



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102757623 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201110114699. 0

C08K 5/05 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 04. 28

C08G 73/02 (2006. 01)

(73) 专利权人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市 1110 信箱

(56) 对比文件

CN 1410455 A, 2003. 04. 16, 说明书第 1 页末段至第 4 页第 1 段.

(72) 发明人 王化 王若溪 王磊 田兴友
郑康 胡坤

CN 1410475 A, 2003. 04. 16, 说明书第 2 页第 2-27 行.

(74) 专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务
所(普通合伙) 34118

审查员 岳瑞娟

代理人 任岗生 王挺

(51) Int. Cl.

C08L 67/02 (2006. 01)

C08L 79/02 (2006. 01)

C08K 7/00 (2006. 01)

C08K 3/04 (2006. 01)

C08K 5/01 (2006. 01)

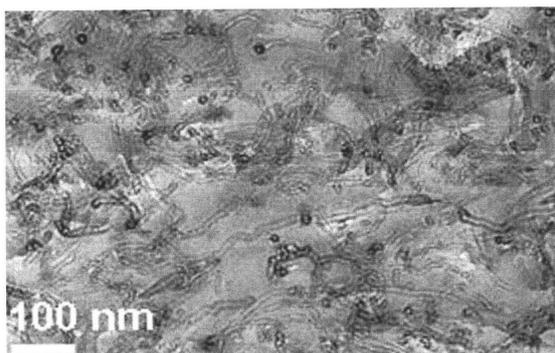
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法。它先将碳纳米管和苯胺依次混合搅拌和超声均化后,向其中加入助稳定剂,得到混合物,再将混合物加入乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化,得到细乳液;接着,先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌,得到掺杂液,再向掺杂液中滴加氧化剂水溶液,至少反应 4h 后,得到中间产物;之后,先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理,得到改性碳纳米管导电粉末,再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯熔融共混,制得由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。该法制得的目标产物中的碳纳米管的分散性好、与基体的相容性高、电导率调节范围宽。



1. 一种导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,包括熔融共混法,其特征在于完成步骤如下:

步骤1,先将碳纳米管和苯胺按照质量比为 $0.8 \sim 1.2 : 0.8 \sim 1.2$ 的比例依次混合搅拌和超声均化至少15min和10min后,向其中加入助稳定剂,其中,助稳定剂与苯胺之间的质量比为 $0.8 \sim 1.2 : 20 \sim 30$,助稳定剂为十六烷,或十六醇,得到混合物,再将混合物加入浓度为 $0.0075 \sim 0.0079 \text{mol/L}$ 的乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化至少15min和10min,其中,乳化剂与混合物中的苯胺之间的质量比为 $0.8 \sim 1.2 : 20 \sim 30$,得到细乳液;

步骤2,先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌至少10min,其中,质子酸与细乳液中的苯胺之间的摩尔比为 $0.8 \sim 1.2 : 0.8 \sim 1.2$,得到掺杂液,再向掺杂液中滴加浓度为 $5 \sim 5.4 \text{mol/L}$ 的氧化剂水溶液,其中,氧化剂与掺杂液中的苯胺之间的摩尔比为 $0.8 \sim 1.2 : 0.8 \sim 1.2$,至少反应4h后,得到中间产物;

步骤3,先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理,得到改性碳纳米管导电粉末,再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯按照质量比为 $1 \sim 10 : 100$ 的比例熔融共混,制得由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

2. 根据权利要求1所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是碳纳米管的管直径为 $10 \sim 30 \text{nm}$ 、管长为 $2 \sim 30 \mu \text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是乳化剂为十六烷基硫酸钠,或十六烷基苯磺酸钠,或辛基酚聚氧乙烯醚,或十六烷基三甲基溴化铵。

4. 根据权利要求1所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是质子酸为盐酸,或硫酸,或磷酸,或十二烷基苯磺酸。

5. 根据权利要求4所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是盐酸水溶液的浓度为 $0.5 \sim 1.5 \text{mol/L}$ 。

6. 根据权利要求1所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是氧化剂为过硫酸铵,或过氧化氢,或高锰酸钾。

7. 根据权利要求1所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是离心处理时的转速为 $3000 \sim 5000 \text{r/min}$ 、时间为 $1 \sim 3 \text{min}$ 。

8. 根据权利要求1所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是洗涤处理为分别使用乙醇和水各清洗3次。

9. 根据权利要求1所述的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法,其特征是干燥处理时的温度为 $70 \sim 90^\circ\text{C}$ 、时间为 $10 \sim 20 \text{h}$ 。

导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合材料的制备方法,尤其是一种导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法。

背景技术

[0002] 聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 由于具有强度高、经久不变形、耐磨耐热和对气体的阻隔性能好等优点,在纤维、包装、工程塑料等领域得到了广泛的应用,成为国民经济的支柱产业之一。然而, PET 主链主要以共价键结合、少极性基团,在接触和摩擦过程中容易产生和聚集静电荷,这就给 PET 的加工、应用带来很多麻烦:使 PET 制品易吸附尘埃,影响外观;加工表面积较大的 PET 薄膜时,静电荷产生的力阻碍了薄膜的收卷;当 PET 应用于电子产品时,若静电荷容量达到一定值,还会因为放电而引发不安全事故。若要解决这些问题,就必须赋予 PET 导电或抗静电功能。导电 PET 可以用于制备军用服装、电磁屏蔽织物、有机光导板以及光电转换元件等,市场前景广阔。

[0003] 自碳纳米管优良的电化学特性被发现以后,它就充当了填充材料,使复合材料的导电性能、力学性能、稳定性得到了较大的提高。碳纳米管的众多优异性能使其在复合材料中起到了多方面的作用:超强的力学性能可以极大改善复合材料的强度和韧性;独特的导电和光电性能可以改善聚合物材料的电导率和制备新型的光电聚合物复合材料;其独特结构可以制备金属或金属氧化物填充的一维纳米复合材料。然而,碳纳米管束间有较强的范德华力作用,使得碳纳米管本身容易聚集成束,互相缠绕,形成团聚结构。此外,碳纳米管表面缺少极性基团,与聚合物基体间亲和力很弱。

[0004] 基于以上因素,人们为了获得导电 PET 作出了不懈的努力,如在 2003 年 4 月 16 日公开的中国发明专利申请公开说明书 CN 1410475A 中披露的一种“聚合物/碳纳米管复合粉体及其固相剪切分散的制备方法”;该公开说明书中的复合粉体的原料为聚合物(可选自 PET)、碳纳米管和分散剂,制备方法为借助表面活性剂的分散作用直接将碳纳米管分散进入聚合物基体中赋予其导电性。但是,无论是复合粉体,还是其制备方法,都存在着不足之处,首先,因未对碳纳米管作任何改性处理,故其仍极易团聚、缠绕,且与聚合物基体之间的结合较差;其次,表面活性剂不具备导电性,易于碳纳米管的表面覆盖上一层绝缘层,从而降低碳纳米管的导电性;再次,制备方法未能制得碳纳米管的分散性好、与基体之间的相容性得到改善的最终产物。为解决碳纳米管在聚合物基体中的分散和取向问题,2003 年 4 月 16 日公开的中国发明专利申请公开说明书 CN 1410455A 中披露了一种“聚合物/碳纳米管复合乳液及其原位乳液聚合的制备方法”;其中的复合乳液的原料为单体(可选苯胺作为聚合单体)、碳纳米管、水、表面活性剂、引发剂、pH 调节剂,制备方法采用乳液聚合来对碳纳米管进行改性。然而,结果也难尽人意,其缘由为乳液聚合不是原位聚合方式,不能保证聚苯胺始终以碳纳米管为模板进行原位聚合,从而实现碳纳米管的均匀分散,这或许是该专利申请文件中未见相关数据报道的原因之一。此外,制备方法也较繁杂,制备过程中还需提供氮气保护。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题为克服上述各种技术方案的局限性,提供一种目标产物中的碳纳米管的分散性好、与基体的相容性高、电导率调节范围宽的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法

[0006] 为解决本发明的技术问题,所采用的技术方案为:导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法包括熔融共混法,特别是完成步骤如下:

[0007] 步骤 1,先将碳纳米管和苯胺按照质量比为 $0.8 \sim 1.2 : 0.8 \sim 1.2$ 的比例依次混合搅拌和超声均化至少 15min 和 10min 后,向其中加入助稳定剂,其中,助稳定剂与苯胺之间的质量比为 $0.8 \sim 1.2 : 20 \sim 30$,得到混合物,再将混合物加入浓度为 $0.0075 \sim 0.0079\text{mol/L}$ 的乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化至少 15min 和 10min,其中,乳化剂与混合物中的苯胺之间的质量比为 $0.8 \sim 1.2 : 20 \sim 30$,得到细乳液;

[0008] 步骤 2,先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌至少 10min,其中,质子酸与细乳液中的苯胺之间的摩尔比为 $0.8 \sim 1.2 : 0.8 \sim 1.2$,得到掺杂液,再向掺杂液中滴加浓度为 $5 \sim 5.4\text{mol/L}$ 的氧化剂水溶液,其中,氧化剂与掺杂液中的苯胺之间的摩尔比为 $0.8 \sim 1.2 : 0.8 \sim 1.2$,至少反应 4h 后,得到中间产物;

[0009] 步骤 3,先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理,得到改性碳纳米管导电粉末,再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯按照质量比为 $1 \sim 10 : 100$ 的比例熔融共混,制得由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

[0010] 作为导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法的进一步改进,所述的碳纳米管的管直径为 $10 \sim 30\text{nm}$ 、管长为 $2 \sim 30\mu\text{m}$;所述的助稳定剂为十六烷,或十六醇;所述的乳化剂为十六烷基硫酸钠,或十六烷基苯磺酸钠,或辛基酚聚氧乙烯醚,或十六烷基三甲基溴化铵;所述的质子酸为盐酸,或硫酸,或磷酸,或十二烷基苯磺酸;所述的盐酸水溶液的浓度为 $0.5 \sim 1.5\text{mol/L}$;所述的氧化剂为过硫酸铵,或过氧化氢,或高锰酸钾;所述的离心处理时的转速为 $3000 \sim 5000\text{r/min}$ 、时间为 $1 \sim 3\text{min}$;所述的洗涤处理为分别使用乙醇和水各清洗 3 次;所述的干燥处理时的温度为 $70 \sim 90^\circ\text{C}$ 、时间为 $10 \sim 20\text{h}$ 。

[0011] 相对于现有技术的有益效果是,其一,对制得的目标产物分别使用透射电镜、X 射线衍射仪和四探针电阻率测试仪进行表征,由其结果可知,目标产物为粉块状,其由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管按照质量比为 $100 : 1 \sim 10 : 1 \sim 10$ 的比例构成;其中,聚对苯二甲酸乙二醇酯与聚苯胺之间为相似相容结合,聚苯胺与碳纳米管之间以共轭连接。目标产物的电导率为 $10^{-2} \sim 10^{-13}\text{S/cm}$ 。其二,制备方法科学、有效,既充分地利用了聚苯胺本身是导电高分子,具有导电性,不会像表面活性剂那样易于碳纳米管表面覆上一层绝缘层,又有效地发挥了聚苯胺与碳纳米管之间存在的 $\pi-\pi$ 共轭作用,来显著地改善碳纳米管的分散性,还利用了聚苯胺与对苯二甲酸乙二醇酯之间相似的结构使两者的相容性大大地提高,更由于采用了原位聚合方式——细乳液聚合法,确保了聚苯胺得以自始至终地以碳纳米管为模板进行原位聚合,从而大大地提高了碳纳米管的分散性,极大地增强了碳纳米管与聚对苯二甲酸乙二醇酯之间界面的结合力。此外,聚苯胺与碳纳米管的充分接触还进一步地促进了碳纳米管外壁与聚苯胺之间的 $\pi-\pi$ 共轭作用,极有利于目标产物

电导率的提高。另外,制备方法中的细乳液聚合体系中引入的助稳定剂,有着抑制单体的迁移作用,且细乳液的配制还历经了乳化、超声均化等过程,不仅增强了体系的稳定性、减少了乳化剂用量,还更有利于碳纳米管与聚苯胺的结合;同时,制备方法还有着操作简单、反应条件温和,适于大规模工业化生产的优点。

[0012] 作为有益效果的进一步体现,一是碳纳米管的管直径优选为 10 ~ 30nm、管长优选为 2 ~ 30 μm ,适于通常情况下的实际应用;二是助稳定剂优选为十六烷,或十六醇,乳化剂优选为十六烷基硫酸钠,或十六烷基苯磺酸钠,或辛基酚聚氧乙烯醚,或十六烷基三甲基溴化铵,质子酸优选为盐酸,或硫酸,或磷酸,或十二烷基苯磺酸,其中的盐酸水溶液的浓度优选为 0.5 ~ 1.5mol/L,氧化剂优选为过硫酸铵,或过氧化氢,或高锰酸钾,不仅使得原料的来源较为丰富,还使制备工艺更易实施且灵活;三是离心处理时的转速优选为 3000 ~ 5000r/min、时间优选为 1 ~ 3min,易于由中间产物中分离出沉淀物;四是洗涤处理优选为分别使用乙醇和水各清洗 3 次,利于沉淀物中杂质的去除;五是干燥处理时的温度优选为 70 ~ 90 $^{\circ}\text{C}$ 、时间优选为 10 ~ 20h,即可在较低的温度下,以较短的时间制得较高品质的目标产物。

附图说明

[0013] 下面结合附图对本发明的优选方式作进一步详细的描述。

[0014] 图 1 是对得到的改性碳纳米管导电粉末使用透射电镜 (TEM) 进行表征的结果之一。由该 TEM 照片可看出,碳纳米管的分散性得到了明显的改善。

[0015] 图 2 是对制得的目标产物的切片使用透射电镜进行表征的结果之一。由该 TEM 照片可看出,碳纳米管的分散性非常好,且相互之间已形成了较致密的导电网络。

具体实施方式

[0016] 首先从市场购得或用常规方法制得:

[0017] 管直径为 10 ~ 30nm、管长为 2 ~ 30 μm 的碳纳米管;以及作为助稳定剂的十六烷和十六醇;作为乳化剂的十六烷基硫酸钠、十六烷基苯磺酸钠、辛基酚聚氧乙烯醚和十六烷基三甲基溴化铵;作为质子酸的盐酸、硫酸、磷酸和十二烷基苯磺酸,其中,盐酸水溶液的浓度为 0.5 ~ 1.5mol/L;作为氧化剂的过硫酸铵、过氧化氢和高锰酸钾。

[0018] 接着,

[0019] 实施例 1

[0020] 步骤 1,先将碳纳米管和苯胺按照质量比为 0.8 : 1.2 的比例依次混合搅拌和超声均化 15min 和 14min 后,向其中加入助稳定剂;其中,助稳定剂为十六烷,其与苯胺之间的质量比为 0.8 : 30,得到混合物。再将混合物加入浓度为 0.0075mol/L 的乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化 15min 和 14min;其中,乳化剂为十六烷基硫酸钠,其与混合物中的苯胺之间的质量比为 0.8 : 30,得到细乳液。

[0021] 步骤 2,先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌 10min;其中,质子酸为浓度为 1.5mol/L 的盐酸,其与细乳液中的苯胺之间的摩尔比为 0.8 : 1.2,得到掺杂液。再向掺杂液中滴加浓度为 5mol/L 的氧化剂水溶液;其中,氧化剂为过硫酸铵,其与掺杂液中的苯胺之间的摩尔比为 0.8 : 1.2。反应 4h 后,得到中间产物。

[0022] 步骤 3, 先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理;其中,离心处理时的转速为 3000r/min、时间为 3min,洗涤处理为分别使用乙醇和水各清洗 3 次,干燥处理时的温度为 70℃、时间为 20h,得到近似于图 1 所示的改性碳纳米管导电粉末。再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯按照质量比为 1 : 100 的比例熔融共混,制得近似于图 2 所示的由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

[0023] 实施例 2

[0024] 步骤 1, 先将碳纳米管和苯胺按照质量比为 0.9 : 1.1 的比例依次混合搅拌和超声均化 16min 和 13min 后,向其中加入助稳定剂;其中,助稳定剂为十六烷,其与苯胺之间的质量比为 0.9 : 28,得到混合物。再将混合物加入浓度为 0.0076mol/L 的乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化 16min 和 13min;其中,乳化剂为十六烷基硫酸钠,其与混合物中的苯胺之间的质量比为 0.9 : 28,得到细乳液。

[0025] 步骤 2, 先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌 11min;其中,质子酸为浓度为 0.8mol/L 的盐酸,其与细乳液中的苯胺之间的摩尔比为 0.9 : 1.1,得到掺杂液。再向掺杂液中滴加浓度为 5.1mol/L 的氧化剂水溶液;其中,氧化剂为过硫酸铵,其与掺杂液中的苯胺之间的摩尔比为 0.9 : 1.1。反应 4.5h 后,得到中间产物。

[0026] 步骤 3, 先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理;其中,离心处理时的转速为 3500r/min、时间为 2.5min,洗涤处理为分别使用乙醇和水各清洗 3 次,干燥处理时的温度为 75℃、时间为 18h,得到近似于图 1 所示的改性碳纳米管导电粉末。再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯按照质量比为 2.5 : 100 的比例熔融共混,制得近似于图 2 所示的由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

[0027] 实施例 3

[0028] 步骤 1, 先将碳纳米管和苯胺按照质量比为 1 : 1 的比例依次混合搅拌和超声均化 17min 和 12min 后,向其中加入助稳定剂;其中,助稳定剂为十六烷,其与苯胺之间的质量比为 1 : 25,得到混合物。再将混合物加入浓度为 0.0077mol/L 的乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化 17min 和 12min;其中,乳化剂为十六烷基硫酸钠,其与混合物中的苯胺之间的质量比为 1 : 25,得到细乳液。

[0029] 步骤 2, 先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌 12min;其中,质子酸为浓度为 1mol/L 的盐酸,其与细乳液中的苯胺之间的摩尔比为 1 : 1,得到掺杂液。再向掺杂液中滴加浓度为 5.2mol/L 的氧化剂水溶液;其中,氧化剂为过硫酸铵,其与掺杂液中的苯胺之间的摩尔比为 1 : 1。反应 5h 后,得到中间产物。

[0030] 步骤 3, 先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理;其中,离心处理时的转速为 4000r/min、时间为 2min,洗涤处理为分别使用乙醇和水各清洗 3 次,干燥处理时的温度为 80℃、时间为 15h,得到如图 1 所示的改性碳纳米管导电粉末。再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯按照质量比为 5 : 100 的比例熔融共混,制得如图 2 所示的由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

[0031] 实施例 4

[0032] 步骤 1, 先将碳纳米管和苯胺按照质量比为 1.1 : 0.9 的比例依次混合搅拌和超声

均化 18min 和 11min 后,向其中加入助稳定剂;其中,助稳定剂为十六烷,其与苯胺之间的质量比为 1.1 : 23,得到混合物。再将混合物加入浓度为 0.0078mol/L 的乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化 18min 和 11min;其中,乳化剂为十六烷基硫酸钠,其与混合物中的苯胺之间的质量比为 1.1 : 23,得到细乳液。

[0033] 步骤 2,先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌 13min;其中,质子酸为浓度为 1.3mol/L 的盐酸,其与细乳液中的苯胺之间的摩尔比为 1.1 : 0.9,得到掺杂液。再向掺杂液中滴加浓度为 5.3mol/L 的氧化剂水溶液;其中,氧化剂为过硫酸铵,其与掺杂液中的苯胺之间的摩尔比为 1.1 : 0.9。反应 5.5h 后,得到中间产物。

[0034] 步骤 3,先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理;其中,离心处理时的转速为 4500r/min、时间为 1.5min,洗涤处理为分别使用乙醇和水各清洗 3 次,干燥处理时的温度为 85℃、时间为 13h,得到近似于图 1 所示的改性碳纳米管导电粉末。再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯按照质量比为 7.5 : 100 的比例熔融共混,制得近似于图 2 所示的由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

[0035] 实施例 5

[0036] 步骤 1,先将碳纳米管和苯胺按照质量比为 1.2 : 0.8 的比例依次混合搅拌和超声均化 19min 和 10min 后,向其中加入助稳定剂;其中,助稳定剂为十六烷,其与苯胺之间的质量比为 1.2 : 20,得到混合物。再将混合物加入浓度为 0.0079mol/L 的乳化剂水溶液中依次搅拌和超声均化 19min 和 10min;其中,乳化剂为十六烷基硫酸钠,其与混合物中的苯胺之间的质量比为 1.2 : 20,得到细乳液。

[0037] 步骤 2,先向细乳液中加入质子酸水溶液后搅拌 14min;其中,质子酸为浓度为 1.5mol/L 的盐酸,其与细乳液中的苯胺之间的摩尔比为 1.2 : 0.8,得到掺杂液。再向掺杂液中滴加浓度为 5.4mol/L 的氧化剂水溶液;其中,氧化剂为过硫酸铵,其与掺杂液中的苯胺之间的摩尔比为 1.2 : 0.8。反应 6h 后,得到中间产物。

[0038] 步骤 3,先对中间产物进行离心、洗涤和干燥的处理;其中,离心处理时的转速为 5000r/min、时间为 1min,洗涤处理为分别使用乙醇和水各清洗 3 次,干燥处理时的温度为 90℃、时间为 10h,得到近似于图 1 所示的改性碳纳米管导电粉末。再将改性碳纳米管导电粉末与聚对苯二甲酸乙二醇酯按照质量比为 10 : 100 的比例熔融共混,制得近似于图 2 所示的由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

[0039] 再分别选用作为助稳定剂的十六烷或十六醇,作为乳化剂的十六烷基硫酸钠或十六烷基苯磺酸钠或辛基酚聚氧乙烯醚或十六烷基三甲基溴化铵,作为质子酸的盐酸或硫酸或磷酸或十二烷基苯磺酸,作为氧化剂的过硫酸铵或过氧化氢或高锰酸钾,重复上述实施例 1 ~ 5,同样制得了如或近似于图 2 所示的由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯胺和碳纳米管组成的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料。

[0040] 显然,本领域的技术人员可以对本发明的导电聚对苯二甲酸乙二醇酯复合材料的制备方法进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若对本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

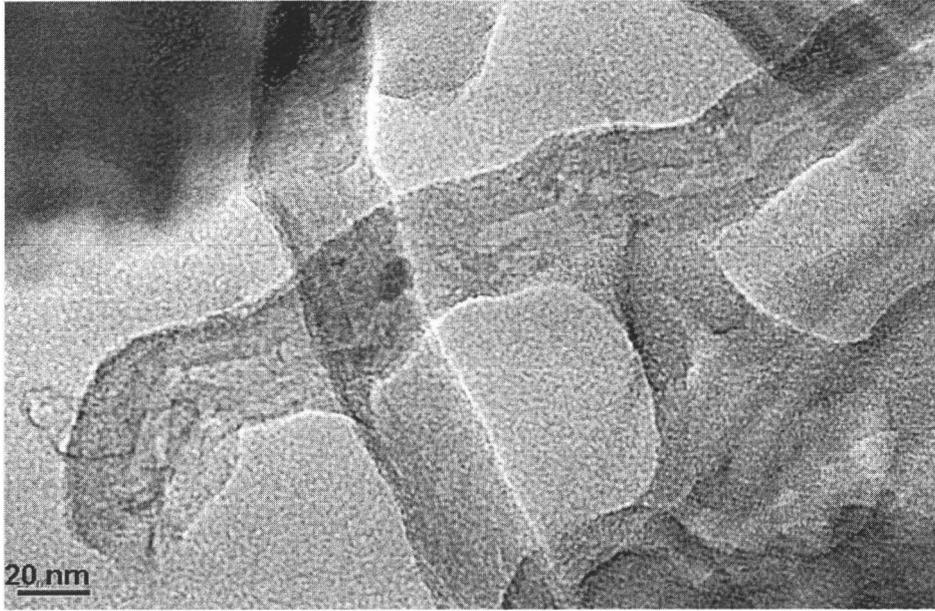


图 1

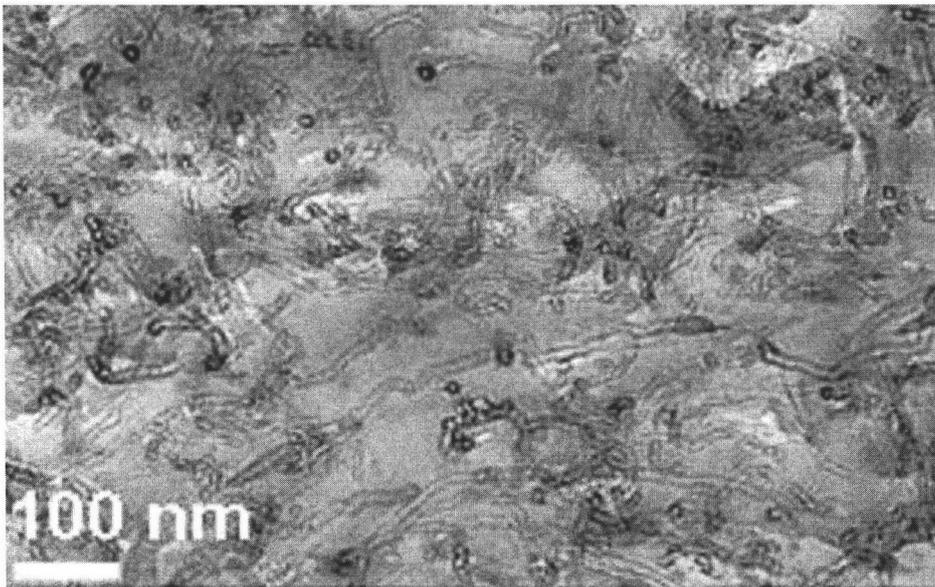


图 2