

复配分散剂、混合电镀液与应用

优先权申明

本申请要求在 2024 年 01 月 16 日提交中国专利局、申请号为 202410063874.5 的中国专利申请的优先权，以上申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及电镀技术领域，更具体地说，涉及一种复配分散剂，一种混合电镀液及一种导体。

背景技术

石墨烯是一种新型二维纳米材料，其纳米片是由 sp^2 杂化碳原子组成的单原子层厚度的二维材料，是已知的最薄、最坚硬的纳米材料，强度高达 1.01Tpa ，是结构钢的 100 倍，而密度却是结构钢的 $1/5$ 。石墨烯的导热系数高达 $5300\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，高于碳纳米管和金刚石，常温下电子迁移率超过 $200000\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{S}$ ，高于纳米碳管或硅晶体，电阻率只约为 $1\Omega\cdot\text{m}$ ，比铜或银更低，为已知的电阻率最小的材料。因此，石墨烯常用于复合电接触材料中。

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、及导热性。另外，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。

由于石墨烯尺寸较小，比表面积大，很难分散，且石墨烯的片层之间具有较强的 $\pi-\pi$ 作用力，使分散在分散液中的单层石墨烯容易团聚，形成石墨，严重影响了其性能。相关技术的电镀液中的表面活性剂、渗透剂等很难破坏石墨烯层间的 $\pi-\pi$ 作用力，无法解决分散液中分散的单层石墨烯容易团聚的问题。

技术问题

本申请提供一种复配分散剂，旨在解决相关技术中分散液中分散的单层石墨烯容易团聚的问题。

技术方案

第一方面，本申请提供一种复配分散剂，

所述复配分散剂包括第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂和非离子表面活性剂，所述第一阴离子表面活性剂包括磺酸盐类化合物；和/或

所述第二阴离子表面活性剂包括甜菜碱或羧酸盐中的一种或多种；和/或

所述非离子表面活性剂包括磺酸萘醌甲醛缩合物、三聚氰胺-甲醛缩合物、甲基萘磺酸甲醛缩合物钠盐、甲酚磺酸甲醛缩合物钠盐、2-萘-磺酸甲醛缩合物钠盐中一种或多种。

第二方面，本申请还提供一种混合电镀液，所述混合电镀液包括复配分散剂、水，其中，所述复配分散剂包括上述复配分散剂。第三方面，本申请还提供一种导体，包括基体和位于所述基体外部的镀层，

所述镀层由上述混合电镀液制得。

有益效果

本申请的有益效果：本申请的复配分散剂中，第一阴离子表面活性剂起到表面湿润和分散作用，第二阴离子表面活性剂起到主分散作用，非离子表面活性剂起到表面活性润湿作用，本申请的复配分散剂具有很好的协同配合性，起到在镀液体系中分散石墨烯的作用，且对镀液中离子迁移产生一定积极作用，不会对镀液造成毒化危害，此外，本申请的复配分散剂同样对阴极具有一定润湿作用，进一步地，本申请的复配分散剂能够使得氢气泡更易脱离电镀件，从而减少真空，并能对石墨烯进行润湿，便于分散剂发挥作用，而在分散剂的作用下使得石墨烯相互间能够排斥分散开，便于电镀。

本发明的实施方式

在本申请的描述中，术语“包括”是指“包括但不限于”。

术语“多种”、“多次”或其类似表达指的是两种(次)或两种(次)以上，例如可以是两种(次)、三种(次)、四种(次)、五种(次)、六种(次)等。

术语“和/或”的选择范围包括两个或两个以上相关所列项目中任一个项目，也包括相关所列项目的任意的和所有的组合，所述任意的和所有的组合包括任意的两个相关所列项目、任意的更多个相关所列项目、或者全部相关所列项目的组合。比如，“A 和/或 B”包括 A、B 以及 A+B 三种并列方案。又比如，“A，及/或，B，及/或，C，及/或，D”的技术方案，包括 A、B、C、D 中任一项(也即均用“逻辑或”连接的技术方案)，也包括 A、B、C、D 的任意的和所有的组合，也即包括 A、B、C、D 中任两项或任三项的组合，还包括 A、B、C、D 的四项组合(也即均用“逻辑与”连接的技术方案)。

术语“固含量”是指浆料中固形物的质量占浆料的总质量的比例。

本申请的技术方案如下：

第一方面，本申请实施例提供一种复配分散剂，三种组分协同，能有效阻断或减缓分散液中石墨烯的团聚，整个体系稳定性好。所述复配分散剂包括第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂和非离子表面活性剂，其中，

在一些实施例中，所述第一阴离子表面活性剂可以选自但不限于磺酸盐类化合物。

在一些实施例中，所述第二阴离子表面活性剂包括甜菜碱或羧酸盐中的一种或多种。

在一些实施例中，所述非离子表面活性剂包括磺酸萘酚甲醛缩合物、三聚氰胺-甲醛缩合物、甲基萘磺酸甲醛缩合物钠盐、甲酚磺酸甲醛缩合物钠盐、2-萘-磺酸甲醛缩合物钠盐中一种或多种。

相关技术中，一些分散剂虽然能在水中很好地分散石墨烯，却无法在镀液中有效分散石墨烯，镀

液为含有不同离子和化合物的溶液体系，不同离子和化合物对添加至镀液中的分散剂将会产生一定影响，可能会造成分散剂失去原有的分散功能。

而本申请中，第一阴离子表面活性剂起到表面湿润和分散作用，第二阴离子表面活性剂起到主分散作用，非离子表面活性剂起到表面活性润湿作用，本申请的复配分散剂具有很好的协同配合性，起到在镀液体系中分散石墨烯的作用，且对镀液中离子迁移产生一定积极作用，不会对镀液造成毒化危害，此外，本申请的复配分散剂同样对阴极具有一定润湿作用，进一步地，本申请的复配分散剂能够使得氢气泡更易脱离电镀件，从而减少真空，并能对石墨烯进行润湿，便于分散剂发挥作用，而在分散剂的作用下使得石墨烯相互间能够排斥分散开，便于电镀。

在一些实施例中，所述阴离子表面活性剂包括第一阴离子表面活性剂和第二阴离子表面活性剂，所述第一阴离子表面活性剂、所述第二阴离子表面活性剂和所述非离子表面活性剂的质量比为(1~5):(0.5~4):(1~5)。例如为1:0.5:1、1:2:3、1:3:4、1:4:5、2:0.5:1、2:1.5:2、2:3:4、2:4:5、3:0.5:1、3:1:2、3:2:3、3:3:4、3:4:5、4:0.5:1、4:1:1、4:2:2、4:2:3、4:3:4、4:4:5、5:0.5:1、5:1:1、5:2:2、5:2:3、5:3:4、5:4:5或者前述任意两个数值之间的值。在所述质量比的范围内，可以获得能有效阻断或减缓分散液中石墨烯的团聚的复配分散剂，且复配分散剂体系稳定。

在一些实施例中，所述第一阴离子表面活性剂可以选自但不限于磺酸盐类化合物。

所述磺酸盐类化合物可以选自但不限于烷基磺酸盐、亚甲基二萘磺酸盐、烷基苯磺酸盐、烷基萘磺酸盐中的一种或几种。

所述烷基磺酸盐包括二庚基磺化琥珀酸钠、丁二酸二己酯磺酸钠和十二烷基二苯醚二磺酸钠中的一种或多种。

所述亚甲基二萘磺酸盐包括亚甲基二萘磺酸钠或亚甲基二萘磺酸钾中的一种或多种。

所述烷基苯磺酸盐包括二甲苯磺酸钠、甲苯磺酸钠、异丙苯磺酸钠、甲苯磺酸钾、二甲苯磺酸铵、二甲苯磺酸钙中的一种或多种。

所述烷基萘磺酸盐包括烷基萘磺酸钠和丁基萘磺酸钠中的一种或多种。

在一些实施例中，所述第二阴离子表面活性剂包括甜菜碱或羧酸盐中的一种或多种。

所述甜菜碱包括三甲基甘氨酸。

所述羧酸盐包括烷基羧酸盐、酰胺基多肽羧酸盐中一种或多种。

所述烷基羧酸盐包括硬脂酸钠。

所述酰胺基多肽羧酸盐包括油酰胺基多肽羧酸钠。

第二方面，本申请实施例还提供一种混合电镀液，所述混合电镀液包括复配分散剂、水、石墨烯，其中，所述复配分散剂包括上述第一方面所述的复配分散剂。

在一些实施例中，所述混合电镀液还包括锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物。

本申请的混合电镀液提高了石墨烯在铜锡电镀液中分散性，使得电镀后的石墨烯在镀层上分布均匀且铜锡合金分布均匀，提高了镀件的导电性和耐磨性。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述第一阴离子表面活性剂的质量浓度为1-5g/L。例如为1g/L、1.5g/L、2g/L、2.6g/L、3g/L、3.5g/L、4g/L、4.5g/L、5g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述第二阴离子表面活性剂的质量浓度为0.5-4g/L。例如为0.5g/L、0.8g/L、1g/L、1.2g/L、1.5g/L、1.8g/L、2g/L、2.5g/L、2.8g/L、3g/L、3.2g/L、3.5g/L、3.8g/L、4g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述非离子表面活性剂的质量浓度为1-5g/L。例如为1g/L、1.2g/L、1.5g/L、1.8g/L、2g/L、2.2g/L、2.5g/L、2.8g/L、3g/L、3.3g/L、3.5g/L、3.8g/L、4g/L、4.2g/L、4.5g/L、4.8g/L、5g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述石墨烯的质量体积浓度为0.5-2g/L。例如为0.5g/L、0.8g/L、1g/L、1.2g/L、1.4g/L、1.6g/L、1.8g/L、2g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述锡酸盐的质量体积浓度为85-130g/L。例如为85g/L、90g/L、95g/L、100g/L、105g/L、110g/L、115g/L、120g/L、125g/L、130g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述铜盐的质量体积浓度为5-20g/L。例如为5g/L、8g/L、10g/L、12g/L、15g/L、17g/L、18g/L、20g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述络合剂的质量体积浓度为10-25g/L。例如为10g/L、12g/L、16g/L、18g/L、20g/L、22g/L、23g/L、25g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液中，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为5-15g/L。例如为5g/L、8g/L、10g/L、12g/L、13g/L、15g/L或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述锡酸盐包括锡酸钠及其水合物中的一种或多种，优选地，所述锡酸盐包括三水合锡酸钠。

在一些实施例中，铜盐包括氰化亚铜。

在一些实施例中，络合剂包括氰化钾和氰化钠中的一种或多种。

在一些实施例中，碱金属氢氧化物包括氢氧化钾和氢氧化钠中的一种或多种。

在一些实施例中，所述混合电镀液电镀时的温度为45~65℃。例如为45℃、48℃、50℃、52℃、54℃、56℃、58℃、60℃、64℃、65℃或者前述任意两个数值之间的值。

在一些实施例中，所述混合电镀液电镀时的电流密度为0.5~1.5A/dm²。例如为0.5A/dm²、0.6A/dm²、0.8A/dm²、1A/dm²、1.2A/dm²、1.3A/dm²、1.5A/dm²。

第三方面，本申请实施例还提供一种导体，包括基体和位于所述基体外部的镀层，所述镀层由上述第二方面所述的混合电镀液制得。

实施例1

本实施例提供复配分散剂，其由蒸馏水、第一阴离子表面活性剂、第二阴离子表面活性剂和非离子表面活性剂组成；所述第一阴离子表面活性剂为磺酸盐类化合物，所述磺酸盐类化合物为烷基磺酸盐，所述烷基磺酸盐为二庚基磺化琥珀酸钠；所述第二阴离子表面活性剂为甜菜碱，所述甜菜碱为三甲基甘氨酸；所述非离子表面活性剂为磺酸萘醌甲醛缩合物；所述复配分散剂中，所述第一阴离子表面活性剂的质量分数为3%、所述第二阴离子表面活性剂的质量分数为2.25%、所述非离子表面活性剂的质量分数为3%，余量为蒸馏水。

本实施例中，所述复配分散剂的制备方法，按本领域常规方法制备。

实施例2

本实施例与实施例1基本相同，区别在于，所述复配分散剂中，所述第一阴离子表面活性剂的质量分数为1%、所述第二阴离子表面活性剂的质量分数为0.5%、所述非离子表面活性剂的质量分数为1%，余量为蒸馏水。

实施例3

本实施例与实施例1基本相同，区别在于，所述复配分散剂中，所述第一阴离子表面活性剂的质量分数为5%、所述第二阴离子表面活性剂的质量分数为4%、所述非离子表面活性剂的质量分数为5%，余量为蒸馏水。

实施例4

本实施例与实施例1基本相同，区别在于，所述第一阴离子表面活性剂为磺酸盐类化合物，所述磺酸盐类化合物为烷基磺酸盐，所述烷基磺酸盐为丁二酸二己酯磺酸钠；所述第二阴离子表面活性剂为羧酸盐，所述羧酸盐为烷基羧酸盐，所述烷基羧酸盐为硬脂酸钠；所述非离子表面活性剂为三聚氰胺-甲醛缩合物。

实施例5

本实施例与实施例1基本相同，区别在于，所述第一阴离子表面活性剂为磺酸盐类化合物，所述磺酸盐类化合物为烷基磺酸盐，所述烷基磺酸盐为十二烷基二苯醚二磺酸钠；所述第二阴离子表面活性剂为羧酸盐，所述羧酸盐为酰胺基多肽羧酸盐，所述酰胺基多肽羧酸盐为油酰胺基多肽羧酸钠；所述非离子表面活性剂为三聚氰胺-甲醛缩合物。

实施例6

本实施例与实施例1基本相同，区别在于，所述第一阴离子表面活性剂为磺酸盐类化合物，所述磺酸盐类化合物为亚甲基二萘磺酸盐，所述亚甲基二萘磺酸盐为亚甲基二萘磺酸钠；所述第二阴离子表面活性剂为羧酸盐，所述羧酸盐为酰胺基多肽羧酸盐，所述酰胺基多肽羧酸盐为油酰胺基多肽羧酸钠；所述非离子表面活性剂为甲基萘磺酸甲醛缩合物钠盐。

实施例7

本实施例与实施例1基本相同，区别在于，所述第一阴离子表面活性剂为磺酸盐类化合物，所述磺酸盐类化合物为烷基苯磺酸盐，所述烷基苯磺酸盐为二甲苯磺酸钠；所述第二阴离子表面活性剂为羧酸盐，所述羧酸盐为烷基羧酸盐，所述烷基羧酸盐为硬脂酸钠；所述非离子表面活性剂为甲酚磺酸甲醛缩合物钠盐。

实施例8

本实施例与实施例1基本相同，区别在于，所述第一阴离子表面活性剂为磺酸盐类化合物，所述磺酸盐类化合物为烷基苯磺酸盐，所述烷基苯磺酸盐为二甲苯磺酸铵；所述第二阴离子表面活性剂为羧酸盐，所述羧酸盐为酰胺基多肽羧酸盐，所述酰胺基多肽羧酸盐为油酰胺基多肽羧酸钠；所述非离子表面活性剂为2-萘-磺酸甲醛缩合物钠盐。

以下为本申请混合电镀液的实施方式。

电镀液实施例1

本实施例混合电镀液包括第一阴离子表面活性剂、第二阴离子表面活性剂、非离子表面活性剂、水、石墨烯、锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物；混合电镀液中第一阴离子表面活性剂为二庚基磺化琥珀酸钠，其含量为3g/L，第二阴离子表面活性剂为三甲基甘氨酸，其含量为2.25g/L，非离子表面活性剂为磺酸萘酚甲醛缩合物，其含量为3g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为1.25g/L，所述锡酸盐的质量体积浓度为107g/L，所述铜盐的质量体积浓度为12g/L，所述络合剂的质量体积浓度为17g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为10g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钾，碱金属氢氧化物为氢氧化钠。

所述混合电镀液的制备方法，按本领域常规方法制备。

电镀液实施例2

本实施例与电镀液实施例1基本相同，区别在于，混合电镀液中，第一阴离子表面活性剂为二庚基磺化琥珀酸钠，其含量为1g/L，第二阴离子表面活性剂为三甲基甘氨酸，其含量为0.5g/L，非离子表面活性剂为磺酸萘醌甲醛缩合物，其含量为1g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为0.5g/L，所述锡酸盐的质量体积浓度为85g/L，所述铜盐的质量体积浓度为5g/L，所述络合剂的质量体积浓度为10g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为5g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钾，碱金属氢氧化物为氢氧化钾。

电镀液实施例3

本实施例与电镀液实施例1基本相同，区别在于，混合电镀液中，第一阴离子表面活性剂为二庚基磺化琥珀酸钠，其含量为5g/L，第二阴离子表面活性剂为三甲基甘氨酸，其含量为4g/L，非离子表面活性剂为磺酸萘醌甲醛缩合物，其含量为5g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为2g/L，所述锡酸盐的质量体积浓度为130g/L，所述铜盐的质量体积浓度为20g/L，所述络合剂的质量体积浓度为25g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为15g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钠，碱金属氢氧化物为氢氧化钠。

电镀液实施例4

本实施例混合电镀液为第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂，非离子表面活性剂，水、石墨烯、锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物，混合电镀液中，第一阴离子表面活性剂为丁二酸二己酯磺酸钠，其含量为3.5g/L，第二阴离子表面活性剂为硬脂酸钠，其含量为2.5g/L，非离子表面活性剂为三聚氰胺-甲醛缩合物，其含量为3.2g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为0.8g/L，所述锡酸盐的质量体积浓度为108g/L，所述铜盐的质量体积浓度为10g/L，所述络合剂的质量体积浓度为15g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为10g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钾，碱金属氢氧化物为氢氧化钾。

电镀液实施例5

本实施例混合电镀液为第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂，非离子表面活性剂，水、石墨烯、锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物，混合电镀液中，第一阴离子表面活性剂为十二烷基二苯醚二磺酸钠，其含量为3g/L，第二阴离子表面活性剂为油酰胺基多肽羧酸钠，其含量为2g/L，非离子表面活性剂为三聚氰胺-甲醛缩合物，其含量为3.5g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为1g/L，所述锡酸盐的

质量体积浓度为102g/L，所述铜盐的质量体积浓度为12g/L，所述络合剂的质量体积浓度为14g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为9g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钠，碱金属氢氧化物为氢氧化钠。

电镀液实施例6

本实施例混合电镀液为第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂，非离子表面活性剂，水、石墨烯、锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物，混合电镀液中，第一阴离子表面活性剂为亚甲基二萘磺酸钠，其含量为3g/L，第二阴离子表面活性剂为油酰胺基多肽羧酸钠，其含量为2g/L，非离子表面活性剂为甲基萘磺酸甲醛缩合物钠盐，其含量为3.5g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为0.8g/L，所述锡酸盐的质量体积浓度为106g/L，所述铜盐的质量体积浓度为12g/L，所述络合剂的质量体积浓度为13g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为8g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钠，碱金属氢氧化物为氢氧化钠。

电镀液实施例7

本实施例混合电镀液为第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂，非离子表面活性剂，水、石墨烯、锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物，混合电镀液中，第一阴离子表面活性剂为二甲苯磺酸钠，其含量为3.2g/L，第二阴离子表面活性剂为硬脂酸钠，其含量为2.2g/L，非离子表面活性剂为甲酚磺酸甲醛缩合物钠盐，其含量为2.8g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为1.1g/L，所述锡酸盐的质量体积浓度为108g/L，所述铜盐的质量体积浓度为10g/L，所述络合剂的质量体积浓度为14g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为10g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钾，碱金属氢氧化物为氢氧化钾。

电镀液实施例8

本实施例混合电镀液为第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂，非离子表面活性剂，水、石墨烯、锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物，混合电镀液中，第一阴离子表面活性剂为二甲苯磺酸铵，其含量为2.8g/L，第二阴离子表面活性剂为油酰胺基多肽羧酸钠，其含量为2.5g/L，非离子表面活性剂为2-萘-磺酸甲醛缩合物钠盐，其含量为3.6g/L，所述石墨烯的质量体积浓度为1.2g/L，所述锡酸盐的质量体积浓度为100g/L，所述铜盐的质量体积浓度为15g/L，所述络合剂的质量体积浓度为16g/L，所述碱金属氢氧化物的质量体积浓度为9g/L；所述锡酸盐为三水合锡酸钠，铜盐为氰化亚铜，络合剂为氰化钾，碱金属氢氧化物为氢氧化钾。

对比例1

市售纯铁件。

对比例2

本对比例与电镀液实施例1基本相同，区别在于，去掉混合电镀液中的复配分散剂和石墨烯。

对比例3

本对比例与电镀液实施例1基本相同，区别在于，将电镀液实施例1中复配分散剂替换为本领域常规的2-乙基己基硫酸酯钠盐。

对比例4

本对比例与电镀液实施例1基本相同，区别在于，将电镀液实施例1中复配分散剂替换为本领域常规的二辛基磺化琥珀酸钠。

电镀时的温度为55℃，电流密度为1A/dm²，电镀结束后，硬度测试维氏硬度银进行测试，为排除铁基体金属对镀层硬度测试的干扰，故实验测试金属镀层厚度均大于30微米；微电阻采用精密四探针电阻率测试仪进行测试；耐磨性能测试通过钢丝绒耐摩擦试验仪对镀层进行检测，测量每5000次摩擦前后的质量，通过质量差计算磨损率；Zeta电位的测试方法为电泳法，测量镀液分散均匀性，测试结果参见表1。

表 1

序号	Zeta电位 (mV)	硬度 (HV)	微电阻 (mΩ)	平均每5000次磨损率 (mg/g)
电镀液实施例 1	-49.3	282	0.1725	11
电镀液实施例 2	-49.1	284	0.1780	10
电镀液实施例 3	-48.2	281	0.1712	8
电镀液实施例 4	-48.5	290	0.1700	12
电镀液实施例 5	49.0	280	0.1755	13
电镀液实施例 6	-49.8	285	0.1711	11
电镀液实施例 7	49.3	284	0.1722	12

电镀液实施例 8	48.2	281	0.1725	13
对比例 1	/	238	0.1911	/
对比例 2	/	155	0.1825	25
对比例 3	-26.8	255	0.1810	18
对比例 4	-24.8	246	0.1822	20

注：耐磨性能为平均每微米可承受次数，单位为/次。

由表1可知，本申请电镀液实施例1-8的电镀液与对比例3和4相比，本申请实施例1-8的Zeta电位的绝对值高于对比例3和4，说明添加了本申请复配分散剂的电镀液中石墨烯分散性更好；本申请电镀液实施例1-8镀出的产品的硬度均高于对比例1-4，说明添加了本申请复配分散剂的电镀液镀出的产品硬度更高；本申请电镀液实施例1-8镀出的产品的微电阻小于对比例1-4，说明本申请复配分散剂的电镀液镀出的产品的导电性更好；本申请电镀液实施例1-8镀出的产品的平均每5000次磨损率均小于对比例2-4，说明本申请复配分散剂的电镀液镀出的产品的镀层的耐磨性更好。由于对比例1为纯铁件，对比例2中仅仅是镀铜锡，对比例3和4为本领域常规的分散剂，对比例3和4的电镀液中石墨烯分散性比实施例1-8差。

权利要求书

- 1、一种复配分散剂，所述复配分散剂包括第一阴离子表面活性剂，第二阴离子表面活性剂和非离子表面活性剂，所述第一阴离子表面活性剂包括磷酸盐类化合物；和/或
- 所述第二阴离子表面活性剂包括甜菜碱或羧酸盐中的一种或多种；和/或
- 所述非离子表面活性剂包括磺酸萘醌甲醛缩合物、三聚氰胺-甲醛缩合物、甲基萘磺酸甲醛缩合物钠盐、甲酚磺酸甲醛缩合物钠盐、2-萘-磺酸甲醛缩合物钠盐中一种或多种。
- 2、根据权利要求1所述的复配分散剂，其中，所述第一阴离子表面活性剂，所述第二阴离子表面活性剂和所述非离子表面活性剂的质量比为(1~5):(0.5~4):(1~5)。
- 3、根据权利要求1所述的复配分散剂，其中，所述磷酸盐类化合物包括烷基磺酸盐、亚甲基二萘磺酸盐、烷基苯磺酸盐、烷基萘磺酸盐中的一种或几种；和/或
- 所述甜菜碱包括三甲基甘氨酸；和/或
- 所述羧酸盐包括烷基羧酸盐、酰胺基多肽羧酸盐中一种或多种。
- 4、根据权利要求3所述的复配分散剂，其中，所述烷基磺酸盐包括二庚基磺化琥珀酸钠、丁二酸二己酯磺酸钠和十二烷基二苯醚二磺酸钠中的一种或多种；和/或
- 所述亚甲基二萘磺酸盐包括亚甲基二萘磺酸钠或亚甲基二萘磺酸钾中的一种或多种；和/或
- 所述烷基苯磺酸盐包括二甲苯磺酸钠、甲苯磺酸钠、异丙苯磺酸钠、甲苯磺酸钾、二甲苯磺酸铵、二甲苯磺酸钙中的一种或多种；和/或
- 所述烷基萘磺酸盐包括烷基萘磺酸钠和丁基萘磺酸钠中的一种或多种；和/或
- 所述烷基羧酸盐包括硬脂酸钠；和/或
- 所述酰胺基多肽羧酸盐包括油酰胺基多肽羧酸钠。
- 5、一种混合电镀液，所述混合电镀液包括复配分散剂、水、石墨烯，其中，所述复配分散剂包括权利要求1-4任一项所述的复配分散剂。
- 6、根据权利要求5所述的混合电镀液，所述混合电镀液还包括锡酸盐、铜盐、络合剂和碱金属氢氧化物。
- 7、根据权利要求6所述的混合电镀液，其中，所述混合电镀液中，
- 所述第一阴离子表面活性剂的质量浓度为1-5g/L；和/或
- 所述第二阴离子表面活性剂的质量浓度为0.5-4g/L；和/或
- 所述非离子表面活性剂的质量浓度为1-5g/L和/或
- 所述石墨烯的质量浓度为0.5-2g/L；和/或

所述锡酸盐的质量浓度为 85-130g/L；和/或

所述铜盐的质量浓度为 5-20g/L；和/或

所述络合剂的质量浓度为 10-25g/L；和/或

所述碱金属氢氧化物的质量浓度为 5-15g/L。

8、根据权利要求 6 所述的混合电镀液，其中，所述混合电镀液中，所述锡酸盐包括锡酸钠及其水合物中的一种或多种；和/或

所述铜盐包括氰化亚铜；和/或

所述络合剂包括氰化钾和氰化钠中的一种或多种；和/或

所述碱金属氢氧化物包括氢氧化钾和氢氧化钠中的一种或多种。

9、根据权利要求 6 所述的混合电镀液，其中，所述混合电镀液电镀时的温度为 45~65℃；
和/或

电流密度为 0.5~1.5A/dm²。

10、一种导体，包括基体和位于所述基体外部的镀层，所述镀层由上述权利要求 5-9 任一项所述的混合电镀液制得。