

复配型分散剂及制备方法、混合电镀液及制备方法

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，其能有效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，其操作简单，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；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，其操作简单，制备的混合电镀液中，石墨烯分散均匀、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和润湿剂组成；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，润湿剂包括烃基硫酸酯盐化合物和烃基磺酸盐化合物。

优选的，所述烃基硫酸酯盐化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐。

优选的，所述复配型分散剂中，烃基硫酸酯盐化合物的质量分数为 5-8%。

优选的，所述烃基磺酸盐化合物包括二辛基磺化琥珀酸钠和丁二酸二己酯磺酸钠中的至少一个。

优选的，所述复配型分散剂中，烃基磺酸盐化合物的质量分数为 6-10%。

优选的，所述吐温类化合物包括吐温-20。

优选的，所述复配型分散剂中，吐温类化合物的质量分数为 4-6%。

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， $40^{\circ}\text{C} \leq T_0 \leq 60^{\circ}\text{C}$ ，加入烃基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，并搅拌时间 t_0 ， $5\text{min} \leq t_0 \leq 10\text{min}$ ；

步骤 2，将烃基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，并搅拌时间 t_1 ， $5\text{min} \leq t_1 \leq 15\text{min}$ ，制得复配型分散剂。

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，复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-50.0ml/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，所述混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.5-0.7\text{A}/\text{dm}^2$ 。

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

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 90.0-200.0g/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、石墨烯加入银基础水溶液中并搅拌；

步骤 S3，向步骤 S2 所得混合中，补充银基础水溶液并搅拌，制得混合

电镀液;所述混合电镀液中,复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-50.0ml/L,石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/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,其操作简单,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,保证石墨烯均匀、稳定的分散在分散液中。

本发明混合电镀液,其复配型分散剂能有效阻断或减缓石墨烯的团聚,保证石墨烯在混合电镀液中均匀、稳定的分散,从而提高电镀产品的石墨烯-银混合镀层中石墨烯分散的均匀性,提高电镀产品的产品性能。

具体实施方式

以下结合实施例,进一步说明本发明的复配型分散剂及制备方法、混合电镀液及制备方法的具体实施方式。本发明的复配型分散剂及制备方法、混合电镀液及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和润湿剂组成;所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物,润湿剂包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物。

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,其包括以下步骤:

步骤 1,向温度为 T0 的蒸馏水中, $40^{\circ}\text{C} \leq T0 \leq 60^{\circ}\text{C}$, 加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合,并搅拌时间 t0, $5\text{min} \leq t0 \leq 10\text{min}$;

步骤 2,将烷基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中,补充蒸馏水并搅拌时间 t1, $5\text{min} \leq t1 \leq 15\text{min}$, 制得复配型分散剂。

本发明复配型分散剂制备方法，其操作简单，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，保证石墨烯均匀、稳定的分散在分散液中。

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，其复配型分散剂能有效阻断或减缓石墨烯的团聚，保证石墨烯在混合电镀液中均匀、稳定的分散，从而提高电镀产品的石墨烯-银混合镀层中石墨烯分散的均匀性，提高电镀产品的产品性能。

本发明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 90.0-200.0g/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、石墨烯加入银基础水溶液中并搅拌；

步骤 S3，向步骤 S2 所得混合中，补充银基础水溶液并搅拌，制得混合电镀液；所述混合电镀液中，复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-50.0ml/L，石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/L。

本发明混合电镀液制备方法，其操作简单，制备的混合电镀液中，石墨烯分散均匀、稳定。

以下将结合具体实施例对本发明复配型分散剂及制备方法、混合电镀液及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，其由蒸馏水、非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，润湿剂包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物。

优选的，所述烷基硫酸酯盐化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐。

优选的，本发明复配型分散剂中，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 5-8%。进一步的，本发明复配型分散剂中，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 5%、6%、7%或 8%。

优选的，所述烷基磺酸盐化合物包括二辛基磺化琥珀酸钠和丁二酸二己酯磺酸钠中的至少一个。

优选的，本发明复配型分散剂中，烷基磺酸盐化合物的质量分数为6-10%。进一步的，本发明复配型分散剂中，烷基磺酸盐化合物的质量分数为6%、7%、8%、9%或10%。

优选的，所述吐温类化合物包括吐温-20。进一步的，所述吐温类化合物还可以是吐温-20、吐温-40、吐温-60、吐温-80中的一种或多种；其中，吐温-20的效果最佳，因此在本发明复配型分散剂中，吐温类化合物优选为吐温-20。

优选的，本发明复配型分散剂中，吐温类化合物的质量分数为4-6%。进一步的，本发明复配型分散剂中，吐温类化合物的质量分数为4%、5%或5%。

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，其包括以下步骤：

步骤1，向温度为 T_0 的蒸馏水中， $40^{\circ}\text{C} \leq T_0 \leq 60^{\circ}\text{C}$ ，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，并搅拌时间 t_0 ， $5\text{min} \leq t_0 \leq 10\text{min}$ 。

优选的， T_0 为 40°C 、 45°C 、 50°C 、 55°C 或 60°C 。

优选的， t_0 为5min、6min、7min、8min、9min或10min。

步骤2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤1所得混合物中，补充蒸馏水并搅拌时间 t_1 ， $5\text{min} \leq t_1 \leq 15\text{min}$ ，制得复配型分散剂。

优选的， t_1 为5min、6min、7min、8min、9min或10min。

具体的，预配制M kg复配型分散剂，计算所需蒸馏水质量；步骤1，取所需蒸馏水质量的15-45%（15%、20%、25%、30%、35%、40%或45%）加热至温度 T_0 ，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，并搅拌时间 t_0 ；步骤2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤1所得混合物中，补充蒸馏水并搅拌时间 t_1 ，制得复配型分散剂M kg。

以下为本发明复配型分散剂及制备方法的具体实施例。

实施例1：

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非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包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物，烷基硫酸酯盐化合物包括2-乙基己基硫酸酯钠盐，烷基磺酸盐化合物包括

二辛基磺化琥珀酸钠；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，吐温类化合物包括吐温-20；所述复配型分散剂中，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 5%，烷基磺酸盐化合物的质量分数为 6%，吐温类化合物的质量分数为 4%，余量为蒸馏水。

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，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，搅拌 10min。

步骤 2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水并搅拌 10min，制得复配型分散剂。

实施例 2：

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非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包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物，烷基硫酸酯盐化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐，烷基磺酸盐化合物包括二辛基磺化琥珀酸钠；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，吐温类化合物包括吐温-20；所述复配型分散剂中，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 8%，烷基磺酸盐化合物的质量分数为 10%，吐温类化合物的质量分数为 6%，余量为蒸馏水。

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，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，搅拌 10min。

步骤 2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水并搅拌 10min，制得复配型分散剂。

实施例 3：

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非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包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物，烷基硫酸酯盐化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐，烷基磺酸盐化合物包括二辛基磺化琥珀酸钠；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，吐温类化合物包括吐温-20；所述复配型分散剂中，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 7%，烷基磺酸盐化合物的质量分数为 8%，吐温类化合物的质量分数为

5%，余量为蒸馏水。

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，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，搅拌 5min。

步骤 2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水并搅拌 15min，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、100.0g/L、110.0g/L、120.0g/L、130.0g/L、140.0g/L、150.0g/L、160.0g/L、170.0g/L、180.0g/L、190.0g/L 或 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。进一步的，所述银基础水溶液中，银离子的质量体积浓度为 15.0g/L、20.0g/L、25.0g/L、30.0g/L、35.0g/L、40.0g/L、45.0g/L 或 50.0g/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，本发明混合电镀液中，复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-50.0ml/L。进一步的，本发明混合电镀液中，复配型分散剂的体积比浓度为 15.0ml/L、20.0ml/L、25.0ml/L、30.0ml/L、35.0ml/L、40.0ml/L、45.0ml/L 或 50.0ml/L。

优选的，本发明混合电镀液中，石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/L。进一步的，本发明混合电镀液中，石墨烯的质量体积浓度为 1.0 g/L、2.0 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 或 20.0g/L。

优选的，本发明混合电镀液的滚镀电流密度为 0.5-0.7A/dm²。进一步的，本发明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,本发明混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.7\text{--}1.0\text{A}/\text{dm}^2$ 。进一步的,本发明混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.7\text{A}/\text{dm}^2$ 、 $0.8\text{A}/\text{dm}^2$ 、 $0.9\text{A}/\text{dm}^2$ 或 $1.0\text{A}/\text{dm}^2$ 。

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,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 $90.0\text{--}200.0\text{g}/\text{L}$, 银离子的质量体积浓度为 $15.0\text{--}50.0\text{g}/\text{L}$;

步骤 S2, 将权利要求 1-7 任意一项所述的复配型分散剂、石墨烯加入银基础水溶液中并搅拌;

步骤 S3, 向步骤 S2 所得混合液中, 补充银基础水溶液并搅拌, 制得混合电镀液; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 $15.0\text{--}50.0\text{ml}/\text{L}$, 石墨烯的质量体积浓度为 $1.0\text{--}20.0\text{g}/\text{L}$ 。

以下为本发明混合电镀液的具体实施例。

实施例 4:

本实施例混合电镀液包括实施例 1 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 $150.0\text{g}/\text{L}$, 银离子的质量体积浓度为 $30.0\text{g}/\text{L}$; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 $30.0\text{ml}/\text{L}$, 石墨烯的质量体积浓度为 $2.0\text{g}/\text{L}$ 。

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 5:

本实施例混合电镀液包括实施例 2 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 $150.0\text{g}/\text{L}$, 银离子的质量体积浓度为 $30.0\text{g}/\text{L}$; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 $30.0\text{ml}/\text{L}$, 石墨烯的质量体积浓度为 $2.0\text{g}/\text{L}$ 。

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 6:

本实施例混合电镀液包括实施例 2 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 200.0g/L, 银离子的质量体积浓度为 50.0g/L; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 50.0ml/L, 石墨烯的质量体积浓度为 20.0g/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.5A/dm^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.7A/dm^2$ 。

实施例 7:

本实施例混合电镀液包括实施例 1 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 90g/L, 银离子的质量体积浓度为 15.0g/L; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 15.0ml/L, 石墨烯的质量体积浓度为 1.0g/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.7A/dm^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $1.0A/dm^2$ 。

实施例 8:

本实施例混合电镀液包括实施例 3 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 35.0g/L; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 35.0ml/L, 石墨烯的质量体积浓度为 10.0g/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6A/dm^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.9A/dm^2$ 。

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 150.0g/L, 银离子的质量体积浓度为 30.0g/L; 所述混合电镀液中, 石墨烯的质量体积浓度为 2.0g/L。

优选的，所述空白电镀液的滚镀电流密度为 $0.6A/dm^2$ 。

优选的，所述空白电镀液的挂镀电流密度为 $0.8A/dm^2$ 。

实施例 9:

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非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包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物，烷基硫酸酯盐化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐，烷基磺酸盐化合物包括丁二酸二己酯磺酸钠；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，吐温类化合物包括吐温-20；所述复配型分散剂中，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 6%，烷基磺酸盐化合物的质量分数为 9%，吐温类化合物的质量分数为 5%，余量为蒸馏水。

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 $45^{\circ}C$ 的蒸馏水中，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，搅拌 8min。

步骤 2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水并搅拌 12min，制得复配型分散剂。

实施例 10:

本实施例复配型分散剂由蒸馏水、非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包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物，烷基硫酸酯盐化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐，烷基磺酸盐化合物包括丁二酸二己酯磺酸钠和二辛基磺化琥珀酸钠；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，吐温类化合物包括吐温-20；所述复配型分散剂中，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 6%，烷基磺酸盐化合物的质量分数为 8%（其中二辛基磺化琥珀酸钠的质量分数为 3%，丁二酸二己酯磺酸钠的质量分数为 5%），吐温类化合物的质量分数为 6%，余量为蒸馏水。

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 $55^{\circ}C$ 的蒸馏水中，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，搅拌 9min。

步骤 2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水并搅拌 8min，制得复配型分散剂。

实施例 11:

本实施例混合电镀液包括实施例 9 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 170.0g/L, 银离子的质量体积浓度为 25.0g/L; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 20.0ml/L, 石墨烯的质量体积浓度为 8.0g/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.6A/dm^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.8A/dm^2$ 。

实施例 12:

本实施例混合电镀液包括实施例 10 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 140.0g/L, 银离子的质量体积浓度为 35.0g/L; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 40.0ml/L, 石墨烯的质量体积浓度为 15.0g/L。

优选的, 本实施例混合电镀液的滚镀电流密度为 $0.7A/dm^2$ 。

优选的, 本实施例混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.7A/dm^2$ 。

本实施例还公开一种电镀方法, 使用所述混合电镀液为待电镀产品电镀石墨烯-银混合电镀层, 具体包括以下操作: 对待电镀产品进行清洗, 将清洗完成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所述混合电镀液中进行电镀, 将电镀产品多次水洗。

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, 各实施例的电镀产片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 4	-48.3	554.4	543.2
实施例 5	-54.0	506.9	665.0
实施例 6	-49.2	526.3	629.2
实施例 7	-50.4	507.9	689.3
实施例 8	-53.6	510.7	679.5
实施例 11	-56.8	498.7	653.5
实施例 12	-57.1	521.3	667.2

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和润湿剂组成；所述非离子型表面活性剂为吐温类化合物，润湿剂包括烷基硫酸酯盐化合物和烷基磺酸盐化合物。

2. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述烷基硫酸酯盐化合物包括 2-乙基己基硫酸酯钠盐。

3. 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，烷基硫酸酯盐化合物的质量分数为 5-8%。

4. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述烷基磺酸盐化合物包括二辛基磺化琥珀酸钠和丁二酸二己酯磺酸钠中的至少一个。

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，烷基磺酸盐化合物的质量分数为 6-10%。

6. 根据权利要求 1 所述的复配型分散剂，其特征在于：所述吐温类化合物包括吐温-20。

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，吐温类化合物的质量分数为 4-6%。

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， $40^{\circ}\text{C} \leq T_0 \leq 60^{\circ}\text{C}$ ，加入烷基硫酸酯盐化合物和吐温类化合物，并搅拌时间 t_0 ， $5\text{min} \leq t_0 \leq 10\text{min}$ ；

步骤 2，将烷基磺酸盐化合物加入步骤 1 所得混合物中，补充蒸馏水，并搅拌时间 t_1 ， $5\text{min} \leq t_1 \leq 15\text{min}$ ，制得复配型分散剂。

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，复配型分散剂的体积比浓度为 15.0-50.0ml/L；

所述混合电镀液中，石墨烯的质量体积浓度为 1.0-20.0g/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 $0.5-0.7A/dm^2$;

所述混合电镀液的挂镀电流密度为 $0.7-1.0A/dm^2$ 。

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、石墨烯加入银基础水溶液中并搅拌;

步骤 S3, 向步骤 S2 所得混合中, 补充银基础水溶液并搅拌, 制得混合电镀液; 所述混合电镀液中, 复配型分散剂的体积比浓度为 $15.0-50.0ml/L$, 石墨烯的质量体积浓度为 $1.0-20.0g/L$ 。