بسم الله الرحمن الرحيم

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

إن المشرف العام على مكتب البراءات السعودي، وبموجب أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٢٧ وتاريخ ١٤٢٥/٠٥/٢٩هـ، واستناداً لأحكام اللائحة التنفيذية له الصادرة بالقرار الإداري رقم ٣٦٠٧٣٢٩-٢-١٦١ وتاريخ ١٤٣٦/١٢/٣٠ هـ، يقرر منح:

شركه الزيت العربية السعودية

Saudi Arabian Oil Company

براءة اختراع رقم ٦٥٨٩

بتاريخ ١٤٤٠/١٢/٠٢هـ الموافق ٢٠١٩/٠٨/٠٣ م

عن الاختراع المسمى/ طرق لاستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خامات تغذية هيدروكربونية

Methods for recovering organic heteroatom compounds from hydrocarbon feedstocks

ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق التي يمنحها النظام في المملكة العربية السعودية.

المشرف العام على مكتب البراءات السعودي

م. صقر بن ناصر الفطيماني

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

[19] **المملكة العربية السعودية** SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] **رقم البراءة:** ٦٥٨٩
[45] **تاريخ المنح:** ١٤٤٠/١٢/٠٢ هـ
الموافـــق: ٢٠١٩/٠٨/٠٣ م

[12] **براءة اختراع**

[72] **اسم المخترع:** زكي يوسف، احمد د حمد، ستاماتيوس سوينتي، بندر فضل، نايف رشيدي

[73] **مالك البراءة :** شركة الزيت العربية السعودية
عنوانه: ص ب ٣١٣١١ الظهران ٣١٣١١، المملكة العربية السعودية
جنسيته: سعودية

[74] **الوكيل:** مكتب المحامي سليمان ابراهيم العمار

[21] **رقم الطلب:** ٥١٦٣٧١٣٣١

[22] **تاريخ دخول المرحلة الوطنية:** ١٤٣٧/٠٩/١٠ هـ
الموافق : ٢٠١٦/٠٦/١٥ م
تاريخ الإيداع للطلب الدولي: ٢٠١٤/١٢/٠٢ م

[86] **رقم الطلب الدولي:** PCT/US2014/068048
[87] **رقم النشر الدولي:** WO/2015/094633
تاريخ النشر الدولي: ٢٠١٥/٠٦/٢٥ م

[30] **بيانات الأسبقية:**

US	١٤/١٠٧,٤٧١	٢٠١٣/١٢/١٦ م

[51] **التصنيف الدولي** (IPC^8) :
B01D 11/04, B01J 03/00, C10G 21/08

[56] **المراجع:**

US	٣٦٤٩٥٠٠	١٩٧٢/٠٣/١٤ م
EP	٠٩٢٢٧٤٦	١٩٩٩/٠٦/١٦ م
US	٢٠٠٤٠٦٥٣٥٣	٢٠٠٤/٠٤/٠٨ م

اسم الفاحص: متعب بن خالد الحربي

[54] **اسم الاختراع:** طرق لاستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خامات تغذية هيدروكربونية

Methods for recovering organic heteroatom compounds from hydrocarbon feedstocks

[57] **الملخص:** يتعلق الاختراع الحالي بالطرق الخاصة باستخلاص مُرَكّبات عضوية organic بها ذرات غير متجانسة heteroatom من خام تغذية هيدروكربوني hydrocarbon feedstock. تتضمن هذه الطريقة التغذية بخام تغذية هيدروكربوني ومذيب مائي aqueous solvent في وسيلة تقليص contactor لتكوين خليط استخراج extraction mixture من المذيب المائي باستخدام خام تغذية هيدروكربوني. يتضمن خام تغذية الهيدروكربوني هيدروكربون hydrocarbon ومُرَكّب عضوي organic به ذرات غير متجانسة heteroatom. يتضمن المذيب المائي سائل أيوني ionic liquid مُكوّن من ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide الذي تم زيادة ضغطه والماء. يمكن ضبط ضغط ودرجة حرارة خليط الاستخراج extraction mixture بحيث يقومان معاً وبصورة انتقائية بضبط المذيب المائي aqueous solvent لتكوين معقّد مُذيب solvent complex مع مُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة. بعد ذلك، يتم استخراج معقّد المادة المُذابة إلى وعاء استخلاص recovery vessel من خليط الاستخراج extraction mixture في وسيلة التقليص contactor. عن طريق ضبط درجة حرارة الاستخلاص recovery temperature في وعاء الاستخلاص، أو ضغط الاستخلاص recovery pressure في وعاء الاستخلاص، أو كلاهما، يتحلل معقّد المادة المُذابة في ثاني أكسيد الكربون والمُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة. يتم بعد ذلك استخلاص المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة من وعاء الاستخلاص.

عدد عناصر الحماية (١٥)، عدد الأشكال (٤)

طرق لاستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خامات تغذية هيدروكربونية

Methods for recovering organic heteroatom compounds from hydrocarbon feedstocks

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بصفة عامة باستخلاص مُرَكّبات عضوية organic بها ذرات غير متجانسة heteroatom من خامات تغذية هيدروكربونية hydrocarbon feedstocks. بصورة أكثر تحديدا، يتم توجيه المواصفة الحالية إلى طرق لفصل مُرَكّبات بها ذرات غير متجانسة من هيدروكربونات باستخدام مُذيب قابل للضبط/قابل للتحويل/قابل للانعكاس.

تتمتع مُرَكّبات عضوية تحتوي على ذرات غير متجانسة مثل مُرَكّبات كبريت sulfur، مُرَكّبات نيتروجين nitrogen، ومُرَكّبات عُضْوِية فِلِزّيّة organometallic، بالعديد من الاستخدامات والتطبيقات كمواد بادئة أو خامات تغذية في التقنيات مثل تجميع الطاقة الشمسية، فلطية ضوئية عضوية وتصنيع الخلية الشمسية، تصنيع صمام ثنائي باعث للضوء light-emitting diode (LED) عضوية، تصنيع ترَانْزِسْتُور ذو غشاء رقيق عضوي، والتصنيع الصيدلاني. تتمتع هذه مُرَكّبات بوفرة عالية في أنواع النفط الخام، تحديداً في أنواع النفط الخام الثقيل، ولكن يتم إزلتها بصورة نمطية من أنواع النفط الخام عن طريق المعالجة بالهيدروجين hydrotreatment (HDT) أو إزالة الكبريت بالأكسدة oxidative desulfurization أو إزالة النيتروجين , denitrogenation لتلبية التنظيمات البيئية فيما يتعلق بمحتوى من الكبريت والنيتروجين بالوقود.

أثناء HDT أو عمليات إزالة الكبريت بالأكسدة أو إزالة النيتروجين، تخضع المُرَكّبات العضوية التي تحتوي على ذرات غير متجانسة بصورة نمطية لتحويلات جزيئية ولا تحتفظ ببنيتها الجزيئية، بهذه الطريقة تجعلها عديمة الفائدة لمزيد من التطبيقات.

بناء على ذلك، تكون الأنظمة والطرق التي تمكن استخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من هيدروكربونات مرغوب فيها.

تكشف البراءة الامريكية رقم ٢٠٠٤/٠٦٥٣٥٣ عن طرق لتنظيف المواد المحتوية على هيدروكربون بمذيبات solvents حرجة وفائقة الحرج. عن طريق تلامس المواد مع المذيبات ، قد تتم إزالة الملوثات مثل مركبات الكبريت لتترك ورائها هيدروكربون نظيف clean hydrocarbon. مع ذلك، تشتمل الطرق المكشوف عنها على إزالة كل الملوثات في نفس الوقت بدون أي انتقائية تجاه أي مادة ملوثة واحدة، على الرغم من أنه قد يكون لبعض الملوثات الفردية في الشكل المنقى قيمة إضافية أو استخدام إضافي. طبقاً لذلك، لا يتم تصوير الطرق المكشوف عنها بأن لها القدرة على زيادة قيمة أو استخدام الملوثات التي تمت إزالتها من المواد المحتوية على الهيدروكربون.

تكشف البراءاة الاوروبية رقم ٠٩٢٢٧٤٦ عن طرق لإزالة معدنة تيار بترول بالتحليل الكهربي electrolytically. على الرغم من أن الطرق لها قدرة على التقاط وكذلك من الممكن استخدام المعادن من تيار البترول، إلا أنه لا يتم تطبيق الطرق لإزالة واستخلاص المركبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة والتي تكون ذات قيمة كبيرة في الشكل المعزول والمنقى.

تكشف البراءة الأمريكية ٣٦٤٩٥٠٠ عن عمليات لمعالجة مشتتات موصلة كهربياً لفصل المواد المائية والعضوية. لا تكون العمليات قابلة للضبط مع المكونات الخاصة و، بالتالي، لا تصور استخلاص أو عزل المواد المختلفة في المشتتات للاستخدام الفردي أو لقيمتها.

تكشف البراءة الأمريكية ٣٩٦٩١٩٦ عن عمليات تقطير تجزيئي مشتملة على مذيبات فائقة الحرج لإزالة وفصل المركبات العضوية من الخلائط. تكون المركبات العضوية التي تم فصلها عن طريق هذه العمليات عبارة عن هيدروكربونات hydrocarbons ، كحولات alcohols ، ألدهيدات aldehydes ، كيتونات ketons ، أحماض كربوكسيلية carboxylic acids ، إسترات esters ، هالوهيدروكربونات halohydrocarbons ، مركبات أمينية amino ، أو إيثرات ethers. لا يتم الكشف عن عمليات لإزالة واستخلاص مركبات النيتروجين والكبريت المعقدة من النفط الخام crude oil أو أجزاء النفط الخام.

تكشف البراءة الأمريكية ٥٣٢٩٠٤٥ عن عمليات لإزالة أحماض مركبتو كريهة الرائحة من التركيبات مثلا المبيدات الحشرية، المنتجات الصيدلانية، أو مستحضرات التجميل، والتي قد تكون رائحة الكبريت في أي منها كريهة. تتم إزالة أحماض مركبتو عن طريق معالجة التركيبات

بالمذيبات فائقة الحرج مثلاً ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide. لا يتم تصوير عمليات لعزل تلك المركبات في الأشكال المناسبة للاستخدام الإضافي أو زيادة القيمة.

الوصف العام للاختراع

وفقا لبعض النماذج، يمكن أن تشتمل الطرق الخاصة باستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني على التغذية بخام تغذية هيدروكربوني في وسيلة تقليص، يشتمل خام تغذية بالهيدروكربون على الأقل على مركب هيدروكربون واحد ومُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة. يمكن تغذية مذيب مائي في وسيلة التقليص لتكوين خليط استخراج من المذيب المائي باستخدام خام تغذية بالهيدروكربون، يشتمل المذيب المائي على سائل أيوني مُكوّن من ثاني أكسيد الكربون الذي تم زيادة ضغطه والماء. يمكن تعيين ضغط وسيلة تقليص ودرجة حرارة وسيلة تقليص لخليط الاستخراج في وسيلة التقليص بحيث يقومان معاً بضبط المذيب المائي لتكوين بصورة انتقائية معقّد مُذيب مع مُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة. بعد ذلك، يمكن استخراج معقّد المادة المُذابة إلى وعاء استخلاص من خليط الاستخراج في وسيلة التقليص. عن طريق ضبط درجة حرارة استخلاص وعاء الاستخلاص، ضغط استخلاص وعاء الاستخلاص، أو كلاهما، يمكن تحلّل/ عزل معقّد المادة المُذابة في وعاء الاستخلاص في ثاني أكسيد الكربون، جزيء الماء والمُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة. بعد ذلك، يمكن استخلاص المُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة من وعاء الاستخلاص.

وفقا لنماذج أخرى، يمكن أن تشتمل الطرق الخاصة باستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني على التغذية بخام تغذية هيدروكربوني في وسيلة تقليص. يمكن أن يتضمن خام تغذية بالهيدروكربون نفط خام أو جزء من نفط خام ومُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة. يمكن اختيار الذرات غير المتجانسة العضوية من مُرَكّبات حلقية غير متجانسة تحتوي على نيتروجين، مُرَكّبات حلقية غير متجانسة تحتوي على الكبريت ، مُرَكّبات بورفيرين porphyrins ، مثل فاناديل vanadyl ونيكل بورفيرين nickel porphyrin ، والمُرَكّبات العُضْوِية الفِلِزّيّة organometallic الأخرى، وتوليفات منها. وفقا للنماذج، يتضمن مركب عُضْوِي فِلِزّيّ مُرَكّبات يمكن أن تكوّن مُعقّد مع مذيب مائي، مثل تلك الموصوفة أدناه،

وتتضمن، على سبيل المثال، مُرَكّبات بورفيرين، مُرَكّبات عُضْوِية فِلِزّيّة تحتوي على النيتروجين، و مُرَكّبات عُضْوِية فِلِزّيّة تحتوي على الكبريت. يمكن تغذية مذيب مائي aqueous solvent في وسيلة التقليص لتكوين خليط استخراج من المذيب المائي باستخدام خام تغذية بالهيدروكربون. يمكن أن يتضمن المذيب المائي سائل أيوني مُكوّن من ثاني أكسيد الكربون الذي تم زيادة ضغطه والماء. يمكن تعيين ضغط وسيلة تقليص ودرجة حرارة وسيلة تقليص لخليط الاستخراج في وسيلة التقليص بحيث يقومان معاً بضبط المذيب المائي لتكوين بصورة انتقائية معقّد مُذيب مع مُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة. بعد ذلك، يمكن استخراج معقّد المادة المُذابة إلى وعاء استخلاص من خليط الاستخراج في وسيلة التقليص. يمكن خفض ضغط معقّد المادة المُذابة في وعاء الاستخلاص لتحلّل/عزل معقّد المادة المُذابة في ثاني أكسيد الكربون والمُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة. بعد ذلك، يمكن استخلاص المُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة من وعاء الاستخلاص.

سيتم تحديد السمات الإضافية والمميزات في الوصف التفصيلي الذي يلي، وسوف تكون واضحة جزئيا لهؤلاء المتمرسين في المجال من ذلك الوصف أو سيتم إدراكها عن طريق تطبيق النماذج الموصوفة في هذا الطلب، بما في ذلك الوصف التفصيلي الذي يلي عناصر الحماية، إلى جانب الرسومات الملحقة.

سيكون من المفهوم أن كلا من الوصف العام المذكور آنفا والوصف التفصيلي التالي يقدموا وصف نماذج متنوعة ويكون الهدف منهم تقديم نظرة عامة أو إطار لفهم طبيعة وسمة الموضوع الحالي المُطالب بحمايته. تم تضمين الرسومات المرفقة لتوفير مزيد من الفهم للنماذج المتنوعة، وتم تضمينها في هذه المواصفة وهي تشكل جزءا منها. توضح الرسومات النماذج المتنوعة الموصوفة في هذا الطلب، حيث تعمل معا إلى جانب الوصف على شرح مبادئ وعمليات الموضوع الحالي المُطالب بحمايته.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

الشكل ١ يصوّر بيانيًّا مكونات نظام لفصل مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني وفقا للنماذج الموصوفة في هذا الطلب؛

الشكل ٢ يصوّر بيانيًا أطوار داخل وسيلة تقليص وفقا للنماذج الموصوفة في هذا الطلب؛

الشكل ٣ يُصور تكوين المعقدات بين مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة والمادة المُذابة وفقا للنماذج الموصوفة في هذا الطلب؛ و

الشكل ٤ يصوّر بيانيًا ألواح إلكترونية لمحاذاة الجسيمات وفقا للنماذج الموصوفة في هذا الطلب.

الوصف التفصيلي:

يمكن أن تكون إزالة مُرَكّبات عضوية صامدة حرارياً بها ذرات غير متجانسة، مثل، على سبيل المثال، مُرَكّبات كبريت، مُرَكّبات نيتروجين، ومُرَكّبات عُضْوِية فِلِزِّيّة، من خامات تغذية بالهيدروكربون، مثل، على سبيل المثال، النفط الخام أو جزء من أنواع النفط الخام، عملية صعبة بسبب أن السلوك العنيف لنقل تلك المُرَكّبات أثناء المعالجة بالهيدروجين hydrotreatment (HDT) ، على سبيل المثال، عمليات إزالة الكبريت desulfurization و/أو إزالة النيتروجين denitrogenation . بالتالي، يمكن أن يكون فصل المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة من خامات التغذية بالهيدروكربون مهدر للطاقة والتكلفة. بالإضافة إلى ذلك، باستخدام عملية إزالة الكبريت و/أو إزالة النيتروجين، يمكن أن يكون بالأمر الصعب التحكم في التفاعلات الجانبية التي يمكن أن تعيق عملية الفصل أو تطرح المزيد من الشوائب في خامات التغذية بالهيدروكربون. علاوة على ذلك، يمكن أن ينتج عن عمليات (HDT) بصورة نمطية تفكك المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة، الأمر الذي يجعل هذه مكونات (التي تتمت بالعديد من الاستخدامات ذات القيمة، على سبيل المثال مثل كتل بناء تخليقية لعمليات التصنيع الكيميائية) عديمة الفائدة بالنسبة لمثل هذه التطبيقات.

تتضمن بعض النماذج في هذا الطلب طرق لفصل واستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني باستخدام مُذيب قابل للانعكاس/قابل للتحويل/ قابل للضبط (يُشار إليه فيما يلي باسم "مُذيب قابل للضبط"). على النحو المستخدم أي نموذج موصوف في هذا الطلب، يكون المُذيب القابل للضبط بصورة مفضلة عبارة عن مذيب مائي. في النماذج، يشتمل المذيب المائي على سائل أيوني مُكوّن من ثاني أكسيد الكربون الذي تم زيادة ضغطه والماء. يمكن

أن يوجد ثاني أكسيد الكربون في حالة فوق الحرج ، حالة دون الحرج، أو كلاهما. في بعض النماذج، يشتمل المُذيب القابل للضبط على ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج والماء.

على النحو المستخدم أي نموذج تمت مناقشته في هذا الطلب، يشير مصطلح "مُرَكّب عضوي به ذرات غير متجانسة" إلى مُرَكّب عضوي يحتوي على الأقل على ذرة واحدة بخلاف الكربون والهيدروجين. في بعض النماذج، يمكن أن يكون المُرَكّب الذي به ذرات غير متجانسة عبارة عن مركب يحتوي على الأقل على ذرة واحدة غير متجانسة يمكن أن يقوم بوظيفة مانح إلكترون، يُفضّل حيث تكون الذرة غير المتجانسة عبارة عن كبريت أو نيتروجين. بشكل أكثر تفضيلا، يكون المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة عبارة عن مركب حلقي غير متجانس يحتوي على الأقل على ذرة كبريت أو نيتروجين تشكل جزءا من نظام حلقي غير متجانس، حيث تكون الحلقة غير مشبعة. تحديداً، يشتمل المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة على جزء عطري حلقي غير متجانس. يمكن أن يكون المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة أحادي الحلقة أو متعددة الحلقات. تتضمن أمثلة على مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة مُرَكّبات كبريت عضوية مثل مُرَكّبات حلقية غير متجانسة تحتوي على الكبريت، مُرَكّبات نيتروجين عضوية مثل مُرَكّبات حلقية غير متجانسة تحتوي على نيتروجين، ومُرَكّبات عُضْوِية فِلِزِّيّة مثل مُرَكّبات بورفيرين. في بعض النماذج، يشتمل المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة على بيرول pyrrole ، بيريدين pyridine ، كوينولين quinoline ، كربازول carbazole ، إندول indole ، نيكل nickel –تترا فينيل tetraphenyl –بورفيرين porphyrin ، فاناديل vanadyl –تترا فينيل tetraphenyl –بورفيرين porphyrin ، ثيوفين thiophene ، بنزو ثيوفين benzothiophene ، داي بنزو ثيوفين dibenzothiophene ، و٧، ٨، ٩، ١٠–تترا هيدرو–بنزو [b]نافثو[٢،٣–d] ثيوفين tetrahydro–benzo[b]naphtho[2,3–d]thiophene ، ، بينول pehnol ، فيوران furan ، بنزوفيوران benzofuran ، أيزو كوينولين isoquinoline ، أكريدين acridine ، بنزوكربازول benzocarbazole ، وتوليفات منها؛

وتوليفات منها. في بعض النماذج، يمكن أن يشتمل المُرَكّب الذي به ذرات غير متجانسة على مُرَكّبات كبريت غير عطرية non–aromatic sulfur ، مثل كبريتيد ثنائي الميثيل dimethyl

sulfide ، ثنائي كبريتيد ثنائي الميثيل dimethyldisulfide ، أو ثيو سيكلو هيكسان thiocyclohexane. في بعض النماذج، يمكن أن تكون المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة عبارة عن شوائب طبيعية موجودة في خام تغذية هيدروكربوني مثل نفط خام أو جزء من نفط خام، على سبيل المثال. يسمح المُذيب القابل للضبط للمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة بالحفاظ على خواصها المادية والكيميائية عند الانفصال عن خام تغذية بالهيدروكربون. بالتالي، على العكس من HDT، تُمكّن العملية الحالية على نحو مفيد بإزالة المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة من خام تغذية بالهيدروكربون بطريقة غير متلفة. يمكن بعد ذلك استخدام المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة في عمليات التصنيع الكيميائية الأخرى.

في بعض النماذج، يمكن أن يكون المُذيب القابل للضبط عبارة عن سائل أيوني، سائل أيوني ممدد بالغاز، أو مُذيب آخر يجذب بصورة انتقائية المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة. يمكن أن يُشكل المُذيب القابل للضبط مُعقّد قابل للانعكاس مع المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة. في بعض النماذج، يمكن التحكم في الخواص المتنوعة للمُذيب القابل للضبط بحيث يصبح المُذيب القابل للضبط أكثر أيونية أو أقل أيونية في طبيعته و، بالتالي، يمكن أن يكون منجذب بصورة انتقائية لـ أو بصورة انتقائية يشكل المعقدات القابلة للانعكاس مع واحدة أو أكثر من المُرَكّبات العضوية المختارة التي بها ذرات غير متجانسة.

يمكن أن تحتوي خامات التغذية بالهيدروكربون المختلفة، تحديداً تلك المشتقة من نفط خام أو جزء من أنواع النفط الخام، على أنواع مختلفة من مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة. بواسطة ضبط المتغيرات القابلة للذوبان الخاصة بالمُرَكّب العضوي المستهدف الذي به ذرات غير متجانسة، مثل، على سبيل المثال، استغلال مجموعة من أي مُرَكّب عضوي مستهدف به ذرات غير متجانسة، يمكن أن تكون شوائب في خام تغذية بالهيدروكربون بصورة انتقائية منفصلة عن خامات التغذية بالهيدروكربون باستخدام المُذيب القابل للضبط. في بعض النماذج، يمكن تعديل المُذيب القابل للضبط بواسطة ضبط الضغط، درجة الحرارة، و/أو الرقم الهيدروجيني لنظام المُذيب بحيث يتم الحفاظ على المُرَكّب العضوي المستهدف الذي به ذرات غير متجانسة كمادة مُذابة في نظام المُذيب، على سبيل المثال، عن طريق تكوين معقّد مُذيب قابل للانعكاس. بمجرد أن يتم إذابة

المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة، يمكن أن تقوم العملية الإضافية لضبط الضغط، درجة الحرارة، و/أو الرقم الهيدروجيني لنظام المُذيب بعكس الإذابة، وبهذه الطريقة يمكن استرداد يمكن أن يكون المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة بسهولة كتجمّع، رسابة، سائل، زيت، أو ما شابه.

في بعض النماذج، يمكن تعديل المُذيب القابل للضبط عن طريق، على سبيل المثال، ضبط ضغط نظام المُذيب، مثل، على سبيل المثال، بواسطة ضبط الضغط في وسيلة التقليص، بحيث يتم ضبط المادة المُذابة لجذب أو تكوين مُعقّد مع مُرَكّب عضوي مستهدف به ذرات غير متجانسة يتمتع بقطبية معينة. عن طريق استخدام مُذيب انتقائي مُنتقى، يمكن أن يكون تداخل شوائب لا تُمثل المُرَكّب العضوي المستهدف الذي به ذرات غير متجانسة أمرا أقل ترجيحا من عمليات الفصل الأخرى. على سبيل المثال، يمكن أن تكون عمليات الفصل التي تفصل الشوائب بناء، على سبيل المثال، على نقطة غليان ونقطة تكثيف الشوائب، مرجحة لفصل الشوائب بخلاف المُرَكّب العضوي المستهدف الذي به ذرات غير متجانسة، تحديداً تلك التي تتمتع بنقطة غليان مشابهة مثل المُرَكّب العضوي المستهدف الذي به ذرات غير متجانسة. على العكس من ذلك، يمكن ضبط المُذيبات القابلة للضبط وفقا للنماذج في هذا الطلب بدقة بحيث يقوموا بصورة انتقائية فقط بفصل المُرَكّب العضوي المستهدف الذي به ذرات غير متجانسة. في نماذج أخرى، يمكن تعديل المُذيب القابل للضبط ، مثل عن طريق ضبط ضغط نظام المُذيب، بحيث يفصل المُذيب القابل للضبط المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة من الهيدروكربونات. على سبيل المثال، في بعض النماذج، يمكن تعديل المُذيب القابل للضبط لجذب أو تكوين مُعقّد مع المُرَكّب العضوي القطبي بدرجة أكبر الذي به ذرات غير متجانسة كمادة مُذابة في نظام المُذيب. في نماذج أخرى، يمكن تعديل المُذيب القابل للضبط لجذب مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة بها حتى قطبية ضعيفة، مثل، على سبيل المثال، عزوم ثنائية القطب ضعيفة. بالإضافة إلى الضغط، يمكن استخدام درجة الحرارة، في النماذج، لتعديل تعادل نظام المُذيب.

في أي نموذج، يمكن أن تتنوع قيم الضغط المناسبة وفقا للمُذيب القابل للضبط الذي يتم استخدامه والمُرَكّب العضوي المستهدف الذي به ذرات غير متجانسة. في بعض النماذج، يمكن أن يتراوح الضغط من حوالي ٠,٢ ميجاباسكال إلى حوالي ٣٠ ميجاباسكال ، مثل من حوالي ٢ ميجاباسكال

إلى حوالي ٢٧,٥ ميجاباسكال ، من حوالي ٥ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٥ ميجاباسكال ، أو من حوالي ٧,٥ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٢,٥ ميجاباسكال. في أي نموذج وفقا للاختراع الحالي، يمكن أن يتراوح الضغط من حوالي ١٠ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٠ ميجاباسكال. لا يزال في نماذج أخرى، يمكن أن يتراوح الضغط في وسيلة التقليص من حوالي ٢١,٥ ميجاباسكال إلى حوالي ١٧,٥ ميجاباسكال ، مثل حوالي ١٥ ميجاباسكال. ينبغي أن نفهم أن النطاقات المذكورة أعلاه تهدف إلى تضمين كل نقطة بين نقاط الانتهاء التي تم الكشف عنها، وأنه يتم تصوّر كل نقطة ضغط بين ٠,٢ ميجاباسكال و ٣٠ ميجاباسكال في هذا الكشف.

علاوة على ذلك، يمكن استخدام درجة الحرارة للتأثير على قابلية ذوبان الجزيء العضوي الحلقي غير المتجانس. يمكن أن تزيد قابلية الذوبان الزائدة للجزيء العضوي الحلقي غير المتجانس من استخلاص وانتقائية نظام المُذيب و، بهذه الطريقة، يمكن استخدام درجة الحرارة لضبط دقيق المُذيب القابل للضبط. بالتالي، يمكن أن تتنوع درجة الحرارة التي يتم عندها خلط المُذيب القابل للضبط وخام تغذية هيدروكربوني وفقا للمُذيب القابل للضبط الذي يتم استخدامه والمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة. في أي نموذج يكون فيه ثاني أكسيد الكربون عبارة عن مُذيب قابل للضبط، يمكن أن تكون درجة الحرارة في وسيلة التقليص أكبر من أو مساوية لدرجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل حوالي ٢٠ درجة مئوية أكبر من درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون. في بعض النماذج، تكون درجة الحرارة في وسيلة التقليص أكبر من أو مساوية لـ ٤٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل حوالي ٦٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون. في النماذج، يمكن أن تكون درجة الحرارة في وسيلة التقليص أقل من أو مساوية لحوالي ١٠٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل أقل من أو مساوية لحوالي ٨٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون. في النماذج، درجة الحرارة في وسيلة التقليص من أكبر من أو مساوية لحوالي ٢٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ١٠٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل من أكبر من أو مساوية لحوالي ٤٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ٨٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل من أكبر من أو مساوية لحوالي

٥٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ٧٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون.

في النماذج المفضلة للاختراع الحالي، يكون الضغط في وسيلة التقليص في مدى يتراوح من حوالي ٠,٢ ميجاباسكال إلى حوالي ٣٠ ميجاباسكال وتكون درجة الحرارة في مدى يتراوح من أكبر من أو مساوية لحوالي ٢٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ١٠٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، بشكل أكثر تفضيلا، يكون الضغط في وسيلة التقليص في مدى يتراوح من حوالي ٥ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٥ ميجاباسكال وتكون درجة الحرارة في مدى يتراوح من أكبر من أو مساوية لحوالي ٥٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ٧٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، وتحديداً يُفضل أن يكون الضغط في وسيلة التقليص في مدى يتراوح من حوالي ٢ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٧,٥ ميجاباسكال وتكون درجة الحرارة في مدى يتراوح من أكبر من أو مساوية لحوالي ٤٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ٨٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون.

في الطرق الخاصة باستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني وفقا لبعض النماذج، يمكن أن يكون خام تغذية بالهيدروكربون، مثل، على سبيل المثال، نفط خام أو جزء من نفط خام، في تلامس مع مُذيب قابل للضبط يتمتع بالقدرة على أن يتم تعديله، أو ضبطه، لجذب مُرَكّب واحد أو أكثرات عضوية بها ذرات غير متجانسة إلى نظام المُذيب كمادة مُذابة. يُفضّل، يكون المُذيب القابل للضبط عبارة عن مذيب مائي. يمكن أن يشتمل تلامس خام تغذية بالهيدروكربون مع المُذيب القابل للضبط على تغذية خام تغذية بالهيدروكربون في وسيلة تقليص، وتغذية المذيب المائي في وسيلة التقليص لتكوين خليط استخراج من المذيب المائي باستخدام خام تغذية بالهيدروكربون. يمكن تكوين المُذيب القابل للضبط من ثاني أكسيد الكربون الذي تم زيادة ضغطه، الماء، ومُعَدِّلات اختيارية، مثل مُعَدِّلات لزوجة. يمكن استخدام التغيرات في ضغط نظام المُذيب لضبط المُذيب القابل للضبط لجذب مُرَكّبات عضوية محددة بها ذرات غير متجانسة إلى نظام المُذيب كمادة مُذابة. بناء على ذلك، يمكن أن تتضمن الطرق ضبط

ضغط وسيلة تقليص ودرجة حرارة وسيلة تقليص لخليط الاستخراج في وسيلة التقليص بحيث يقومان معاً بضبط المذيب المائي لتكوين بصورة انتقائية معقّد مُذيب مع مُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة.

في بعض النماذج، يتضمن المذيب المائي ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج. في بعض النماذج، يتضمن المذيب المائي دون الحرج ثاني أكسيد الكربون. في نماذج أخرى، يشتمل المذيب المائي على كل من ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج ودون الحرج. في أي نموذج على النحو الموصوف في هذا الطلب، يكون المُذيب القابل للضبط عبارة عن مذيب مائي. تحديداً، يكون المذيب المائي عبارة عن خليط يشتمل على الماء وثاني أكسيد الكربون، يكون حيث ثاني أكسيد الكربون دون الحرج، فوق الحرج، أو كلاهما. يُفضّل في أي نموذج، يكون المذيب المائي عبارة عن خليط يتكون بصورة أساسية من الماء وثاني أكسيد الكربون، حيث يكون ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج، دون الحرج أو كلاهما.

دون التقيد بالنظرية، سيتم الآن وصف الخصائص المميزة للنظام المُذيب المطبق على نماذج الطرق الخاصة باستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة باستخدام المعادلات والوصف أدناه. في المعادلات التالية، تتم الإشارة إلى ثاني أكسيد الكربون الغازيّ gaseous carbon dioxide ويمكن أن يتمتع ثاني أكسيد الكربون بضغط جزئي partial pressure، تتم الإشارة إلى ثاني أكسيد الكربون المُذاب بواسطة ثاني أكسيد الكربون "CO2 (aq)"، وتتم الإشارة إلى حمض الكربونيك المُذاب بواسطة حمض الكربونيك Carbonic acid " H2CO3 (aq)". في بعض النماذج، يمكن أن يكون مقدار ثاني أكسيد الكربون المُذاب أكبر من أو مساوي لحوالي ٩٠,٠ %مول من المكونات المُذابة، مثل أكبر من أو يساوي حوالي ٩٥,٠% من المكونات المُذابة. في نماذج أخرى، ثاني أكسيد الكربون المُذاب، تحديداً يمكن أن يكون مقدار غاز ثاني أكسيد الكربون المُذاب أكبر من أو يساوي حوالي ٩٧,٠ %مول من المكونات المُذابة، مثل أكبر من أو يساوي حوالي ٩٩,٠ %مول من المكونات المُذابة. في بعض النماذج، يمكن أن يكون مقدار ثاني أكسيد الكربون المُذاب ٩٩,٨٥ %مول من المكونات المُذابة، وحمض الكربونيك المُذاب يمكن أن يكون مقدار ٠,١٥ %مول من المكونات المُذابة. يمكن الإشارة إلى المكونات المُذابة في نظام المُذيب باسم *H2CO3، على النحو المبين في المعادلة (أ) أدناه.

(أ) $$[H2CO3^* (aq)] = [H2CO3 (aq)] + [CO2 (aq)]$$

فيما يخص الضغط، يمكن أن يكون ثاني أكسيد الكربون الغازيّ gaseous carbon dioxide في تعادل مع حمض الكربونيك Carbonic acid المُذاب طبقا للصيغ (ب) و(ج) أدناه.

(ب) $$CO2 (g) + H2O (aq) \overset{P}{\longleftrightarrow} H2CO3^* (aq)$$

(ج) $$H2CO3^* (aq) \longleftrightarrow H+ (aq) + HCO3- (aq)$$

بالتالي، يمكن أن يكون لثاني أكسيد الكربون المُذاب وحمض الكربونيك المُذاب بعلاقة مبينة في المعادلة (D).

(د) $$[H2CO3^* (aq)] \approx CO2 (aq) \approx CO2 (aq) + H2CO3 (aq)$$

يمكن أن يكون ثاني أكسيد الكربون الغازيّ في تعادل مع ثاني أكسيد الكربون في طور مائي في وسيلة التقليص وفقا لـ Henry's law، على النحو المُشار إليه في المعادلة (هـ)، حيث تتم الإشارة إلى الثابت في Henry's law باسم kH (مول/(كجم.ضغط جوي)).

(هـ) $$CO2 (aq) = PCO2 / kH$$

بالتالي، يمكن أن تزيد قابلية ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الطور المائي فيما يخص زيادة ضغط نظام المُذيب المستخدم في الطرق وفقا لبعض النماذج. بالإضافة إلى ذلك، تزيد قابلية ذوبان ثاني أكسيد الكربون الغازيّ في الماء أو الطور المائي حيث تنخفض درجة حرارة نظام المُذيب. مع ذلك، للحفاظ على السلوك فوق الحرج لثاني أكسيد الكربون في نظام المُذيب، وفقا للنماذج، يمكن الحفاظ على درجة الحرارة وضغط نظام المُذيب فوق درجة الحرارة الحرجة لضغط ثاني أكسيد الكربون. نتيجة لذلك، يحقق التأثير المدمج لثاني أكسيد الكربون والماء في المُذيب القابل للضبط خواص فريدة تسمح باستخدام المادة المُذابة لجذب أو تكوين مُعقّد مع مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خامات تغذية بالهيدروكربون إلى نظام المُذيب كمادة مُذابة.

سيتم وصف خواص نظام المُذيب القابل للضبط المتضمنة في نماذج متنوعة في المعادلات أدناه، K1 تُمثل ثابت الانفصال الأول و (j) تُمثل نشاط الأنواع المتضمنة "j".

(و) $K1 = \{a(H+)\ a(HCO3-)\}/a(H2CO3)$

باستخدام تعريفات معروفة بصورة شائعة من الرقم الهيدروجيني وpK، يمكن إعادة كتابة المعادلة (و) مثل المعادلة (ز):

(ز) $pK1 = pH + \log\{[H2CO3*]/[HCO3-]\} - \log(ga)$

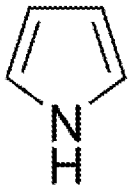
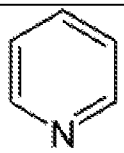
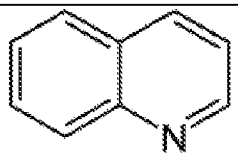
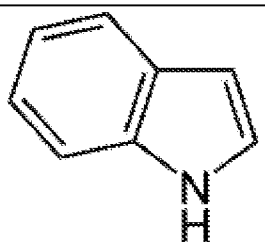
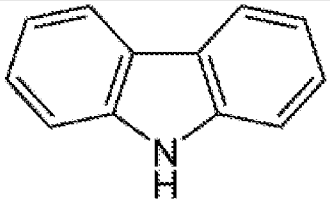
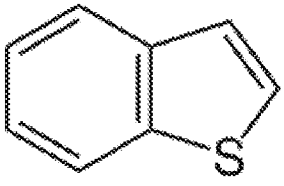
في المعادلة (ز)، ga تُمثل معامل النشاط لـ $HCO3-$. يمكن افتراض أن معامل النشاط للأنواع المحايدة موحدة.

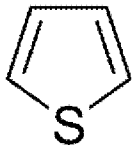
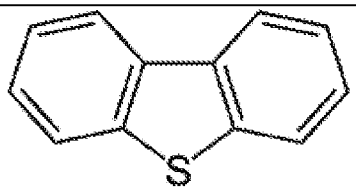
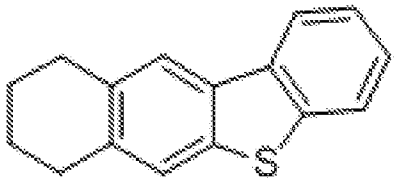
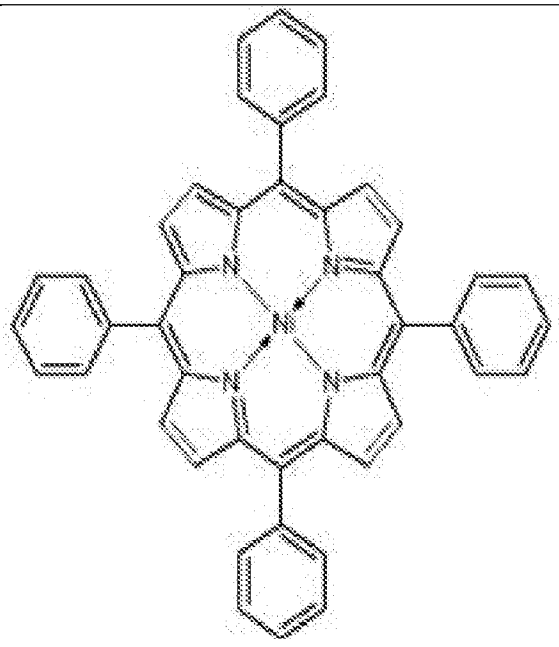
على النحو المبين بواسطة المعادلات المذكورة أعلاه، يمكن أن يلعب ثاني أكسيد الكربون في نظام المُذيب وفقا للنماذج في هذا الطلب أدوار متعددة في عملية الفصل. يمكن أن ينتشر ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج من خلال خام تغذية بالهيدروكربون بسبب أنه يتمتع بانتشارية جيدة ولزوجة أقل من المُذيبات الأخرى، الأمر الذي يسمح لثاني أكسيد الكربون ببدء أفضل في نقل الكتلة التي تجذب المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة إلى نظام المُذيب كمادة مُذابة. على سبيل المثال، في النماذج، يمكن أن تُحضر الطبيعة القطبية لمُرَكّبات الكبريت الصامدة حرارياً، مُرَكّبات النيتروجين، والمُرَكّبات العُضْوِية الفِلِزّيّة إلى الطور المائي قابل للانعكاس الخاص بالمادة المُذابة. على سبيل المثال، يمكن ربط الخصائص المميزة القطبية للمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة بواسطة $HCO3-$ في طول $H2CO3*$ (aq).

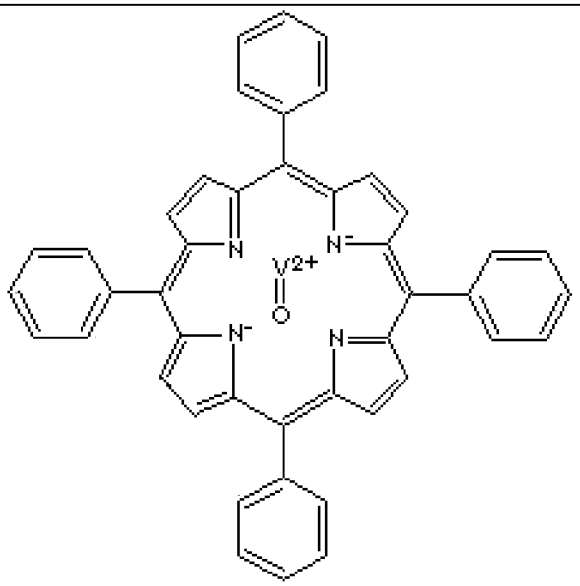
في بعض النماذج، يمكن ضبط درجة حرارة نظام المُذيب، ضغط نظام المُذيب، أو كلاهما، لضبط نظام المُذيب ليحتوي على أيونات أكثر أو أقل، مثل، على سبيل المثال، $HCO3-$، بهذه الطريقة يجعل نظام المُذيب أكثر أو أقل جاذبية للمكونات الأيونية الصامدة حرارياً أو لضبط قدرة نظام المُذيب على تكوين المعقدات بين المُذيب القابل للضبط والمُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة. لإزالة مكونات مستهدفة صامدة حرارياً، مثل، على سبيل المثال، مُرَكّبات كبريت عضوية مستهدفة، مُرَكّبات نيتروجين عضوية مستهدفة، مُرَكّبات عُضْوِية فِلِزّيّة مستهدفة، أو توليفات منها، يمكن أن تأثر خواص مثل نقطة الغليان، إلى جانب البنيات الكيميائية للمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة على درجة حرارة وضغط المتغيّرات التي ينتج عنها انتقائية لنظام المُذيب. يتم توضيح مُرَكّبات كبريت عضوية ومُرَكّبات نيتروجين عضوية ومُرَكّبات عُضْوِية

فِلِزّيّة متنوعة في الجدول ١ كأمثلة على المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة التي يمكن إزالتها من خامات تغذية بالهيدروكربون في نماذج متنوعة. ينبغي أن نفهم أن المُرَكّبات المدرجة أدناه توضيحية فحسب في طبيعتها ولا تهدف إلى أن تكون عبارة عن قائمة شاملة لجميع المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة التي يمكن إزالتها وفقا لنماذج من هذا الكشف.

الجدول ١

بيرول pyrrole	
بيريدين pyridine	
كوينولين quinoline	
إندول indole	
كربازول carbazole	
بنزو ثيوفين benzothiophene	

ثيوفين thiophene	
داي بنزو ثيوفين dibenzothiophene	
٧، ٨، ٩، ١٠-تترا هيدرو-بنزو[b]نافثو[٢،٣-d]ثيوفين 7,8,9,10-tetrahydro-benzo[b]naphtho[2,3-d]thiophene	
نيكل-تترا فينيل-بورفيرين nickel-tetraphenyl-porphyrin	

	فاناديل-تترا فينيل-بورفيرين vanadyl-tetraphenyl-porphyrin

ينبغي أن يكون من الواضح من المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة في الجدول ١، أن المُرَكّبات التي يمكن إزالتها من خامات تغذية بالهيدروكربون وفقا لنماذج متنوعة يمكن أن تتمتع بتنويعات من الهياكل الكيميائية. بالتالي، المُرَكّبات التي سيتم إزالتها من خامات التغذية بالهيدروكربون سوف يكون لها تأثير ويمكنها تحديد الكمية المناسبة لضبط المادة المُذابة المطلوب، مثل، على سبيل المثال، ضبط الضغط و/أو درجة حرارة نظام المُذيب. بصورة إضافية، في النماذج، يمكن أن يؤثر اختيار مُذيب قابل للضبط لفصل مُرَكّب عضوي محدد به ذرات غير متجانسة من هيدروكربونات على نقل كتلة المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة من هيدروكربون طور إلى مُذيب طور ينتج من طور فصل خليط الاستخراج.

تم وصف المُذيبات القابلة للضبط ومُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة التي سيتم إزالتها من هيدروكربونات، مثل، على سبيل المثال، نفط خام أو جزء من أنواع النفط الخام، وفقا لنماذج من هذا الكشف أعلاه. يتم تقديم نماذج الطرق والأنظمة المذكورة أدناه لاستخدام المُذيبات القابلة للضبط لفصل مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة. ينبغي أن نفهم أن الطرق والأنظمة الموصوفة أدناه تعتبر توضيحية فحسب والطرق وأن الأنظمة الأخرى لفصل مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من هيدروكربونات باستخدام مُذيب قابل للضبط تندرج في نطاق هذا الكشف.

يمكن استخدام تيار فردي أو سلسلة من تيارات المُذيبات القابلة للضبط بصورة انتقائية لفصل مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة، مثل، على سبيل المثال، مُرَكّبات كبريت عضوية،

مُرَكّبات نيتروجين عضوية، و/أو مُرَكّبات عُضْوِية فِلزّيّة، من هيدروكربونات. في النماذج، يمكن إجراء عملية الفصل عن طريق تشغيل المُذيب القابل للضبط والهيدروكربونات في سلسلة من وسائل تقليص ذات تيار معترض أو تيار عكسي، مثل، على سبيل المثال، وسائل تقليص ذات طبقة معبئة وسائل تقليص ذات طبقة مميعة ، ووسائل تقليص ذات حاجز.

يمكن تنفيذ الطريقة وفقا لأي نموذج من الاختراع الحالي كدفعة أو عملية متواصلة. بصورة مفضلة، يتم تنفيذ الطريقة كعملية متواصلة.

بالإشارة إلى الشكل ١، يتم تصوير عملية تشغيل ١٠٠ بصورة نمطية. يتم تشتيت خام التغذية الهيدروكربوني ١٣١، مثل نفط خام، من وحدة تخزين هيدروكربون hydrocarbon storage unit ١٣٠ في قاع وسيلة تقليص bottom of contactor ١١٠، مثل عن طريق فتحات رش في القاع ١١٢. بالمثل، يمكن تكوين مُذيب قابل للضبط ١٥٠ عن طريق خلط ثاني أكسيد الكربون ١٢١ من وحدة تخزين ثاني أكسيد الكربون ١٢٠ والماء ١٤١ من وحدة تخزين الماء water storage unit ١٤٠. يمكن تشتيت المُذيب القابل للضبط tunable solvent ١٥٠ في قمة وسيلة التقليص ١٠٠، مثل عن طريق فتحات رش في القمة ١١٤. يمكن أن تتدفق قطرات صغيرة ورشاشات من الهيدروكربون sprays of the hydrocarbon ١٣١ إلى أعلى، مثل عن طريق الدفع بالرش وعن طريق تعبئة قاع وسيلة التقليص ١١٠ بالهيدروكربون ١٣١. يمكن أن تتدفق قطرات صغيرة ورشاشات من المُذيب القابل للضبط ١٥٠ إلى أسفل في وسيلة التقليص ١١٠، مثل بواسطة الدفع بالرش والقوى الجاذبة. علاوة على ذلك، في النماذج، يمكن اختيار الهيدروكربون ١٣١ والمُذيب القابل للضبط ١٥٠ بحيث تكون كثافة المُذيب القابل للضبط ١٥٠ أكبر من كثافة الهيدروكربون ١٣١. يمكن أن يتسبب هذا التفاوت في الكثافة في جعل المُذيب القابل للضبط ١٥٠ يتلامس مع الهيدروكربون ١٣١ ويعبر من خلال طور الهيدروكربون. بالتالي، في النماذج، يستمر الهيدروكربون ١٣١ والمُذيب القابل للضبط ١٥٠ في التدفق المضاد التلامس، بهذه الطريقة يزداد زمن بقاء التلامس بين الهيدروكربون ١٣١ والمُذيب القابل للضبط ١٥٠. بصورة مفضلة، يكون الهيدروكربون ١٣١ عبارة عن خام تغذية هيدروكربوني، وبشكل أكثر تفضيلا يكون خام تغذية بالهيدروكربون عبارة عن نفط خام crude oil أو جزء من نفط خام .

في بعض النماذج، يمكن أن يتم بصورة اختيارية خلط الهيدروكربون ١٣١ مسبقا مع ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج ١٢٢ قبل أن يتم إدخال الهيدروكربون ١٣١ في وسيلة التقليص ١١٠ لبدء عملية فصل المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة من الهيدروكربون ١٣١ قبل أن يتم تغذيته في وسيلة التقليص ١١٠. على سبيل المثال، يمكن نقل ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج في أي صورة مناسبة، مثل ثاني أكسيد الكربون ذو درجة الحرج الفائقة بمفرده أو كمُكون في مُذيب، من وحدة تخزين ثاني أكسيد الكربون ١٢٠ إلى الهيدروكربون ١٣١.

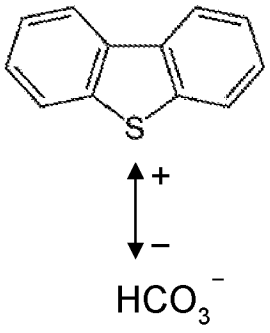
في بعض النماذج، يمكن أن تندمج قطرات صغيرة من كل من الهيدروكربون ١٣١ والمُذيب القابل للضبط ١٥٠ لتكوين أطوار متجانسة منفصلة عند مخارجها المناظرة لوسيلة التقليص ١١٠ (أي، قاع وسيلة التقليص ١١٠ للمُذيب القابل للضبط ١٥٠ وقمة وسيلة التقليص ١١٠ للهيدروكربون ١٣١). في النماذج التي يكون فيها الهيدروكربون ١٣١ أكثر كثافة من المُذيب القابل للضبط ١٥٠، يمكن عكس تدفق تلك مكونات في وسيلة التقليص (أي، يمكن إدخال الهيدروكربون المكثف ١٣١ في قمة وسيلة التقليص ١١٠، ويمكن إدخال المُذيب القابل للضبط ١٥٠ في قاع وسيلة التقليص ١١٠).

في أي نموذج، أثناء التلامس بين الهيدروكربون ١٣١ والمُذيب القابل للضبط ١٥٠، يمكن جذب مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة إلى طور المادة المُذابة من المُذيب القابل للضبط ١٥٠ كمواد مُذابة، على سبيل المثال، بواسطة تكوين المعقدات باستخدام المُذيب القابل للضبط. بالتالي، بعد أن يتفاعل الهيدروكربون ١٣١ والمُذيب القابل للضبط ١٥٠ لفترة زمنية وعينة، يمكن استخراج الهيدروكربون الضعيف ١٣٢ من الجزء الأوسط من وسيلة التقليص ١١٠. يمكن إزالة المادة المُذابة الغنية بالمُذيب ١٥١، الغنية بمُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة، من قاع وسيلة التقليص ١١٠.

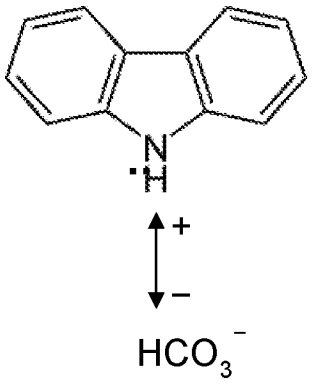
على النحو الذي تمت مناقشته أعلاه، في النماذج، يمكن تعديل الضغط و/أو درجة الحرارة داخل وسيلة التقليص لضبط المادة المُذابة ليكون لها أيونات تقوم بجذب المكونات القطبية في خام تغذية بالهيدروكربون. تتمتع المُرَكّبات العضوية المستهدفة التي بها ذرات غير متجانسة، مثل، على سبيل المثال، مُرَكّبات كبريت عضوية ومُرَكّبات نيتروجين عضوية ومُرَكّبات عُضْوِية فِلِزِّيّة، بصورة محايدة باستقطابات في الهياكل الجزيئية. على سبيل المثال، يحتوي داي بنزو ثيوفين ، المبين في

الجدول ١ أعلاه، على ذرة كبريت ذات كهربية إيجابية أكثر من غيرها من ذرات الكربون المرتبطة. تحديداً، يمكن سحب الإلكترونات غير المتمركزة من داي بنزو ثيوفين داخل الهيكل الحلقي الخاص بها و، بالتالي، يمكن أيضا سحب القشرة الخارجية لذرات كبريت إلى الداخل نحو الإلكترونات. نتيجة لذلك، تصبح ذرة الكبريت المرتبطة بالحلقات ذات كهربية إيجابية توفر الخواص القطبية لداي بنزو ثيوفين dibenzothiophene.

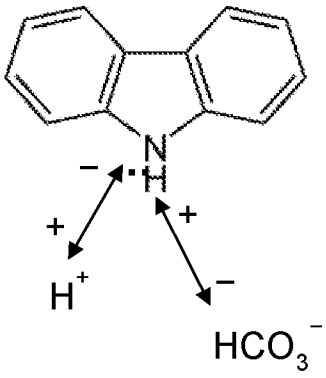
بسبب أن مُرَكّبات عضوية متنوعة بها ذرات غير متجانسة تتمتع باستقطابات، مثل داي بنزو ثيوفين المذكور أعلاه، يمكن فصلها من طور الهيدروكربون إلى الطور المائي للمادة المُذابة بواسطة أيونات $HCO3-$ بواسطة تكوين مُعقّد مؤقت بين المُرَكّب العضوي القطبي به ذرات غير متجانسة وأيون $HCO3-$. على سبيل المثال، يتم توضيح مُعقّد مؤقت تم تكوينه ين داي بنزو ثيوفين و$HCO3-$ أدناه:



يمكن أن أن تتمتع مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة تحتوي على النيتروجين بسلوك قطبي. مع ذلك، على عكس مُرَكّبات الكبريت لالعضوية، يمكن أن يقوم $HCO3-$ أو $H+$ بجذب مُرَكّبات النيتروجين العضوية بسبب أنه، في مُرَكّبات معينة، رابطة النيتروجين يمكن أن تتمتع بقطبية إيجابية أو سلبية. على سبيل المثال، في كربازول، يمكن أن تقوم رابطة N—H بوظيفة قطبية إيجابية أو سلبية و، بالتالي، يمكن تكوين المعقدات التالية بين المُذيب القابل للضبط وكربازول carbazole:



؛ أو



تعتبر آليات التفاعل المذكورة أعلاه توضيحية فحسب ولا تهدف إلى الحد من نطاق أي نموذج في هذا الطلب. يمكن أن تحدث آلية تفاعل مماثلة فيما يتعلق بفصل المُرَكّبات العضوية الأخرى التي بها ذرات غير متجانسة، مثل، على سبيل المثال، أي من المُرَكّبات في الجدول ١.

علاوة على ذلك، يمكن شرح آلية الاستخلاص وفقا للنماذج بالإشارة إلى الشكل ٢، والتي توضح الأطوار في وسيلة تقليص ١١٠ أثناء التفاعل بين المُذيب القابل للضبط والهيدروكربون. الشكل ٢ يُصور نموج تكون فيه كثافة المُذيب القابل للضبط ١٥٠ أكبر من كثافة خام تغذية بالهيدروكربون ١٣١ وبالتالي يتم تغذية المُذيب القابل للضبط بصورة مفضلة إلى قمة وسيلة التقليص ويتم تغذية خام تغذية بالهيدروكربون إلى قاع وسيلة التقليص. مع ذلك، يمكن أيضا تطبيق ما يلي على النموذج حيث تكون كثافة المُذيب القابل للضبط أقل من كثافة خام التغذية بالهيدروكربون ، ويتم تغذية المُذيب القابل للضبط في قاع وسيلة التقليص بينما يتم تغذية خام تغذية بالهيدروكربون إلى قمة وسيلة التقليص. في الشكل ٢، يتم تقسيم الموائع في وسيلة التقليص ١١٠ إلى أربع مناطق طور ٢١٠، ٢٢٠، ٢٣٠، و٢٤٠. يتم فصل كل منطقة طور من منطقة (مناطق) الطور المجاورة بواسطة حدود الطور (التي تمثلها خطوط منقطة). وفقا لبعض النماذج، يمكن أن تشتمل قمة

وسيلة التقليص ١١٠ على طور ٢١٠ الذي يتضمن ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج ودون الحرج. يوجد أدنى الطور ٢١٠ طور ٢٢٠ الذي يمكن أن يتضمن هيدروكربون ضعيف وثاني أكسيد الكربون. في النماذج، يمكن استخراج الهيدروكربون الضعيف ١٣٢ المستخرج من وسيلة التقليص ١١٠ من طور phase ٢٢٠. يوجد أدنى الطور ٢٢٠ طور ٢٣٠ الذي يتضمن خليط من ثاني أكسيد الكربون المائي، الماء، أيونات الهيدروجين hydrogen ions ، حمض الكربونيك carbonic acid ، هيدروكربون، وثاني أكسيد الكربون فوق الحرج. يتم إدخال المُذيب القابل للضبط ١٥٠ والهيدروكربون ١٣١ في وسيلة التقليص ١١٠ في طور ٢٢٠، مثل بواسطة رش من خلال فتحات رش ١١٢ و١١٤. يوجد عند قاع وسيلة التقليص طور ٢٤٠، الذي يمكن أن يشتمل على ثاني أكسيد الكربون المائي، أيونات الهيدروجين ، الماء، حمض الكربونيك، ومادة مُذابة غنية بمُذيب. يمكن استخراج المادة المُذابة الغنية بالمُذيب ١٥١ التي يتم استخراجها من وسيلة التقليص من طور ٢٤٠.

باستخدام الأطوار في وسيلة التقليص ١١٠، مثل الأطوار المبينة في الشكل ٢، يمكن أن لا يكون تأثير الضغط على نظام المُذيب داخل وسيلة التقليص ١١٠ مفهوم بالإشارة إلى المعادلة (ج) أعلاه. على سبيل المثال، يمكن توجيه المعقدات بين مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة والمادة المُذابة، مثل المعقدات المبينة أعلاه، بواسطة الضغط الذي يزيد في نظام المُذيب. تو توضيح مثال واحد على كيف يقوم الضغط بتوجيه المعقدات بين مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة والمادة المُذابة في الشكل ٣، وهو مثال توضيحي فحسب ولا يحد من نطاق أي نموذج. بينما يوضح الشكل ٣ أنه يتم تعزيز تكوين H2CO3*(aq), H+(aq) و HCO3−(aq) بواسطة زيادة الضغط على نظام المُذيب. في الشكل ٣، تتم الإشارة إلى مُذيب قابل للضبط بواسطة ٣١٠ ومُعقّد أيون بيكربونات به ذرات غير متجانسة بواسطة ٣٢٠. في الآلية المبينة في الشكل ٣، H2CO3*(aq), H+(aq) يُشكل المُذيب القابل للضبط. بالإضافة إلى ذلك، تزيد قابلية ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء حيث تنخفض درجة حرارة نظام المُذيب. مع ذلك، يعمل تكوين مُعقّد بين HCO3− وداي بنزو ثيوفين أيضا على تعزيز التفاعل المتقدم لتكوين H2CO3*(aq) في الماء، بحيث يمكن الحفاظ على تركيز HCO3− (aq). بالتالي، يتم تحقيق التعادل على الفور بعد أن يتكون المُعقّد من خلال تفكك معادلة H2CO3*(aq) إلى H+(aq)، و HCO3−(aq).

بناء على ذلك، في النماذج، تعمل زيادة الضغط في وسيلة التقليص على تعزيز تكوين المُعقّد بين أيون HCO3-(aq) واحد وجزيء واحد من المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة. بالمثل، سوف يوجه الانخفاض في الضغط الآلية المذكورة أعلاه في الاتجاه المعاكس وسوف يقلل تكوين المعقدات بين الأيونات والمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة أو يمكن أن يحلّل أية معقدات موجودة بالفعل في المحلول. بالتالي، ينبغي أن يكون من الواضح أن المُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة يمكن طرده من المادة المُذابة أو يمكن أن يكون متجمع أو عبارة عن رسابة من المادة المُذابة بواسطة خفض الضغط في وسيلة التقليص، على سبيل المثال.

يمكن أن يتنوع الضغط في وسيلة التقليص وفقا للمُذيب القابل للضبط ١٥٠ الذي يُستخدم والمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة، مثل تنوع الضغط لإنتاج HCO3- أكثر أو أقل لجذب مُرَكّبات عضوية محددة متنوعة بها ذرات غير متجانسة. مع ذلك، في النماذج، يمكن أن يتراوح الضغط في وسيلة التقليص من حوالي ٠,٢ ميجاباسكال إلى حوالي ٣٠ ميجاباسكال ، مثل من حوالي ٢ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٧,٥ ميجاباسكال. في بعض النماذج، يمكن أن يتراوح الضغط في وسيلة التقليص من حوالي ٥ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٥ ميجاباسكال ، مثل من حوالي ٧,٥ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٢,٥ ميجاباسكال. في نماذج أخرى أيضا، يمكن أن يتراوح الضغط في وسيلة التقليص من حوالي ١٠ ميجاباسكال إلى حوالي ٢٠ ميجاباسكال. لا يزال في نماذج أخرى، يمكن أن يتراوح الضغط في وسيلة التقليص من حوالي ١٢,٥ ميجاباسكال إلى حوالي ١٧,٥ ميجاباسكال ، مثل حوالي ١٥ ميجاباسكال. ينبغي أن نفهم أن النطاقات المذكورة أعلاه تهدف إلى تضمين كل نقطة بين نقاط الانتهاء التي تم الكشف عنها، وأنه يتم تصوّر كل نقطة ضغط بين ٠,٢ ميجاباسكال و ٣٠ ميجاباسكال في هذا الكشف.

يمكن أن تتنوع درجة الحرارة في وسيلة التقليص وفقا للمُذيب القابل للضبط ١٥٠ الذي يتم استخدامه والمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة. في النماذج التي يكون فيها ثاني أكسيد الكربون المائي عبارة عن المُذيب القابل للضبط، يمكن أن تكون درجة الحرارة في وسيلة التقليص أكبر من أو مساوية لدرجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل حوالي ٢٠ درجة مئوية أكبر من درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون. في بعض النماذج، تكون درجة الحرارة

في وسيلة التقليص أكبر من أو مساوية لـ ٤٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل حوالي ٦٠ درجة مئوية أكبر من درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون. في النماذج، يمكن أن تكون درجة الحرارة في وسيلة التقليص أقل من أو مساوية لحوالي ١٠٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل أقل من أو مساوية لحوالي ٨٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون. بناء على ذلك، في النماذج، يمكن أن تكون درجة الحرارة في وسيلة التقليص من أكبر من أو مساوية لحوالي ٤٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ١٠٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون، مثل من أكبر من أو مساوية لحوالي ٦٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون إلى أقل من أو مساوية لحوالي ٨٠ درجة مئوية فوق درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون.

بالإشارة مرة أخرى إلى الشكل ١، في النماذج، يتم إرسال الهيدروكربون الضعيف ١٣٢ الذي تم استخراجه من الجزء الأوسط من وسيلة التقليص ١١٠ إلى وعاء ١٦٠ حيث يمكن خفض ضغط الهيدروكربون الضعيف ١٣٢، مما يسبب فصل تيار تفريغ ١٣٣ لأي ثاني أكسيد كربون متبقي و/أو ماء من الهيدروكربون الضعيف ١٣٢ وإزالته من الوعاء ١٦٠. يمكن كذلك معالجة تيار التفريغ ١٣٣ لفصل ثاني أكسيد الكربون والماء، الذي يمكن إعادته إلى وحدة تخزين ثاني أكسيد الكربون ١٢٠ ووحدة تخزين الماء ١٤٠، على التوالي. في نماذج أخرى، يمكن تفريغ تيار التفريغ.

في النماذج، يمكن التغذية من المادة المُذابة القابل للضبط الغني بالمادة المُذابة ١٥١، الذي يمكن استخراجه من قاع وسيلة التقليص ١١٠، إلى وعاء الاستخلاص ١٧٠ حيث يتم زيادة ضغطه لضبط الخواص الأيونية للمادة المُذابة الغنية بالمادة المُذابة ١٥١ وبهذه الطريقة طرد المادة المُذابة ١٧١، مثل، على سبيل المثال، مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة. يمكن بعد ذلك تخزين المادة المُذابة التي تم طردها ١٧١ واستخدامها في بعض القدرات الأخرى. في بعض النماذج، يمكن ترشيح المادة المُذابة التي تم طردها ١٧١ من المادة المُذابة الغنية بالمادة المُذابة ١٥١. في نماذج أخرى، يمكن إزالة المادة المُذابة التي تم طردها ١٧١ من المادة المُذابة الغنية بالمُذيب ١٥١ بواسطة استخراج المُذيب العطري. في أي نموذج (أي، سواء تم إزالة المادة المُذابة بواسطة ترشيح أو الاستخراج العطري)، يتم زيادة ضغط ثاني أكسيد الكربون ١٢٣، الذي تم إطلاقه

بواسطة خفض ضغط المادة المُذابة الغنية بالمُذيب ١٥١، وإعادته إلى وحدة تخزين ثاني أكسيد الكربون ١٢٠ حيث يمكن تشتيته باستخدام الماء ١٤١ في وسيلة التقليص، أو خلطه مسبقا باستخدام الهيدروكربون ١٣١.

في النماذج التي يتم فيها استخدام عملية استخراج المُذيب العطري لفصل المادة المُذابة ١٧١ من المادة المُذابة الغنية بالمُذيب ١٥١، يمكن إرسال المادة المُذابة الغنية بالمُذيب العطري إلى وعاء إضافي حيث يتم تبخير المُذيب العطري، مثل عن طريق التسخين إلى نقطة غليان المُذيب العطري، بالتالي طرد المادة المُذابة ١٧١. يمكن بعد ذلك تكثيف المُذيب العطري الذي تم تبخيره وإعادة استخدامه لاستخراج مادة مُذابة إضافية ١٧١ من مادة مُذابة غنية بمُذيب ١٥١، ويمكن تخزين المادة المُذابة ١٧١ واستخدامها في سعة أخرى.

ينبغي أن نفهم أنه بينما يُظهر الشكل ١ وسيلة تقليص واحدة فقط ١١٠، في النماذج، يمكن استخدام وسائل تقليص متعددة في سلاسل بناء على عدد والخصائص المميزة للمُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة المطلوب إزالتها. على سبيل المثال، يمكن ضبط المُذيب القابل للضبط في وسيلة تقليص أولى لفصل مُرَكّب عضوي أول به ذرات غير متجانسة، ويمكن استخدام وسيلة تقليص ثانية لضبط مُذيب ثاني قابل للضبط لفصل مُرَكّب عضوي ثاني به ذرات غير متجانسة، مثل، على سبيل المثال، يتمتع بضغط أو درجة حرارة في وسيلة التقليص الثانية مختلف عن الضغط في وسيلة التقليص الأولى. بالمثل، على الرغم من أن الشكل ١ يُظهر وعاء استخلاص واحد فقط ١٧٠ لطرد مادة مُذابة ١٧١ من مادة مُذابة غنية بمُذيب ١٥١، يمكن استخدام الأوعية المتعددة لمادة مُذابة تم طردها. على سبيل المثال، حيث تتضمن المادة المُذابة الغنية بالمُذيب ١٥١ مادة مُذابة متعددة ذات نقاط غليان مختلفة، يمكن استخدام الأوعية المتعددة لطرد المواد المُذابة المتعددة من المادة المُذابة الغنية بالمُذيب ١٥١.

نقل الكتلة بمساعدة مجال كهربائي

يمكن كذلك تحسين فصل مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني باستخدام مجال كهربائي. بالإشارة إلى الشكل ٤، في بعض النماذج، يمكن إنشاء مجال كهربي بين اثنين من الألواح الإلكترونية ٤١٠ و٤٢٠ من مُكثّف. يمكن أن يؤدي هذا المجال الكهربي إلى

محاذاة الأنواع الأيونية داخل المجال الكهربي، بهذه الطريقة تحسين نقل الكتلة بين الأيونات. يمكن أن تكون الجسيمات ٤٣٠ عبارة عن جسيمات مذيب مائي ثنائي القطب، لا يتم محاذاتها خارج الألواح الكهربية الألواح الكهربية ٤١٠ و٤٢٠. يمكن أن تكون الجسيمات ٤٥٠ الجسيمات عضوية ثنائية القطب لم يتم محاذاتها خارج الألواح الكهربية ٤١٠ و٤٢٠. بين الألواح الكهربية يمكن أن توجد معقدات ذات ذرات غير متجانسة، مثل، على سبيل المثال، معقدات مُذيب قابل للضبط ومُرَكّب عضوي به ذرات غير متجانسة موصوف أعلاه، والتي يتم محاذاتها ٤٤٠. يمكن أن يزيد زمن البقاء والتلامس بين المُذيب القابل للضبط وخام تغذية بالهيدروكربون عن طريق وجود أيونات متحاذية داخل الألواح الكهربية ٤١٠ و٤٢٠. علاوة على ذلك، يسمح استخدام مجال كهربي لمحاذاة الجسيمات للمُذيب القابل للضبط بأن يتمتع بألفة أعلى تجاه المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة، ويمكن أن يُسهل نقل الكتلة بين اللوحين عن طريق اللوحين عن طريق جذب أيونات قطبية.

في النماذج، يمكن أن تُسبب محاذاة الألواح الإلكترونية لمُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني فيما يخص المجال الكهربائي و، بهذه الطريقة، تسهل نقلها تجاه المُذيب القابل للضبط، حيث يتم جذبها إلى الطور المائي للمادة المُذابة عبر الآليات التي تمت مناقشتها فيما يلي أعلاه. يمكن بعد ذلك إرسال المُذيب القابل للضبط المنبعث، الذي يتم تشبعه بمُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة، إلى وعاء منفصل حيث يمكن إزالة المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة من المُذيب القابل للضبط بواسطة الاستخراج العطري بواسطة تقليل ضغط نظام المُذيب للسماح للمُذيب القابل للضبط بطرد المادة المُذابة حيث يمكن جمع المادة المُذابة، على سبيل المثال، بالترشيح. بعد الفصل، يمكن إعادة زيادة ضغط المُذيب القابل للضبط وإعادته إلى وسيلة التقليص، ويمكن تخزين المواد المُذابة للمُرَكّب العضوي الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة واستخدامها بسعة أخرى.

في النماذج، يمكن أن تحتوي الألواح الإلكترونية ٤١٠ و٤٢٠ على ثقوب نافذة لستهيل نقل الجسيمات بين الألواح. في بعض النماذج، يمكن استخدام عدد من الألواح الإلكترونية لتكوين حواجز أو لتعبئة المادة داخل وسيلة تقليص، مثل وسيلة تقليص ١١٠. يمكن أن تكون عدد الألواح مقابل بعضها البعض.

بالتالي، تم وصف نماذج متنوعة من الطرق الخاصة باستخلاص مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة من خام تغذية هيدروكربوني. في الطرق، يمكن أن يكون نظام مذيب مائي مثل سائل أيوني مُكوّن من ثاني أكسيد الكربون الذي تم زيادة ضغطه والماء، في تلامس مع خام تغذية هيدروكربوني مثل نفط خام أو جزء من نفط خام. يمكن أن يحدث التلامس في وسيلة تقليص الوعاء عند ضغط ودرجة حرارة يقومان بضبط نظام المذيب المائي لتكوين المعقدات بصورة انتقائية باستخدام مُرَكّبات عضوية بها ذرات غير متجانسة في خام تغذية بالهيدروكربون. يمكن بعد ذلك نقل المعقدات إلى وعاء استخلاص، الذي يمكن فيه ضبط الضغط أو درجة الحرارة أو كلاهما، لجعل المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة تخرج من المحلول. بهذه الطريقة، يمكن استخدام المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة لمزيد من التطبيقات. بخلاف عمليات إزالة النيتروجين أو إزالة الكبريت الشائعة المستخدمة لخامات تغذية بالهيدروكربون مثل النفط الخام، تحتفظ المُرَكّبات العضوية التي بها ذرات غير متجانسة ببنيتها الكيميائية ويمكن الانتفاع بها كمنتج ثانوي ذو قيمة من تكرير البترول الذي تم التخلص منه مسبقا.

سيكون من الواضح لهؤلاء المتمرسين في المجال أنه يمكن إجراء التعديلات المتنوعة والتنويعات على النماذج الموصوفة في هذا الطلب دون الابتعاد عن فحوى ونطاق الموضوع الحالي المُطالب بحمايته. بالتالي يُقصد من المواصفة تغطية التعديلات واختلافات النماذج المتنوعة الموصوفة في هذا الطلب شريطة أن تندرج التعديلات والتنويعات المذكورة في نطاق عناصر الحماية المرفقة ومكافئاتها.

عناصر الحماية

١- طريقة لاستخلاص مُرَكّبات عضوية organic بها ذرات غير متجانسة heteroatom من خام تغذية هيدروكربوني hydrocarbon feedstock ، تشتمل الطريقة على:

التغذية بخام التغذية الهيدروكربوني hydrocarbon feedstock في وسيلة تلامس واحدة على الأقل، حيث يشتمل خام تغذية بالهيدروكربون hydrocarbon feedstock على نفط خام crude oil أو جزء من نفط خام crude oil ومُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة heteroatom تم اختياره من بيرول pyrrole ، بيريدين pyridine ، كوينولين quinoline ، كربازول carbazole ، إندول indole ، نيكل nickel -تترا فينيل tetraphenyl -بورفيرين porphyrin ، فاناديل vanadyl -تترا فينيل tetraphenyl -بورفيرين porphyrin ، ثيوفين thiophene ، بنزو ثيوفين benzothiophene ، داي بنزو ثيوفين dibenzothiophene ، 7,8,9,10-tetrahydro-benzo[b]naphtho[2,3-d]thiophene، وتوليفات منها؛

تغذية مذيب مائي في وسيلة التلامس لتكوين خليط استخراج من المذيب المائي باستخدام خام تغذية بالهيدروكربون hydrocarbon feedstock، يشتمل المذيب المائي على سائل أيوني مُكوّن من ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide الذي تم زيادة ضغطه والماء؛

ضبط ضغط وسيلة تلامس ودرجة حرارة وسيلة تلامس لخليط الاستخراج في وسيلة التلامس بحيث يقومان معاً بضبط المذيب المائي لتكوين بصورة انتقائية معقّد مُذيب مع مُرَكّب عضوي واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة heteroatom،

استخراج معقّد المادة المُذابة إلى وعاء استخلاص من خليط الاستخراج في وسيلة التلامس؛

ضبط درجة حرارة استخلاص وعاء الاستخلاص، ضغط استخلاص وعاء الاستخلاص، أو كلاهما، لتحلّل معقّد المادة المُذابة في وعاء الاستخلاص في ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide والمُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة heteroatom؛ و

استخلاص المُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على مذرات غير متجانسة heteroatom من وعاء الاستخلاص.

٢- الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ١، حيث يشتمل ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide الذي تم زيادة ضغطه في المذيب المائي على ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide فوق الحرج، ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide دون الحرج، أو كلاهما.

٣- الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ١، حيث يتراوح ضغط وسيلة التلامس من ٠,٢ ميجا باسكال إلى ٣٠ ميجا باسكال.

٤- الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ٣، حيث يكون ضغط وسيلة التلامس أكبر من أو مساوي للضغط الحرج من ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide.

٥- الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ٣، حيث يشتمل ضبط درجة حرارة استخلاص وعاء الاستخلاص، ضغط استخلاص وعاء الاستخلاص، أو كلاهما على تقليل ضغط الاستخلاص إلى أقل من ضغط وسيلة التلامس.

٦- الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ١، حيث تكون درجة الحرارة في وسيلة التلامس أكبر من درجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون carbon dioxide إلى ١٠٠ درجة مئوية.

٧- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ٦، حيث يشتمل ضبط درجة حرارة استخلاص وعاء الاستخلاص، ضغط استخلاص وعاء الاستخلاص، أو كلاهما على تقليل درجة حرارة الاستخلاص إلى أقل من درجة حرارة وسيلة التلامس.

٨- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١، حيث يشتمل استخلاص المُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على مذرات غير متجانسة heteroatom على خلط مذيب عطري مع معقّد المادة المُذابة.

٩- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١، حيث:

تشتمل تغذية خام تغذية بالهيدروكربون hydrocarbon feedstock على رش خام تغذية بالهيدروكربون hydrocarbon feedstock في قاع وسيلة التلامس؛ و
تشتمل تغذية المذيب المائي على رش المذيب المائي في قمّة وسيلة التلامس.

١٠- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ٩، حيث تكون كثافة المذيب المائي أكبر من كثافة خام تغذية بالهيدروكربون hydrocarbon feedstock ، وبهذه الطريقة ينفصل خليط الاستخراج إلى طور عضوي وطور مائي على الأقل وينتقل جزء على الأقل من معقّد المادة المُذابة إلى الطور المائي aqueous phase .

١١- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١٠، حيث يشتمل استخراج معقّد المادة المُذابة على إزالة جزء على الأقل من معقّد المادة المُذابة من الطور المائي aqueous phase أو من طور ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide الذي يتشكل فوق الطور المائي aqueous phase في وسيلة التلامس.

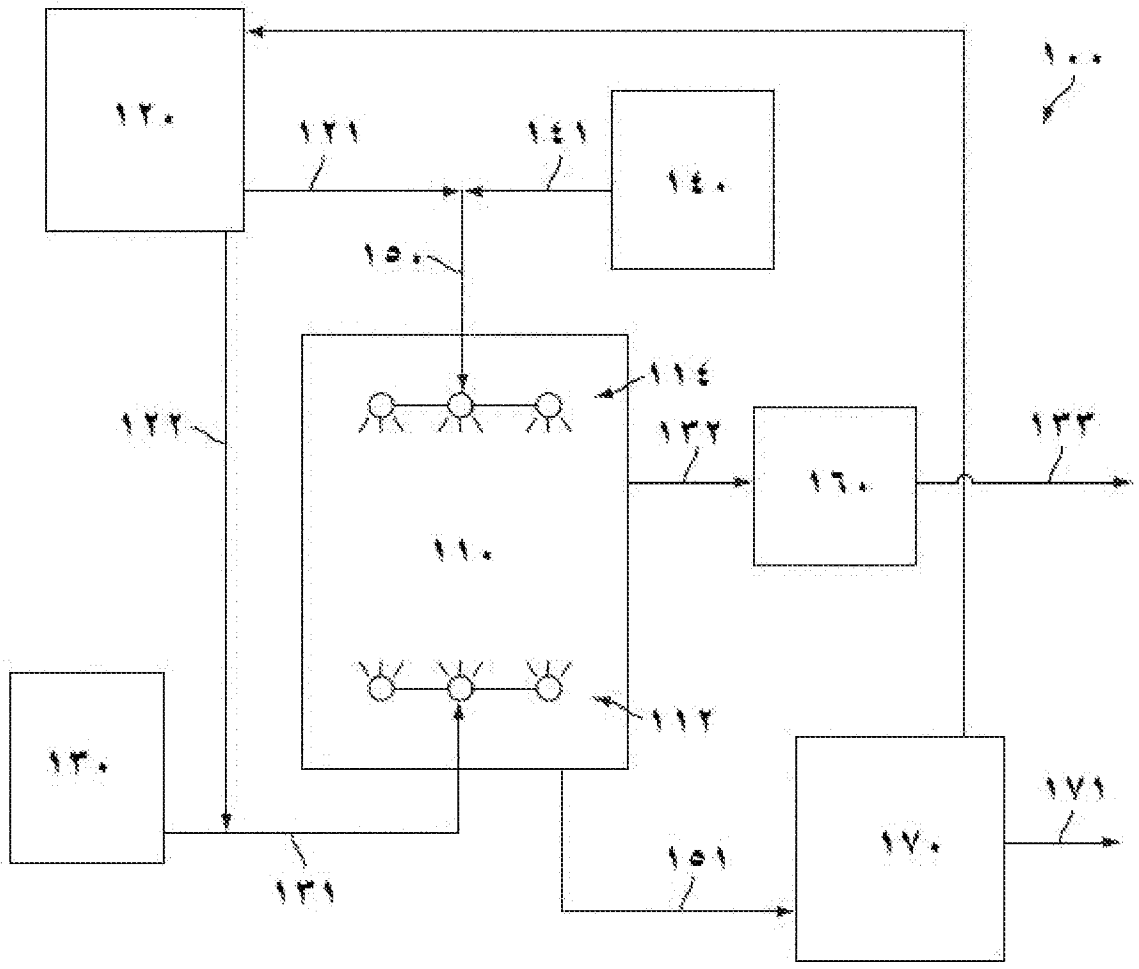
١٢- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١، تشمل إضافياً خلط خام التغذية بالهيدروكربون hydrocarbon feedstock باستخدام ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide فوق الحرج قبل تغذية خام التغذية بالهيدروكربون hydrocarbon feedstock في وسيلة التلامس.

١٣- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تشتمل وسيلة التلامس على ألواح كهربية، تشتمل الطريقة كذلك على تفعيل الألواح الكهربية لمحاذاة أيونات ions من السائل الأيوني ionic liquid وأيونات ions من المُرَكّب العضوي الواحد على الأقل الذي يحتوي على ذرات غير متجانسة heteroatom .

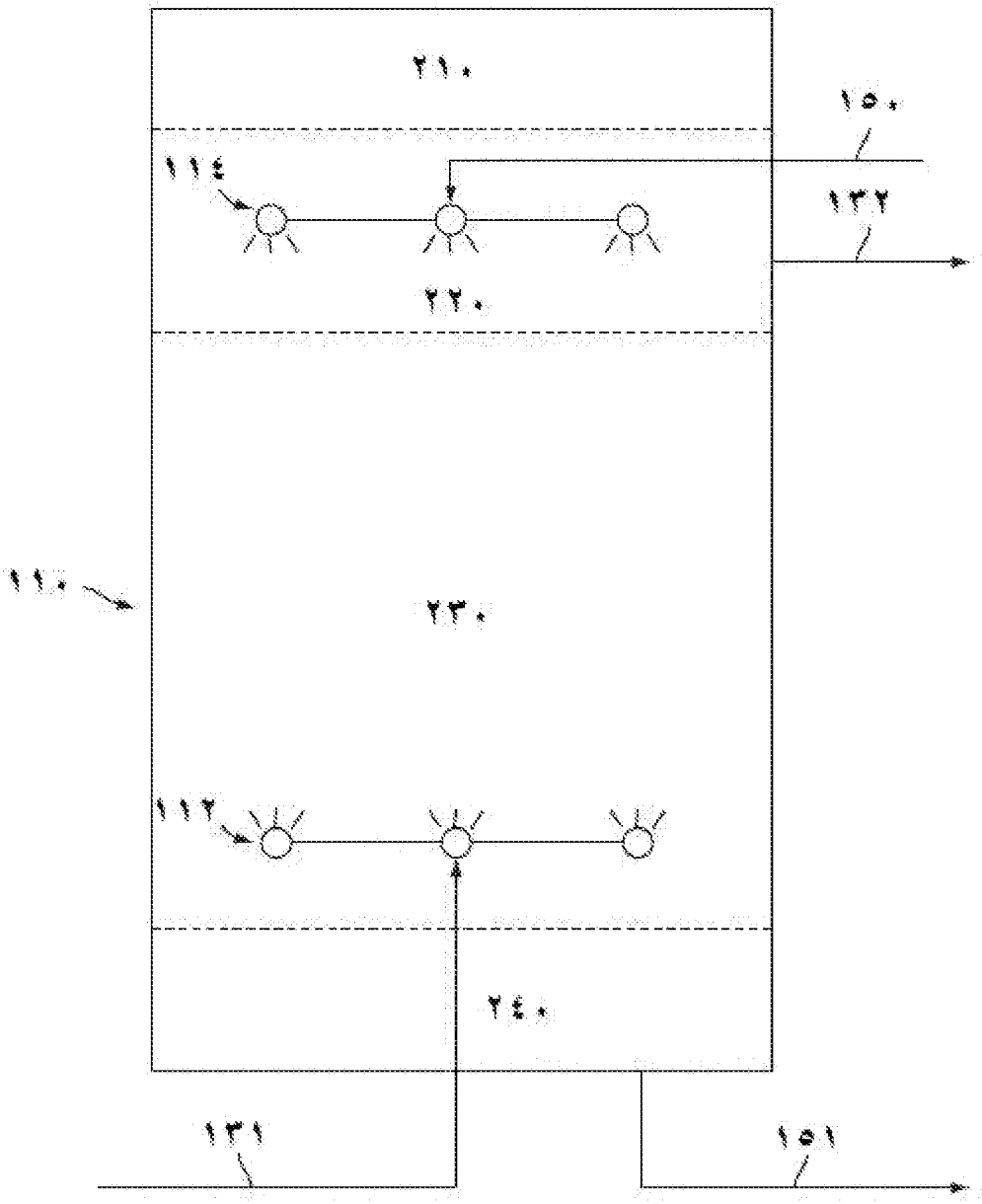
١٤- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١، حيث يشتمل ضبط درجة حرارة استخلاص وعاء الاستخلاص، ضغط استخلاص وعاء الاستخلاص، أو كلاهما على تخفيف ضغط معقّد المادة المُذابة في وعاء

الاستخلاص لتحلّل معقّد المادة المُذابة لتكوين خليط يشتمل على مُرَكّب واحد على الأقل به ذرات غير متجانسة heteroatom ، ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide والماء.

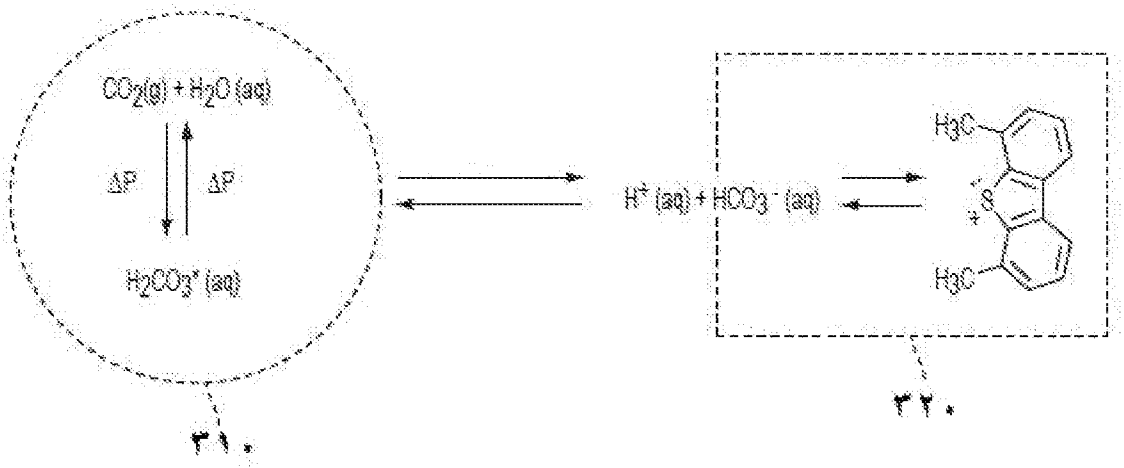
١٥- الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١٤، تشتمل كذلك على إعادة تدوير جزء على الأقل من ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide الذي تم إطلاقه أثناء تخفيف ضغط معقّد المادة المُذابة في وعاء الاستخلاص مرة أخرى إلى وسيلة التلامس.


١٠٠
١٢٠
١٢١
١٤١
١٤٠
١٥٠
١١٤
١٢٢
١٣٢
١٦٠
١٣٣
١١٠
١١٢
١٣٠
١٧١
١٧٠
١٥١
١٣١

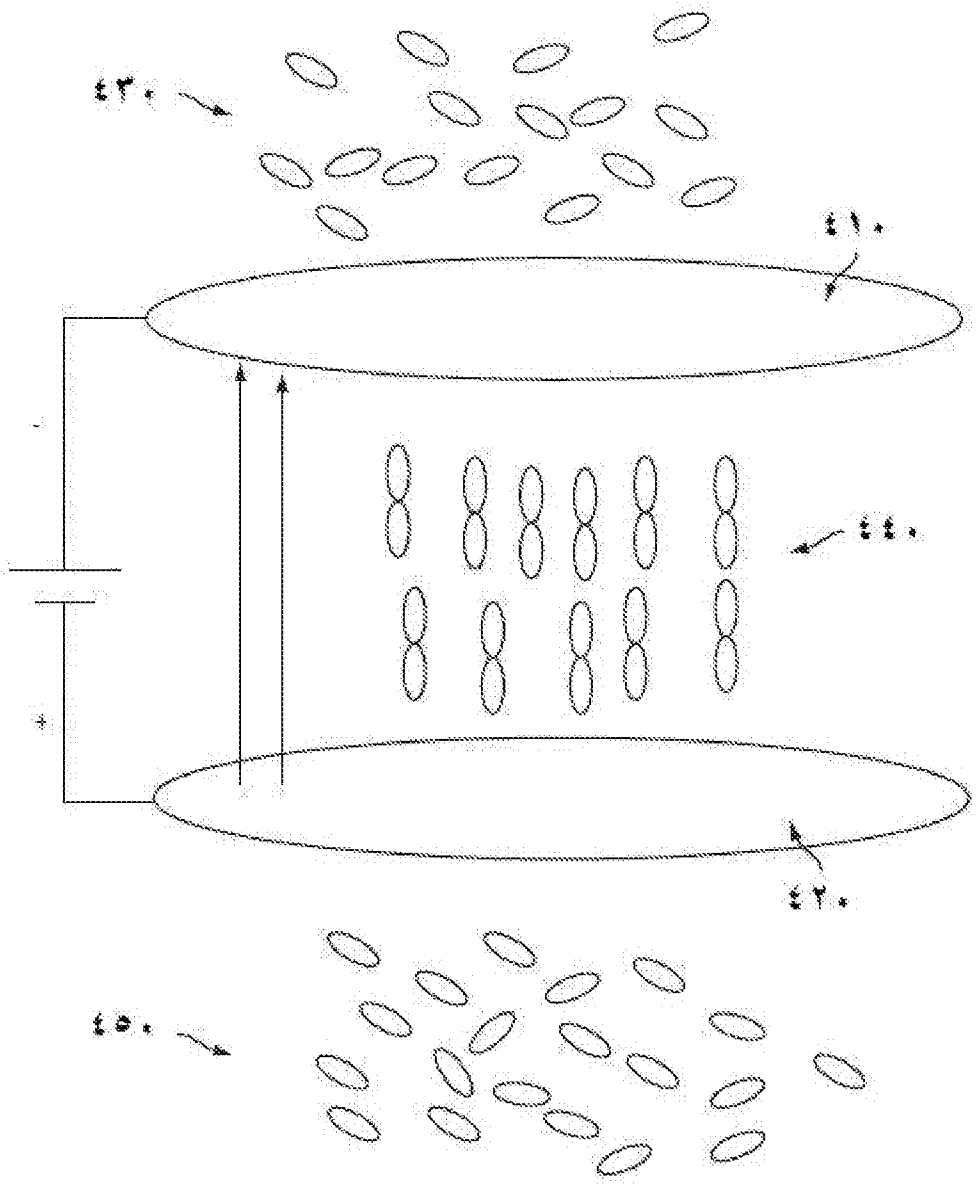
شكل ١



شكل٢


$CO_2(g) + H_2O\ (aq)$
ΔP
ΔP
$H_2CO_3^*\ (aq)$
$H^+\ (aq) + HCO_3^-\ (aq)$
H_3C
H_3C
δ^+
٣١٠
٣٢٠

شكل ٣



شكل ٤

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشرط تسديد المقابل المالي السنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية

صادرة عن
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، مكتب البراءات السعودي
ص ب ٦٠٨٦ ، الرياض ١١٤٤٢ ، المملكة العربية السعودية
بريد الكتروني: patents@kacst.edu.sa