[0003] 在标准的静电粉末喷涂过程中,干的树脂粉末,被静电地喷涂至指定的电气接地的基质上。该带电荷的干粉末藉由静电力粘附至该接地的基质。当该干的树脂粉末被固化 (cured) 时,其变得良好地键结至该基质。

发明内容

[0004] 超疏水涂料可包括超疏水粉末带有具有定义孔洞的三维纳米结构表面拓扑的超疏水颗粒,以及树脂。该超疏水颗粒可以被嵌入该树脂内。根据某些具体实施例,该树脂不完全填满该超疏水颗粒的孔洞,以便该超疏水颗粒的三维表面拓扑被维持。

[0005] 该超疏水颗粒可以包括疏水涂料。该疏水涂料可以符合该超疏水颗粒的表面以便维持该颗粒的奈米结构表面拓扑。该超疏水颗粒可以包括硅藻土 (diatomaceous earth) 颗粒。硅藻土颗粒具有奈米结构表面拓扑。根据各种实施例,当硅藻土颗粒被疏水涂料包覆时,该硅藻土颗粒可以保持其奈米结构表面拓扑即使在被该疏水涂料包覆后。根据各种实施例,该超疏水颗粒中任一或全部可以具有多孔芯 (porous core)。该超疏水颗粒的多孔芯可以为亲水的。硅藻土是天然亲水的多孔芯的一个实例。该超疏水颗粒的多孔芯可为硅酸盐。该硅酸盐可被腐蚀以提供该奈米结构表面拓扑。

[0006] 该将超疏水颗粒嵌入其内的树脂可以是疏水的。各种聚合物可以被使用作为该树脂。如本文所用,该术语“树脂”意指任何固体或液体的合成的或天然存在的有机聚合物且不限于自某些植物中天然存在的分泌物所获得的材料。

[0007] 该超疏水颗粒的孔洞体积可以少于 50% 被该树脂填满。该超疏水颗粒的直径可介于 0.1 至 20 μm 之间或介于 1 和 20 μm 之间。该超疏水颗粒的直径可以介于 10 至 20 μm 之间。为了本发明的目的,该术语“孔洞体积” (pore volume) 指的是孔隙体积 (the volume of voids) 除以颗粒的总体积的分数。如本文所用的该术语“孔洞体积”意义相同于“孔隙率” (porosity) 或“孔隙绕射” (void diffraction)。该孔洞体积可以介于 0 和 1 之间的分数表达,或以介于 0 和 100% 之间的百分比表达。颗粒的该孔洞体积可以藉由任何已知方法包括直接方法、光学方法、计算机断层扫描方法 (computed tomography method)、浸润 (imbibition) 方法、水蒸发方法、压汞孔隙试验 (mercury intrusion porosimetry)、气体膨胀方法、热孔隙试验 (thermoporosimetry)、和冷冻孔隙测量方法 (cryoporometric method) 来测量。

[0008] 该超疏水颗粒和树脂的比例可以按体积计为介于 1:4 和 1:20 之间、按体积计为介于 1:5 和 1:7 之间、按体积计为介于 1:1 和 1:4 之间、或按体积计为介于 1:1.5 和 1:2.5 之间。例如,该超疏水颗粒和树脂的比例可以按体积计为约 1:6 或按体积计为约 1:2。

[0009] 用于超疏水涂料的前驱粉末可以包括具有超疏水颗粒的超疏水粉末和多个树脂颗粒。该超疏水颗粒具有包括孔洞的三维表面拓扑。该树脂颗粒可以包括树脂材料,其具有当被固化时,包围该超疏水颗粒且将该超疏水颗粒嵌入,而不完全填满该超疏水颗粒的该孔洞的能力。

[0010] 该树脂颗粒的直径可以介于 1 至 100 μm 之间。根据某些具体实施例,该树脂颗粒的直径可以大于该超疏水颗粒的孔洞尺寸,但一般而言不大于该超疏水颗粒直径的 20 倍。根据某些具体实施例,该树脂颗粒的直径可以大于该超疏水颗粒的孔洞尺寸,但一般而言不大于该超疏水颗粒直径的 4 倍。该树脂颗粒的直径可以大于该超疏水颗粒的平均孔洞尺寸,但一般而言不大于该超疏水颗粒直径的 10 倍。根据其它具体实施例,该树脂颗粒的直径可以大于该超疏水颗粒的平均孔洞尺寸,但一般而言不大于该超疏水颗粒直径的 2 倍。

[0011] 用于将超疏水涂料涂覆至表面的方法可以包括提供用于超疏水涂料的前驱粉末的步骤。该前驱粉末可以具有多个超疏水颗粒。该超疏水颗粒可以具有包括孔洞的三维表面拓扑。该前驱粉末亦可包括多个树脂颗粒。该树脂颗粒可以包括树脂材料,其具有当被固化时,包围该超疏水颗粒且将该超疏水颗粒嵌入该树脂内,而不完全填满该超疏水颗粒的孔洞的能力。该前驱粉末可以被涂覆至该表面。该树脂可被固化以使该树脂结合至该表面且包围该超疏水颗粒和 / 或将该超疏水颗粒嵌入该树脂中。

[0012] 该树脂可以是疏水的。该超疏水颗粒可以包括多孔芯材料和疏水涂料。该疏水涂料可以符合该多孔芯材料的表面以便维持该奈米结构表面拓扑。该多孔芯材料可以是亲水的。

[0013] 该多孔芯材料可以包括硅酸盐。该硅酸盐可以被腐蚀以提供奈米结构表面拓扑。该多孔芯材料可以包括硅藻土。该超疏水颗粒的孔洞体积可以少于 50% 被该树脂填满。该超疏水颗粒的直径可以介于 0.1 至 20 μm 之间或约 1 μm 。该超疏水颗粒的直径可以介于 10 至 20 μm 之间。该超疏水颗粒和树脂的比例可以按体积计为介于 1:4 和 1:20 之间或按体积计为介于 1:1 和 1:4 之间。该超疏水颗粒和树脂的比例可以按体积计为介于 1:5 和 1:7 之间或按体积计为介于 1:1.5 和 1:2.5 之间。该超疏水颗粒和树脂的比例可以按体积计为约 1:6 或按体积计为约 1:2。树脂颗粒层可以在涂覆该前驱粉末至该表面之前先被涂覆至该表面。该前驱粉末可以藉由静电喷涂过程被涂覆至该表面。

附图说明

[0014] 显示于附图中的具体实施例为目前优选的,应理解,本发明并不限于所示的排列和手段,其中图 1a 至 1f 为取自证实涂覆了根据本发明的一个具体实施例的铝电源线的超疏水性的视频的帧。

具体实施方式

[0015] 根据各种具体实施例,超疏水涂料可以包括带有超疏水颗粒的超疏水粉末以及树脂。该超疏水颗粒可以具有定义孔洞的三维奈米结构表面拓扑。该超疏水颗粒可以被嵌入

该树脂内,以便至少该超疏水颗粒中的一些被该树脂完全包住或包围。如本文所使用该术语“嵌入”意指稳固地封住在周围质量块 (surrounding mass) 中。因此,该术语“嵌入”,不仅包括被该树脂完全包围或包住的颗粒,也包括只有部分被包住、被封住、或被包围在周围树脂中的颗粒。根据各种具体实施例,超疏水涂料可以包括多个超疏水颗粒,其包括一些完全被嵌入的颗粒和一些部分被嵌入的颗粒。该完全被嵌入的颗粒整体在树脂层内以便它们全部的面被树脂包围。该部分被嵌入的颗粒具有部分其表面积突出在该树脂层的表面上。该突出的、部分嵌入的颗粒可以给予该涂料的表面超疏水性。该完全嵌入的颗粒使该涂料能够保持超疏水,即使在该涂料的表面被磨损或被砂纸磨掉后。当该涂料的表面被磨损或被砂纸磨掉后,该部分被嵌入的颗粒中的一些或全部可以被移除,但该完全被嵌入的颗粒中的一些或全部可以被暴露于该涂料的表面。然后该暴露的颗粒可以负起给予该涂料的表面超疏水性的功能。

[0016] 该完全被嵌入的颗粒,一旦在砂纸磨掉或磨损后,它们被暴露至该表面,能够维持其超疏水性的一个原因是虽然它们完全被嵌入在该树脂内,而该树脂并未完全填满该孔洞或完全覆盖该超疏水颗粒。因为该树脂未完全填满该孔洞或完全覆盖该超疏水颗粒,该超疏水颗粒的三维表面拓扑被维持。该树脂可以具有和超疏水 (SH) 颗粒一起被熔化和被掺合而不完全填满该超疏水颗粒的孔洞和 / 或不覆盖该超疏水颗粒的全部奈米纹路结构表面的能力。根据某些具体实施例,该超疏水颗粒可以排斥该树脂以维持各超疏水颗粒的该多孔芯内的空气体积。该树脂填满该超疏水颗粒的孔洞至何种程度应被更详细定义在下文中。

[0017] 各种具体实施例描述如何调整现有的静电喷涂粉末涂料技术以便该所得的涂料是良好键结的、耐用的、以及超疏水 (SH)。各种具体实施例结合干的粉末树脂和超疏水、奈米纹路结构的、不定型的硅酸盐粉末以形成良好结合的涂料,其在该表面为超疏水且当该外表面被磨损掉,例如,藉由被砂纸磨掉该外表面时,仍然为超疏水。

[0018] 另外的具体实施例有关包括超疏水颗粒和树脂颗粒的前驱粉末。

[0019] 超疏水颗粒

[0020] 该超疏水颗粒各自可包括疏水涂料。该疏水涂料可以符合各超疏水颗粒的表面,以便维持该奈米结构表面拓扑。

[0021] 该超疏水颗粒中任一或全部可以包括多孔芯和 / 或多孔芯材料。该多孔芯和 / 或该多孔芯材料可以是亲水的。该超疏水颗粒的该多孔芯和 / 或该多孔芯材料可以是硅酸盐。该硅酸盐可被腐蚀以提供该奈米结构表面拓扑。根据一些具体实施例,该超疏水颗粒可以包括一或多个硅藻土颗粒。该多孔芯和 / 或该多孔芯材料的表面化学可以藉由疏水涂料的涂覆而自亲水的变成疏水的。该疏水涂料可以符合该多孔芯材料的表面,以便维持该奈米结构表面拓扑。

[0022] 该超疏水颗粒中任一或全部的直径和 / 或该超疏水颗粒的平均直径可以落于具有下限和 / 或上限的范围内。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 0.05、0.1、0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、6.5、7、7.5、8、8.5、9、9.5、10、10.5、11、11.5、12、12.5、13、13.5、14、14.5、15、15.5、16、16.5、17、17.5、18、18.5、19、19.5、20、20.5、21、21.5、22、22.5、23、23.5、24、24.5、和 25 μm , 在一大气压时。例如,根据某些较佳的具体实施例,该超疏水颗粒中任一或全部的直径和 / 或该超疏水颗粒的平均

直径可以为自 0.1 至 20 μm 、自 1 至 20 μm 、或自 10 至 20 μm 。

[0023] 该超疏水颗粒中任一或全部的孔洞体积和 / 或该超疏水颗粒中任一或全部的平均孔洞体积可以落于具有下限和 / 或上限的范围内。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 0.01、0.02、0.03、0.04、0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.1、0.11、0.12、0.13、0.14、0.15、0.16、0.17、0.18、0.19、0.2、0.21、0.22、0.23、0.24、0.25、0.26、0.27、0.28、0.29、0.3、0.31、0.32、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、0.38、0.39、0.4、0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、和 0.5mL/g。例如,根据某些较佳的具体实施例,该超疏水颗粒中任一或全部的孔洞体积和 / 或该超疏水颗粒的平均孔洞体积可以是 0.1 至 0.3mL/g。

[0024] 该超疏水颗粒中任一或全部的表面积和 / 或该超疏水颗粒的平均表面积可以落于具有下限和 / 或上限的范围内。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 0.5、1、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、和 120m²/gm。例如,根据某些较佳的具体实施例,该超疏水颗粒中任一或全部的表面积和 / 或该超疏水颗粒的平均表面积可以为 1 至 100m²/gm。

[0025] 差分腐蚀亚稳态相 (differentially etched spinodal) 超疏水粉末被详细描述于 D'Urso 等人的第 7, 258, 731 号美国专利, 公布于 2007 年 8 月 21 日, 其全部特此并入以作为参考, 且由奈米多孔的和奈米纹路结构的硅酸盐 (该硼酸盐已经被腐蚀掉) 所构成。根据各种具体实施例, 这种差分腐蚀亚稳态相超疏水粉末可以被使用作为该超疏水颗粒。

[0026] 超疏水硅藻土 (SHDE) 被详细描述于 Simpson 等人的第 8, 216, 674 号美国专利, 公布于 2012 年 7 月 10 日, 其全部特此并入以作为参考。根据各种具体实施例, 这种超疏水硅藻土颗粒可以被使用作为该超疏水颗粒。

[0027] 树脂

[0028] 根据各种具体实施例, 该树脂可以是疏水的。适合的疏水树脂的一个实例为氟化乙烯丙烯共聚物 (fluorinated ethylene propylene, FEP)。其它具体实施例可以使用紫外光 (UV) 固化树脂、热固性 (thermoset) 树脂、和热塑性塑料 (thermoplastic)。为了某些目的, UV 固化树脂为尤其较佳, 因为它们允许各种热敏感基质, 如塑料、蜡、或在使用于其它树脂的固化温度时可能溶化或软化的任何材料的涂料。根据某些具体实施例, 其可以是有利的使用静电粉末 (如 FEP) 涂覆商业上可得的树脂, 包括热固性树脂、热塑性树脂、和 UV 固化树脂的疏水树脂。各种种类的树脂的结合亦可以被使用。

[0029] 树脂可以包括但不限于, 聚丙烯; 聚苯乙烯; 聚丙烯酸酯; 聚氰基丙烯酸酯类 (polycyanoacrylates); 聚丙烯酸酯类; 聚硅氧烷类; 聚异丁烯; 聚异戊二烯; 聚乙烯吡咯烷酮; 环氧树脂类、聚酯树脂类 (亦已知为 TGIC 树脂类)、聚氨酯树脂类、聚乙烯醇; 苯乙烯嵌段共聚物; 嵌段酰胺共聚物 (block amide copolymers); 不定型含氟聚合物, 如 E. I. du Pont de Nemours and Company (“DuPont”) 所贩卖登记商标为 TEFLON AF[®] 者; 丙烯酸共聚物、醇酸 (alkyd) 树脂混合物, 如那些由罗门哈斯 (Rohm and Haas) 所贩卖登记商标为 FASTRACK XSR[®] 者, 以及其共聚物和混合物。

[0030] 该树脂可以包括更多的成分, 包括增黏剂、塑化剂和其它成分。

[0031] 一般而言, 该树脂粉末的粒度 (grain size) 越小, 该超疏水粉末的分散越均质 (uniform)。该超疏水粉末的粒度也一样是如此。然而, 应注意的是, 根据某些具体实施例,

若该树脂颗粒 (grain) 变得太小 (<1 微米), 很可能该树脂将开始填满该超疏水粉末的孔洞且掩盖太多该超疏水粉末的表面纹路。

[0032] 超疏水粉末颗粒可以具有直径落于具有下限和 / 或上限的范围内。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 10、15、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1500、2000、2500、3000、3500、4000、4500、5000、5500、6000、6500、7000、7500、8000、8500、9000、9500、10000、10500、11000、11500、12000、12500、13000、13500、14000、14500、15000、15500、16000、16500、17000、17500、18000、18500、19000、19500、20000、20500、21000、21500、22000、22500、23000、23500、24000、24500、和 25000nm。例如, 根据某些较佳的具体实施例, 超疏水粉末颗粒可以具有直径落于自 20nm 至 20 微米, 或自 100nm 至 15 微米的范围内。

[0033] 该树脂颗粒的直径可以落于具有下限和 / 或上限的范围内。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 0.01、0.05、0.1、0.5、1、2、3、4、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、和 120 μm 。例如, 根据某些较佳的具体实施例, 该树脂颗粒的直径可以介于 1 至 100 μm 之间。

[0034] 该树脂颗粒的直径可以以落于具有下限和 / 或上限的范围内的倍数大于该超疏水颗粒的孔洞尺寸, 该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 1、10、100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000、2100、2200、2300、2400、2500、2600、2700、2800、2900、3000、3100、3200、3300、3400、3500、3600、3700、3800、3900、4000、4100、4200、4300、4400、4500、4600、4700、4800、4900、和 5000。例如, 根据某些较佳的具体实施例, 该树脂颗粒的直径可以以范围自 1 至 5000 内的倍数大于该超疏水颗粒的孔洞尺寸。该树脂颗粒能够像该硅酸盐孔洞尺寸一样小 ($\sim 20\text{nm}$ 孔洞尺寸) 以及如该孔洞的 5000 倍一样大 (即 100 微米)。

[0035] 该树脂颗粒的直径可以以落于具有下限和 / 或上限的范围内的倍数大于该超疏水颗粒的直径。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4、4.1、4.2、4.3、4.4, 和 4.5。例如, 根据某些较佳的具体实施例, 该树脂颗粒的直径可以以范围自 0.1 至 4 内的倍数大于该超疏水颗粒的直径。

[0036] 根据一些具体实施例, 该树脂颗粒的直径可以大于该超疏水颗粒的孔洞尺寸, 但一般而言不多于该超疏水颗粒的直径的 20 倍。根据其它的具体实施例, 该树脂颗粒的直径可以大于该超疏水颗粒的平均孔洞尺寸, 但一般而言不多于该超疏水颗粒的直径的 10 倍。

[0037] 该超疏水涂料的组成物

[0038] 超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例, 按体积计可以选自 1:1、1:1.25、1:1.5、1:1.75、1:2、1:2.25、1:2.5、1:2.75、1:3、1:3.25、1:3.5、1:3.75、1:4、1:4.25、1:4.5、1:4.75、1:5、1:5.25、1:5.5、1:5.75、1:6、1:6.25、1:6.5、1:6.75、1:7、1:7.25、1:7.5、1:7.75、1:8、1:8.25、1:8.5、1:8.75、1:9、1:9.25、1:9.5、1:9.75、1:10、1:10.25、1:10.5、1:10.75、1:11、1:11.25、1:11.5、1:11.75、1:12、1:12.25、1:12.5、1:12.75、1:13、1:13.25、1:13.5、1:13.75、1:14、1:14.25、1:14.5、1:14.75、和 1:15, 例如, 根据某些较佳的具体实施例, 该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例可以按体积计为, 介于 1:1 和

1:10 之间。该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例可以按体积计为,介于 1:1.5 和 1:5 之间。该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例可以按体积计为,约 1:4。

[0039] 超疏水颗粒中任一或全部的被该树脂填满的孔洞体积可以落于具有下限和 / 或上限的范围,该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 0.1、0.5、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、和 60%。例如,根据某些较佳的具体实施例,超疏水颗粒中任一或全部的孔洞体积可以少于 50% 被该树脂填满。

[0040] 超疏水粉末颗粒,如超疏水硅藻土,通常比可比较 (comparable) 尺寸的树脂颗粒轻许多,因为该超疏水粉末颗粒的高孔隙率和表面积。此外,本发明所述的超疏水硅藻土粉末颗粒通常比典型树脂颗粒小许多。例如,树脂粒度通常在直径约 30 微米至 100 微米间变动,而超疏水硅藻土通常在直径 0.5 微米至 15 微米间变动。这意指相等体积的超疏水硅藻土和树脂粉末是由更多 SHDE 所构成且将包含更多重量的树脂。

[0041] 前驱粉末

[0042] 用于超疏水涂料的前驱粉末包括具有超疏水颗粒的超疏水粉末和多个树脂颗粒。该超疏水颗粒可以各自具有包括孔洞的三维表面拓扑。该树脂颗粒可以包括树脂材料,其当固化时,可以具有将该超疏水颗粒嵌入该树脂内,但不完全填满该超疏水颗粒的孔洞能力。

[0043] 超疏水二氧化硅 (硅酸盐) 奈米颗粒可以具有直径落于具有下限和 / 或上限的范围,该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 0.1、0.5、1、2、3、4、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、120、和 125nm。例如,根据某些较佳的具体实施例,超疏水硅酸盐奈米颗粒可以具有自 1nm 至 100nm 的直径。超疏水硅酸盐奈米颗粒通常为球形或近似球形且在尺寸方面具有小于 100nm 的直径。该硅酸盐颗粒可以具有如数奈米一样小的直径,但经常聚结 (conglomerate) 在尺寸方面成为微米复合颗粒。

[0044] 该颗粒聚结的直径可以落于具有下限和 / 或上限的范围内,该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 100、150、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000、2100、2200、2300、2400、2500、2600、2700、2800、2900、3000、3100、3200、3300、3400、3500、3600、3700、3800、3900、4000、4100、4200、4300、4400、4500、4600、4700、4800、4900、5000、5100、5200、5300、5400、和 5500nm。例如,根据某些较佳的具体实施例,该颗粒聚结的直径可以自 200nm 至 5 微米。

[0045] 一旦该超疏水颗粒和该树脂颗粒被掺合以形成该前驱粉末时,该前驱粉末可以被直接地喷涂 (静电地) 在基质 (通常为金属) 上。

[0046] 然后该基质可以被预热至落于具有下限和 / 或上限的范围的温度,该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自华氏 75、80、85、90、95、100、105、110、115、120、125、130、135、140、145、150、155、160、165、170、175、180、185、190、195、200、205、210、215、220、225、230、235、240、245、250、255、260、265、270、275、280、285、290、295、和 300 度。例如,根据某些较佳的具体实施例,然后该基质可以被预热至自华氏 100 度至华

氏 250 度范围内的温度。此温度范围可以对应至该固化温度范围的低端,该预热步骤可以使该基质能够接近该树脂的固化温度在该树脂固化之前。

[0047] 一旦该基质在该固化温度内华氏 1、2、3、4、5、6、7、8、9、或 10 度,该温度可以被提高至该正常的固化温度范围,其可以落于具有下限和 / 或上限的范围。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 该上限可以选自华氏 225、230、235、240、245、250、255、260、265、270、275、280、285、290、295、300、305、310、315、320、325、330、335、340、345、350、355、360、365、370、375、380、385、390、395、400、405、410、415、420、425、430、435、440、445、450、455、460、465、470、475、480、485、490、495、和 500 度。例如,根据某些较佳的具体实施例,一旦该基质在该固化温度华氏 10 度内,该温度可以被提高至该正常的固化温度范围,其可以自华氏 250 度自华氏 450 度。一旦达固化温度,该温度可以被维持一段期间。该期间可以落于具有下限和 / 或上限的范围。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、和 30 分钟。例如,根据某些较佳的具体实施例,该期间可以自约 10 至 15 分钟。因为该基质通常已经达或接近该固化温度,这样温度的增加轻易地增加该基质的温度且使该树脂能够充分地键结至该基质。

[0048] 该超疏水粉末可以机械地结合至该树脂,因为在该固化过程中,该树脂部分地穿透进入其多孔奈米纹路结构。若该粉末在该固化温度产生固化,而未等待该基质变热,该基质的热质量和超疏水颗粒(如超疏水硅藻土)的绝热属性,将阻止该基质在该树脂固化前升温至该固化温度。该结果将会是未结合的超疏水树脂膜,其将容易地从基质掉落。

[0049] 涂覆过程

[0050] 用于将超疏水涂料涂覆至基质的方法可以包括提供用于超疏水涂料的前驱粉末的步骤。该前驱粉末可以具有多个超疏水颗粒。该超疏水颗粒可以具有包括孔洞的三维表面拓扑。该前驱粉末亦可以包括多个树脂颗粒。该树脂颗粒可以包括树脂材料其具有当被固化时,将该超疏水颗粒嵌入该树脂内,但不填满该超疏水颗粒的孔洞或完全覆盖该颗粒表面的能力。该前驱粉末被涂覆至该表面。该树脂被固化以结合该树脂至该表面以及将该超疏水颗粒嵌入该树脂中。

[0051] 该前驱粉末可以藉由喷涂(spray-on)过程涂覆。

[0052] 该前驱粉末可以藉由将热的基质浸入经掺合的树脂 / 超疏水粉末中涂覆,其将造成该掺合物包覆并固化在该基质上。该热的基质可以被维持在一个落于具有下限和 / 或上限的范围内的温度,该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自华氏 175、180、185、190、195、200、205、210、215、220、225、230、235、240、245、250、255、260、265、270、275、280、285、290、295、300、305、310、315、320、325、330、335、340、345、350、355、360、365、370、375、380、385、390、395、400、405、410、415、420、425、430、435、440、445、和 450 度。例如,根据某些较佳的具体实施例,该热的基质可以被维持在一个华氏 200 度至华氏 400 度的范围内的温度一段期间。该期间可以落于具有下限和 / 或上限的范围。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自 5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、和 30 分钟。例如,根据某些较佳的具体实施例,该期间可以自约 10 至 15 分钟。

[0053] 预热该基质可以是重要的,因为该超疏水硅酸盐粉末的热绝缘效果。干的粉末掺

合物包含热绝缘硅酸盐粉末（如 SHDE）这件事意指使该基质达促进固化的温度很可能会变得较困难。若该基质在该固化期限中被阻止到达该固化温度（因为该 SH 硅酸盐粉末掺合物）那么该涂料可能不会适当地键结至该基质。

[0054] 相同种类的涂料 / 固化可以由被一群旋流粉末 (swirling powder) 包住的热的基质而被完成。在此具体实施例中, 该热的基质可以被维持在一个落于具有下限和 / 或上限的范围内的温度。该范围可以包括或排除该下限和 / 或该上限。该下限和 / 或上限可以选自华氏 175、180、185、190、195、200、205、210、215、220、225、230、235、240、245、250、255、260、265、270、275、280、285、290、295、300、305、310、315、320、325、330、335、340、345、350、355、360、365、370、375、380、385、390、395、400、405、410、415、420、425、430、435、440、445、和 450 度。例如, 根据某些较佳的具体实施例, 该热的基质可以被维持在一个华氏 200 度至华氏 400 度的范围中的温度。

[0055] 对于沉淀该超疏水粉末有许多可能的变化。在仅具有一个涂覆步骤的过程中, 该干的粉末树脂和超疏水颗粒可以被掺合在一起。该超疏水颗粒可以是超疏水硅藻土 (SHDE), 但其它奈米结构的超疏水粉末可以被使用, 如硅酸盐奈米颗粒, 以及差分腐蚀亚稳态相分解的硼硅玻璃 (borosilicate glass) 粉末。不同种类的超疏水颗粒的混合物亦为可以接受的。

[0056] 树脂颗粒层可以在把该前驱粉末涂覆至该表面之前先被涂覆至该基质。该前驱粉末可以藉由静电喷涂过程被涂覆至该表面。

[0057] 更新过程 (Rejuvenation process)

[0058] 各种具体实施例有关更新超疏水表面的方法。该超疏水表面可以是根据前述的具体实施例中任一的表面。该超疏水表面可以根据前述的具体实施例中任一被制备。例如, 该超疏水表面可以包括树脂; 以及复数个超疏水颗粒。各超疏水颗粒可以具有定义多个孔洞的三维、奈米结构表面拓扑。至少部分该超疏水颗粒可以被嵌入该树脂内或化学地键结至该树脂以便被该树脂包围。根据各种具体实施例, 该树脂不填满该被嵌入的超疏水颗粒的孔洞以致该超疏水颗粒的三维表面拓扑被维持。该更新超疏水表面的方法可以包括简易地磨损该超疏水表面使该被嵌入的超疏水颗粒暴露。

[0059] 同样, 超疏水粉末颗粒, 像是超疏水硅藻土, 通常比可比较尺寸的树脂颗粒轻许多, 因为该超疏水粉末颗粒的高孔隙率和表面积。此外, 本发明所述的超疏水硅藻土粉末颗粒通常比典型树脂颗粒小许多。例如, 树脂粒度通常在直径约 30 微米至 100 微米间变动, 而超疏水硅藻土通常在直径 0.5 微米至 15 微米间变动。这意指相等体积的超疏水硅藻土和树脂粉末是由更多 SHDE 所构成且将包含更多重量的树脂。

[0060] 当一滴水被超疏水硅酸盐粉末包围时, 非常小的颗粒可以对该水滴稍微有黏性且产生这类粉末颗粒薄膜在该水滴表面上。这类被 SH 硅酸盐包覆的水滴被称为“水弹珠”(water marbles)。因为该 SH 粉末的互斥效果, 这些水弹珠一般将不会彼此结合。同样的效果可以发生在该固化粉末树脂, 根据各种具体实施例, 以形成树脂弹珠。各个树脂弹珠可以被多个超疏水颗粒包覆。在一些情况中, 树脂弹珠的形成是受欢迎的。树脂弹珠通常不能被键结至该基质或和其它树脂弹珠。在其它应用中, 树脂弹珠的形成应该被避免, 藉由限制和该树脂掺合的该超疏水颗粒 (例如, 硅酸盐粉末) 的量。

[0061] 为了避免或为了减少树脂弹珠的形成, 该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中

的比例可以选自按体积计, 1:1、1:1.25、1:1.5、1:1.75、1:2、1:2.25、1:2.5、1:2.75、1:3、1:3.25、1:3.5、1:3.75、1:4、1:4.25、1:4.5、1:4.75、1:5、1:5.25、1:5.5、1:5.75、1:6、1:6.25、1:6.5、1:6.75、1:7、1:7.25、1:7.5、1:7.75、1:8、1:8.25、1:8.5、1:8.75、1:9、1:9.25、1:9.5、1:9.75、1:10、1:10.25、1:10.5、1:10.75、1:11、1:11.25、1:11.5、1:11.75、1:12、1:12.25、1:12.5、1:12.75、1:13、1:13.25、1:13.5、1:13.75、1:14、1:14.25、1:14.5、1:14.75、1:15、1:15.25、1:15.5、1:15.75、1:16、1:16.25、1:16.5、1:16.75、1:17、1:17.25、1:17.5、1:17.75、1:18、1:18.25、1:18.5、1:18.75、1:19、1:19.25、1:19.5、1:19.75、1:20、1:20.25、1:20.5、1:20.75、1:21、1:21.25、1:21.5、1:21.75、1:22、1:22.25、1:22.5、1:22.75、1:23、1:23.25、1:23.5、1:23.75、1:24、1:24.25、1:24.5、1:24.75、和 1:25。例如, 根据某些较佳的具体实施例, 该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例可以介于按体积计为 1:8 和 1:15 之间, 对应至按重量计为约 1:3 和 1:10。该超疏水颗粒和树脂的比例可以介于按体积计为 1:1.5 和 1:5 之间, 或按体积计为约 1:4。

[0062] 该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例亦可以被表示为按重量计。为了避免或最小化树脂弹珠的形成, 该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例可以选自按重量计 1:1、1:1.25、1:1.5、1:1.75、1:2、1:2.25、1:2.5、1:2.75、1:3、1:3.25、1:3.5、1:3.75、1:4、1:4.25、1:4.5、1:4.75、1:5、1:5.25、1:5.5、1:5.75、1:6、1:6.25、1:6.5、1:6.75、1:7、1:7.25、1:7.5、1:7.75、1:8、1:8.25、1:8.5、1:8.75、1:9、1:9.25、1:9.5、1:9.75、1:10、1:10.25、1:10.5、1:10.75、1:11、1:11.25、1:11.5、1:11.75、1:12、1:12.25、1:12.5、1:12.75、1:13、1:13.25、1:13.5、1:13.75、1:14、1:14.25、1:14.5、1:14.75、1:15、1:15.25、1:15.5、1:15.75、1:16、1:16.25、1:16.5、1:16.75、1:17、1:17.25、1:17.5、1:17.75、1:18、1:18.25、1:18.5、1:18.75、1:19、1:19.25、1:19.5、1:19.75、1:20、1:20.25、1:20.5、1:20.75、1:21、1:21.25、1:21.5、1:21.75、1:22、1:22.25、1:22.5、1:22.75、1:23、1:23.25、1:23.5、1:23.75、1:24、1:24.25、1:24.5、1:24.75、和 1:25。例如, 该超疏水颗粒和树脂在该超疏水涂料中的比例可以按重量计为自约 1:3 至约 1:9。

[0063] 该较佳的比例随该树脂粒度和该超疏水粉末粒度两者而定。例如, 若具有 10 微米平均尺寸的超疏水颗粒被使用和具有 50 微米平均尺寸的树脂结合, 超疏水颗粒和树脂的较佳比例可以按重量计为约 1:8。若该超疏水颗粒更小, 例如, 直径 1.0 微米, 且该树脂为 50 微米, 超疏水颗粒和树脂的较佳比例可以按重量计为 1:20。换句话说, 若该超疏水颗粒具有较小直径, 那么为了避免或为了减少树脂弹珠的形成, 在重量基础上或在体积基础上, 将需要较少的超疏水颗粒。

[0064] 实施例

[0065] 实施例 1

[0066] DuPont 的 Vulcan Black 热固性干的树脂粉末被和超疏水硅藻土 (SHDE) 颗粒掺合。然后此掺合物被静电地喷涂至电气接地的基质 (通常为金属) 上。该硅酸盐系的粉末很好地接受并维持电荷, 事实上比该干的树脂粉末本身更好。一旦该经掺合的粉末被静电地附着至该接地的基质时, 该基质在烘箱中使用该粉末树脂的固化温度范围低端的温度加热。对该热固的 Vulcan Black 树脂, 该固化温度为华氏 320 度, 其较正常低温固化温度少约华氏 20 度。一般而言, 该固化温度可以比制造商建议的最低固化温度再低华氏 20 度。

[0067] SHDE 作为轻微的热绝缘剂。当经掺合的 SHDE 被涂覆至该基质时, 其将趋向抑制基

质变热。因此,当使用热固或热塑粉末树脂时,有必要在固化前预热该基质,以为了确保在固化时良好的树脂-至-基质黏附力(adhesion)。该预热步骤由加热该被包覆的基质至温度略少于该树脂固化温度的低端构成。低于该制造商建议的最低固化温度华氏 20 度的温度被使用。在 Vulcan Black (VB) 的情况中,华氏 320 度的预热温度被使用。该预热温度被维持一适合量的时间如 10 分钟。一旦该基质被预热,该烘箱温度被升至该正常固化温度(对 VB 而言,华氏 400 度,持续 20 分钟)。

[0068] 该基质和前驱粉末的加热可以藉由任何适合的方法。传导的或对流的加热是可以接受的,其中像辐射加热、微波(RF)加热、和核能加热亦有可能可以被使用。因为该基质已经接近该固化温度,此时温度方面的增加轻易地增加该金属基质温度并使该树脂能够充分地结合至该基质。

[0069] 实施例 2

[0070] 在第二变化中,使用二个粉末涂覆步骤的过程。

[0071] 该干的树脂粉末,根据实施例 1,在标准静电粉末包覆过程中被静电地喷涂至该基质。接着,SHDE/干的树脂前驱粉末掺合物被喷涂至该基质。一旦两层粉末层都被静电地黏附至该基质,这些层被一起以如前述的相同方法固化。这第二种方法提供良好的结合至该基质并增加全体涂料的耐用度,同时保持高质量的超疏水表面和一些抗磨损性。

[0072] 虽然这二种涂覆变化和步骤的相关设置反映了目前的处理步骤,其并无法被认为是包覆该基质的唯一方法。该前驱粉末可以被使用并被并入许多其它粉末包覆过程。

[0073] 若该基质在暴露该涂料至该固化温度前未被预热,该基质的热质量和 SHP 的绝热属性将会抑制该基质在该树脂固化之前恰当地加热至该固化温度。该结果将会是未键结的 SHP/树脂膜,其将容易地从该基质掉落。

[0074] 此过程的关键特征是该 SHP 实际上未化学地结合至该固化树脂这件事。在该树脂固化过程期间,该流动的树脂不是完全地使该超疏水颗粒,如超疏水硅藻土“湿润”。事实上,该超疏水颗粒实际上可以稍微排斥该固化树脂。此维持该超疏水颗粒的孔洞普遍未被堵塞并充满空气。但是,该固化树脂中的一些是流入该多孔的奈米纹路结构如孔洞。一旦固化,该进入该孔洞的树脂机械地保持该 SHP 于适当的位置,有效地使该超疏水颗粒键结至该表面并在该表面下。

[0075] 实施例 1 和 2 的结果

[0076] 使用实施例 1 和 2 中所述的经掺合的超疏水粉末包覆技术;铝和钢片都成功地被包覆,以及小的铝电源线段。

[0077] 基于这些结果,其应清楚的是任何金属(尤其是导电金属),可以被包覆。此外,藉由使用涂覆导电底漆涂料的标准粉末包覆技术,纸、木、布料、塑料等等已成功地被粉末包覆且因此可以由我们对这类粉末涂料的改善而使其超疏水。

[0078] 实施例 3

[0079] 超疏水硅藻土(SHDE)被和三部分(按重量计)的 DuPont 的热固树脂 Vulcan Black (VB) 掺合以静电地包覆电源线段。首先,以 VB 静电喷涂该电源线。然后,具有 3:1 体积比的 VB 和 SHDE 的掺合物,被静电地喷涂至该电源在线。

[0080] 该结合的涂料在摄氏 200 度持续 30 分钟被固化。该结果为良好结合的超疏水表面,即使当该外层被磨损掉其保持超疏水行为。根据美国材料试验协会(ASTM)D 4060 测

试标准的泰伯法耐磨试验 (Taber abrasion test), 显示在多达 400 (满载) 泰伯循环数 (Tabor cycle) 的超疏水行为。

[0081] 来自该泰伯法耐磨试验的结果被总结于表 1。

[0082]

泰伯循环数	以水滴接触角度
0	165°
10	160°
50	158°
100	158°
200	155°
300	153°
400	151°
450	135°

[0083] 图 1a 至 1f 为取自显示水滴在该经包覆的电源线滚落的视频的静止帧。这些静止帧证实该电源线被成功地造成超疏水。

[0084] 实施例 4

[0085] 各式包括树脂和多个超疏水颗粒的粉末掺合结合, 已经被成功地制造。这些包括聚酯 (TGIC) 树脂类, 像是 Vulcan Black、Oil Black (来自 DuPont)、和 Safety Yellow (来自 Valspar), 环氧树脂类像是来自 PPG 的 PCM90133Black 环氧粉末, 和含氟聚合物粉末树脂, 像是来自 PPG 的 PD800012Powder Duranar AAMA2605。

[0086] 这些树脂中全部被和 SHDE 掺合且进行超疏水行为的测试。该以上的树脂和相关的 SHDE 掺合物中全部能够被结合至各式各样的基质 (玻璃、木、和铝) 并展现多于 150 度的接触角度。在以全部上述树脂 /SHDE 掺合物包覆的经包覆的铝片上完成泰伯法耐磨测试。在泰伯循环超过 100 循环 (最小负荷), 超疏水性被保持在这些铝片上。

[0087] 一粉末掺合结合包括 3:1 和 4:1 的比例的 DuPont 的热固树脂 Vulcan Black (VB) 树脂和超疏水硅藻土 (SHDE)。发现当该树脂 :SHDE 的比例增加时 (即, 较低浓度的 SHDE), 该抗水性 (water repellency) 程度 (即接触角度) 减少, 但在所有 SHDE 浓度 (即使非常低的浓度), 一些增强的抗水性 (比起该基本的树脂) 被预期。在其它极端中 (即, 如树脂 :SHDE 比例接近 0, 即该掺合物全部是 SHDE), 大部分该 SHDE 粉末不会结合至该涂料, 除了在该 SHDE 层和该第一树脂涂覆层的界面。该结果是非常超疏水的表面而无许多耐用性。就是说, 小量的磨损将移除该表面结合 SHDE。一旦其被移除, 该表面便不再为超疏水。

[0088] 基于这些结果, 可以合理地推断出包括按体积计少至 5% SHDE 的掺合物可以导致良好的超疏水行为 (>150 度的接触角度)。随着该 SHDE 的被掺合比率增加, 抗水性增加。该 SHDE 和树脂的掺合亦创造了测定体积的 (volumetric) SH 的效果, 藉由轻微的磨损一些包覆材料的移除, 暴露新鲜 (未被完全地堵塞的) SHDE 材料且因此该经磨除表面维持 SH。

[0089] 导致良好超疏水行为的掺合物可以具有超疏水硅藻土的量按重量计自 1 至 90% 的范围内。较佳的掺合物可以包括按重量计自 10% 至 30% 的 SHDE 或按重量计自 10% 至 20% 的 SHP。为了此实例的目的,该术语“良好的超疏水行为”意指当该掺合物被涂覆至基质时根据各种具体实施例,该所致超疏水涂料具有以水滴的接触角度在自 150 度至 175 度的范围内,以及滚落角度 (roll-off angle) 在自 0.1 度至 15 度的范围内。

[0090] 实施例 5

[0091] 紫外光 (UV) 固化粉末树脂可以被涂覆和被掺合以如热固树脂和热塑树脂相同的方法,除了该紫外光固化树脂会使用 UV 辐射取代热以为了固化。因为该硅酸盐系的超疏水粉末,根据各种具体实施例,容易地传输紫外光辐射,将不会遭遇到固化降解 (curing degradation),当掺合 SHDE 和 UV 固化粉末时。UV 固化将需要该 UV 辐射穿透该被喷涂的树脂层足够远以为了固化全部的树脂层。因为该超疏水粉末,根据各种具体实施例,传输 (即,为不吸收) UV 辐射,任何会固化这些不含超疏水粉末的树脂的 UV 辐射,亦会固化包含超疏水粉末的相同的树脂层。

[0092] 为了举例说明的目的,前面的描述已经呈现本发明的较佳具体实施例。本发明不限于该被揭露的具体实施例。对该被揭露的具体实施例进行修饰和变化是可接受的,并落于本发明的范畴内。

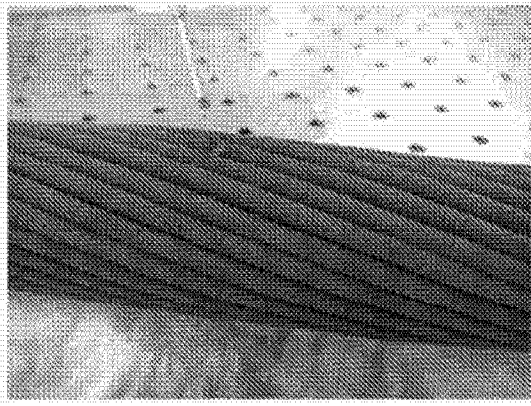


图 1a

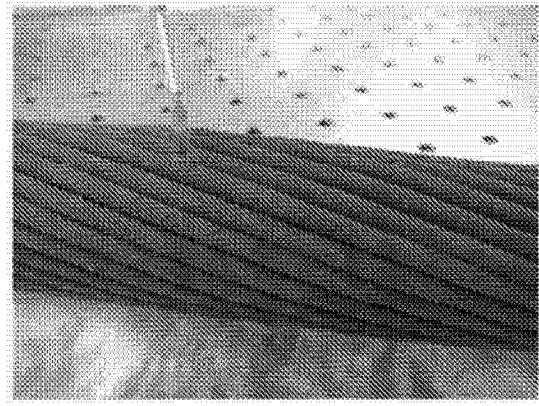


图 1b

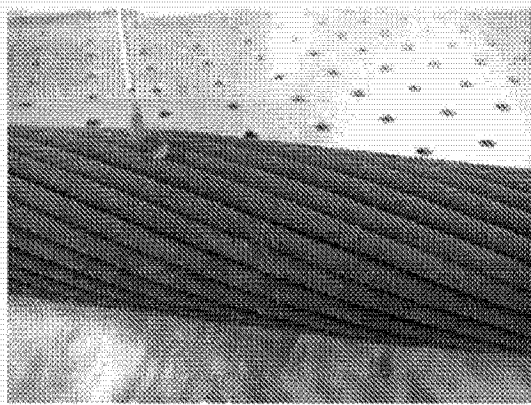


图 1c

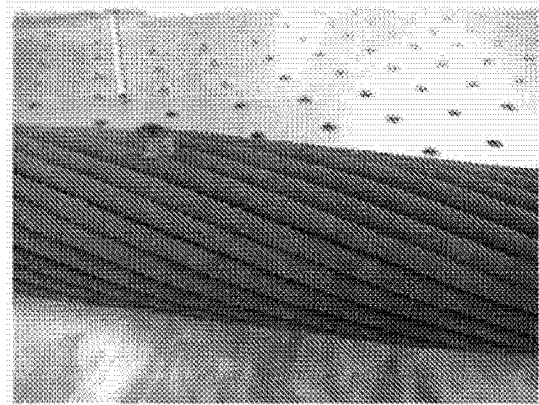


图 1d

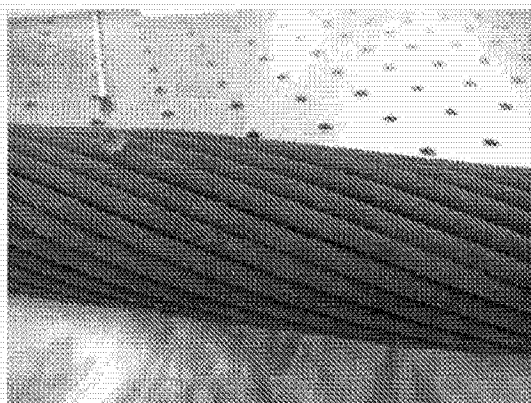


图 1e

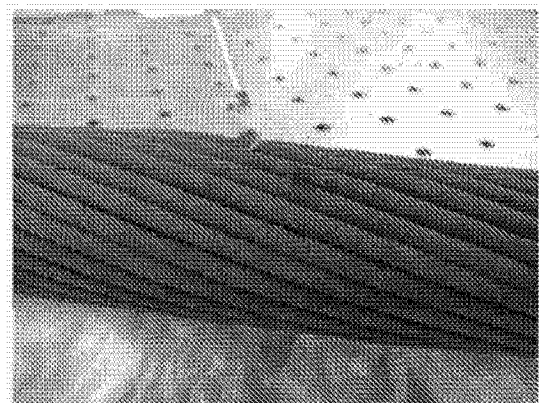


图 1f