

复配型分散剂及其制备方法、混合电镀液及其制备方法

技术领域

本发明涉及材料技术领域，具体涉及一种复配型分散剂，一种复配型分散剂制备方法，一种包括所述复配型分散剂的混合电镀液，以及一种混合电镀液制备方法。

背景技术

石墨烯为一种二维晶体材料，具有优异的电学、热学以及机械性能，其中单层石墨烯热导率高达 $5150\text{W}(\text{m}\cdot\text{K})$ ，载流子迁移率达到 $15000\text{cm}^2(\text{V}\cdot\text{S})$ ；金属基石墨烯复合电接触材料，具有比其他增强相复合电接触材料更有优越的导电性、耐磨性、导热性，而且石墨烯稳定性好，在石墨烯与金属复合后也不存在电介质腐蚀的问题。

石墨烯的片层之间有较强的 $\pi-\pi$ 作用力，使得在分散液中分散的单层的石墨烯很容易团聚，重新形成石墨，严重影响了其性能；由于石墨烯疏水疏油的特殊结构，必须将通过添加特殊的表面活性剂和渗透剂才可以将其稳定的分散在水或其他溶剂中，以将石墨烯电镀在金属表面，获得金属基石墨烯复合电接触材料。

发明内容

本发明的目的在于克服现有技术的缺陷，提供一种复配型分散剂，能阻断或减缓分散液中石墨烯的团聚；还提供一种复配型分散剂制备方法，操作简单；还提供一种混合电镀液，其石墨烯分散均匀稳定；还提供一种混合电镀液制备方法，制得的混合电镀液中石墨烯分布均匀稳定。

为实现上述目的，本发明采用了如下技术方案：

一种复配型分散剂，其由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，阴离

子型表面活性剂为烃基硫酸酯盐类化合物。

优选的,所述润湿剂包括聚乙烯吡咯烷酮、十二烷基酚聚氧乙烯醚、吡咯烷酮羧酸钠和聚乙二醇 600 中的一种或多种。

优选的,所述吐温类化合物包括吐温-20、吐温-40、吐温-60 和吐温-80 中的一种或多种。

优选的,所述烃基硫酸酯盐类化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐、月桂醇硫酸酯钠、月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠、甘油脂肪酸酯硫酸盐、硫酸化蓖麻酸钠和硫酸化脂肪酸盐中的一种或多种。

优选的,所述复配型分散剂中,非离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%。

优选的,所述复配型分散剂中,润湿剂的质量分数为 1-10%。

优选的,所述复配型分散剂中,阴离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%。

一种复配型分散剂制备方法,其包括以下步骤:

步骤 1,向温度为 T_0 的蒸馏水中,加入阴离子型表面活性剂和非离子型表面活性剂,搅拌时间 t_0 , $40^{\circ}\text{C} \leq T_0 \leq 60^{\circ}\text{C}$, $5\text{min} \leq t_0 \leq 15\text{min}$; 所述阴离子型表面活性剂为烃基硫酸酯盐类化合物,非离子型表面活性剂为吐温类化合物;

步骤 2,将润湿剂加入步骤 1 所得混合物中,补充蒸馏水,搅拌时间 t_1 ,制得复配型分散剂, $5\text{min} \leq t_1 \leq 15\text{min}$; 所述复配型分散剂中,非离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%,阴离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%,润湿剂的质量分数为 1-10%,余量为蒸馏水。

一种混合电镀液,其包括所述的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯; 所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子。

优选的,所述银基础水溶液中,KCN 的质量体积浓度为 90.0-200.0g/L。

优选的,所述银基础水溶液中,银离子的质量体积浓度为 15.0-50.0g/L。

优选的,所述混合电镀液中,石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/L。

优选的,所述混合电镀液中,复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-35.0ml/L。

优选的,所述混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.5\text{--}0.7\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的,所述混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.7\text{--}1.0\text{A}/\text{dm}^2$ 。

一种混合电镀液制备方法,其包括以下步骤:

步骤 S1,制备银基础水溶液;所述银基础水溶液中,KCN 的质量体积浓度为 $90.0\text{--}200.0\text{g}/\text{L}$,银离子的质量体积浓度为 $15.0\text{--}50.0\text{g}/\text{L}$;

步骤 S2,将所述的复配型分散剂和石墨烯依次加入步骤 S1 所得混合物中,搅拌制得混合电镀液;所述混合电镀液中,石墨烯的质量体积浓度为 $1.0\text{--}20.0\text{g}/\text{L}$,复配型分散剂的体积比浓度为 $15.0\text{--}35.0\text{ml}/\text{L}$ 。

本发明的两种复配型分散剂,其各组分协同,分散剂中的亲油基团能吸附在石墨烯颗粒表面形成包围层,能有效阻断或减缓分散液中石墨烯的团聚,另外分散剂中的亲水基团与水中的 OH^- 离子结合,保证石墨烯均匀、稳定的分散在分散液中。

本发明复配型分散剂制备方法,操作简单,制备的复配型分散剂能有效阻断或减缓分散液中石墨烯的团聚。

本发明混合电镀液,其复配型分散剂提升了石墨烯在混合电镀液中的分散性,使石墨烯更稳定、均匀的分散在混合电镀液中,有利于提高电镀产品的银-石墨烯镀层中石墨烯分布的均匀程度,从而更好的发挥石墨烯的导电、耐磨性能。

本发明混合电镀液制备方法,操作简单,制备的混合电镀液,石墨烯分布均匀稳定,有利于提高混合电镀液的电镀产品的导电性、耐磨性。

具体实施方式

以下结合的实施例,进一步说明本发明的复配型分散剂及其制备方法、混合电镀液及其制备方法的具体实施方式。本发明的复配型分散剂及其制备方法、混合电镀液及其制备方法不限于以下实施例的描述。

本发明复配型分散剂,其由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成;所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物,阴离子型表面活性剂为烷基硫酸酯盐类化合物。

本发明的两种复配型分散剂,其各组分协同,分散剂中的亲油基团能

吸附在石墨烯颗粒表面形成包围层，能有效阻断或减缓分散液中石墨烯的团聚，另外分散剂中的亲水基团与水中的 OH^- 离子结合，保证石墨烯均匀、稳定的分散在分散液中。

本发明复配型分散剂制备方法，包括以下步骤：

步骤 1，向温度为 T_0 的蒸馏水中，加入阴离子型表面活性剂和非离子型表面活性剂，搅拌时间 t_0 ， $5\text{min} \leq t_0 \leq 15\text{min}$ ；所述阴离子型表面活性剂为烷基硫酸酯盐类化合物，非离子型表面活性剂为吐温类化合物；

步骤 2，将润湿剂加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，搅拌时间 t_1 ， $5\text{min} \leq t_1 \leq 15\text{min}$ ，制得复配型分散剂；所述复配型分散剂中，非离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%，阴离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%，润湿剂的质量分数为 1-10%，余量为蒸馏水。

本发明复配型分散剂制备方法，操作简单，制备的复配型分散剂能有效阻断或减缓分散液中石墨烯的团聚。

具体的，例如预配置 $M \text{ kg}$ 的复配型分散剂，计算所需蒸馏水质量；步骤 1，取所述蒸馏水质量的 15-40%（15%、25%、30%、35%、40%或 45%）并加热至温度 T_0 ，加入阴离子型表面活性剂和非离子型表面活性剂，搅拌时间 t_0 ；步骤 2，将润湿剂加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，搅拌时间 t_1 ，制得复配型分散剂 $M \text{ kg}$ 。

本发明混合电镀液，其包括所述复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯；所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子。

本发明混合电镀液，其复配型分散剂提升了石墨烯在混合电镀液中的分散性，使石墨烯更稳定、均匀的分散在混合电镀液中，有利于提高电镀产品的银-石墨烯镀层中石墨烯分布的均匀程度，从而更好的发挥石墨烯的导电、耐磨性能。

本发明混合电镀液制备方法，其包括以下操作步骤：

步骤 S1，制备银基础水溶液；所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 90.0-200.0g/L，银离子的质量体积浓度为 15.0-50.0g/L；

步骤 S2，将所述的复配型分散剂和石墨烯依次加入步骤 S1 所得混合物中，搅拌制得混合电镀液；所述混合电镀液中，石墨烯的质量体积浓度为

1.0–20.0g/L, 复配型分散剂的体积比浓度为 15.0–35.0ml/L。

本发明混合电镀液制备方法, 操作简单, 制备的混合电镀液, 石墨烯分布均匀稳定, 有利于提高混合电镀液的电镀产品的导电性、耐磨性。

以下将结合具体实施例, 对本发明复配型分散剂及其制备方法作进一步说明。

以下为本发明复配型分散剂的一种实施方式。

本发明复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成; 所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物, 阴离子型表面活性剂为烷基硫酸酯盐类化合物。

优选的, 所述润湿剂包括聚乙烯吡咯烷酮、十二烷基酚聚氧乙烯醚、吡咯烷酮基羧酸钠和聚乙二醇 600 中的一种或多种。

优选的, 所述复配型分散剂中, 润湿剂的质量分数为 1–10%。进一步的, 所述复配型分散剂中, 润湿剂的质量分数为 1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9% 或 10%。

优选的, 所述吐温类化合物包括吐温-20、吐温-40、吐温-60 和吐温-80 中的一种或多种。

优选的, 所述复配型分散剂中, 非离子型表面活性剂的质量分数为 1–10%。进一步的, 所述复配型分散剂中, 非离子型表面活性剂的质量分数为 1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9% 或 10%。

优选的, 所述烷基硫酸酯盐类化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐、月桂醇硫酸酯钠、月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠、甘油脂肪酸酯硫酸盐、硫酸化蓖麻酸钠和硫酸化脂肪酸盐中的一种或多种。

优选的, 所述复配型分散剂中, 阴离子型表面活性剂的质量分数为 1–10%。进一步的, 所述复配型分散剂中, 阴离子型表面活性剂的质量分数为 1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9% 或 10%。

以下为本发明复配型分散剂制备方法的一种实施方式。

本发明复配型分散剂制备方法包括以下步骤:

步骤 1, 向温度为 T_0 的蒸馏水中, 加入阴离子型表面活性剂和非离子型表面活性剂加入蒸馏水中, 搅拌时间 t_0 , $5\text{min} \leq t_0 \leq 15\text{min}$, $40^\circ\text{C} \leq T_0 \leq$

60℃；所述阴离子型表面活性剂为烷基硫酸酯盐类化合物，非离子型表面活性剂为吐温类化合物。

优选的，T0 为 40℃、45℃、50℃、55℃或 60℃。

优选的，t0 为 5min、6min、7min、8min、9min、10min、11min、12min、13min、14min 或 15min。

步骤 2，将润湿剂加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，搅拌时间 t1， $5\text{min} \leq t1 \leq 15\text{min}$ ，制得复配型分散剂；所述复配型分散剂中，非离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%，阴离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%，润湿剂的质量分数为 1-10%，余量为蒸馏水。

优选的，t1 为 5min、6min、7min、8min、9min、10min、11min、12min、13min、14min 或 15min。

以下为本发明复配型分散剂及其制备方法的具体实施例。

实施例一：

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成，非离子型表面活性剂包括吐温-20，阴离子型表面活性剂包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐，润湿剂包括聚乙烯吡咯烷酮；所述复配型分散剂中，吐温-20 的质量分数为 5%，2-乙基己基硫酸酯钠盐的质量分数为 5%，聚乙烯吡咯烷酮的质量分数为 5%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤：

步骤 1，向温度为 50℃的蒸馏水中，加入阴离子型表面活性剂（2-乙基己基硫酸酯钠盐）和非离子型表面活性剂（吐温-20），搅拌时间 10min。

步骤 2，将润湿剂（聚乙烯吡咯烷酮）加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，搅拌 10min，制得复配型分散剂。

实施例二：

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成，非离子型表面活性剂包括吐温-40，阴离子型表面活性剂包括月桂醇硫酸酯钠，润湿剂包括吡咯烷酮基羧酸钠；所述复配型分散剂中，吐温-40 的质量分数为 5%，月桂醇硫酸酯钠的质量分数为 6%，吡咯烷酮基羧酸钠的质量分数为 5%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤:

步骤 1, 向温度为 50℃ 的蒸馏水中, 加入阴离子型表面活性剂 (月桂醇硫酸酯钠) 和非离子型表面活性剂 (吐温-40), 搅拌时间 10min。

步骤 2, 将润湿剂 (吡咯烷酮基羧酸钠) 加入步骤 1 所得混合物中, 补充蒸馏水, 搅拌 10min, 制得复配型分散剂。

实施例三:

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成, 非离子型表面活性剂包括吐温-80, 阴离子型表面活性剂包括甘油脂肪酸酯硫酸盐, 润湿剂包括聚乙二醇 600; 所述复配型分散剂中, 吐温-80 的质量分数为 5%, 甘油脂肪酸酯硫酸盐的质量分数为 7%, 聚乙二醇 600 的质量分数为 4%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤:

步骤 1, 向温度为 50℃ 的蒸馏水中, 加入阴离子型表面活性剂 (甘油脂肪酸酯硫酸盐) 和非离子型表面活性剂 (吐温-80), 搅拌时间 10min。

步骤 2, 将润湿剂 (聚乙二醇 600) 加入步骤 1 所得混合物中, 补充蒸馏水, 搅拌 10min, 制得复配型分散剂。

实施例四:

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成, 非离子型表面活性剂包括吐温-60, 阴离子型表面活性剂包括脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠, 润湿剂包括聚乙烯吡咯烷酮; 所述复配型分散剂中, 吐温-60 的质量分数为 5%, 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠的质量分数为 5%, 聚乙烯吡咯烷酮的质量分数为 4%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤:

步骤 1, 向温度为 50℃ 的蒸馏水中, 加入阴离子型表面活性剂 (脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠) 和非离子型表面活性剂 (吐温-60), 搅拌时间 10min。

步骤 2, 将润湿剂 (聚乙烯吡咯烷酮) 加入步骤 1 所得混合物中, 补充蒸馏水, 搅拌 10min, 制得复配型分散剂。

实施例五:

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表

面活性剂和润湿剂组成，非离子型表面活性剂包括吐温-20，阴离子型表面活性剂包括月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠，润湿剂包括十二烷基酚聚氧乙烯醚；所述复配型分散剂中，吐温-20 的质量分数为 1%，月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠的质量分数为 1%，十二烷基酚聚氧乙烯醚的质量分数为 1%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤：

步骤 1，向温度为 40℃ 的蒸馏水中，加入阴离子型表面活性剂（月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠）和非离子型表面活性剂（吐温-20），搅拌时间 5min。

步骤 2，将润湿剂（十二烷基酚聚氧乙烯醚）加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，搅拌 5min，制得复配型分散剂。

实施例六：

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成，非离子型表面活性剂包括吐温-80，阴离子型表面活性剂包括硫酸化蓖麻酸钠，润湿剂包括聚乙烯吡咯烷酮；所述复配型分散剂中，吐温-80 的质量分数为 10%，硫酸化蓖麻酸钠的质量分数为 10%，聚乙烯吡咯烷酮的质量分数为 10%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤：

步骤 1，向温度为 60℃ 的蒸馏水中，加入阴离子型表面活性剂（硫酸化蓖麻酸钠）和非离子型表面活性剂（吐温-80），搅拌时间 15min。

步骤 2，将聚乙烯吡咯烷酮加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，搅拌 15min，制得复配型分散剂。

实施例七：

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成，非离子型表面活性剂包括吐温-20 和吐温 60，阴离子型表面活性剂包括月桂醇硫酸酯钠和月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠，润湿剂包括聚乙烯吡咯烷酮和吡咯烷酮基羧酸钠；所述复配型分散剂中，吐温-20 的质量分数为 2%，吐温 60 的质量分数为 4%，月桂醇硫酸酯钠的质量分数为 3%，月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠的质量分数为 4%，聚乙烯吡咯烷酮的质量分数为 2%，吡咯烷酮基羧酸钠的质量分数为 4%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤：

步骤 1, 向温度为 55℃ 的蒸馏水中, 加入阴离子型表面活性剂 (月桂醇硫酸酯钠和月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠) 和非离子型表面活性剂 (吐温-20 和吐温 60), 搅拌时间 13min。

步骤 2, 将润湿剂 (聚乙烯吡咯烷酮和吡咯烷酮基羧酸钠) 加入步骤 1 所得混合物中, 补充蒸馏水, 搅拌 13min, 制得复配型分散剂。

实施例八:

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成, 非离子型表面活性剂包括吐温-40、吐温-60 和吐温-80, 阴离子型表面活性剂包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐、甘油脂肪酸酯硫酸盐和硫酸化蓖麻酸钠, 润湿剂包括聚乙二醇 600、聚乙烯吡咯烷酮和吡咯烷酮基羧酸钠; 所述复配型分散剂中, 吐温-40 的质量分数为 1, 吐温 60 的质量分数为 1%, 吐温-80 的质量分数为 2%, 2-乙基己基硫酸酯钠盐的质量分数为 2%, 甘油脂肪酸酯硫酸盐的质量分数为 1%, 硫酸化蓖麻酸钠的质量分数为 1%, 聚乙二醇 600 的质量分数为 1%, 聚乙烯吡咯烷酮的质量分数为 2%, 吡咯烷酮基羧酸钠的质量分数为 1%。

本实施例复配型分散剂制备方法包括以下步骤:

步骤 1, 向温度为 55℃ 的蒸馏水中, 加入阴离子型表面活性剂 (2-乙基己基硫酸酯钠盐、甘油脂肪酸酯硫酸盐和硫酸化蓖麻酸钠) 和非离子型表面活性剂 (吐温-40、吐温-60 和吐温-80), 搅拌时间 13min。

步骤 2, 将润湿剂 (聚乙二醇 600、聚乙烯吡咯烷酮和吡咯烷酮基羧酸钠) 加入步骤 1 所得混合物中, 补充蒸馏水, 搅拌 13min, 制得复配型分散剂。

以下为本发明混合电镀液的一种实施方式。

本发明混合电镀液包括所述复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯; 所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子。

优选的, 所述银基础水溶液中, KCN 的质量体积浓度为 90.0-200.0g/L。进一步的, 所述银基础水溶液中, KCN 的质量体积浓度为 90.0g/L、100 g/L、110 g/L、120 g/L、130 g/L、140 g/L、150 g/L、160 g/L、170 g/L、180 g/L、190 g/L 或 200 g/L。

优选的,所述银基础水溶液中,银离子的质量体积浓度为 15.0-50.0g/L。进一步的,所述银基础水溶液中,银离子的质量体积浓度为 15.0 g/L、20.0 g/L、25.0 g/L、30.0 g/L、35.0 g/L、40.0 g/L、45.0 g/L 或 50.0 g/L。

优选的,所述银离子由银板电解制得的水溶液提供。

优选的,所述混合电镀液中,石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/L。进一步的,所述混合液电镀液中,石墨烯的质量体积浓度为 1.0 g/L、1.5 g/L、2.0 g/L、2.5 g/L、3.0 g/L、4.0 g/L、5.0 g/L、6.0 g/L、7.0 g/L、8.0 g/L、9.0 g/L、10.0 g/L、11.0 g/L、12.0 g/L、13.0 g/L、14.0 g/L、15.0 g/L、16.0 g/L、17.0 g/L、18.0 g/L、19.0 g/L 和 20.0 g/L。

优选的,所述混合电镀液中,复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-35.0ml/L。进一步的,所述混合电镀液中,复配型分散剂的体积比浓度为 15.0 ml/L、20.0 ml/L、25.0 ml/L、30.0 ml/L 或 35.0 ml/L。

优选的,所述混合电镀液的滚镀电流密度为 0.5-0.7A/dm²。进一步的,所述混合电镀液的滚镀电流密度为 0.5A/dm²、0.6A/dm² 或 0.7A/dm²。

优选的,所述混合电镀液的挂镀电流密度为 0.7-1.0A/dm²。进一步的,所述混合电镀液的挂镀电流密度为 0.7A/dm²、0.8A/dm²、0.9A/dm² 或 1.0A/dm²。

以下为本发明混合电镀液制备方法的一种实施方式。

本发明混合电镀液制备方法包括以下操作步骤:

步骤 S1,制备银基础水溶液;所述银基础水溶液中,KCN 的质量体积浓度为 90.0-200.0g/L,银离子的质量体积浓度为 15.0-50.0g/L;

步骤 S2,将所述的复配型分散剂和石墨烯依次加入步骤 S1 所得混合物中,搅拌制得混合电镀液;所述混合电镀液中,石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/L,复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-35.0ml/L。

以下为本发明混合电镀液的具体实施例,均通过本发明混合电镀液制备方法制备。

实施例九:

本实施例混合电镀液包括所述实施例一的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯;所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子;所述银基础水溶液中,

KCN 的质量体积浓度为 150g/L, 银离子的质量体积浓度为 30g/L; 所述混合电镀液中, 石墨烯的体积浓度为 2.0g/L, 复配型分散剂的体积比浓度为 30ml/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.8\text{A}/\text{dm}^2$ 。

实施例十:

本实施例混合电镀液包括所述实施例二的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯; 所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子; 所述银基础水溶液中, KCN 的质量体积浓度为 150g/L, 银离子的质量体积浓度为 30g/L; 所述混合电镀液中, 石墨烯的体积浓度为 2.0g/L, 复配型分散剂的体积比浓度为 30ml/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.8\text{A}/\text{dm}^2$ 。

实施例十一:

本实施例混合电镀液包括所述实施例三的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯; 所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子; 所述银基础水溶液中, KCN 的质量体积浓度为 150g/L, 银离子的质量体积浓度为 30g/L; 所述混合电镀液中, 石墨烯的体积浓度为 2.0g/L, 复配型分散剂的体积比浓度为 30ml/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.8\text{A}/\text{dm}^2$ 。

实施例十二:

本实施例混合电镀液包括所述实施例四的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯; 所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子; 所述银基础水溶液中, KCN 的质量体积浓度为 150g/L, 银离子的质量体积浓度为 30g/L; 所述混合电镀液中, 石墨烯的体积浓度为 3.0g/L, 复配型分散剂的体积比浓度为 30ml/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.8\text{A}/\text{dm}^2$ 。

实施例十三：

本实施例混合电镀液包括所述实施例五的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯；所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子；所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 90.0g/L，银离子的质量体积浓度为 15g/L；所述混合电镀液中，石墨烯的体积浓度为 1.0g/L，复配型分散剂的体积比浓度为 35ml/L。

优选的，本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.7\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的，本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $1.0\text{A}/\text{dm}^2$ 。

实施例十四：

本实施例混合电镀液包括所述实施例六的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯；所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子；所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 200g/L，银离子的质量体积浓度为 50g/L；所述混合电镀液中，石墨烯的体积浓度为 20.0g/L，复配型分散剂的体积比浓度为 15ml/L。

优选的，本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.5\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的，本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.7\text{A}/\text{dm}^2$ 。

实施例十五：

本实施例混合电镀液包括所述实施例七的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯；所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子；所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 120g/L，银离子的质量体积浓度为 25g/L；所述混合电镀液中，石墨烯的体积浓度为 1.5g/L，复配型分散剂的体积比浓度为 25ml/L。

优选的，本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的，本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.9\text{A}/\text{dm}^2$ 。

实施例十六：

本实施例混合电镀液包括所述实施例八的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯；所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子；所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 150g/L，银离子的质量体积浓度为 30g/L；所述混合电镀液中，石墨烯的体积浓度为 3.0g/L，复配型分散剂的体积比浓度为

30ml/L。

优选的，本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的，本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.8\text{A}/\text{dm}^2$ 。

空白电镀液：

所述空白电镀液包括银基础水溶液和石墨烯；所述银基础水溶液包括 KCN 和银离子；所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 $150\text{g}/\text{L}$ ，银离子的质量体积浓度为 $30\text{g}/\text{L}$ ；所述混合电镀液中，石墨烯的体积浓度为 $2.0\text{g}/\text{L}$ 。

优选的，所述空白电镀液的滚镀电流密度为 $0.6\text{A}/\text{dm}^2$ 。

优选的，所述空白电镀液的挂镀电流密度为 $0.8\text{A}/\text{dm}^2$ 。

本发明还公开一种使用所述混合电镀液进行电镀操作的电镀操作方法，其包括以下操作：对待电镀产品进行清洗，清洗后的待电镀产品放入氰化钾溶液进行氰活化，对氰活化后的待电镀产品进行预镀银，将预镀银后的待电镀产品放入混合电镀液中进行电镀，电镀完成后，将电镀产品进行多次水洗。

表一为各实施例的混合电镀液、空白电镀液（未添加本发明复配型分散剂）的物理参数，各实施例的电镀产品和空白电镀液的电镀产品的实验数据（zeta 电位数值的绝对值越大说明混合电镀液中石墨烯颗粒分散性越好、粒度检测片径数值越小说明混合电镀液中石墨烯分散性越好、耐磨性能数值越大说明电镀产品的耐磨性越好）：

表一：

序号	zeta 电位，/mV	粒度检测片径，/d. nm	耐磨性能
空白电镀液	-34.9	704.9	32.3
实施例九	-46.9	563.2	526.4
实施例十	-45.9	578.6	520.7
实施例十一	-48.1	546.3	569.8
实施例十二	-47.3	547.8	574.6
实施例十三	-43.1	589.4	519.9
实施例十四	-49.7	530.9	601.2
实施例十五	-47.7	546.5	589.1
实施例十六	-48.0	544.6	596.4

注：耐磨性能为平均每微米可承受次数，单位为/次。

通过以上实验数据表明，本发明混合电镀液，保证了石墨烯在混合电镀液中稳定均匀分布，能显著提高银-石墨烯镀层中石墨烯分布的均匀程度，从而显著提高电镀产品的产品性能（包括导电性、导热性、耐磨性等），其中使电镀产品的耐磨性能提升 5 倍以上。

以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换，都应当视为属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种复配型分散剂，其特征在于，其由蒸馏水、非离子型表面活性剂、阴离子型表面活性剂和润湿剂组成；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，阴离子型表面活性剂为烷基硫酸酯盐类化合物。

2. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述润湿剂包括聚乙烯吡咯烷酮、十二烷基酚聚氧乙烯醚、吡咯烷酮基羧酸钠和聚乙二醇 600 中的一种或多种。

3. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述吐温类化合物包括吐温-20、吐温-40、吐温-60 和吐温-80 中的一种或多种。

4. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述烷基硫酸酯盐类化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐、月桂醇硫酸酯钠、月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠、甘油脂肪酸酯硫酸盐、硫酸化蓖麻酸钠和硫酸化脂肪酸盐中的一种或多种。

5. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述复配型分散剂中，非离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%。

6. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述复配型分散剂中，润湿剂的质量分数为 1-10%。

7. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述复配型分散剂中，阴离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%。

8. 一种复配型分散剂制备方法，其特征在于，其包括以下步骤：

步骤 1，向温度为 T_0 的蒸馏水中，加入阴离子型表面活性剂和非离子型表面活性剂，搅拌时间 t_0 ， $40^{\circ}\text{C} \leq T_0 \leq 60^{\circ}\text{C}$ ， $5\text{min} \leq t_0 \leq 15\text{min}$ ；所述阴离子型表面活性剂为烷基硫酸酯盐类化合物，非离子型表面活性剂为吐温类化合物；

步骤 2，将润湿剂加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，搅拌时间 t_1 ，制得复配型分散剂， $5\text{min} \leq t_1 \leq 15\text{min}$ ；所述复配型分散剂中，非离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%，阴离子型表面活性剂的质量分数为 1-10%，润湿剂的质量分数为 1-10%，余量为蒸馏水。

9. 一种混合电镀液，其特征在于，其包括权利要求 1-7 任意一项所述的复配型分散剂、银基础水溶液和石墨烯；所述银基础水溶液包括 KCN 和

银离子。

10. 根据权利要求 9 所述的混合电镀液，其特征在于：所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 90.0-200.0g/L；所述银基础水溶液中，银离子的质量体积浓度为 15.0-50.0g/L。

11. 根据权利要求 9 所述的混合电镀液，其特征在于：所述混合电镀液中，石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/L；所述混合电镀液中，复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-35.0ml/L。

12. 根据权利要求 9 所述的混合电镀液，其特征在于：所述混合电镀液的滚镀电流密度为 0.5-0.7A/dm²；所述混合电镀液的挂镀电流密度为 0.7-1.0A/dm²。

13. 一种混合电镀液制备方法，其特征在于，其包括以下步骤：

步骤 S1，制备银基础水溶液；所述银基础水溶液中，KCN 的质量体积浓度为 90.0-200.0g/L，银离子的质量体积浓度为 15.0-50.0g/L；

步骤 S2，将权利要求 1-7 任意一项所述的复配型分散剂和石墨烯依次加入步骤 S1 所得混合物中，搅拌制得混合电镀液；所述混合电镀液中，石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/L，复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-35.0ml/L。