



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101549552 B

(45) 授权公告日 2011.04.13

(21) 申请号 200910098094.X

(22) 申请日 2009.04.29

(73) 专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区朝晖六区

(72) 发明人 冯杰 钱欣 黄明达

(74) 专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公
司 33201

代理人 黄美娟 冷红梅

(51) Int. Cl.

B29C 59/02 (2006.01)

C23F 1/16 (2006.01)

审查员 王晓燕

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

以可控刻蚀金属表面为模板制备聚合物超疏水表面的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种以可控刻蚀的金属表面为模板制备聚合物超疏水表面的方法，所述方法包括：(1) 将金属表面清洗、干燥；(2) 将清洗过的金属浸入化学刻蚀液中，于 1～90℃、静置或搅拌速率 60～120r/min 下反应 1min～12h 后，取出去离子水洗净、干燥备用；(3) 以步骤 (2) 刻蚀过的金属表面为模板，将热塑性聚合物热压在模板表面，冷却、将成型的聚合物剥离得到具有超疏水表面的材料。本发明与现有的制备聚合物超疏水表面的方法相比具有工艺简单、模板可重复使用、成本低、制备过程中不使用有害有机溶剂、且可和工业上流延法生产薄膜的技术相结合等一系列优点，具有大规模生产的良好前景。

1. 一种以可控刻蚀的金属表面为模板制备聚合物超疏水表面的方法，所述方法包括：(1) 将金属表面清洗、干燥；(2) 将清洗过的金属浸入化学刻蚀液中，于 $1 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 、静置或搅拌速率 $60 \sim 120\text{r/min}$ 下反应 $1\text{min} \sim 12\text{h}$ 后，取出用去离子水洗净、干燥备用；所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 $10 \sim 1000\text{g/L}$ ， HCl $1 \sim 200\text{g/L}$ ， H_3PO_4 $0 \sim 100\text{g/L}$ ， H_2NCSNH_2 $0 \sim 10\text{g/L}$ ，溶剂为水；(3) 以步骤 (2) 刻蚀过的金属表面为模板，将热塑性聚合物热压在模板表面，冷却、将成型的聚合物剥离，得到具有超疏水表面的材料。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述步骤 (3) 热压为：将熔融的热塑性聚合物平压或辊压到平面或辊状的模板上，温度为 $150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 、压强 $10 \sim 500\text{g/cm}^2$ ，保持压强 $0.1\text{s} \sim 30\text{min}$ 。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： $200 \sim 1000\text{g/L}$ ， HCl ： $80 \sim 100\text{g/L}$ ， H_3PO_4 ： $20 \sim 100\text{g/L}$ ， H_2NCSNH_2 ： $4 \sim 10\text{g/L}$ ，溶剂为水。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： $10 \sim 800\text{g/L}$ ， HCl ： $80 \sim 200\text{g/L}$ ，溶剂为水。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述金属为不锈钢、黄铜或铝合金。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述热塑性聚合物为聚乙烯或聚丙烯。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述步骤 (1) 为：将金属放入去离子水中超声清洗表面污物，再以丙酮清洗去除表面有机杂质，最后以去离子水清洗，氮气吹干或者自然晾干。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于步骤 (3) 中聚合物热压后，冷却至聚合物的玻璃化温度以下再进行剥离。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述方法如下：

(1) 将金属放入去离子水中超声清洗表面污物，再以丙酮清洗去除表面有机杂质，最后以去离子水清洗，氮气吹干或者自然晾干，备用；所述金属为片状、块状或辊状的不锈钢、黄铜或铝合金；

(2) 将清洗过的金属浸入化学刻蚀液中，于 $1 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 、搅拌速率 $60 \sim 120\text{r/min}$ 下反应 $1\text{min} \sim 12\text{h}$ 后，取出去离子水洗净、干燥备用；所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： $200 \sim 1000\text{g/L}$ ， HCl ： $80 \sim 100\text{g/L}$ ， H_3PO_4 ： $20 \sim 100\text{g/L}$ ， H_2NCSNH_2 ： $4 \sim 10\text{g/L}$ ，溶剂为水；或者所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： $10 \sim 800\text{g/L}$ ， HCl ： $80 \sim 200\text{g/L}$ ，溶剂为水；

(3) 以步骤 (2) 刻蚀过的金属表面为模板，将熔融的热塑性聚合物平压或辊压到模板上，温度为 $180 \sim 220^{\circ}\text{C}$ 、压强 $10 \sim 50\text{g/cm}^2$ ，保持压强 $10 \sim 30\text{min}$ ，冷却至聚合物的 T_g 以下，将成型的聚合物剥离即得具有超疏水表面的材料；所述热塑性聚合物为聚乙烯或聚丙烯。

以可控刻蚀金属表面为模板制备聚合物超疏水表面的方法

(一) 技术领域

[0001] 本发明涉及一种以可控刻蚀的金属表面为模板制备聚合物超疏水表面的方法。

(二) 背景技术

[0002] 超疏水表面是指水滴在其上静态接触角 $\geq 150^\circ$ ，滚动角 $\leq 10^\circ$ 的表面。该类表面因在防雾、减阻、抗污染等方面有着广阔的应用前景而倍受关注。目前制备超疏水表面的方法有很多，如溶胶凝胶法、溶剂诱导相分离法、金属蚀刻法以及模板法等。其中模板法因具有大规模量产的应用前景，且简单、快速、环保而成为一个研究热点。

[0003] 有人利用表面含有特征微结构的聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 为弹性印章，热压微模塑制得了聚合物超疏水表面。由于弹性模板本身抗撕裂强度低、易老化、刚性不足而影响了其大规模应用。也有人利用金相砂纸、多孔氧化铝、电铸得到的镍为模板，制备出了聚合物超疏水表面，但在模板的耐用性、可重复性、模板制备的简便性方面还存在一些需要解决的问题。

(三) 发明内容

[0004] 本发明提供一种以可控刻蚀的金属表面为模板制备聚合物超疏水表面的方法。所得聚合物表面的水滴静态接触角 $\geq 150^\circ$ ，动态接触角稳定，滚动角 $\leq 10^\circ$ ，即只需稍微倾斜薄膜水滴即迅速滚落。

[0005] 本发明采用的技术方案是：

[0006] 一种以可控刻蚀的金属表面为模板制备聚合物超疏水表面的方法，所述方法包括：(1) 将金属表面清洗、干燥，备用；(2) 将清洗过的金属浸入化学刻蚀液中，于 $1 \sim 90^\circ\text{C}$ 、静置或搅拌速率 $60 \sim 120\text{r/min}$ 下反应 $1\text{min} \sim 12\text{h}$ 后，取出去离子水洗净、干燥备用；所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： $10 \sim 1000\text{g/L}$ ， HCl ： $1 \sim 200\text{g/L}$ ， H_3PO_4 ： $0 \sim 100\text{g/L}$ ， H_2NCSNH_2 ： $0 \sim 10\text{g/L}$ ，溶剂为水；(3) 以步骤(2)刻蚀过的金属表面为模板，将热塑性聚合物热压在模板表面，冷却、将成型的聚合物剥离得到具有超疏水表面的材料。

[0007] 具体的，所述步骤(3)热压为：将熔融的热塑性聚合物平压或辊压到平面或辊状的模板上，温度为 $150 \sim 300^\circ\text{C}$ 、压强 $10 \sim 500\text{g/cm}^2$ ，保持压强 $0.1\text{s} \sim 30\text{min}$ 。

[0008] 优选的，所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： $200 \sim 1000\text{g/L}$ ， HCl ： $80 \sim 100\text{g/L}$ ， H_3PO_4 ： $20 \sim 100\text{g/L}$ ， H_2NCSNH_2 ： $4 \sim 10\text{g/L}$ ，溶剂为水。

[0009] 具体的，所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： 600g/L ， HCl ： 80g/L ， H_3PO_4 ： 20g/L ， H_2NCSNH_2 ： 4g/L ，溶剂为水。

[0010] 或者，所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： 1000g/L ， HCl ： 80g/L ， H_3PO_4 ： 100g/L ， H_2NCSNH_2 ： 10g/L ，溶剂为水。

[0011] 或者，所述化学刻蚀液终浓度组成如下： FeCl_3 ： 200g/L ， HCl ： 100g/L ， H_3PO_4 ： 20g/L ， H_2NCSNH_2 ： 4g/L ，溶剂为水。

[0012] 优选的,所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 10 ~ 800g/L, HCl : 80 ~ 200g/L, 溶剂为水。

[0013] 具体的,所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 400g/L, HCl : 80g/L, 溶剂为水。

[0014] 或者,所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 60g/L, HCl : 80g/L, 溶剂为水。

[0015] 或者,所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 800g/L, HCl : 80g/L, 溶剂为水。

[0016] 或者,所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 10g/L, HCl : 200g/L, 溶剂为水。

[0017] 或者,所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 800g/L, HCl : 80g/L, 溶剂为水。

[0018] 所述金属可为本领域常规可进行化学刻蚀的金属,优选为不锈钢、黄铜或铝合金。

[0019] 所述热塑性聚合物为本领域常规可用于制备超疏水表面材料的热塑性聚合物,优选为聚乙烯或聚丙烯。

[0020] 具体的,所述步骤(1)为:将金属放入去离子水中超声清洗表面污物,再以丙酮清洗去除表面有机杂质,最后以去离子水清洗,氮气吹干或者自然晾干。

[0021] 优选的,步骤(3)中聚合物热压后,冷却至聚合物的玻璃化温度(T_g , 聚合物玻璃态到高弹态的转变温度称为玻璃化温度)以下再进行剥离。

[0022] 具体的,所述方法如下:

[0023] (1) 将金属放入去离子水中超声清洗表面污物,再以丙酮清洗去除表面有机杂质,最后以去离子水清洗,氮气吹干或者自然晾干,备用;所述金属为片状、块状或辊状的不锈钢、黄铜或铝合金;

[0024] (2) 将清洗过的金属浸入化学刻蚀液中,于 1 ~ 90℃、静置或搅拌速率 60 ~ 120r/min 下反应 1min ~ 12h 后,取出去离子水洗净、干燥备用;所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 200 ~ 1000g/L, HCl : 80 ~ 100g/L, H_3PO_4 : 20 ~ 100g/L, H_2NCSNH_2 : 4 ~ 10g/L, 溶剂为水;或者所述化学刻蚀液终浓度组成如下: FeCl_3 : 10 ~ 800g/L, HCl : 80 ~ 200g/L, 溶剂为水;

[0025] (3) 以步骤(2)刻蚀过的金属表面为模板,将熔融的热塑性聚合物平压或辊压到模板上,温度为 180 ~ 220℃、压强 10 ~ 50g/cm²,保持压强 10 ~ 30min,冷却至聚合物的 T_g 以下,将成型的聚合物剥离即得具有超疏水表面的材料;所述热塑性聚合物为聚乙烯或聚丙烯。

[0026] 现有技术中已有技术人员通过化学刻蚀黄铜、铝合金等方法成功具有粗糙结构的金属表面,并通过进一步的低表面能物质的化学修饰得到超疏水的金属表面。在此基础上,本发明进行了相应的改进:一方面是改进了刻蚀工艺,使金属模板更适合作为热压聚合物的模板,现有的化学刻蚀制备金属表面,是通过刻蚀金属,并进一步的化学修饰得到超疏水的金属表面,本发明是通过刻蚀金属,并将此金属运用于热压聚合物,得到超疏水的聚合物表面,本发明刻蚀金属是为了得到可以热压聚合物的模板;

此外所得金属模板的表面形貌不同，现有的制备金属超疏水表面是微纳二阶结构的金属表面，而本发明对所得之金属超疏水模板并不要求一定要有纳米结构；另外具体化学液的配方也不同：本发明在刻蚀液中独创性地加入了硫脲，相对于已有的静置化学刻蚀技术，本发明更考察了搅拌的因素，此外在具体的实例中综合考虑了各个因素的影响，制定相应的刻蚀条件，此条件均未在现有的化学刻蚀方法中有报道；另一方面是改进了聚合物的热压工艺，通过控制聚合物剥离过程中乳突的拉长来得到超疏水聚合物超疏水表面。

[0027] 本发明选用常用的工程用金属材料包括不锈钢、黄铜、铝合金等，通过可控的酸刻蚀工艺，制备了具有特殊粗糙表面的金属平板模和辊状模，并在此基础上，进一步创造性地应用热压微模塑工艺，制得了聚合物超疏水表面。本发明如结合工业上生产塑料薄膜的流延技术，可大规模生产聚合物超疏水表面。

[0028] 本发明与现有的制备聚合物超疏水表面的方法相比具有工艺简单、模板可重复使用、成本低、制备过程中不使用有害有机溶剂、且可和工业上流延法生产薄膜的技术相结合等一系列优点，具有大规模生产的良好前景。

（四）附图说明

[0029] 图 1 为实施例 1 中不锈钢表面及相应 LDPE 表面 FE-SEM 图和接触角图，其中 a、b、c 是不锈钢模板表面结构（逐级放大，下同），d、e、f 是 LDPE 膜表面结构。

[0030] 图 2 为实施例 2 中不锈钢表面及相应 PP 表面 FE-SEM 图和接触角图，其中 a、b、c 是不锈钢模板表面结构，d、e、f 是 PP 膜表面结构。

[0031] 图 3 为实施例 4 中黄铜表面及相应 LDPE 表面 FE-SEM 图和接触角图，其中 a、b、c 是黄铜模板表面结构，d、e、f 是 LDPE 膜表面结构。

[0032] 图 4 为实施例 5 中铝合金表面及相应 LDPE 表面 FE-SEM 图和接触角图，其中 a、b、c 是铝合金模板表面结构，d、e、f 是 LDPE 膜表面结构。

[0033] 图 5 为实施例 5 中不锈钢模板制备的 LDPE 膜接触角图。

[0034] 图 6 为实施例 6 中不锈钢模板制备的 LDPE 膜接触角图。

[0035] 图 7 为实施例 7 中黄铜模板制备的 LDPE 膜接触角图。

[0036] 图 8 为实施例 8 中黄铜模板制备的 LDPE 膜接触角图。

[0037] 图 9 为实施例 9 中铝合金模板制备的 LDPE 膜接触角图。

[0038] 图 10 为实施例 10 中铝合金模板制备的 LDPE 膜接触角图。

（五）具体实施方式

[0039] 下面结合具体实施例对本发明进行进一步描述，但本发明的保护范围并不限于此：

[0040] 实施例 1：

[0041] 将片状不锈钢（长宽：2×2cm，厚度：2.4mm）浸入去离子水中超声（40kHz，30min）清洗表面污物，再以丙酮清洗去除表面有机杂质，最后以去离子水清洗，自然晾干，备用；

[0042] 将清洗过的不锈钢放入 FeCl_3 ：600g/L， HCl ：80g/L， H_3PO_4 ：20g/L，

H_2NCSNH_2 : 4g/L 的水溶液中。在 30°C , 60r/min, 搅动 30min, 取出以去离子水洗净。不锈钢表面分布着数十至上百微米的凹坑, 每一个凹坑中又密集分布着宽约 $1\mu\text{m}$, 长度约为 $3\sim 5\mu\text{m}$ 的小坑 (图 1a、b、c)。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) (低密度聚乙烯, 上海石化, N220) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE 薄膜 (厚 : 0.6mm), 此膜很好地复制了不锈钢表面的结构, 密集分布着大量微米级亚微米级乳突 (图 1d、e、f)。与水的静态接触角为 $156.7\pm 2.3^\circ$, 滚动角 $\sim 5^\circ$ 。

[0043] 实施例 2 :

[0044] 将片状不锈钢 (长宽 : $2\times 2\text{cm}$, 厚度 : 2.4mm) 浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 自然晾干, 备用 ;

[0045] 将清洗过的不锈钢放入 FeCl_3 : 600g/L, HCl : 80g/L, H_3PO_4 : 20g/L, H_2NCSNH_2 : 4g/L 的水溶液中。在 50°C 下, 120r/min, 蚀刻 4h, 取出以去离子水洗净、烘干。此不锈钢表面被刻蚀的较为严重, 表面凹凸不平 (图 2a、b、c)。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 PP (0.5g) (聚丙烯, 中国镇海炼化, T30S) 10min, 冷却后剥离得到 PP (厚 : 0.6mm) 薄膜 (图 2d、e、f)。此 PP 薄膜表面大量分布着微米及亚微米的乳突。与水的接触角为 $150.6\pm 1.5^\circ$, 滚动角 $\sim 9^\circ$ 。

[0046] 实施例 3 :

[0047] 将片状黄铜 (长宽 : $2\times 2\text{cm}$, 厚度 : 3.1mm) 浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 氮气吹干, 备用 ;

[0048] 将清洗过的黄铜放入 FeCl_3 : 400g/L, HCl : 80g/L 的水溶液中静置蚀刻 1.5h, 取出以去离子水洗净、烘干。此黄铜片被刻蚀后表面均匀分布着大量数十微米的“岩石”状突起 (图 3a、b、c)。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE (厚 : 0.6mm) 薄膜。此薄膜表面均匀分布大量细长的乳突 (图 3d、e、f), 与水的接触角为 $152\pm 2.1^\circ$, 滚动角 $\sim 5^\circ$ 。

[0049] 实施例 4 :

[0050] 将片状 (长宽 : $2\times 2\text{cm}$, 厚度 : 1.1mm) 铝合金浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 自然晾干, 备用 ;

[0051] 将清洗过的铝合金放入 FeCl_3 : 400g/L, HCl : 80g/L 的水溶液中静置蚀刻 5min, 取出以去离子水洗净、烘干。此铝合金片分布着大量具有粗糙结构的小坑 (图 4a、b、c)。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE (厚 : 0.6mm) 薄膜 (图 4d、e、f)。与水的静态接触角达 $153.1\pm 1.8^\circ$, 滚动角 $\sim 6^\circ$ 。

[0052] 实施例 5 :

[0053] 将片状不锈钢 (长宽 : $2\times 2\text{cm}$, 厚度 : 2.4mm) 浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 自然晾干, 备用 ;

[0054] 将清洗过的不锈钢放入 FeCl_3 : 1000g/L, HCl : 80g/L, H_3PO_4 : 100g/L,

H_2NCSNH_2 : 10g/L 的水溶液中。在 40°C , 60r/min, 搅动 30min, 取出以去离子水洗净, 得相应不锈钢模板。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE 薄膜 (厚 : 0.6mm), 与水的静态接触角为 $156.7 \pm 2.3^\circ$, 滚动角 $\sim 5^\circ$ 。

[0055] 实施例 6 :

[0056] 将片状不锈钢 (长宽 : $2 \times 2\text{cm}$, 厚度 : 2.4mm) 浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 自然晾干, 备用 ;

[0057] 将清洗过的不锈钢放入 FeCl_3 : 200g/L, HCl : 100g/L, H_3PO_4 : 20g/L, H_2NCSNH_2 : 4g/L 的水溶液中。在静止条件下反应 12h, 取出以去离子水洗净, 得相应不锈钢模板。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE 薄膜 (厚 : 0.6mm), 与水的静态接触角为 $155.2 \pm 2.6^\circ$, 滚动角 $\sim 5^\circ$ 。

[0058] 实施例 7 :

[0059] 将片状黄铜 (长宽 : $2 \times 2\text{cm}$, 厚度 : 3.1mm) 浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 氮气吹干, 备用 ;

[0060] 将清洗过的黄铜放入 FeCl_3 : 60g/L, HCl : 80g/L 的水溶液中静置蚀刻 4h, 取出以去离子水洗净、烘干, 得相应黄铜模板。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE (厚 : 0.6mm) 薄膜。与水的接触角为 $154 \pm 3.2^\circ$, 滚动角 $\sim 6^\circ$ 。

[0061] 实施例 8 :

[0062] 将片状黄铜 (长宽 : $2 \times 2\text{cm}$, 厚度 : 3.1mm) 浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 氮气吹干, 备用 ;

[0063] 将清洗过的黄铜放入 FeCl_3 : 800g/L, HCl : 80g/L 的水溶液中静置蚀刻 20min, 取出以去离子水洗净、烘干, 得相应黄铜模板。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE (厚 : 0.6mm) 薄膜。与水的接触角为 $156 \pm 2.7^\circ$, 滚动角 $\sim 5^\circ$ 。

[0064] 实施例 9 :

[0065] 将片状 (长宽 : $2 \times 2\text{cm}$, 厚度 : 1.1mm) 铝合金浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 自然晾干, 备用 ;

[0066] 将清洗过的铝合金放入 FeCl_3 : 10g/L, HCl : 200g/L 的水溶液中静置蚀刻 10min, 取出以去离子水洗净、烘干。得相应铝合金模板。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE。与水的静态接触角达 $154.1 \pm 2.5^\circ$, 滚动角 $\sim 6^\circ$ 。

[0067] 实施例 10 :

[0068] 将片状 (长宽 : $2 \times 2\text{cm}$, 厚度 : 1.1mm) 铝合金浸入去离子水中超声 (40kHz, 30min) 清洗表面污物, 再以丙酮清洗去除表面有机杂质, 最后以去离子水清洗, 自然晾干, 备用 ;

[0069] 将清洗过的铝合金放入 FeCl_3 : 800g/L, HCl : 10g/L 的水溶液中静置蚀刻 1min, 取出以去离子水洗净、烘干, 得相应铝合金模板。在 180°C 、 $15\text{g}/\text{cm}^2$ 压强下熔融热压 LDPE (0.5g) 10min, 冷却后剥离得到 LDPE。与水的静态接触角达 $154.3 \pm 1.9^\circ$, 滚动角 $\sim 6^\circ$ 。

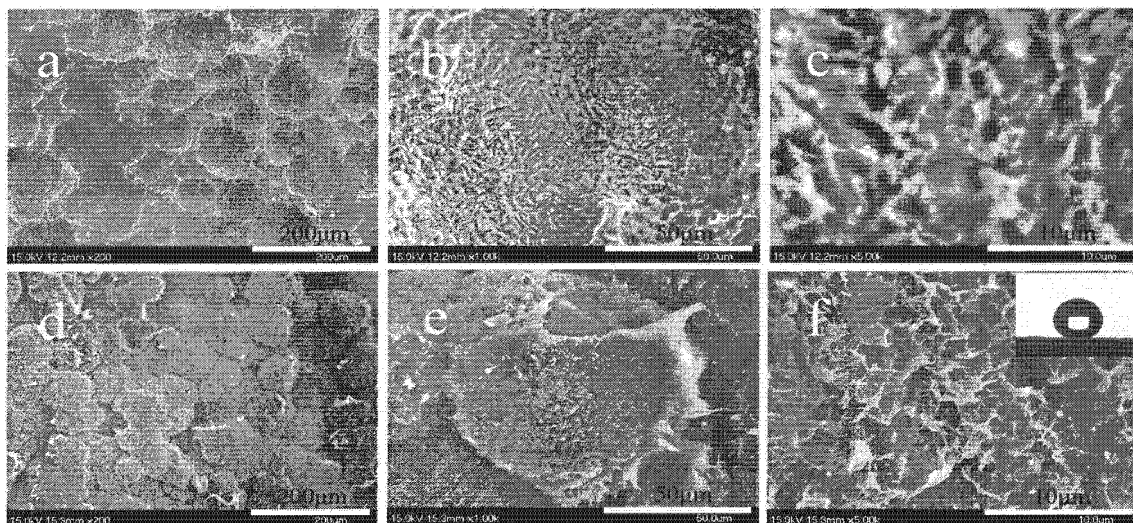


图 1

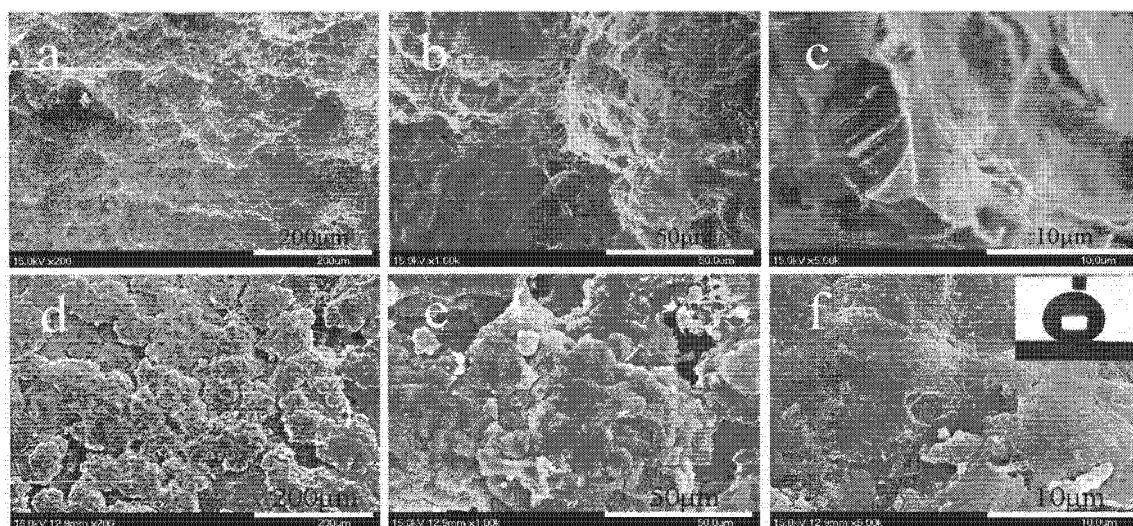


图 2

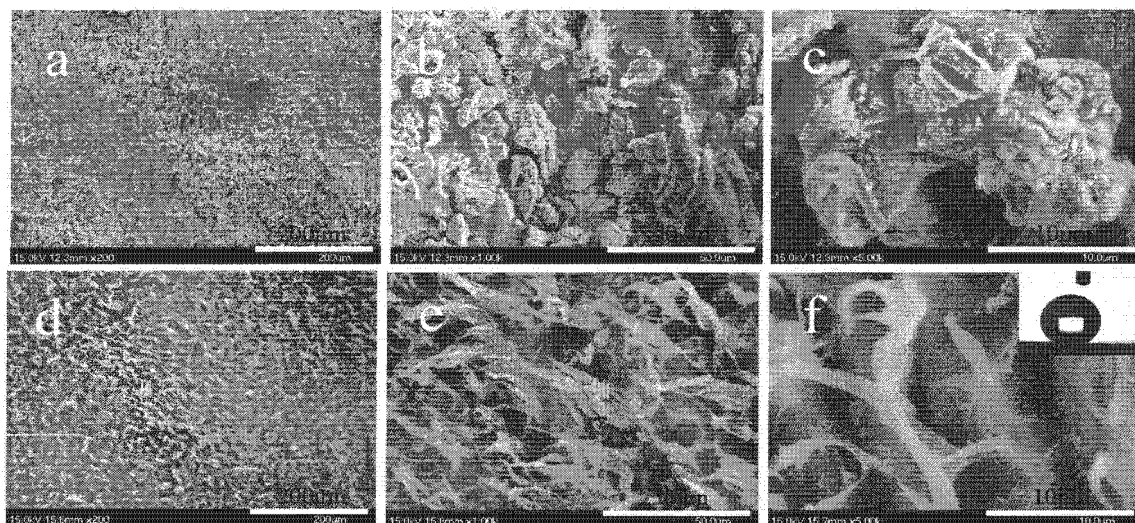


图 3

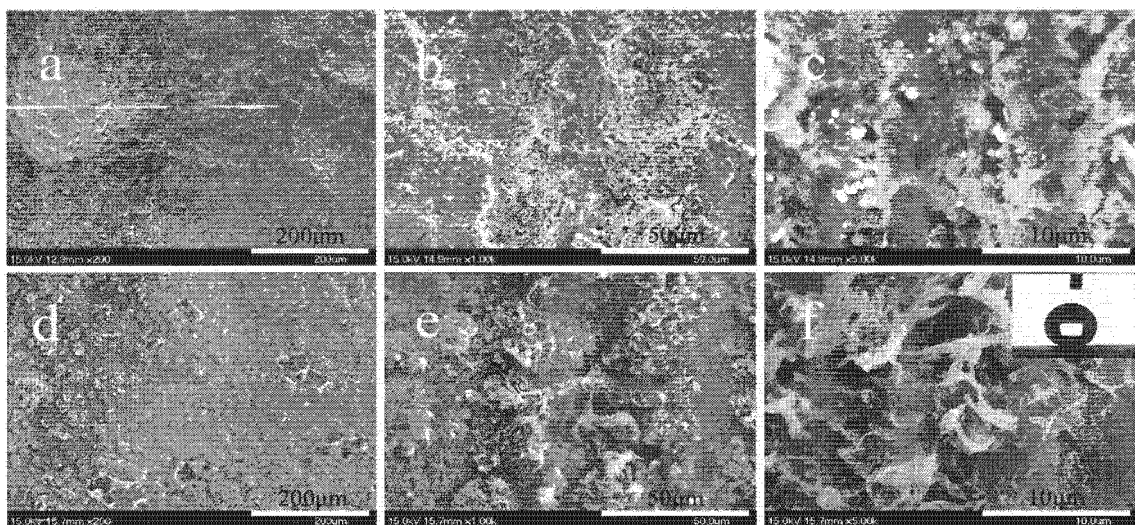


图 4

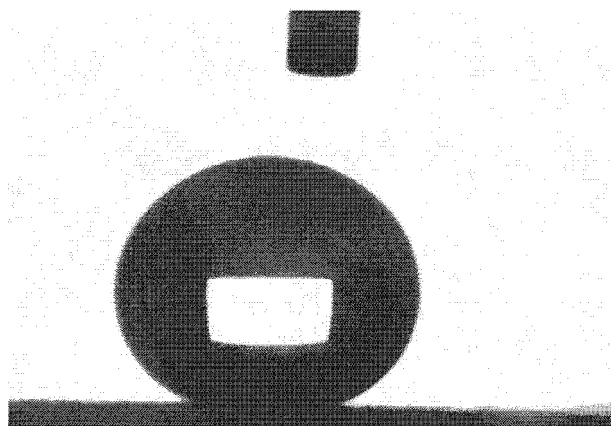


图 5

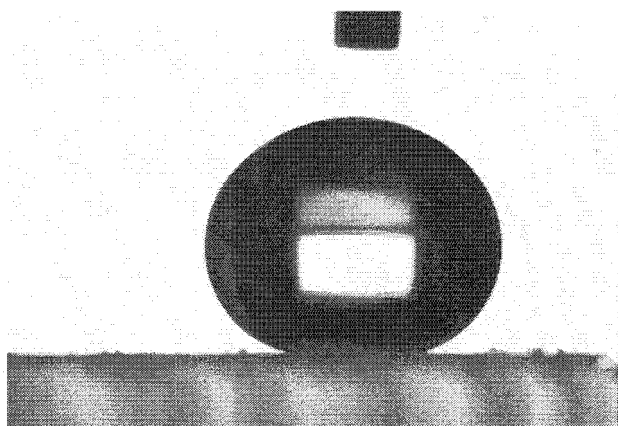


图 6

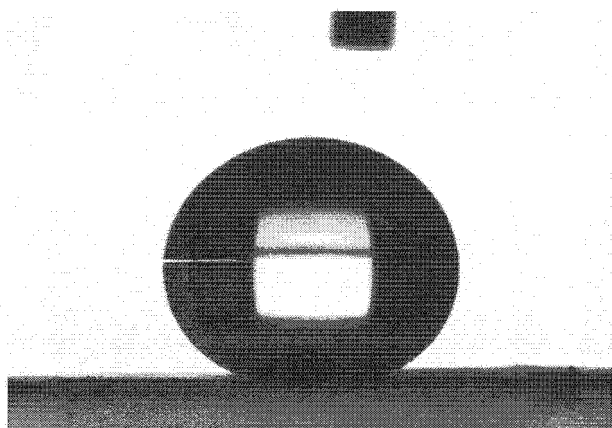


图 7

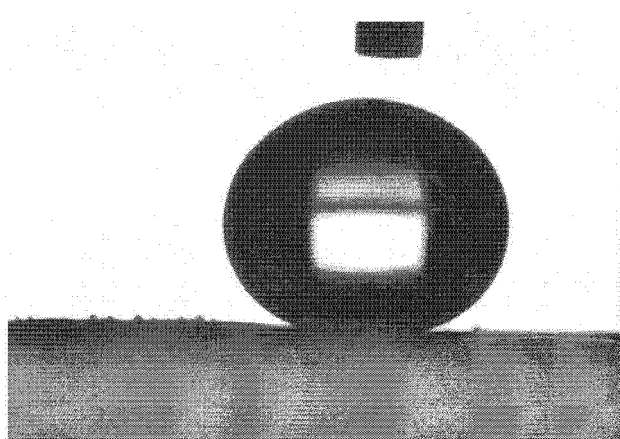


图 8

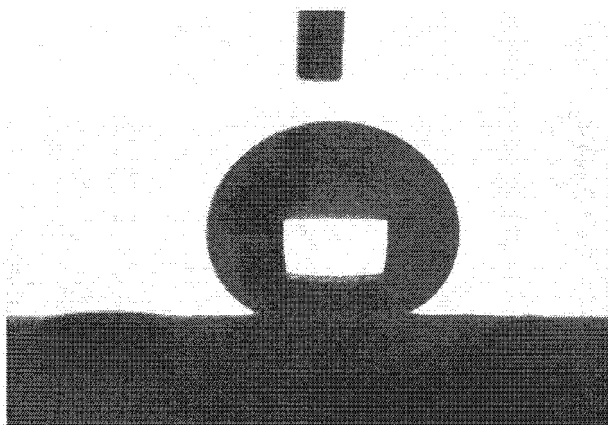


图 9

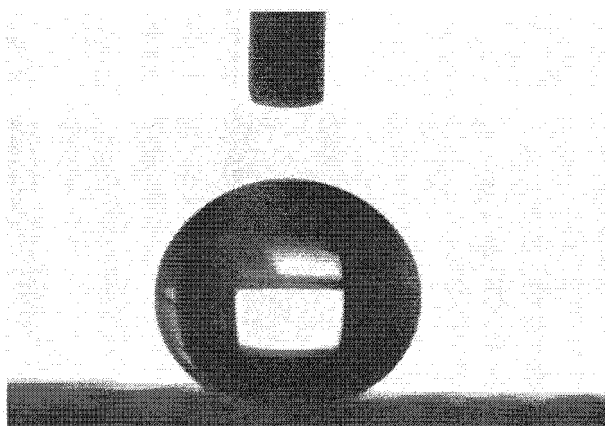


图 10