



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 105873671 B

(45) 授权公告日 2020.10.30

(21) 申请号 201480072147.X

(22) 申请日 2014.11.17

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105873671 A

(43) 申请公布日 2016.08.17

(30) 优先权数据  
5300/CHE/2013 2013.11.18 IN  
5805/CHE/2013 2013.12.13 IN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.07.01

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2014/066097 2014.11.17

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02015/071881 EN 2015.05.21

(73) 专利权人 印度马德拉斯理工学院  
地址 印度金奈  
专利权人 石油印度有限公司

(72) 发明人 吉藤德拉·桑外 拉密施·加达斯基瓦巴兰·萨克希维尔  
苏吉尔塔·瓦卢萨米  
斯里尼瓦桑·拉朱  
普拉桑特·德霍塔普卡尔

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262  
代理人 牟静芳 高瑜

(51) Int.Cl.  
B01F 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 3998743 A, 1976.12.21  
US 20050214167 A1, 2005.09.29  
蕨月琴等. 紫外可见光广度法测定维生素B12含量.《长治医学院学报》.2007, 第251-253页.

审查员 时钢印

权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

用于筛选用于溶解槽底污泥的溶剂的系统和方法

(57) 摘要

披露了一种筛选用于溶解石油烃类的溶剂的方法。该方法包括将石油烃类溶解在选定溶剂中以形成第一溶液,将离子液体添加到该第一溶液中并且进行共混以形成第二溶液,并且使用光谱技术测定该第二溶液的吸光度。然后,基于所测定的该第一溶液与该第二溶液的吸光度之间的差值来确定石油烃类在该溶剂中的溶解。还披露了一种用于筛选用于溶解石油烃类的溶剂的系统。该系统可用于在管道操作过程中去除炼油厂工艺设备、工艺流程线中的蜡沉积物、升级蜡、防止管道堵塞、处理污泥或用于将污泥从石油槽装置中去除和增强原油流动。

1. 一种筛选用于溶解石油烃类的溶剂的方法,所述方法包括:  
将10~120ppm石油烃类混合于选定溶剂中以形成第一溶液;  
测定该第一溶液的吸光度;  
将含离子液体的共溶剂添加到该第一溶液中并且进行共混以形成第二溶液;  
测定该第二溶液的吸光度;并且  
确定所述第二溶液相对于第一溶液所增加的吸光度。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中该溶剂选自芳香烃溶剂、脂肪烃溶剂或其混合物。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中该脂肪烃是戊烷、己烷、庚烷、辛烷、癸烷或其混合物。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中该芳香烃溶剂是苯、乙苯、二甲苯、甲苯以及其混合物。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中该离子液体选自:1,3-二甲基咪唑鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;1-丁基-1-甲基-吡咯烷鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;二乙基磷酸铵;二乙基硫酸铵;三乙基磷酸铵;三乙基硫酸铵;三丙基硫酸铵;三丁基硫酸铵;1-丁基-3-甲基咪唑鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;1-丁基-3-甲基咪唑鎓氯化物;1-丁基-3-甲基咪唑鎓六氟磷酸盐;1-乙基-3-甲基咪唑鎓乙基硫酸酯;1-己基-3-甲基咪唑鎓六氟磷酸盐;1-癸基-3-甲基咪唑鎓双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺;1-辛基-3-甲基咪唑鎓氯化物;1-己基-3-甲基咪唑鎓硫酸氢盐;三乙基-四氟硼酸铵;三乙基乙酸铵;或其混合物。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中该第一溶液和该第二溶液的吸光度使用UV-Vis光谱法、傅立叶变换红外光谱法(FT-IR)或<sup>13</sup>C-核磁共振(NMR)中的一种来测定。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中石油烃源包括槽底污泥(TBS)和重质原油。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中所增加的溶解为至少70%。
9. 一种处理石油烃类的方法,所述方法包括:
  - a) 将10~120ppm石油烃类混合于选定溶剂中以形成第一溶液;
  - b) 使用光谱技术测定该第一溶液的吸光度;
  - c) 将离子液体添加到该第一溶液中并且进行共混以形成第二溶液;
  - d) 测定该第二溶液的吸光度;
  - e) 确定所述第二溶液相对于第一溶液所增加的吸光度;
  - f) 针对多种溶剂和多种离子液体重复步骤a)至e);
  - g) 基于所增加的吸光度选择至少一种溶剂和至少一种离子液体;并且使用组合的该选定溶剂和该离子液体来处理这些石油烃类。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中该吸收使用选自UV-Vis光谱法、傅立叶变换红外光谱法和<sup>13</sup>C-核磁共振的光谱技术来测定。
11. 根据权利要求9所述的方法,该方法进一步包括使用组合的该选定溶剂和离子液体进行保持时间研究;  
测定经保持的该选定溶剂和离子液体组合的吸光度;并且  
确定经保持的该选定溶剂和离子液体组合相对于该选定溶剂和离子溶液组合所增加的吸光度;

其中该石油烃类的溶解为至少60%至230%。

## 用于筛选用于溶解槽底污泥的溶剂的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2013年11月18日提交的题为用于溶解石油污泥或蜡类的配制品以及用于其评价的方法 (FORMULATIONS FOR DISSOLUTION OF PETROLEUM SLUDGE OR WAXES AND METHOD FOR EVALUATION THEREOF) 的印度临时专利申请5300/CHE/2013, 和于2013年12月13日提交的题为筛选用于溶解槽底污泥的溶剂的方法 (METHOD OF SCREENING SOLVENTS FOR DISSOLVING TANK BOTTOM SLUDGE) 的5805/CHE/2013的优先权, 这些专利通过引用结合在此。

### 技术领域

[0003] 本披露总体上涉及一种筛选用于溶解石油烃类的溶剂的方法, 并且具体地涉及环境友好型绿色溶剂-离子液体用于溶解石油槽底污泥 (TBS) 的用途。

### 背景技术

[0004] “原油”是指从地球表面的下面回收的未处理或未精制的油。在原油加工/储存过程中累积在油槽底部的污染物诸如固体物、重烃馏分以及来自管道和槽壁的锈和污垢通常被称为槽底物或槽底污泥 (TBS)。TBS的积聚加速槽内的腐蚀、影响槽保养, 并且减少槽的工作能力, 并且因此需要被处置掉。

[0005] 污泥的处置或去除一直是世界范围内大多数油田经营者和炼油厂所经历的一个费力工序, 因为这些是难溶的。用于污泥处置的常规方法包括人工清洗污泥、注入高压热水或使用旋转工具。然而, 人工清洗方法是不安全、昂贵、费时且麻烦的, 并且在危险环境中并不总是可采用的。

[0006] 除了人工清洗, 最常用的清洗方法是原油洗舱 (COW) 和化学清洗。在一些情况下, 污泥以化学方式处理并且使得其放置特定的时期以便通过重力而将其分离在一个单独的容器中。特别设计的移动压滤机和离心机已用于更多的清洁器和快速的分离。由于污泥的黏滞性质和链烷烃/环烷烃组成, 难以将污泥从槽中泵出。本领域已尝试使用分散剂将污泥分解成粗粒物质并且将污泥与轻原油混合。

[0007] 处理TBS的一种有效方法是: 将污泥溶解在诸如芳香烃和脂肪烃液体的化学溶剂中, 然后进行清洗。然而, 由于污泥的复杂性质, 差的溶解度和可变的组成, 因此使污泥溶解是一个具有挑战性的任务。因此, 重要的是测定TBS在宽范围溶剂中的溶解度, 这样使得一种理想溶剂或溶剂混合物可被鉴定出。测定物质溶解度的一种简单方法是将该物质增量地添加在已知体积的溶剂中直到达到饱和并且测定所添加的物质的量。然而, 使用常规系统和方法这可能是费时的。

[0008] 本发明解决了常规方法的一些缺点并且满足了对测定石油烃类在宽范围溶剂和共溶剂中的溶解度的方法和系统, 以及如在此所述的其他相关优点的需要。

## 发明内容

[0009] 披露了用于筛选溶解石油烃类的溶剂的方法和系统。

[0010] 在一个实施例中,披露了一种筛选用于处理石油烃类的溶剂的方法,其中石油烃类溶解在选定的溶剂中以形成第一溶液,一种诸如离子液体的共溶剂被添加到该第一溶液以形成第二溶液。使用光谱技术测定第一溶液和第二溶液的吸光度。基于第一溶液与第二溶液的吸光度之间的差值来确定离子液体溶解石油烃类的效力。使用多种溶剂、离子液体或其混合物重复以上过程。

[0011] 在一个方面中,第一溶液和第二溶液的吸光度使用UV-Vis可见光谱法、傅立叶变换红外光谱法(FT-IR)或<sup>13</sup>C-核磁共振(NMR)来测定。

[0012] 在一个方面中,溶剂选自芳香烃溶剂或脂肪烃溶剂,诸如戊烷、己烷、庚烷、辛烷、癸烷、乙酸乙酯、苯、乙苯、二甲苯、苯酚、甲苯以及其混合物。

[0013] 在另一个方面中,离子液体选自1,3-二甲基咪唑鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;1-丁基-1-甲基-吡咯烷鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;二乙基磷酸铵;二乙基硫酸铵;三乙基磷酸铵;三乙基硫酸铵;三丙基硫酸铵;三丁基硫酸铵;1-丁基-3-甲基咪唑鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;1-丁基-3-甲基咪唑鎓氯化物;1-丁基-3-甲基咪唑鎓六氟磷酸盐;1-乙基-3-甲基咪唑鎓乙基硫酸酯;1-己基-3-甲基咪唑鎓六氟磷酸盐;1-癸基-3-甲基咪唑鎓双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺;1-辛基-3-甲基咪唑鎓氯化物;1-己基-3-甲基咪唑鎓硫酸氢盐;三乙基-四氟硼酸铵;三乙基乙酸铵;或其混合物。

[0014] 在一个其他方面中,该石油烃源是石油槽底污泥(TBS)或重质原油。在另一个方面中,溶解石油烃类的方法的有效性为至少约70%。

[0015] 在另一个实施例中,披露了一种用于筛选溶解石油烃类的溶剂的系统。该系统包括石油烃源、一种或多种溶剂源、一种或多种离子液体源、用于将石油烃类与所述溶剂或所述离子液体混合的混合设备、用于确定溶剂混合物的光谱吸光度的传感器以及耦接到该传感器上的控制模块。控制模块被配置成用于基于吸光度确定石油烃类在溶剂中的溶解。

[0016] 在一个其他实施例中,披露了一种方法处理石油烃类的方法。该方法包括将石油烃类溶解在选定溶剂中以形成第一溶液,使用光谱技术测定该第一溶液的吸光度,随后将离子液体添加到第一溶液中以形成一种第二溶液。然后测定第二溶液的吸光度,并且然后基于第一溶液与第二溶液的吸光度之间的差值来计算石油烃类在溶剂中的溶解。针对多种溶剂和离子液体对该过程进行重复,这样使得至少一种溶剂和至少一种离子液体可基于溶解值被选择出。然后使用组合的选定溶剂和离子液体来处理石油烃。

[0017] 在一个方面中,该方法进一步包括对选定溶剂和离子液体组合进行的保持时间研究(hold-time study)以确定石油烃溶解的有效性,其中发现石油烃类的溶解百分比在60%与230%之间。

## 附图说明

[0018] 本发明具有其他优点和特征,当结合附图考虑时,通过下面对本发明的详细描述和所附的权利要求将更容易地明白这些优点和特征,在附图中:

[0019] 图1示出了筛选用于溶解石油烃类的溶剂的方法的一个实施例。

[0020] 图2示出了筛选用于溶解石油烃类的溶剂的系统的的一个实施例。

[0021] 图3示出了筛选用于溶解石油烃类的多种溶剂的方法的另一个实施例。

[0022] 图4A-4H示出了UV吸收,该UV吸收显示了以下各项对庚烷中的HCO (HCO/IL=1:1)的影响:4A)  $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ , 4B)  $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{HSO}_4]^-$ , 4C)  $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ , 4D)  $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{BF}_4]^-$ , 4E)  $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ , 4F)  $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ , 4G)  $[\text{Pr}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 以及4H)  $[\text{Bu}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 。

[0023] 图5示出了在增加HCO在所有提到的溶剂中的溶解度方面对所有IL的有效性的比较,这些溶剂在三种不同浓度下含有1:1 (HCO/IL)的变化比。0%溶解度的基线是针对标准溶液的。

[0024] 图6示出了原油HCO、HCO+甲苯、以及HCO+甲苯+ $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 的FT-IR光谱。

[0025] 图7A-7C示出了以下的 $^{13}\text{C}$  NMR光谱:7A) HCO, 7B) 庚烷处理的HCO和7C) 用庚烷连同 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ 一起处理的HCO。

[0026] 图8A和图8B分别示出了TBS的甲苯标准溶液和庚烷标准溶液的UV-Vis光谱。

[0027] 图9示出了离子液体 (BMIM C1) 对在不同浓度的TBS的甲苯溶液情况下的吸光度的影响。

[0028] 图10是示出了针对不同离子液体的含三种不同浓度的TBS的甲苯溶液的吸光度值变化的条形图。

[0029] 图11示出了离子液体 (BMIM C1) 对不同浓度的TBS的庚烷溶液情况下的吸光度的影响。

[0030] 图12是示出了含TBS的庚烷和不同离子液体的溶液的吸光度值的条形图。

[0031] 图13是表示了研究下的不同离子液体在含有50ppm TBS的甲苯标准溶液和庚烷标准溶液中的效力的比较图。

[0032] 参照附图,在所有图中,相同标记指示相同部分。

### 具体实施方式

[0033] 尽管已经参照某些实施例披露了本发明,但本领域技术人员应理解的是,可以进行多种不同改变并且可以替换等效方案,而不偏离本发明的范围。此外,可以进行许多修改来使得具体的情况或材料与本发明传授内容相适配而不偏离其范围。

[0034] 除非上下文明确地另外指出,否则在整个说明书和权利要求中,以下术语都采用在此明确相关联的意思。“一个(a)”、“一个(an)”和“该”的意思包括复数。“在……中”的意思包括“在……中”和“在……上”。参照附图,在所有图中,相同标记指示相同部分。另外地,除非另外说明或与在此的公开内容不一致,否则对单数的参考包括对复数的参考。

[0035] 在一个实施例中,本披露涉及一种用于筛选石油烃类的溶解度的方法。该方法包括选择芳香烃或脂肪烃溶剂并且将石油烃类溶解在选定溶剂中以形成一种第一溶液。随后地,将离子液体(IL)添加到第一溶液并且进行混合以形成第二溶液。第一溶液和第二溶液的吸光度使用光谱技术诸如紫外可见(UV-Vis)分光光度法、傅立叶变换红外光谱法(FT-IR)或 $^{13}\text{C}$ -核磁共振(NMR)光谱法来测定。测定的吸光度指示了石油烃类在选定的溶剂和IL的组合中的溶解度。

[0036] 筛选用于溶解石油烃类的溶剂的一个示例性方法在图1所示的流程图中说明。在

步骤101处,将石油烃类溶解在选定的第一溶剂中,并且均匀地共混以形成第一溶液。在步骤102处,使用光谱技术测定第一溶液的吸光度。在步骤103处,将IL添加到第一溶液并且进行共混以形成第二溶液。在步骤104中,使用光谱技术测定第二溶液的吸光度。测定的第二溶液的吸光度值指示了石油烃类在选定的溶剂-IL组合中的浓度。在步骤105中,基于所测定的第一溶液和第二溶液吸收的差值来确定IL溶解烃类的有效性。然后在步骤106中通过重复如图1所示的步骤101至步骤105来确定石油烃类在不同溶剂和IL的组合中的溶解。

[0037] 在一个实施例中,溶剂选自下组的溶剂,该组包括但不限于芳香烃溶剂、脂肪烃溶剂或其混合物。在一个实施例中,芳香烃溶剂可包括苯、乙苯、二甲苯、苯酚、甲苯以及其混合物;并且脂肪烃溶剂可包括戊烷、己烷、庚烷、辛烷、癸烷、乙酸乙酯或其混合物。

[0038] 在一个实施例中,IL选自下组的共溶剂,该组包括但不限于1,3-二甲基咪唑鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;1-丁基-1-甲基-吡咯烷鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;二乙基磷酸铵;二乙基硫酸铵;三乙基磷酸铵;三乙基硫酸铵;三丙基硫酸铵;三丁基硫酸铵;1-丁基-3-甲基咪唑鎓1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺;1-丁基-3-甲基咪唑鎓氯化物;1-丁基-3-甲基咪唑鎓六氟磷酸盐;1-乙基-3-甲基咪唑鎓乙基硫酸酯;1-己基-3-甲基咪唑鎓六氟磷酸盐;1-癸基-3-甲基咪唑鎓双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺;1-辛基-3-甲基咪唑鎓氯化物;1-己基-3-甲基咪唑鎓硫酸氢盐;三乙基-四氟硼酸铵;三乙基乙酸铵;或其混合物。然而,实施此方法并不限于这些单独的溶剂,而是可针对其他溶剂和共溶剂以类似方式进行扩展。

[0039] 在一个实施例中,本披露涉及一种用于筛选石油烃类在多种溶剂中的溶解度的系统200。该系统200包括石油烃类源201、溶剂源202、和IL源203。该系统200还包括配备有用于将石油烃类、溶剂和IL共混以形成溶剂混合物的共混装置204A的混合设备204、用于检测该溶剂混合物在光谱区中的吸光度的传感器205,以及控制模块206诸如包括至少一个处理器和一个存储器以用于使用吸光度值确定石油烃类在溶剂中的溶解的计算装置。在一些方面中,传感器可以是例如光谱仪。

[0040] 在另一个实施例中,本披露涉及一种如图3所述处理石油烃类的方法。在步骤301中,基于如图1所示的第一溶液与第二溶液的吸光度值之间的差值产生石油烃类在溶剂和IL的不同组合中的溶解数据。石油烃类于第二溶液中的混合物的吸光度值通常高于第一溶液的吸光度值,因此揭示了在共溶剂(IL)存在下石油烃类的溶解更大。

[0041] 在步骤302中选择出显示出最高溶解的溶剂和IL的组合,并且如步骤303中那样使用选定的组合来处理石油烃类。测定不同浓度的石油烃类于选定溶剂和IL中的溶液的吸光度值。不同浓度的吸光度增加,这是由于石油烃类在溶剂中溶解的增强。在图1至图3所示的不同实施例中,光谱技术是紫外可见(UV-Vis)分光光度法、傅立叶变换红外光谱法(FT-IR)或<sup>13</sup>C-核磁共振(NMR)光谱法中的一种。

[0042] 如图1至图3所示,使用在此披露的方法和系统能够快速筛选用于溶解难以清洗的石油槽底污泥TBS的溶剂-共溶剂混合物。在此披露的方法和系统还能够使用利用筛选方法所鉴定的溶剂和共溶剂的组合快速并且有效地处理石油槽污泥。本发明还披露了一种用于快速筛选用于溶解难以处理的固体的溶剂的系统。

[0043] 参照以下实例进一步详尽阐述所披露的方法和系统。

[0044] 实例1

[0045] 从印度阿萨姆邦的印度石油有限公司 (Oil India Limited, Assam, India) 收集重质原油 (HCO) 样品。与常规原油相比, HCO 具有更多固体并且粘性更大。HCO 的 SARA 特性和其他细节总结在表 1 中。

[0046] 表 1: SARA 分析和 API 比重报告书

试验号	组成				API 重度
	饱和烃 (%)	芳香烃 (%)	树脂 (%)	沥青烯 (%)	
[0047] 1	25.3	63.4	5.1	6.2	10.6
2	25.2	67.6	3.5	3.7	10.2
3	28.6	63.5	3.8	4.2	10.4
平均值	26.4	64.8	4.1	4.7	10.4

[0048] 根据文献中可获得的方法来合成并且纯化八种 IL, 即  $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{HSO}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{BF}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 、 $[\text{Pr}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$  以及  $[\text{Bu}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ , 并且使用  $^1\text{H}$  核磁共振 ( $^1\text{H}$  NMR) 光谱法进行证实。在它们使用之前, 将所有 IL 在真空 (0.1 Pa) 下在 353 K 下在剧烈搅拌下干燥最少 48 h 以去除挥发性化合物并且将水份含量降低至可忽略不计的值。

[0049] 使用溶剂制备不同浓度的含 HCO 的标准溶液, 并且使用 UV-Vis 分光光度计在对应于表 2 的  $\lambda_{\text{最大值}}$  的固定波长下记录它们的吸光度。通过在 190–900 nm 波长范围中运行不同浓度的含 HCO 的特定溶剂溶液的全扫描光谱来获得  $\lambda_{\text{最大值}}$  值。

[0050] 表 2: HCO 于不同溶剂中的  $\lambda_{\text{最大值}}$

溶剂	CAS 号	来源	纯度 (%)	$\lambda_{\text{最大值}}$ (nm)
癸烷	124-18-5	奥德里奇公司 (Aldrich)	95	227
乙酸乙酯	141-78-6	兰科姆公司 (Rankem)	99	257
庚烷	142-82-5	默克公司 (Merck)	99	226
己烷	110-54-3	默克公司	99	229
甲苯	108-88-3	默克公司	99	288

[0052] 对于有关 HCO 的甲苯标准溶液的研究, 使用的溶液浓度为: 10 ppm–100 ppm (具有 10 ppm 的增量)。对于其余溶剂 (庚烷、癸烷、乙酸乙酯以及己烷), 使用的溶液 (关于 HCO) 浓度在 10 ppm 至 120 ppm (具有 10 ppm 的增量) 范围内。关于甲苯的范围尽可能保持为最小以降低所使用的溶剂量, 因为它是有毒的, 然而发现其余溶剂的毒性是相对较小的, 并且因此考虑了更宽的范围。

[0053] 针对不同的 HCO 和 IL 比进行了用于溶解研究的样品溶液制备, HCO/IL 重量比为 1:1、1:0.5、和 1:0.1。对于 HCO/IL = 1:1, 通过将 50 mg 重质原油和 50 mg IL 溶解在 50 mL 相应溶剂中来制备 1000 ppm 储备溶液。对于 HCO/IL = 1:0.5 和 1:0.1, 接着进行如上所述的类似程序。通过对储备溶液的稀释来制得所考虑的浓度 (即, 在甲苯的情况下为 30、50、70 ppm; 其余情况下为 10、30、50 和 70 ppm)。针对如上提到的所有八种离子液体研究三种不同的 HCO 对 IL 重量比。

[0054] 此外, 对于每个 HCO 对 IL 比, 在四种不同溶剂 (即, 庚烷、癸烷、乙酸乙酯以及己烷) 中制备四种不同的浓度 (即, 10、30、50、70 ppm), 并且在甲苯中制备三种不同的浓度 (即, 30、50、70 ppm)。因此, 总共制备 456 种样品溶液, 并且其中每种样品溶液由它们的对应储备溶液



制备三份以用于三次试验研究。记录所有样品溶液的吸光度值并且将其与它们的对应标准溶液进行比较,并且用于与在使用有IL存在的溶剂情况下重质原油的溶解有关的计算。标准溶液和样品溶液是新鲜制备的,并且在同一天,大约在溶液制备2小时内记录它们的吸光度。对于保持时间研究,将样品溶液储存在黑色腔室中。

[0055] (a) 用于FT-IR和<sup>13</sup>C NMR的样品的制备

[0056] 通过以下方式制备用于FT-IR和<sup>13</sup>C NMR分析的样品:从用于UV-Vis光谱所制备的样品倾析出HCO与溶剂的溶解部分(滤液),接着彻底地洗涤整个剩余残余物部分以去除使用的IL。使用旋转蒸发器干燥此残余物部分(从含有1:1HCO/IL的溶液获得的),接着烘箱干燥2小时,两次干燥均保持在70℃下。将获得的少量固体部分分成两份。将一份用于记录<sup>13</sup>C NMR,并且将其余的与溴化钾(KBr)一起磨碎后用于记录FT-IR光谱。通过使用回收且可重用的水来恢复样品溶液中使用的IL。对所有五种溶剂进行相同程序。在整个研究中保持样品和KBr的量是一致的。

[0057] (b) 在没有IL情况下的重质原油的溶解度研究

[0058] 通过使用UV-vis分光光度计在对应于所关注的对应溶剂中HCO的 $\lambda_{\text{最大值}}$ (如表2所示)的特定波长下测定吸光度来研究由于重质原油在不同溶剂(标准溶液)中的溶解而使其产生软化。分别绘制出了标准溶液吸光度相对于重质原油于溶剂诸如甲苯、庚烷、癸烷、乙酸乙酯以及己烷中的浓度(单位为ppm)的曲线图。使用线性回归分析对这些浓度(单位为ppm)对吸光度曲线图进行拟合,其中回归系数(R<sup>2</sup>)大于0.99。针对重质原油的纯溶剂(没有IL)的不同标准溶液获得的方程和相应的R<sup>2</sup>(相关系数)值在表3中示出。

[0059] 表3:HCO的不同溶剂溶液的参考UV-Vis吸光度

溶剂	回归方程	相关系数
甲苯	$y=0.006x$	0.9980
庚烷	$y=0.0195x$	0.9982
癸烷	$y=0.0219x$	0.9993
乙酸乙酯	$y=0.0123x$	0.9997
己烷	$y=0.0237$	0.9995

[0061] (b) 在具有IL的情况下的重质原油的溶解度研究

[0062] 使用八种IL、五种溶剂并且使用三种不同HCO/IL重量比通过在对应用于所关注的对应溶剂中HCO的 $\lambda_{\text{最大值}}$ (如表2中所提供)的特定波长下测定样品溶液吸光度来完成对样品溶液的溶解度研究。对于三次试验对应于吸光度运行的所有值是一致的,并且发现是在报道值的 $\pm 0.001$ 内。将样品溶液的吸光度与标准溶液的对应浓度进行比较,并且计算溶解度百分比相对于标准溶液的增加(其中标准溶液的吸光度值作为基准参考)并且进行作图。图4A-4H以如下顺序示出了IL在溶解重质原油中的有效性: $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{HSO}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{BF}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 、 $[\text{Pr}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 以及 $[\text{Bu}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 。

[0063] 图5示出了针对不同的HCO/IL重量比随着HCO于溶剂中的浓度(单位为ppm)的增加溶解度增加的百分比(具有 $\pm 0.1\%$ 的精确度),示出了不同IL对于重质原油溶解度的效力。

[0064] 参考图4和图5所示的结果,观察到重质原油在甲苯中的溶解在 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 存在下更加有效。对于IL $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ ,观察到小于10%的最小有效性。在溶剂庚烷的情

况下,IL $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ 针对溶解重质原油表现出约70%的最大有效性,而使用其他IL显示出约30%的总体较好的性能。在溶剂癸烷的情况下, $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ 在溶解重质原油中显示出约45%的最大有效性,并且对于10ppm浓度的重质原油的庚烷溶液,IL,即 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 、 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{BF}_4]^-$ 和 $[\text{Bu}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 显示出约50%的有效性。在乙酸乙酯的情况下,IL $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 在针对HCO/IL的1:1比的10ppm浓度下在溶解重质原油方面提供了高达32%的有效性,并且诸如 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 和 $[\text{Bu}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 的IL显示出仅次于 $[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$ 的较好性能。

[0065] 其他IL在溶解重质原油方面显示出<5%有效性。在己烷的情况下, $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ 在针对HCO/IL的1:1比的10ppm浓度下显示出约62%的有效性,紧跟其后的是 $[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{BF}_4]^-$ 和 $[\text{Pr}_3\text{NH}]^+[\text{HSO}_4]^-$ 。此外,应当注意对于所使用的所有三种HCO/IL重量比,溶解重质原油的有效性随着重质原油于己烷中的浓度增加而降低。基于IL在不同溶剂存在下溶解重质原油的有效性(以HCO/IL比=1:1中的30ppm浓度为基准)的最佳IL在表4中示出。在一些方面中,这些排名可能随重质原油在溶剂中的浓度变化而略有不同,但基本上将遵循类似的趋势。

[0066] 表4:关于重质原油于对应溶剂中的30ppm浓度溶液(HCO/IL=1:1),基于其在增强HCO在五种溶剂中的溶解方面的有效性的最佳IL

溶剂	IL名称	化学式	溶解度增加(%)
甲苯	三乙基磷酸铵	$[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$	58.60
庚烷	三乙基乙酸铵	$[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$	58.61
癸烷	三乙基乙酸铵	$[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$	44.55
乙酸乙酯	二乙基磷酸铵	$[\text{Et}_2\text{NH}_2]^+[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$	21.91
己烷	三乙基乙酸铵	$[\text{Et}_3\text{NH}]^+[\text{CH}_3\text{COO}]^-$	31.19

[0068] 总的来说,关于不同的HCO/IL重量比,发现仅10%IL足以引起重质原油在不同溶剂中的有效溶解。从示出了在IL存在下溶剂的比較的图6中得出的结论是:甲苯和庚烷的性能在将重质原油软化和溶解在所述溶剂中方面显示出最大有效性,而对于乙酸乙酯和己烷则观察到差的性能。

[0069] 在对类似溶剂,即己烷和庚烷的有效性进行比较中,观察到庚烷的表现优于己烷。在一些方面中,该原因归因于己烷在某种程度上进行螯合的趋势,这取决于它的能力、原油的大部分具有UV活性的组分(芳香烃/树脂/沥青烯)。剩余的自由基即饱和烃(无UV活性)连同微量UV活性组分然后可用于参与另外的过程,这导致非常低的吸光度值的产生,表明了使用己烷的情况下HCO的溶解度更小。在那种情况下,推测己烷与庚烷相比具有更大的螯合趋势。

[0070] (d) 保持时间研究

[0071] 针对重质原油在具有和没有IL下作为溶剂的庚烷中溶解使用UV-Vis分光光度计技术对样品实例进行保持时间研究。该研究显示,当在溶剂中保持高达30天时,观察到重质原油溶解的增加对于标准溶液(重质原油的没有IL的庚烷溶液)在11%-16%范围内,并且对于样品溶液(重质原油的具有不同IL的庚烷溶液)在61%-222%范围内。将HCO+庚烷的溶液与HCO+庚烷+IL的溶液进行比较时,当将后者长时间储存时,IL获得更多与HCO相互作用的机会,这为额外软化HCO铺平了道路。

[0072] (e) FT-IR光谱分析

[0073] 针对原油HCO、单独用溶剂处理的HCO以及用溶剂+IL处理的HCO进行了FT-IR光谱分析。使用甲苯的三种实例的FT-IR光谱在图6中示出。这些结果与UV-Vis研究的结果非常一致。

[0074] 对于用溶剂的重质原油的FT-IR分析,所使用的IL是基于UV-Vis研究给出具有±0.1%精确度的较高HCO溶解百分比的IL。对于原生HCO和用溶剂处理的HCO以及用溶剂+IL处理的HCO,约1100、800、和500 $\text{cm}^{-1}$ 的矿物谱带(主要是粘土和砂)在红外区中表现出强吸收。观察到的约1450 $\text{cm}^{-1}$ 的吸收模式对应于C-H弯曲振动频率,在2950 $\text{cm}^{-1}$ 处的峰对应于C-H伸缩振动频率,并且约3500 $\text{cm}^{-1}$ 的峰对应于OH/H<sub>2</sub>O。

[0075] 在2900与3000 $\text{cm}^{-1}$ 之间示出了最高吸光度,这说明了重质原油的亚甲基基团(例如,烷烃)存在。对于用不同溶剂诸如甲苯、庚烷、癸烷、乙酸乙酯以及己烷处理的重质原油,观察到峰强度的显著下降。这些峰强度的减小显示HCO的比例大大减少,并且在用溶剂和IL一起处理的HCO的情况下比在单独用纯溶剂的HCO的情况下显然更令人信服。在HCO的光谱中,在1010 $\text{cm}^{-1}$ 附近看到为双重尖峰的强谱带,这归因于高岭石(粘土矿物)并且这些模式由于其他粘土而在吸光度上是叠加的。800 $\text{cm}^{-1}$ 附近的双峰对应于硅酸盐类。

[0076] (f) NMR光谱分析

[0077] 图7A-图7C分别示出了HCO、用纯溶剂处理的重质原油的底部沉积物和于具有IL的溶剂中的HCO的<sup>13</sup>C NMR光谱。基于如其在UV-Vis中观察到的较好溶解度性能和如前面讨论的FT-IR研究考虑将IL [Et<sub>3</sub>NH]<sup>+</sup>[CH<sub>3</sub>COO]<sup>-</sup>用于分析庚烷中的HCO。观察到,在HCO的情况下,在10与55ppm之间的区中存在若干个峰,这预示HCO中的脂肪族甲基和亚甲基碳原子的存在。在庚烷处理的HCO的情况下,这些峰变弱,并且在IL处理的于庚烷中的HCO的光谱中几乎消失了。与FT-IR结果类似,这些<sup>13</sup>C NMR结果也与前面讨论的结果一致,这表明原油在溶剂和离子液体体系中的溶解度提高。

[0078] 在图7A中,对于原油HCO观察到约170ppm的峰,该峰指示HCO中存在的>C=O基团。在120-140ppm区中可见的峰指示了HCO中存在的芳香烃。从图7B中观察到,这些峰未完全消失,这表明样品中仍存在油。在图7C中,归因于芳香烃的峰消失了,这表示在用IL [Et<sub>3</sub>NH]<sup>+</sup>[CH<sub>3</sub>COO]<sup>-</sup>对庚烷中的重质原油处理之后没有油存在。

[0079] 总的来说,从本研究观察到,在IL连同溶剂的存在下增强了HCO的溶解,使得它们易于泵送和通过管道运输。保持时间研究还为用于有效软化HCO的适当IL和溶剂的使用提供可靠的信息,从而防止污泥在储槽、运输管道以及储存器中沉积。

[0080] 10% IL用于将HCO几乎完全溶解在有机溶剂中是足够的。[Et<sub>3</sub>NH]<sup>+</sup>[H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]<sup>-</sup>在HCO在甲苯中的溶解方面表现出良好性能,而在庚烷、癸烷和己烷的情况下,[Et<sub>3</sub>NH]<sup>+</sup>[CH<sub>3</sub>COO]<sup>-</sup>显示较好性能,并且在乙酸乙酯中,[Et<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>]<sup>+</sup>[H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]<sup>-</sup>给出较好结果。对溶剂关于其增强HCO溶解的有效性进行比较,符合以下顺序:甲苯>庚烷>癸烷>乙酸乙酯>己烷。

[0081] FT-IR和<sup>13</sup>C NMR的结果也支持使用UV-vis研究所获得的结果。保持时间研究揭示,HCO与单独庚烷长时间(30天)的接触溶解了约16% HCO,而在庚烷+IL ([Et<sub>3</sub>NH]<sup>+</sup>[CH<sub>3</sub>COO]<sup>-</sup>)的情况下,该溶解增加了约222%。因此IL(绿色溶剂)的极少使用足以溶解HCO,并且它大规模用于石油工业的开发将为环境友好型大气提供空间。

[0082] 实例2

[0083] 由从印度阿萨姆邦的印度石油有限公司收集的槽底污泥(TBS)的储备溶液制备标准溶液。考虑溶剂即庚烷和甲苯用于实验并且记录所有溶液(TBS+溶剂)的吸光度值并且将其与标准溶液的吸光度进行比较,并且如实例1中所说明进行进一步的计算。

[0084] (a) TBS的IR光谱以及含TBS的溶剂标准溶液的校准:使用FT-IR分光光度计获得TBS样品的IR光谱,该IR光谱显示出对应于TBS中存在的原油的C-H拉伸振动频率和C-H弯曲振动频率。观察到对应于C-H弯曲振动频率的 $1457\text{cm}^{-1}$ 处的峰、对应于C-H伸缩振动频率的 $2920\text{cm}^{-1}$ 处的峰以及对应于O-H/H<sub>2</sub>O的 $3418\text{cm}^{-1}$ 处的峰。‘TBS+甲苯’和‘TBS+庚烷’标准溶液的全扫描UV-Vis光谱分别在图8A和图8B中示出。将这些结果用于比较TBS于具有离子液体的溶剂中的溶液的UV-Vis光谱,并且还用于确定如表2所示的 $\lambda_{\text{最大值}}$ 。

[0085] 针对TBS的甲苯溶液在10ppm-100ppm范围内的不同浓度获得标准校准曲线。通过将波长固定至TBS的甲苯溶液的相应 $\lambda_{\text{最大值}}$ (即 $\lambda_{\text{最大值}}=288\text{nm}$ ) (表2)来记录吸光度值。将数据拟合成线性图,其中回归值 $R^2=0.99796$ 。针对TBS的庚烷溶液以在10ppm-120ppm范围内的不同浓度获得标准校准曲线。通过将波长固定至TBS的庚烷溶液的相应 $\lambda_{\text{最大值}}$ 来记录吸光度值。将数据拟合成线性图,其中回归值 $R^2=0.99554$ 。甲苯和庚烷的线性拟合方程分别为 $y=0.006x$ 和 $y=0.0195x$ 。

[0086] (b) IL对含TBS的甲苯溶液的影响:七种IL,即1-丁基-3-甲基咪唑鎓氯化物[BMIM]<sup>+</sup>[Cl]<sup>-</sup>、1-丁基-3-甲基咪唑鎓六氟磷酸盐[BMIM]<sup>+</sup>[PF<sub>6</sub>]<sup>-</sup>、二乙基磷酸铵[Et<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>]<sup>+</sup>[H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]<sup>-</sup>、1-辛基-3-甲基咪唑鎓氯化物[OMIM]<sup>+</sup>[Cl]<sup>-</sup>、1-己基-3-甲基咪唑鎓硫酸氢盐[HMIM]<sup>+</sup>[HSO<sub>4</sub>]<sup>-</sup>、三乙基-四氟硼酸铵[Et<sub>3</sub>NH]<sup>+</sup>[BF<sub>4</sub>]<sup>-</sup>、三乙基乙酸铵[Et<sub>3</sub>NH]<sup>+</sup>[CH<sub>3</sub>COO]<sup>-</sup>被选择用于此研究。

[0087] 通过将波长固定在TBS的甲苯溶液的相应 $\lambda_{\text{最大值}}$ 下(即 $\lambda_{\text{最大值}}=288\text{nm}$ 下;参见表2)以相同的方式来确定样品(即含TBS、甲苯和离子液体的溶液)在3种不同浓度的TBS于甲苯中时、在30ppm、50ppm、70ppm的TBS于溶剂+离子液体中时的吸光度。[BMIM]<sup>+</sup>[Cl]<sup>-</sup>添加至TBS的甲苯溶液的结果在图9中作为例子示出,描绘了标准溶液(TBS的甲苯溶液)的吸光度与将IL添加到标准溶液的结果的比较。表5给出了所有七种IL的数字数据,通过吸光度值的增加示出了IL添加的结果。

[0088] 表5中的吸光度值对应于TBS在溶剂中的浓度。添加不同IL的结果的是,不同浓度样品的吸光度增加,这是由于TBS在溶剂中溶解的增强。浓度(ppm)严格来说仅是指TBS于溶剂中的浓度而不是在IL中的浓度,因为后者在UV-光谱中不产生吸光度。

[0089] 将IL添加到标准溶液(TBS的甲苯溶液)的结果在图10中示出。此条形图绘示出与标准相比吸光度值增加。从图10来看,明显的是,在所研究的IL之中,[BMIM]<sup>+</sup>[PF<sub>6</sub>]<sup>-</sup>更有效地增大TBS在溶液中的浓度,然后是其他共溶剂。用于支持此趋势的证据在表6中给出,示出了TBS在甲苯中的溶解度的增加百分比的数字数据。

[0090] 表5:不同IL和TBS的甲苯溶液与标准溶液(TBS的甲苯溶液)的吸光度比较

序号	共溶剂 (IL)	吸光度			
		30 ppm	50 ppm	70 ppm	
	TBS 在甲苯中的浓度	→ 30 ppm	50 ppm	70 ppm	
	在甲苯中没有共溶剂	0.18	0.30	0.43	
[0091]	1	BMIM Cl	0.27	0.45	0.62
	2	BMIM PF <sub>6</sub>	0.28	0.49	0.67
	3	Et <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.26	0.44	0.60
	4	OMIM Cl	0.27	0.44	0.64
	5	HMIM HSO <sub>4</sub>	0.28	0.46	0.63
	6	Et <sub>3</sub> NHBF <sub>4</sub>	0.26	0.44	0.61
	7	Et <sub>3</sub> NHCH <sub>3</sub> COO	0.19	0.29	0.42

[0092] 表6:在使用不同离子液体情况下TBS在甲苯中溶解度的增加

序号	共溶剂 (IL)	在添加不同离子液体 (TBS : IL=1 : 1) 后, TBS 在甲苯中溶解度的增加 (%)			
		30 ppm	50 ppm	70 ppm	
	TBS 在甲苯中的起始浓度	→ 30 ppm	50 ppm	70 ppm	
[0093]	1	BMIM Cl	52.37	48.17	46.09
	2	BMIM PF <sub>6</sub>	57.43	60.32	56.99
	3	Et <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	42.31	46.47	39.54
	4	OMIM Cl	45.05	45.64	50.33
	5	HMIM HSO <sub>4</sub>	53.34	50.46	46.50
	6	Et <sub>3</sub> NHBF <sub>4</sub>	45.05	44.84	43.87
	7	Et <sub>3</sub> NHCH <sub>3</sub> COO	4.04	-3.84	-2.67

[0094] (c) IL对含TBS的溶剂庚烷溶液的影响:通过将波长固定在TBS的庚烷溶液的相应 $\lambda_{\text{最大值}}$ 下(即 $\lambda_{\text{最大值}}=226\text{nm}$ 下;参见表2)以相同的方式来确定样品(即含TBS、庚烷和离子液体的溶液)在4种不同浓度的TBS于庚烷中时、在10ppm、30ppm、50ppm、70ppm的TBS于溶剂+离子液体中时的吸光度。[BMIM]<sup>+</sup>[Cl]<sup>-</sup>添加至TBS的庚烷溶液的结果在图11中作为例子示出,描绘了标准溶液(TBS的庚烷溶液)的吸光度与将IL添加到标准溶液的结果的比较。表7给出了所研究的所有7种IL的数字数据,这些数字数据通过吸光度值的增加示出了将IL添加到标准溶液(TBS的庚烷溶液)的结果。

[0095] 将所有七种IL添加到标准溶液的结果在图12中示出。此条形图清楚地绘示出针对溶剂中的四种TBS浓度水平,与标准溶液相比,含TBS的庚烷+IL溶液的吸光度增加。相应的数字数据在表8中给出,说明按百分比计TBS在庚烷中的溶解度增加。吸光度值(在表7中)对应于TBS在溶剂中的浓度。添加不同IL的结果的是,不同浓度样品的吸光度增加,这是由于TBS在溶剂中溶解的增强。

[0096] 表7:含不同IL和TBS的庚烷溶液的吸光度与标准溶液(TBS的庚烷溶液)的比较

序号	共溶剂 (IL)	吸光度			
		10 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
	TBS 在庚烷中的浓度	→			
	在庚烷中没有共溶剂	0.18	0.54	0.93	1.33
[0097] 1	BMIM Cl	0.28	0.85	1.42	2.11
2	BMIM PF <sub>6</sub>	0.26	0.76	1.30	1.91
3.	Et <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.25	0.66	1.10	1.53
4.	OMIM Cl	0.27	0.68	1.19	1.71
5	HMIM HSO <sub>4</sub>	0.30	0.81	1.37	1.93
6	Et <sub>3</sub> NHBF <sub>4</sub>	0.25	0.73	1.24	1.72
7	Et <sub>3</sub> NHCH <sub>3</sub> COO	0.31	0.90	1.50	2.09

[0098] 表8:在使用不同IL情况下TBS在庚烷中溶解度的增加

序号	共溶剂 (IL)	在添加不同离子液体 (TBS : IL=1 : 1) 后, TBS 在庚烷中溶解度的增加 (%)			
		10 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
	TBS 在庚烷中的起始浓度	→			
[0099] 1	BMIM Cl	54.82	56.52	52.56	58.51
2	BMIM PF <sub>6</sub>	41.67	40.86	40.04	44.04
3	Et <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	35.19	22.04	18.40	15.11
4	OMIM Cl	49.21	25.85	28.08	28.92
5	HMIM HSO <sub>4</sub>	65.24	48.65	47.55	45.44
6	Et <sub>3</sub> NHBF <sub>4</sub>	38.96	34.10	33.71	29.29
7	Et <sub>3</sub> NHCH <sub>3</sub> COO	68.14	65.66	61.81	57.21

[0100] (d) 在含TBS的甲苯溶液和庚烷溶液情况下, IL效力的比较

[0101] 将IL添加到含TBS的甲苯溶液与添加到TBS的庚烷溶液的有效性比较作为例子示出在图13中,就UV吸光度而言针对的是50ppm浓度的TBS的溶剂溶液。此条形图清楚地绘示出在添加IL情况下TBS在溶剂中溶解度的增加百分比。

[0102] (e) 针对TBS的庚烷溶液(标准溶液)的以天计的保持研究

[0103] 将首次以1000ppm(50mg TBS于50mL庚烷中)制备的标准溶液(TBS的庚烷溶液)储存并且针对在10ppm-120ppm范围内的12种不同的浓度完成稀释,并且通过将波长固定在TBS的庚烷溶液的相应 $\lambda_{\text{最大值}}$ 下以相同的方式确定吸光度值来进行以天计的保持研究。收集第1、2、4、10以及30天的以天计的保持研究数据(表9)。据观察,当使得不同浓度下的标准溶液放置若干天时,这些标准溶液的吸光度显示出明显的增加。

[0104] 表9:在第1天、第2天、第4天、第10天以及第30天取得的不同浓度下的标准溶液的吸光度

		吸光度											
		标准溶液的浓度 (ppm)											
天数	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
[0105]	1	0.18	0.37	0.54	0.72	0.93	1.12	1.33	1.53	1.76	1.97	2.19	2.43
	2	0.26	0.46	0.62	0.75	1.11	1.24	1.51	1.66	2.00	2.09	2.31	2.55
	4	0.33	0.64	0.71	0.81	1.28	1.57	1.67	1.84	2.28	2.18	2.45	2.67
	10	0.39	0.58	0.80	0.84	1.32	1.63	1.80	2.02	2.51	2.29	2.69	2.71
	30	0.45	0.69	1.06	1.30	1.81	1.90	2.06	2.39	2.64	2.77	2.99	3.29

[0106] 尽管已经参照某些实施例披露了本发明,但本领域技术人员应理解的是,可以进行多种不同改变并且可以替换等效方案,而不偏离本发明的范围。此外,可以进行许多修改来使得具体的情况或材料与本发明传授内容相适配而不背离其范围。

[0107] 在不同的其他实施例中,本发明也可用于去除在炼油厂工艺设备、工艺流程线中的蜡沉积物和升级蜡。

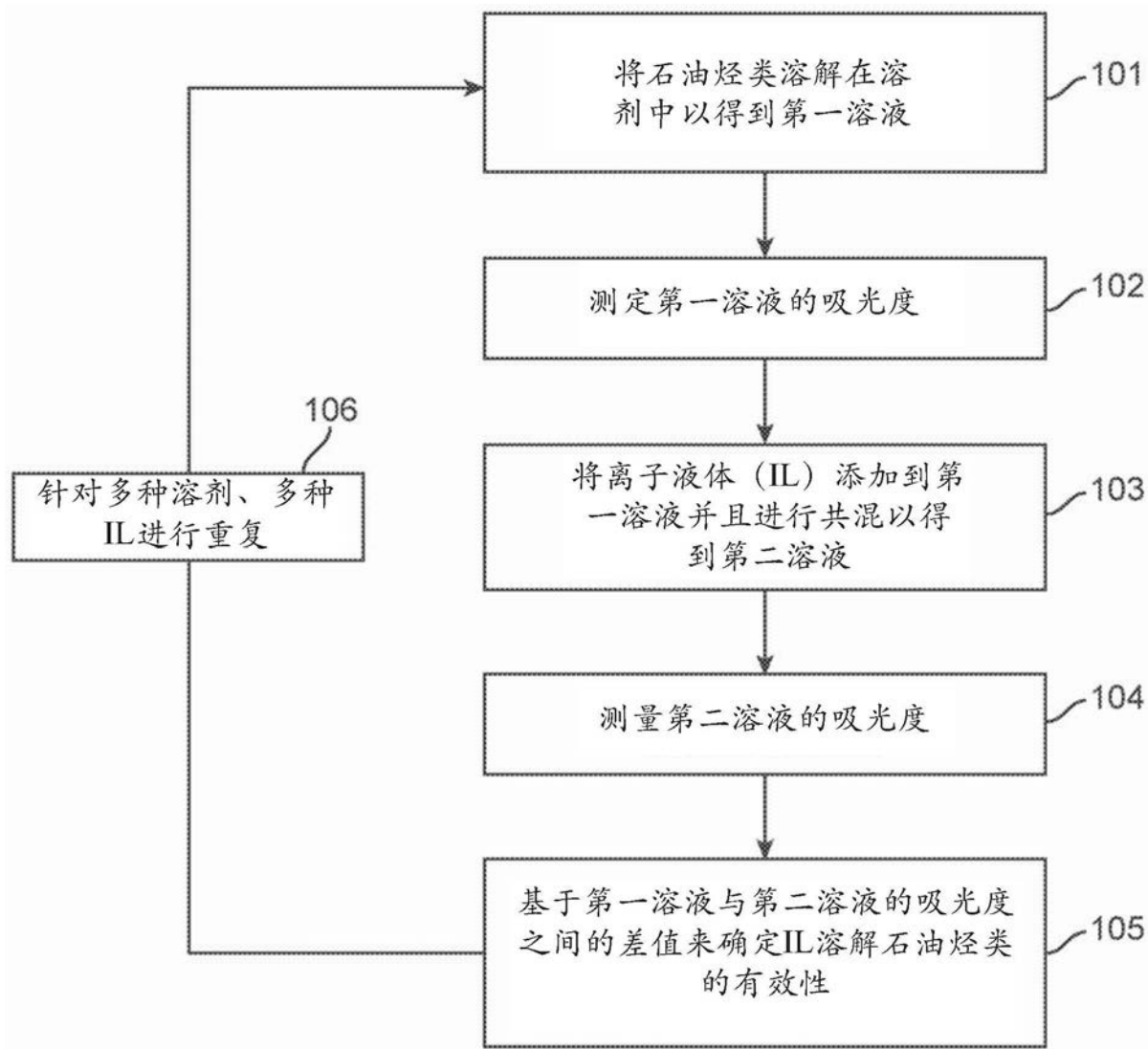


图1



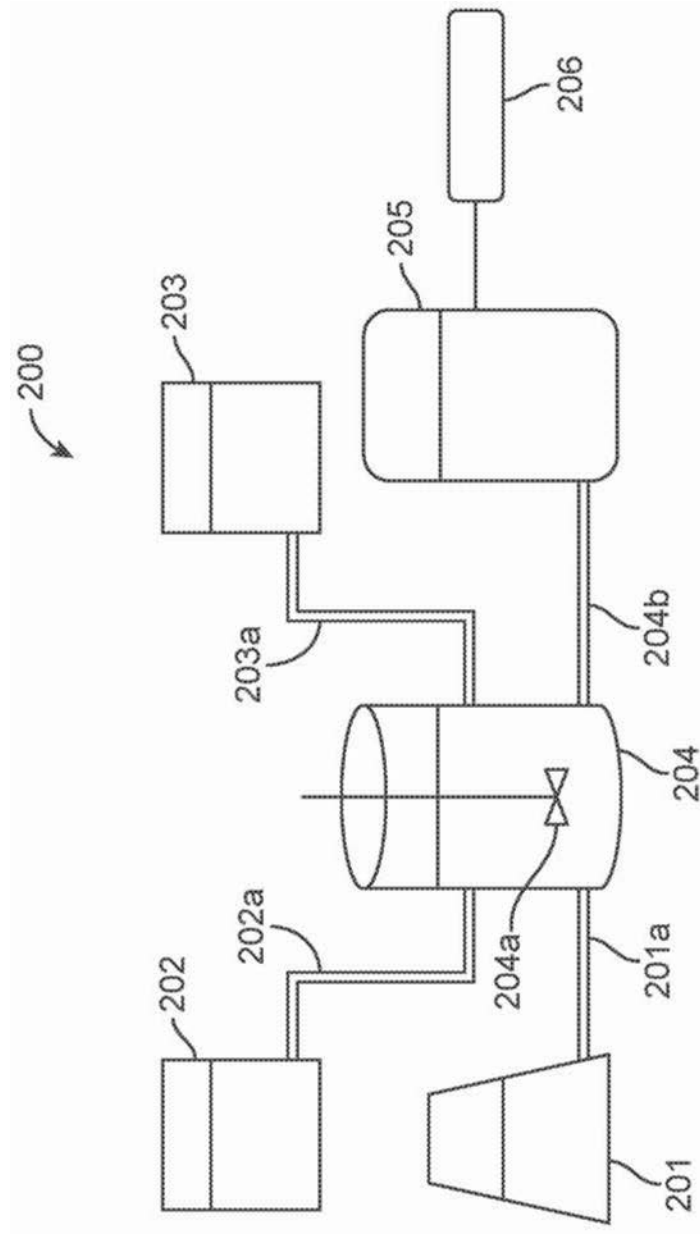


图2

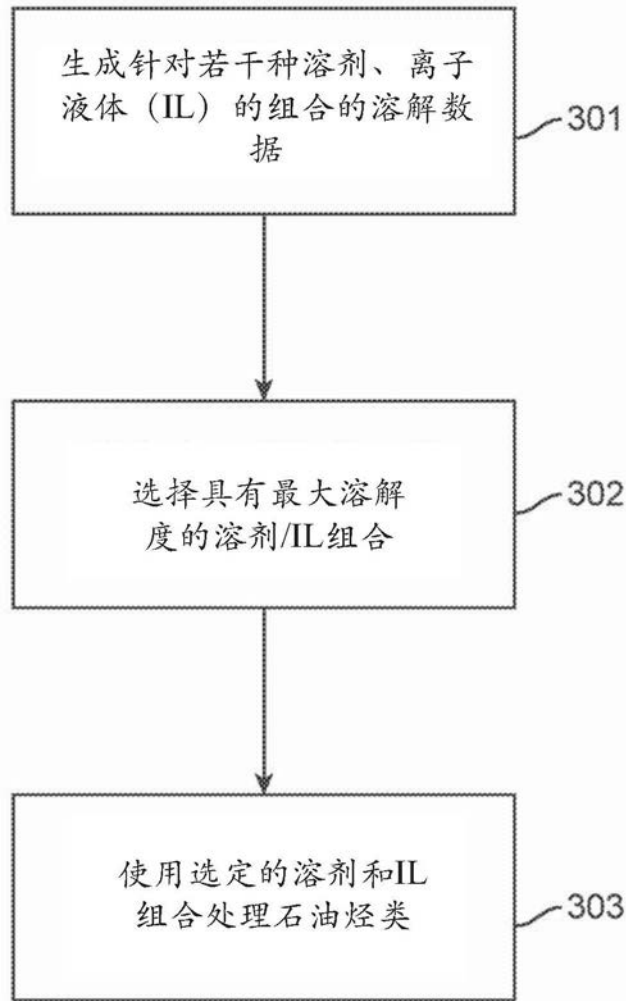


图3

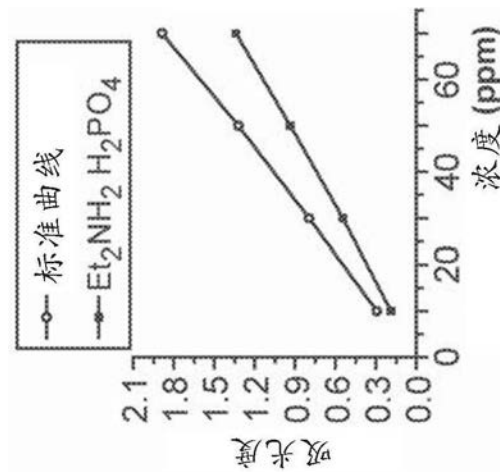


图4A

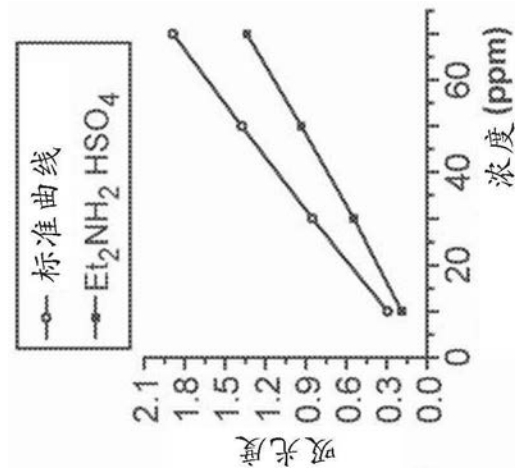


图4B

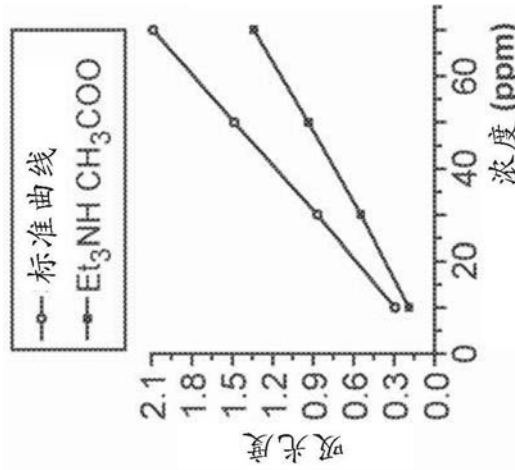


图4C

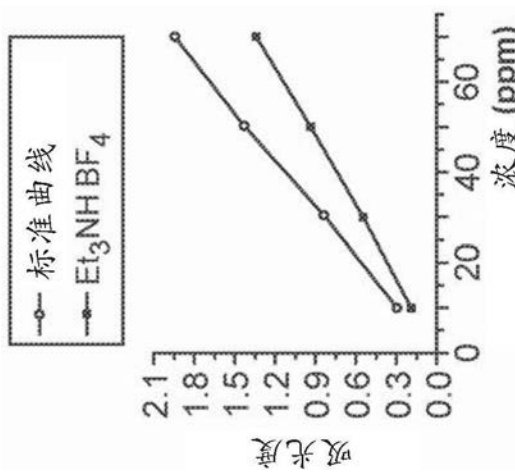


图4D

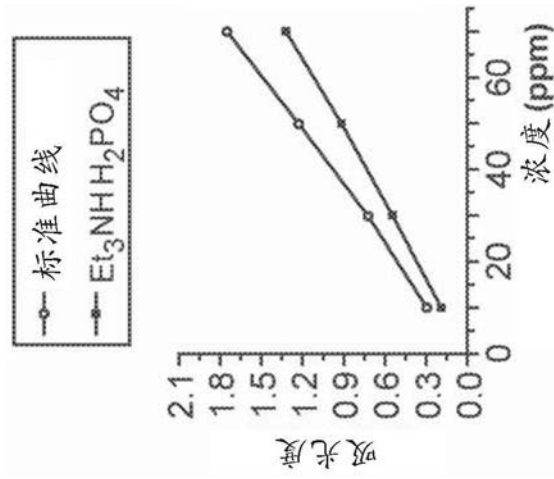


图4E

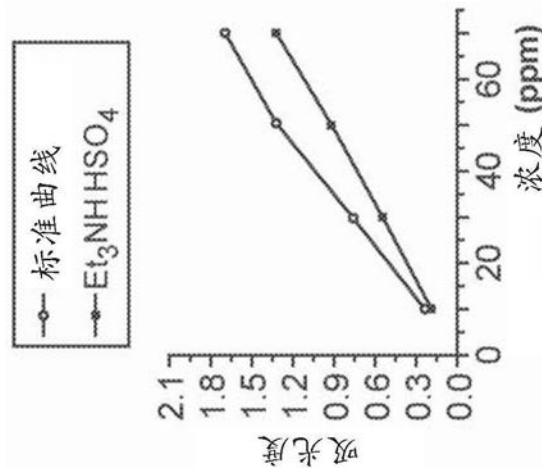


图4F

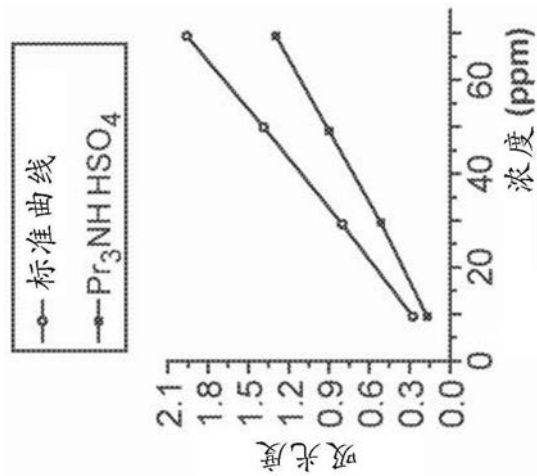


图4G

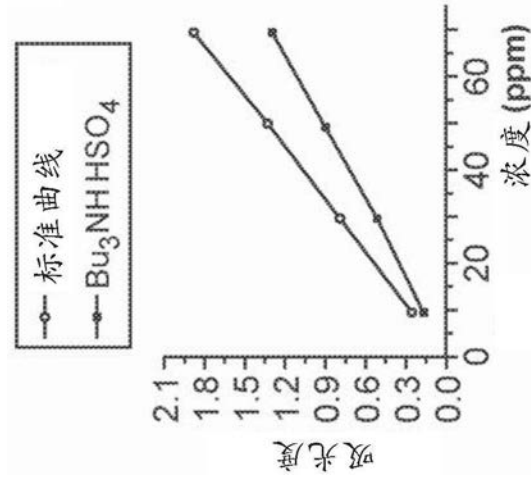


图4H

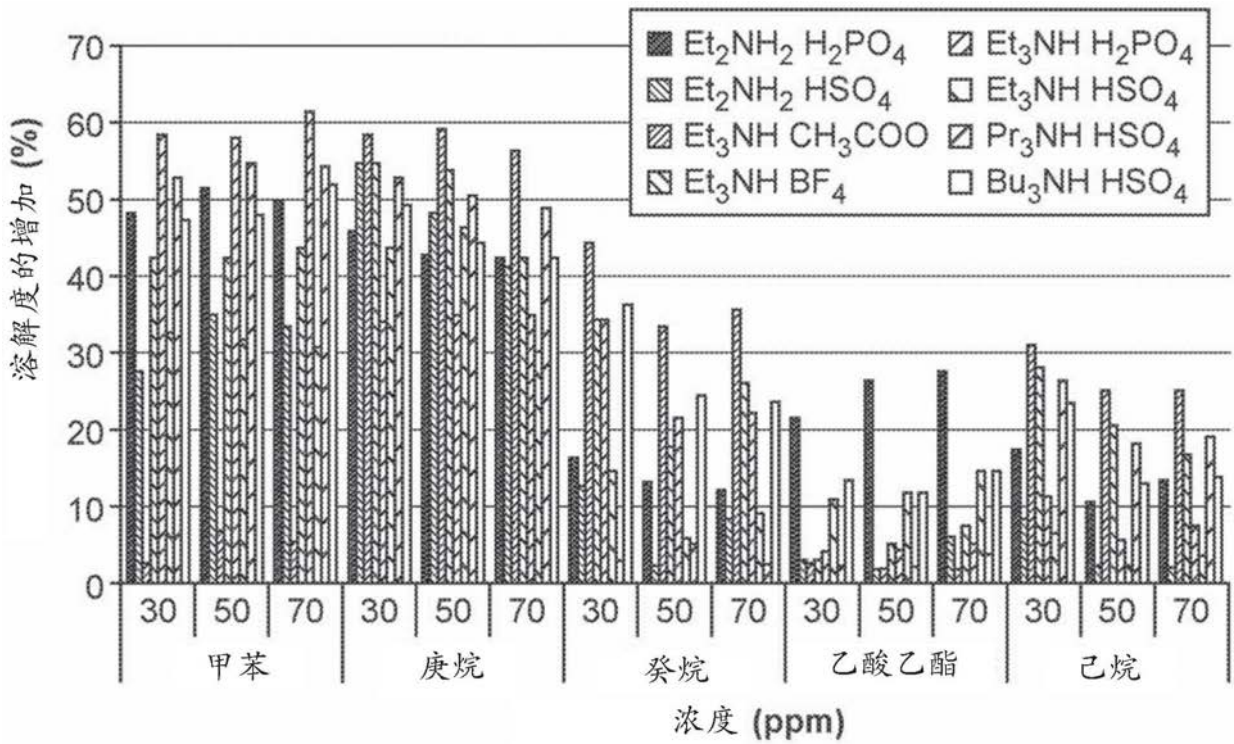


图5

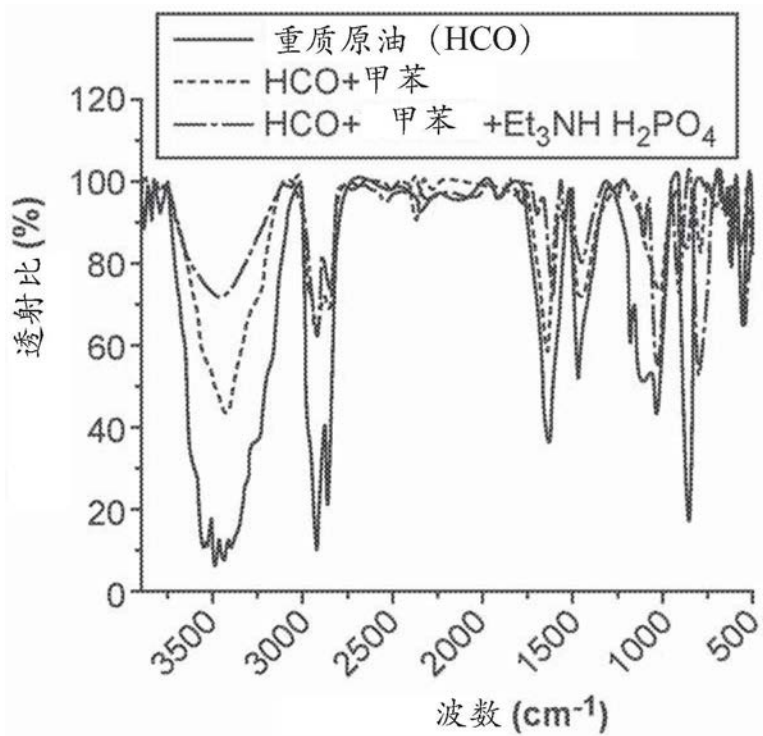


图6

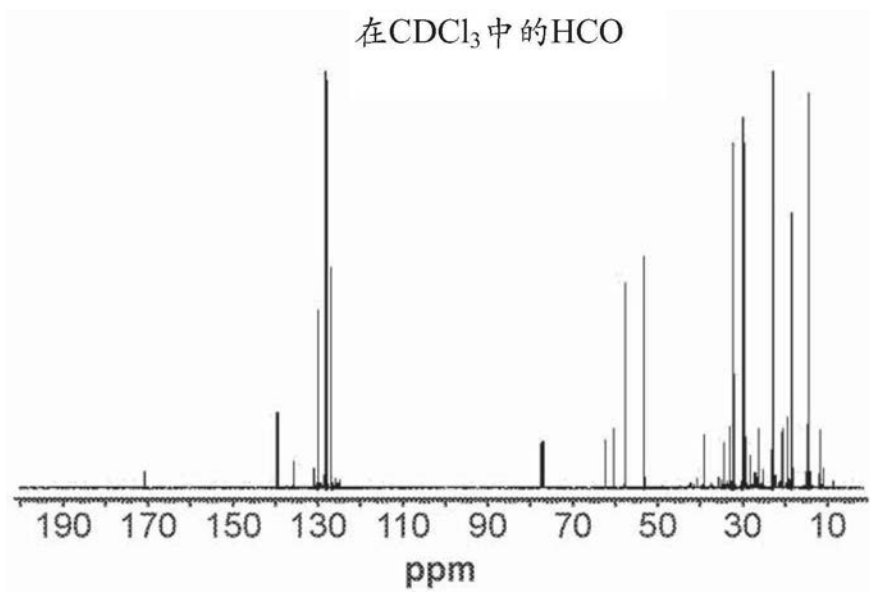


图7A

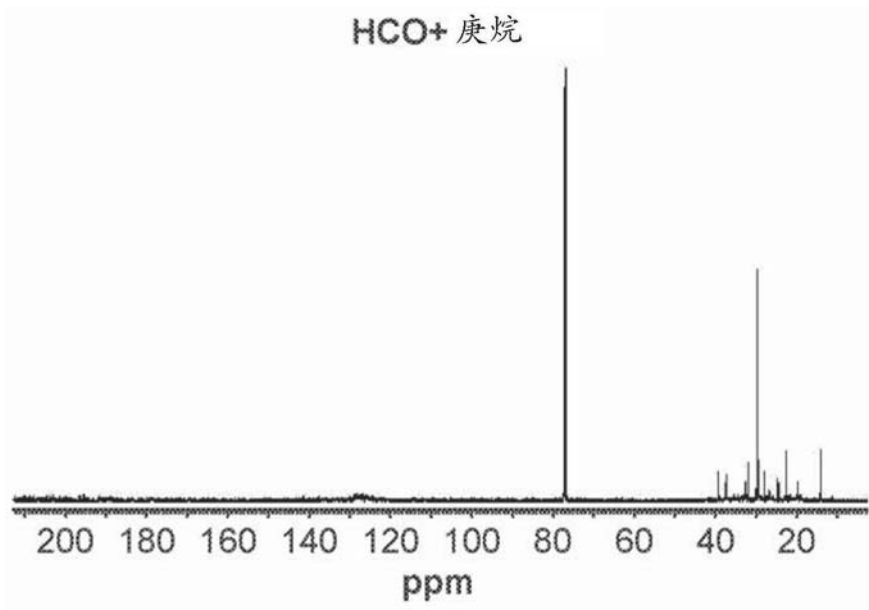


图7B

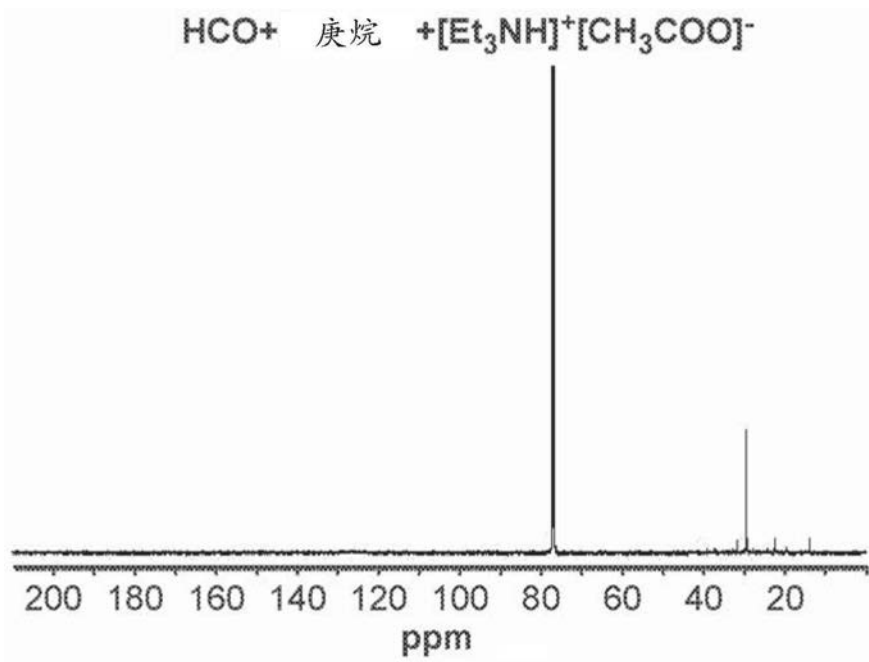


图7C

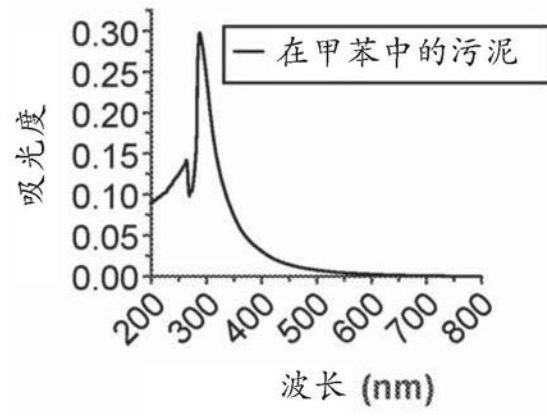


图8A

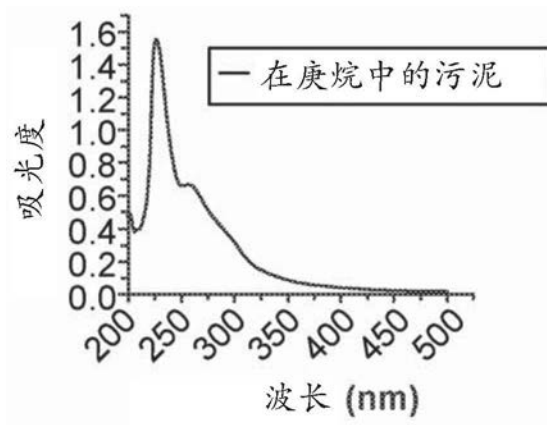


图8B



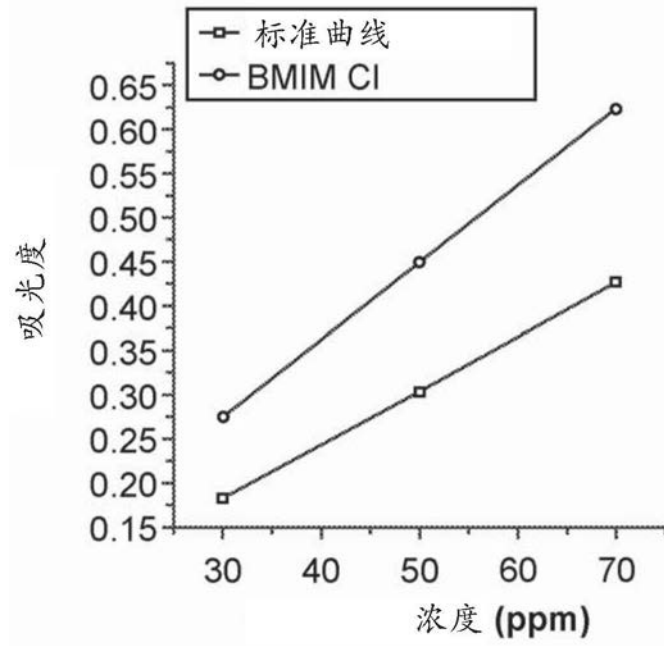


图9

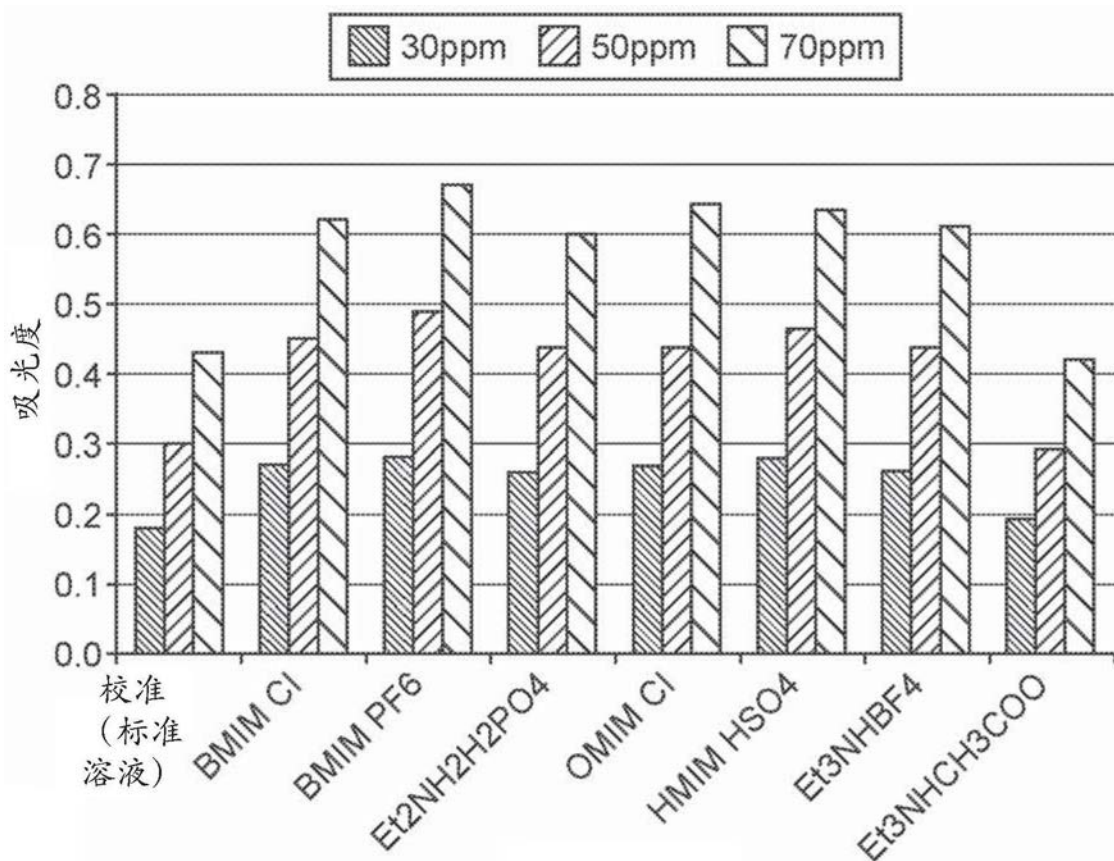


图10

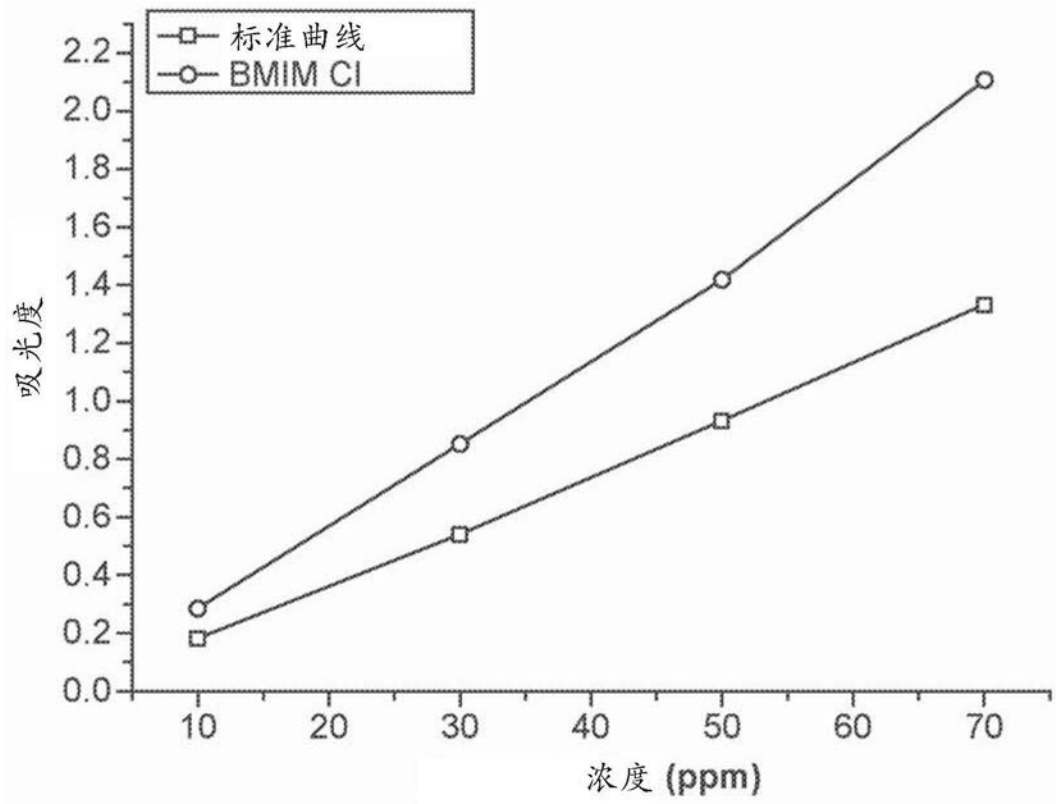


图11

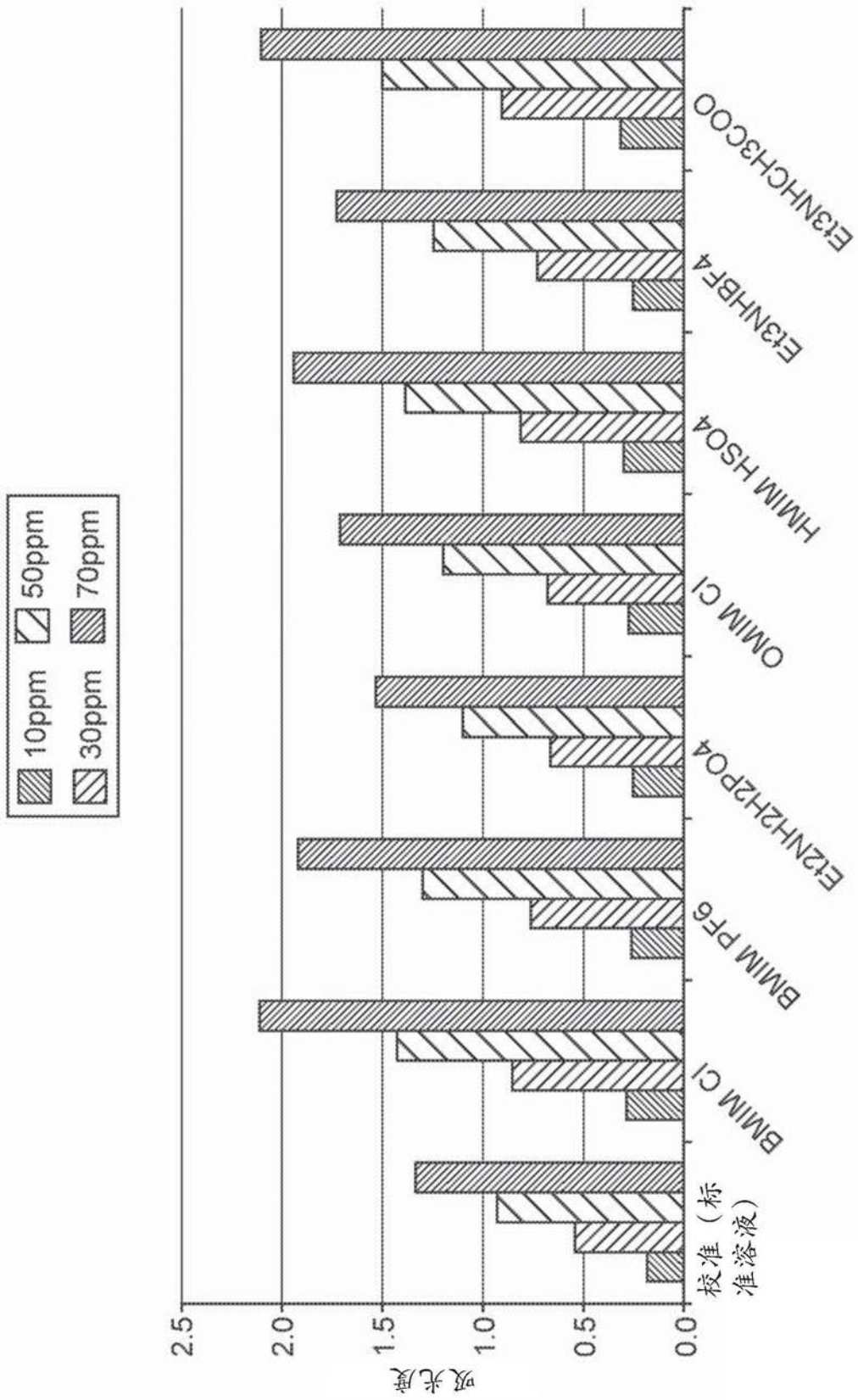


图12

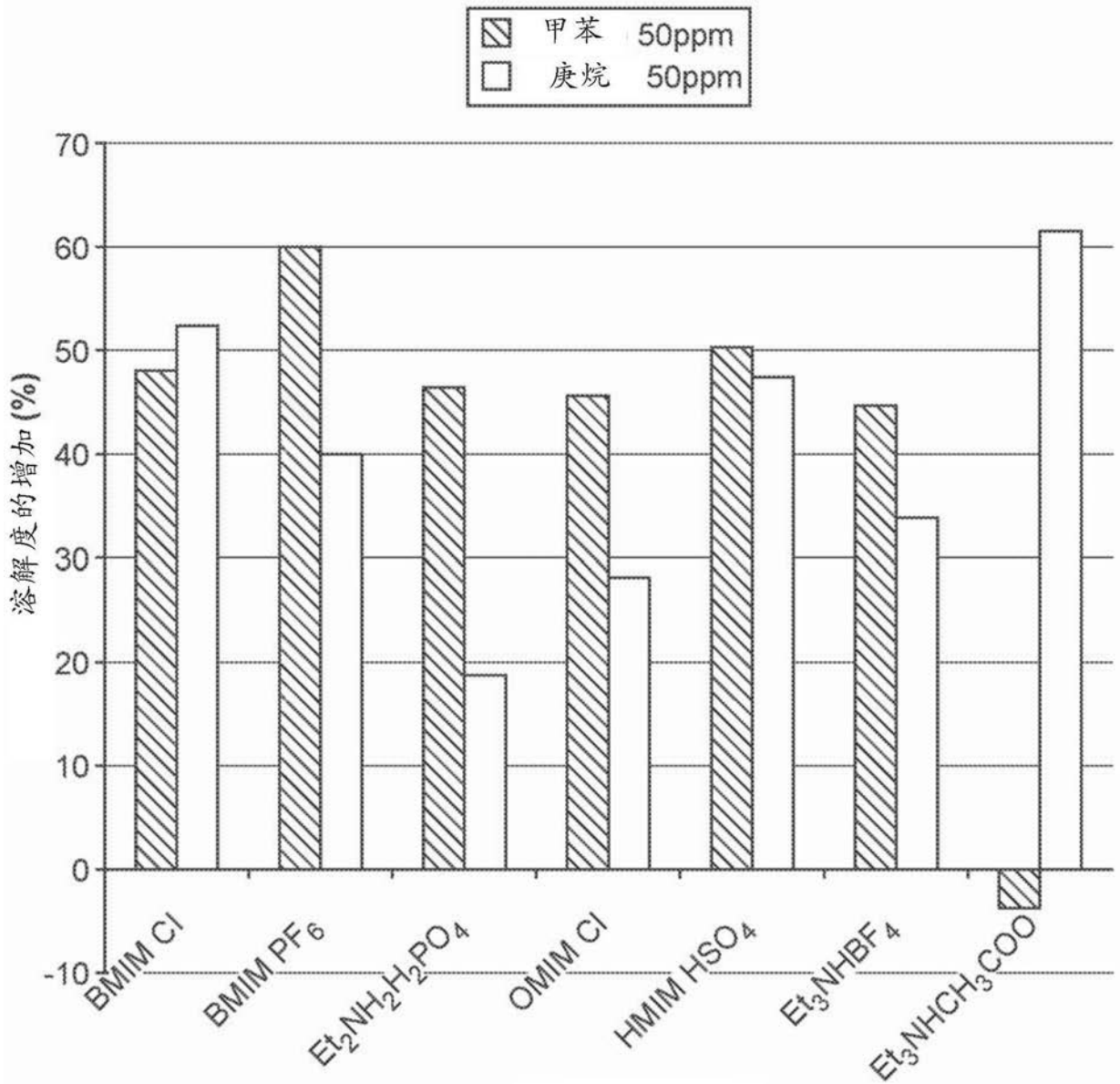


图13