ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 35425 B1

(51) Cl. internationale :
E21B 43/12; E21B 43/08

(43) Date de publication :
01.09.2014

(21) N° Dépôt :
36801

(22) Date de Dépôt :
06.03.2014

(30) Données de Priorité :
16.08.2011 US 61/524,142

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/US2012/051185 16.08.2012

(71) Demandeur(s) :
RED LEAF RESOURCES, INC., 200 WEST CIVIC CENTER DRIVE SANDY UT (US)

(72) Inventeur(s) :
PATTEN, James, W. ; GHORBANI, Hamid ; CHOMYN, Kyle

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **DISPOSITIF DE TRANSFERT DE FLUIDE APTE A ETRE COMPACTE VERTICALEMENT**

(57) Abrégé : L'invention porte sur un dispositif de transfert de fluide apte à être compacté verticalement (10) qui peut comprendre un conduit de transfert de fluide latéral (12) pour acheminer un fluide de transfert de fluide à travers celui-ci et pour être supporté par des particules (16) fournies à une première densité. En outre, le dispositif (10) peut comprendre une colonne montante (14) couplée au conduit de transfert de fluide latéral (12) et en communication fluidique avec celui-ci. La colonne montante (14) peut être compactée verticalement d'au moins 20 % tout en maintenant l'intégrité structurale lorsque le conduit de transfert de fluide latéral est abaissé lorsque les particules de support (16) sont fournies à une seconde densité, qui est supérieure à la première densité.

جهاز نقل سائل قابل للاندماج رأسيا

ملخص

جهاز نقل سائل قابل للاندماج رأسيا (10) يمكن أن يتضمن قناة نقل سائل جانبية (12) لنقل شامل لسائل نقل وليتم دعم القناة من خلال جسيمات (16) يتم تعبئتها بالكثافة الأولى. بالإضافة إلى ذلك، فإن الجهاز (10) قد يشمل ناهض (14) مقترن ب، و على اتصال سائل مع، قناة نقل السائل (12). يمكن أن يكون الناهض (14) قابل للاندماج رأسيا بمقدار 20٪ على الأقل بينما يتم الحفاظ على السلامة الهيكلية عند انخفاض قناة نقل السائل الجانبية عند تعبئة جسيمات الدعم (16) بالكثافة الثانية، والتي هي أعلى من الكثافة الأولى.

01 SEPT 2014

جهاز نقل سوائل قابل للاندماج رأسيا

تطبيق ذو صلة

يدعي هذا التطبيق المنفعة من الطلب الأمريكي المؤقت رقم 524/61، 142، المودع بتاريخ 16 آب، 2011 الذي أدمج في هذه الوثيقة عن طريق الإشارة.

مجال الاختراع

يتعلق هذا الاختراع عموما بالتسخين أو بمعالجة كتلة في حالة هبوط باستخدام قنوات مدمجة وهياكل للسماح بالحفاظ على السلامة الهيكلية خلال الهبوط. بناء على ذلك، فإن الاختراع ينطوي على مجالات الهندسة الميكانيكية والهندسة الكيميائية.

خلفية الاختراع

إن الطلب العالمي والمحلي على الوقود الأحفوري في ارتفاع مستمر رغم ارتفاع الأسعار وغيرها من المخاوف الاقتصادية والجيوسياسية. وحيث أن مثل هذا الطلب في ارتفاع مستمر، فقد ازداد البحث والتحقيق في إيجاد مصادر إضافية قابلة للحياة اقتصاديا من الوقود الأحفوري لمقابلة الزيادات في الطلب. تاريخيا، فقد تم تحديد الكثير من الكميات الهائلة من الطاقة المخزونة في الصخر الزيتي والفحم وترسبات رمال القار، على سبيل المثال. مع ذلك، لا تزال هذه المصادر تواجه تحديا صعبا من حيث القدرة على إنعاش المنافسة اقتصاديا. وقد أظهرت رمال القطران الكندية أن مثل هذه الجهود يمكن أن تكون مثمرة، على الرغم من أن العديد من التحديات لا تزال قائمة، بما في ذلك الأثر البيئي، وجودة المنتج، وتكاليف الإنتاج، ووقت المعالجة، من بين أمور أخرى.

التقديرات في جميع أنحاء العالم لمجموع احتياطيات النفط الصخري هي من اثنين إلى نحو سبعة تريليونات برميل من النفط، وهذا يتوقف على مصدر التقدير. بغض النظر عن هذه التقديرات، فإن هذه الاحتياطيات تمثل حجما هائلا وتبقى غير مستغلة إلى حد كبير. وهناك عدد كبير من الشركات والباحثين يواصلون دراسة واختبار طرق استرداد النفط من هذه الاحتياطيات. في صناعة الصخر الزيتي، فقد شملت أساليب استخراج مداخن الأنقاض الناجمة عن الإنفجارات تحت الأرض، وأساليب في الموقع مثل أسلوب عملية التحويل في الموقع (ICP) (صخر زيتي)، وأسلوب التسخين ضمن أنابيق صلبة ملفقة. وغيرها من الأساليب المشمولة في التسخين بالترددات الراديوية في الموقع (ميكروويف)، و "المعالجة في الموقع "المعدلة" حيث أساليب التعدين تحت الأرض، والنسف و المعوجة تم دمجها لاستخراج الركام من التشكيل للسماح بنقل حراري أفضل وإزالة للمنتج.

من بين عمليات الصخر الزيتي النموذجية، فإن جميعها واجهت مفاضلات اقتصادية و اهتمامات بيئية. ولا يوجد عملية منفردة مرضية من الناحية الاقتصادية ومن ناحية التحديات البيئية والتقنية. علاوة على ذلك، فإن القلق من ظاهرة الاحتباس الحراري تؤدي

إلى تدابير إضافية لمعالجة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO2) التي ترتبط مع هذه العمليات. هناك حاجة إلى أساليب تحقق الإشراف البيئي، وتحافظ على توفر ارتفاع في حجم إنتاج النفط يكون مجديا من حيث التكلفة.

وقد انبثقت مفاهيم الاستخراج في الموقع تحت الأرض على أساس القدرة على إنتاج كميات كبيرة مع تجنب تكاليف التعدين. في حين يمكن تحقيق وفورات في التكاليف الناجمة عن تجنب التعدين، وبأسلوب المعالجة في الموقع الذي يتطلب تسخين التشكيل لفترة طويلة من الزمن بسبب الموصلية الحرارية المنخفضة للغاية والحرارة النوعية العالية للصخر الزيتي الصلب. ولعل أهم تحد لأية معالجة في الموقع هو عدم اليقين واحتمال تلوث المياه الجوفية على المدى الطويل والذي يمكن أن يحدث لطبقات المياه الجوفية العذبة. في حالة أسلوب صخر زيتيICP، يتم استخدام "جدار التجميد" كحاجز للحفاظ على الفصل بين طبقات المياه الجوفية ومنطقة المعالجة تحت الأرض. إن الحماية لطبقات المياه من التلوث على المدى الطويل لم تتم بعد بشكل قاطع ويظهر هناك عدد قليل من المعالجات لتدارك فشل جدار التجميد، حيث يكون غيرها من الأساليب مرغوبا للتصدي لهذه المخاطر البيئية.

تم الإفصاح عن أسلوب ونظام يتصدى للعديد من هذه المشاكل، ادعي بها في براءة الاختراع الأمريكية رقم 7862705 وعنوانها "طرق استرداد المواد الهيدروكربونية من الهيدروكربونات المحتوية على الفحم والماء باستخدام البنى التحتية التي شيدت والنظم المرتبطة بها"، والتي تم إدراجها في هذه الوثيقة في مجملها عن طريق الإشارة. في براءة الاختراع هذه، تم الإفصاح عن طريقة لاسترداد النفط والغاز من المواد بما في ذلك إنشاء بنى تحتية متحكم في نفاذيتها. ويمكن إدخال المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء، مثل الصخر الزيتي، في تحكم البنى التحتية لتشكل هيكل قابل للنفاذية من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. يمكن تسخين الهيكل القابل للنفاذية بما يكفي لإعادة تشكيل وإزالة الهيدروكربونات منه وترك الصخر الزيتي الهزيل أو غيرها من المواد الترابية. يمكن جمع المواد الهيدروكربونية لمزيد من المعالجة، واستخدامها في العملية كوقود تكميلي أو وقود مضاف، و/أو استخدامها بشكل مباشر بدون مزيد من المعالجة. وقد يبقى الصخر الهزيل أو غيره من المواد في البنية التحتية. يمكن أن تشمل البنية التحتية للتحكم جدران ذات نفاذية منيعة أو جوانب غير منفذة مع أرضية وغطاء كتيمة.

نبذة مختصرة

أفصح في هذا الاختراع عن جهاز لنقل سوائل قابل للاندماج رأسيا، يمكن أن يكون جزءا لا يتجزأ ضمن المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء ويستخدم لاستخراج النفط والغاز من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. يمكن للجهاز المحافظة على السلامة الهيكلية عند ترسب المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء بينما يتم إطلاق النفط والغاز. يمكن للجهاز أن يتضمن قناة نقل سوائل جانبية لنقل السوائل من خلالها. ويمكن دعم قناة نقل السوائل الجانبية بجسيمات معبأة بالكثافة الأولى. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للجهاز أن يتضمن بالإضافة إلى ذلك ناهض مرتبط إلى، ومتصل سائليا مع

قناة نقل السوائل الجانبية. ويمكن دمج الناهض رأسيا مع الحفاظ على السلامة الهيكلية عندما تنخفض قناة نقل السوائل الجانبية حيث تكون جسيمات الدعم معبأ بالكثافة الثانية، التي هي أعلى من الكثافة الأولى. يمكن لقناة نقل السوائل الجانبية تدوير سوائل نقل الحرارة، والهيدروكربونات أو الغازات أو غيرها من السوائل من خلال النظام. يمكن تشغيل النظام على أنه نظام نقل للحرارة، أو نظام تشتيت سوائل، أو نظام جمع و/أو مزيج من هذه العمليات.

يمكن لجسيمات الدعم أن تشمل مواد هيدروكربونية محتوية على الفحم والماء مثل الصخر الزيتي أو الفحم، على الرغم من أنه يمكن استخدام مواد إخماد أخرى. يمكن استخدام جهاز نقل السوائل القابل للاندماج رأسيا للاستخراج الفعال للنفط والغاز من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للجهاز تخفيض أو التقليل للحد الأدنى خطر الفشل الهيكلي عند ترسب المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء في وقت إطلاق الهيدروكربونات.

وهكذا تم بإيجاز، بل بصورة عامه، سرد الميزات الهامة للاختراع بحيث يمكن فهم الوصف المفصل التالي بشكل أفضل، وبحيث تصبح المساهمة الحالية في هذا المجال محل تقدير بشكل أفضل. ستصبح المزايا الأخرى للاختراع الحالي واضحة من خلال الوصف المفصل التالي للاختراع، ومن خلال الرسومات المرافقة وعناصر الحماية، أو يمكن تعلمه من خلال ممارسة الاختراع.

<u>وصف موجز للرسومات</u>

سوف تتضح ميزات وفوائد الاختراع من خلال الوصف المفصل التالي، والذي يؤخذ بالترافق مع الرسومات المرفقة جنبا إلى جنب لتوضيح ملامح الاختراع. من المفهوم أن هذه الرسومات تصور تجسيدات مثالية للاختراع وبالتالي، لا يتعين النظر إليها على أنها تحدد من نطاق الاختراع. علاوة على ذلك، سيكون وبسهولة تقدير أنه يمكن إعداد المكونات وتحديدها، كما وصفت بشكل عام وكما هي موضحة في الأشكال الواردة في هذه الوثيقة، بمجموعة واسعة متنوعة من تكوينات مختلفة.

الشكل 1A عبارة عن جزء من جهاز نقل السوائل القابل للاندماج رأسيا، وفقا للمثال في الإفصاح الحالي.

الشكل 1Bعبارة عن جهاز نقل السوائل قابل للاندماج رأسيا الوارد في الشكل 1A مندمج بوضع رأسيا.

الشكل 2Aعبارة عن وضع متموج، وفقا للمثال الوارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 2B عبارة عن وضع متموج، وفقا لمثال آخر وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 3Aعبارة عن جزء مندمج رأسيا من الناهض، وفقا لأحد الأمثلة الواردة في الإفصاح الحالي.

الشكل 3Bعبارة عن جزء من الناهض الوارد في الشكل3A في وضع مندمج رأسيا.

الشكل 4A عبارة عن وضع اقتران قناة نقل سوائل جانبية وناهض، وفقا للمثال الوارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 4B عبارة عن وضع اقتران قناة نقل سوائل جانبية وناهض، وفقا لمثال آخر وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 5 عبارة عن جهاز لنقل سوائل قابل للاندماج رأسيا، وفقا لمثال آخر وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 6 عبارة عن جهاز لنقل السوائل قابل للاندماج رأسيا، وفقا لمثال آخر وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 7 عبارة عن جهاز لنقل السوائل قابل للاندماج رأسيا، وفقا لمثال آخر لا يزال وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 8عبارة عن جهاز لنقل السوائل قابل للاندماج رأسيا، وفقا لمثال إضافي وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 9 عبارة عن جهاز لنقل السوائل قابل للاندماج رأسيا، وفقا لمثال آخر وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 10عبارة عن جهاز لنقل السوائل قابل للاندماج رأسيا، لا يزال وفقا لمثال آخر وارد في الإفصاح الحالي.

الشكل 11 عبارة عن رسم بياني تنظيمي يوضح استخدام نموذج كمبيوتري لتحسين تصميم جهاز لنقل السوائل، وفقا لمثال وارد في الإفصاح الحالي.

وصف مفصل

سيتم فيما يلي الإشارة إلى تجسيدات مثالية وستستخدم لغة معينة هنا لوصفها. على الرغم من ذلك فإنه لا يقصد بهذه التجسيدات أن تفهم على أنها تحدد نطاق الاختراع الحالي. وينبغي الأخذ في الاعتبار أن تبديلات وتعديلات لمزايا الاختراع الموصوفة في هذه الوثيقة، والتي يمكن أن يحدثها الشخص المتخصص في المجال ذو الصلة على أنها ضمن نطاق هذا الاختراع. علاوة على ذلك، وقبل أن يتم الإفصاح عن التجسيدات الخاصة ووصفها، فإنه ينبغي أن يفهم أن هذا الاختراع لا يقتصر على عملية معينة وأن المواد المذكورة في الإفصاح يمكن أن تختلف إلى حد ما. كما أنه يجب أن يفهم أن المصطلحات المستخدمة في هذه الوثيقة استخدمت لأغراض خاصة لوصف التجسيدات فقط وليس المقصود بها أن تكون مقيدة، حيث أن نطاق هذا الاختراع سيتم تحديده فقط عن طريق عناصر الحماية وما شابه ذلك.

وتجدر الإشارة إلى أنه، كما هو مستخدم في هذه المواصفات وعناصر الحماية المرفقة، فإن صيغة المفرد "a"، "an" و "the" تتضمن الإشارة للجمع ما لم يدل السياق على خلاف ذلك بشكل واضح. هكذا، على سبيل المثال، فإن الإشارة إلى " a riser section" تشمل واحدة أو أكثر من مقاطع هذا الناهض والإشارة إلى "a conduit section" يتضمن إشارة إلى واحد أو أكثر من أقسام هذه القناة.

في الوصف وعناصر الحماية لهذا الاختراع، سيتم استخدام المصطلحات التالية وفقا للتعريفات الواردة أدناه.

يشير مصطلح"قناة" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى أي ممر على طول مسافة محددة يمكن استخدامه لنقل مواد و/أو حرارة من نقطة معينة إلى نقطة أخرى. على الرغم من أن القناة يمكن أن تكون أنابيب دائرية بشكل عام، فإن أشكال أخرى للقنوات قد تندرج ضمن هذا المصطلح أيضا، على سبيل المثال يمكن أن تكون على شكل رباعي أو مستطيل، الخ. يمكن استخدام القنوات على نحو مفيد لنقل الحرارة من خلال جسيمات معبأة.

يشير مصطلح "المحور الطولي" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى الخط المركزي للقناة أو الممر.

يشير مصطلح "مستعرض" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى اتجاه يخترق عبر سطح معين أو محور بزاوية تتراوح من رأسية إلى حوالي 45 درجة من السطح المعين أو المحور.

يشير مصطلح "قناة نقل سوائل جانبية" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى قناة مضمنة في جهاز نقل سوائل قابل للاندماج رأسيا والتي توجه المحور الطولي لقناة نقل السوائل الجانبية بزاوية تتراوح من + / - 45 درجة بالنسبة إلى السطح الأفقي.

يشير مصطلح "ناهض" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى قناة مضمنة في جهاز نقل الحرارة قابل للاندماج رأسيا التي يمكن أن تكون موجهة بحيث يكون المحور الطولي للناهض بزاوية تتراوح في حدود + / - 45 درجة بالنسبة إلى السطح الرأسي.

يشير مصطلح "بنية تحتية مشيدة" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى بنية من صنع الإنسان إلى حد كبير، في مقابل جدران التجميد، وجدران الكبريت، أو غيرها من الحواجز التي تشكل عن طريق تعديل أو ملء مسامات تشكيل بيولوجي قائم. تكون البنية التحتية المشيدة المتحكم بمساميتها في الغالب وإلى حد كبير خالية من التشكيلات الجيولوجية الثابتة، على الرغم من أنه يمكن تشكيل بنية تحتية مجاورة أو على اتصال مباشر مع تشكيل ثابت. غالبا ما تشكل البنية التحتية على الأقل جزئيا من مادة ترابية (أي تشكيل بنية تحتية على طول أرضيات الصف القائم). يمكن عدم إرفاق بنية التحكم التحتية هذه أو إلحاقها بتشكيل دون عائق عن طريق وسائل ميكانيكية، أو وسائل كيميائية أو توليفة من هذه الوسائل، على سبيل المثال، دفعها في تشكيل يستخدم مراسي، أو علاقات أو أجهزة مناسبة أخرى.

يشير مصطلح "مفتت" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى تكسير تشكيل أو كتلة كبيرة إلى قطع. يمكن سحق الكتلة المفتتة أو بصورة أخرى تكسيرها إلى جسيمات.

يشير مصطلح "مواد هيدروكربونية محتوية على الفحم والماء" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى أي مادة تحتوي على النفط والغاز يمكن أن يستخرج منها المنتجات الهيدروكربونية أو مشتقاتها. على سبيل المثال، قد يتم استخراج الهيدروكربونات مباشرة كسوائل، أو الإزالة عبر الاستخلاص بالمذيبات، أو التبخر المباشر أو غير ذلك من طرق إزالة هذه المواد. مع ذلك، فإن العديد من المواد التي تحتوي على مواد هيدروكربونية محتوية على الفحم والماء مثل الكيروجين أو القار يتم تحويلها إلى منتج نفط وغاز من خلال التسخين والانحلال الحراري. يمكن أن تشمل المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء، ولكن ليس على سبيل الحصر، الصخر الزيتي ورمال القار والفحم والليغنيت والقار والجفت والمواد العضوية الأخرى.

يشير مصطلح "الجسيمات" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى مواد صلبة متميزة. يمكن عادة أن يكون حجم الجسيمات من حوالي 8/1 بوصة إلى حوالي 6 قدم، على الرغم من أن أحجام خارج هذا النطاق قد تكون مناسبة. يتم هنا فيما بعد إدراج مؤشرات إضافية ومتوسطات أحجام معينة.

يشير مصطلح "معدنة" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى مواد هيدروكربونية أو مواد ترابية أخرى تمت إزالتها أو نزعها من موقعها الأصلي أو من موقع ستراتوغرافيكي أو جيولوجي إلى موقع ثاني مختلف أو إعادتها إلى نفس الموقع. عادة، يمكن إنتاج المواد المعدنة عن طريق التفتيت أو السحق أو التفجير بالمتفجرات أو بالحفر أو خلاف ذلك بإزالة المواد من تشكيل جيولوجي.

يشير مصطلح "محتجزات" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى بنية مصممة لتثبيت أو إبقاء تراكم للسوائل و/أو للمواد الصلبة القابلة للنقل. تستمد المحتجزات عموما على الأقل جزءا كبيرا من دعم الأساس والدعم الهيكلي من المواد الترابية. بالتالي، فإن جدران التحكم ليس لها دائما قوة مستقلة أو سلامة هيكلية بمعزل عن المواد الترابية و/أو التشكيل الذي تشكلت بمقابله.

يشير مصطلح "مواد هزيلة" أو ما شابه ذلك من المصطلحات كما هي مستخدمة في هذه الوثيقة إلى المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء التي تم معالجتها، مثل الصخر الزيتي ورمال القار، وما شابه ذلك، والتي يتم إزالة بعض أو كل المواد الهيدروكربونية منها.

يشير مصطلح "هيكل مسامي" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى أي كتلة مفتتة من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء ولها نفاذية عالية نسبيا تتجاوز نفاذية تشكيل ثابت صلب من نفس التكوين. يمكن أن يكون للهياكل المسامية نفاذية أكبر من 10٪ وعادة

يكون لها نفاذية من حوالي 30٪ إلى 50٪، على الرغم من أن النطاقات الأخرى قد تكون مناسبة. يسهل السماح بنفاذية عالية، على سبيل المثال، من خلال إدماج جسيمات كبيرة غير منتظمة الشكل، ومن خلال التسخين للهيكل عن طريق الحمل الحراري وانتقال الحرارة الأولية بعيدا عن القنوات وإلى الهيكل، في حين يتم أيضا الحد من التكاليف المرتبطة إلى حد كبير بالسحق لأحجام صغيرة جدا، على سبيل المثال أقل من حوالي 1 إلى حوالي 0.5 بوصة.

يشير مصطلح "جدار" إلى أي ميزة مشيدة لها تحكم في النفاذية تساهم في حجز المواد ضمن كتلة ممحفظة تحدد في جزء على الأقل عن طريق جدران التحكم. يمكن توجيه الجدران بأي طريقة مثل أن تكون رأسية، على الرغم من أن السقف والأرضيات وغيرها من معالم تحديد الكتلة الممحفظة يمكن أن تعتبر أيضا "جدران" كما هي مستخدمة في هذه الوثيقة.

يشير مصطلح "ثابت إلى حد كبير" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة، إلى المواقع الثابتة تقريبا من المواد مع درجة من السماح بالتوسع، بسبب تأثير خاصية الانتفاش و/أو الترسيب عند إزالة المواد الهيدروكربونية من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء من داخل الكتلة المحصورة لتترك وراءها المواد الهزيلة. في المقابل، فإن أي تدوير و/أو تدفق للمواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء مثل تلك الموجودة في السطوح المميعة أو الأنابيب الدورية تنطوي على حركة كبيرة للغاية ومعالجة للمواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. من المفهوم أن بعض المواد الغنية بالمواد العضوية أو الغنية بالمواد الهيدروكربونية يمكن أن تؤدي إلى درجة عالية من الهبوط (على سبيل المثال تصل إلى 80٪ في بعض الحالات) ويعتبر هذا الهبوط كنتيجة للترسب "ثابتا إلى حد كبير" في سياق هذا النظام.

يشير مصطلح "إلى حد كبير" عند استخدامه في هذه الوثيقة للإشارة إلى كمية أو مقدار من مادة، أو خاصية محددة منه، ويشير إلى الكمية التي تكفي لتوفير التأثير المقصود من المواد أو توفير الميزة المقصودة. قد تعتمد درجة الانحراف المسموح بها بالضبط في بعض الحالات على سياق محدد. بالمثل فإن مصطلح "خالي إلى حد كبير من" أو ما شابه ذلك يشير إلى عدم وجود عنصر أو عامل محددة في التكوين. بشكل خاص، فإن العناصر التي يتم تحديدها على أنها "خالية إلى حد كبير من" إما أن تكون غير موجودة تماما في التكوين، أو أنها مضمنة فقط بكميات صغيرة جدا بحيث لا يكون لها أي تأثير يذكر على التكوين.

يشير مصطلح "حوالي" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى درجة من الانحراف يعتمد على الخطأ التجريبي النموذجي لخاصية معينة تم تحديدها. سيعتمد المدى الذي يوفره مصطلح "حوالي" على السياق المحدد وعلى الخاصية المعينة، ويمكن أن يتم تمييزها بسهولة من قبل أولئك المهرة في هذا الفن. ولا يقصد بمصطلح "حوالي" توسيع أو الحد من درجة المكافىء الذي يمكن بخلاف ذلك أن يوفر قيمة معينة. علاوة على ذلك، وما لم

ينص على خلاف ذلك، ستشتمل عبارة "حوالي" على معنى "بالضبط،" بما يتفق مع المناقشة الواردة بشأن النطاقات والبيانات الرقمية.

يشير مصطلح "متاخم" كما هو مستخدم في هذه الوثيقة إلى درجة القرب من هياكل أو عناصر. بشكل خاص، العناصر التي توصف بأنها "متجاورة" قد تكون إما متاخمة أو متصلة بعضها ببعض. وقد تكون مثل هذه العناصر أيضا ملاصقة أو قريبة من بعضها البعض دون الاتصال بالضرورة مع بعضها البعض. وقد تعتمد دقة درجة القرب في بعض الحالات على سياق محدد.

قد يتم تقديم نسب تركيزات أو أبعاد أو كميات وغيرها من البيانات الرقمية الأخرى الواردة في هذه الوثيقة في صيغة نطاقات. وينبغي أن يكون مفهوما أن استخدام صيغة النطاقات هو لمجرد تسهيل التوضيح والإيجاز وينبغي تفسيرها بمرونة لتشمل ليس فقط القيم العددية المذكورة بوضوح لحدود النطاق، ولكن أيضا لتشمل جميع القيم العددية الفردية أو النطاقات الفرعية المشمولة ضمن هذا النطاق كما لو أنه تم ذكر كل القيمة العددية وأشباه النطاقات بشكل صريح. على سبيل المثال، مجموعة من حوالي 1 إلى حوالي 200 ينبغي أن تفسر على أنها تشمل ليس فقط النطاق المذكور صراحة من 1 و 200، ولكن أيضا لتشمل أحجام فردية مثل 2، 3، 4، وأشباه النطاقات، مثل 10 إلى 50 ، و20 إلى 100، الخ.

كما هو مستخدم في هذه الوثيقة، قد يتم عرض عدد وافر من العناصر أو عناصر هيكلية أو عناصر تركيبية و/أو مواد في قائمة مشتركة من أجل تسهيل التوضيح. مع ذلك، ينبغي أن تفسر هذه القوائم كما لو تم تعريفها بشكل فردي لكل عنصر في القائمة كعنصر منفصل وفريد من نوعه. بالتالي، ينبغي تفسير أي مفردة من مفردات القائمة بما يكافئها في الواقع من أي مفردة أخرى من نفس القائمة التي تستند فقط على عرضها في مجموعة عامة بدون إشارات لما هو عكس ذلك.

يمكن تنفيذ وبأي ترتيب أي خطوات مذكورة بأي أسلوب أو أي عملية ولا تكون محصورة بالترتيب المعروض في أي عنصر حماية ما لم يذكر خلاف ذلك. بالنسبة لوسائل - زائد - وظيفة أو خطوة - زائد - وظيفة فإن القيود ستستخدم فقط حيث يكون هنالك تقييد حصري في عنصر الحماية وفق القيود بالصيغة التالية التي تعرض في ذلك التقييد وهي (أ) أن يذكر بجلاء عبارة "وسائل ل.." أو "خطوة ل.."؛ و (ب) أن يتم ذكر وظيفة مشابه. إن الهيكل أو المواد أو الإجراءات التي تدعم وسائل - زائد - وظيفة يتم ذكرها بجلاء في هذه المواصفات. وفقا لذلك، فإن نطاق الاختراع ينبغي أن يتم تحديده فقط عن طريق عناصر الحماية الملحقة في هذه الموصفات و ما يكافئها من الناحية القانونية، بدلا من المواصفات و الأمثلة التي وردت في هذه الوثيقة.

يمكن طمر جهاز نقل سائل القابل للاندماج رأسيا بداخل هيكل نفاذي من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء المعدنة، مثل الصخر الزيتي ورمال القار والفحم وغيرها، التي تكون مدمجة ضمن البنية التحتية المنشأة المتحكم في مساميتها، و

التي يقصد أن يتم استخراج المنتجات الهيدروكربونية منها. ويمكن استخراج المنتجات الهيدروكربونية عن طريق تمرير سائل نقل الحرارة، مثل السوائل الساخنة، غازات عادم ساخنة، البخار، بخار الهيدروكربونات و/أو سوائل ساخنة، في أو من خلال قنوات جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا من أجل تسخين المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء لتصل إلى مستويات درجات حرارة كافية لإزالة الهيدروكربونات منها. ومن أجل أن تكون عملية الاستخراج فعالة، فإنه من المرغوب رفع درجة الحرارة للهيكل المسامي ما بين 200 درجة فهرنهايت و 900 درجة حرارة فهرنهايت لبدء عملية الانحلال الحراري.

وبناء على ذلك، يمكن رفع درجة حرارة السوائل الناقلة للحرارة داخل جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا حتى إلى درجات حرارة أعلى من أجل الحفاظ على تدفق مستمر للحرارة بعيدا عن سائل نقل الحرارة وفي الهيكل القابل للنفاذية.

يمكن أيضا أن تستخدم الأنظمة الموصوفة هنا في اتصال مع سوائل التوصيل لهيكل قابل للنفاذية و/أو لتجميع وإزالة السوائل من هيكل قابل للنفاذية. تشمل هذه النظم مداخل و/أو مخارج للسوائل للسماح بنقل السوائل بين الهيكل القابل للنفاذية ونظام نقل السوائل. ويمكن توزيع هذه المداخل والمخارج على طول القنوات الجانبية و/أو الناهضات.

لقد تم اكتشاف أنه خلال التسخين و/أو عمليات الانحلال الحراري لهيكل المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء القابل للنفاذية فإنها يمكن أن تخضع لحركة هبوط رأسية كبيرة وترسب ويتم إطلاق الهيدروكربونات في تدفق للأسفل كسوائل أو للأعلى كغاز. يمكن للهبوط الرأسي للهيكل القابل للنفاذية نقل اجهادات القص العرضي للهياكل المغمورة بداخله، مما يؤدي إلى تراكم الضغوط الجانبية الضارة للجدران ولمفاصل قنوات التسخين أو لقنوات أخرى. عند تركيزه على نقاط تركيز التوتر المحلية، فإن حدوث إجهاد القص يمكنه تجاوز الحدود المادية لجدران القناة والمفاصل، مما يؤدي إلى تمزق يسمح لسوائل التسخين للخروج أو بصورة أخرى يمكن أن يضعف وظائف معينة أخرى للقناة. بالتالي فإن من المرغوب فيه، الحفاظ على السلامة الهيكلية للقناة المغمورة بداخل الهيكل من خلال تخفيف الآثار الضارة للهبوط الناجمة عن طريق القناة.

يمكن أن يتفاوت مقدار الهبوط الرأسي الناجم من قبل الهيكل القابل للنفاذية تفاوتا كبيرا، ويعتمد ذلك على تكوين المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء وعلى التكوين الأولي. يمكن أن يتراوح مقدار الحركة الرأسية للسطح العلوي أحيانا ما بين 5٪ و 80٪ من الارتفاع الرأسي الأولي للهيكل، وهذا يتوقف على نوع المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. الهبوط الذي يتراوح مقداره ما بين 12٪ إلى 40٪ قد يكون شائعا وذلك بالنسبة للصخر الزيتي، على الرغم من أن مقدار هبوط قد يصل إلى حوالي 50٪ يمكن أن يحدث بالنسبة لبعض الصخور الزيتية الغنية بالكيروجين. في أحد أمثلة الصخر الزيتي، فإن حوالي 30 بوصة من الهبوط يمكن أن يتحقق في هيكل قابل للنفاذية بعمق 16 قدم. يمكن أن يكون هبوط الصخر الزيتي الذي يحتوي على كميات من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء أكبر مقارنة بالصخر الزيتي الذي يحتوي على كميات أقل من

هذه المواد. بالمثل، فإن هبوط بنسبة 80٪ لبعض أنواع الفحم ذات الجودة العالية يمكن معاينتها. مع ذلك، عموما يمكن مواجهة هبوط أكبر من 25٪ بالنسبة لمعظم رمال القطران والفحم. وبالمثل، يمكن أن يؤثر حجم الجسيمات على درجة الهبوط وما إذا كان حجم الجسيمات بتوزيعات أكبر نسبيا أو أضيق وكثافة التعبئة المرتبطة بها.

إن دخول تعقيدات إضافية خلال المعالجة هي ليست هبوطا موحدا. ومن غير المألوف بالنسبة للاختلافات المكانية في تعبئة الجسيمات وفي أحجام الجسيمات ونقل الحرارة وكفاءة التحويل والمحتوى الهيدروكربوني وما شابه ذلك أن تؤدي إلى تغيرات في درجة الهبوط في جميع أنحاء الهيكل القابل للنفاذية. بالتالي، يمكن لأجزاء من نظام القناة أن تحدث هبوطا أعلى بفعل الضغوط من الأجزاء المجاورة لنظام القناة. ويمكن لاختلافات الهبوط هذه أن تتراوح من 0٪ إلى نحو 60٪ وذلك اعتمادا على طبيعة الهيكل القابل للنفاذية وعلى ظروف المعالجة. عادة، فإن الحركة الأفقية خلال الهبوط تكون معتدلة بحيث تكون الاجهادات المستعرضة للرأسي غير كافية لتسبب الفشل. مع ذلك، يمكن استخدام مقاطع مموجة قابلة للهبوط في القسم الأفقي للقناة من أجل استيعاب الاختلافات المحلية في الهبوط الرأسي الذي يمكن أن يخلق بعض الضغوط العرضية.

يمكن تطبيق هياكل نقل الحرارة وفقا لهذا الاختراع على نطاق واسع تقريبا. ويمكن لأحجام أكبر مغلفة ولزيادة في عدد المحتجزات إنتاج المنتجات الهيدروكربونية بسهولة مقارنة بالأداء أو تجاوز البنى التحتية الأصغر. كمثال على ذلك، يمكن لمحتجزة واحدة أن يتراوح حجمها من عشرات الأمتار إلى عشرات الأفدنة. وقد تتفاوت أحجام المحتجزات المثلى اعتمادا على المواد هيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء وعلى معايير التشغيل، مع ذلك قد تتراوح المساحات المناسبة النموذجية الحالية من حوالي نصف إلى عشرين فدانا في مساحة السطح المستوي. في أحد الجوانب المحددة، يمكن لمساحة السطح العلوي المستوي أن تكون حوالي 10 إلى حوالي 12 فدانا.

في أمثلة غير محددة للمواد التعدينية الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء التي يمكن معالجتها أن تشمل الصخر الزيتي ورمال القار والفحم والليغنيت والقار والجفت والكتلة الحيوية أو خليط منها. في بعض الحالات يمكن أن يكون من المرغوب فيه توفير نوع واحد من المواد هيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء بحيث يتكون الهيكل القابل للنفاذية بشكل أساسي من واحدة من المواد المذكورة أعلاه. مع ذلك، يمكن للهيكل القابل للنفاذية أن يشمل خليط من هذه المواد بحيث يمكن تعديل محتوى الزيت ومحتوى الهيدروجين والنفاذية وما شابه ذلك لتحقيق النتيجة المرجوة. كذلك، يمكن وضع المواد الهيدروكربونية في طبقات متعددة أو بطريقة مختلطة مثل الفحم والصخر الزيتي ورمال القار والكتلة الحيوية و/أو الجفت.

كمؤشر عام، يمكن للهيكل القابل للنفاذية أن يشمل جسيمات بحجم 8/1 بوصة إلى حوالي 6 أقدام، وفي بعض الحالات قد تكون أقل من 1 قدم وفي غيرها من الحالات قد تكون أقل من حوالي 6 بوصات. مع ذلك، من الناحية العملية، يمكن للأحجام أن تكون من حوالي 2 بوصة إلى حوالي 2 قدم مع تحقق نتيجة جيدة في حالة كون الحجم بقطر من حوالي 1 قدم

كونها مفيدة للصخر الزيتي على وجه الخصوص. يمكن أن تكون المساحة الفارغة عاملا مهما في تحديد الأقطار المثلى للجسيمات. كقاعدة عامة، يمكن استخدام أي مساحة فارغة وظيفيا، إلا أن حوالي 15٪ إلى حوالي 60٪، وفي بعض الحالات حوالي 40٪ -50٪ عادة ما توفر توازنا جيدا من النفاذية والاستخدام الفعال للكميات المتاحة. يمكن أن تتفاوت إلى حد ما الكتل الفارغة من خلال تغيير مؤشرات أخرى مثل وضع قناة التسخين، والمضافات، وما شابه ذلك. يسمح الفصل الميكانيكي لمواد التعدين الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء بإنشاء شبكة دقيقة، وجسيمات عالية النفاذية تعزز معدلات التشتت الحراري فور وضعها بداخل الكتلة المحجوزة. إن النافذية المضافة تسمح بدرجات حرارة منخفضة أكثر ملائمة مما يساعد أيضا على تجنب ارتفاع درجات الحرارة التي تؤدي إلى زيادة إنتاج ثاني أكسيد الكربون من الكربونات المتحللة وما يصاحب ذلك من انطلاق كميات ضئيلة من المعادن الثقيلة، والمواد العضوية المتطايرة، ومركبات أخرى يمكن أن تكون مواد سامة سائلة و/أو غير مرغوب فيها ينبغي مراقبتها والسيطرة عليها.

يمكن ملء المواد الهيدروكربونية المفتتة المحتوية على الفحم والماء في البنية الأساسية للتحكم لتشكيل هيكل قابل للنفاذية بأي طريقة ملائمة. يمكن عادة نقل المواد الهيدروكربونية المفتتة المحتوية على الفحم والماء في البنية الأساسية للتحكم بواسطة الإغراق، والناقلات أو أي طريقة مناسبة أخرى. كما ذكر سابقا، يمكن أن يكون للهيكل القابل للنفاذية حجم فراغ عالي مناسب. قد يؤدي الإغراق إلى ضغط زائد وإلى تخفيض حجم الفراغ. بالتالي، يمكن تشكيل الهيكل القابل للنفاذية عن طريق نقل تجميع منخفض للمواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء في البنية التحتية. على سبيل المثال، يمكن استخدام ناقلات سحب لتوصيل المواد بالقرب من السطح العلوي من الهيكل القابل للنفاذية عند تشكله. بهذه الطريقة، يمكن للمواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء الاحتفاظ بحجم فراغ كبير بين الجسيمات دون مزيد من الضغط أو السحق الكبير بصرف النظر عن بعض الدرجات الصغير من الضغط التي تحدث عادة من الضغط الليثوستاتيكي عند تشكل الهيكل القابل للنفاذية.

حالما يتشكل الهيكل القابل للنفاذية المطلوب ضمن البنية الأساسية للتحكم، يمكن للحرارة أن تدخل بشكل كافي للبدء في إزالة المواد الهيدروكربونية، على سبيل المثال عبر الانحلال الحراري. يمكن أن يرتبط المصدر الحراري المناسب مع الهيكل القابل للنفاذية. يمكن أن تتفاوت درجات حرارة التشغيل المثلى داخل الهيكل القابل للنفاذية تبعا للتكوين وتبعا للمنتجات المطلوبة. مع ذلك، كمبدأ توجيهي عام، فإن درجات حرارة التشغيل تتراوح من حوالي 200 ° F إلى نحو 750 ° F. يختلف تفاوت درجات الحرارة في جميع أنحاء الكتلة المغلفة وربما يصل إلى 900 F ° أو أكثر في بعض المناطق. في أحد التجسيدات، يمكن أن تكون درجة حرارة التشغيل أقل نسبيا لتسهيل إنتاج المنتج السائل لتكون من حوالي 200 ° F إلى نحو 750 ° F. إن خطوة التسخين هذه يمكن أن تكون عملية تحميص تؤدي إلى إثراء الخام المندفع من الهيكل القابل للنفاذية. يمكن التحكم في درجات الحرارة والضغط وغيرها من المتغيرات في الغالب بشكل للإنتاج و في بعض الحالات لإنتاج سوائل فقط وإلى حد كبير. عموما، يمكن للمنتجات أن تشمل كلا من المنتجات

السائلة والغازية، في حين قد تتطلب المنتجات السائلة خطوات معالجة أقل مثل أجهزة غسل الغاز وما إلى ذلك. تسمح النفاذية العالية نسبيا للهيكل القابل للنفاذية بإنتاج المواد الهيدروكربونية السائلة وتقلل للحد الأدنى من المنتجات الغازية، وهذا يتوقف إلى حد ما على المواد الأولية وعلى ظروف تشغيل خاصة.

كما ذكر أعلاه، قد يتم غمر جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا بداخل الهيكل القابل للنفاذية. بالإشارة إلى الشكل. A1 و B1، فإنها تظهر جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 10 . يمكن للجهاز 10 أن يتضمن قنوات، مثل قناة جانبية لنقل الحرارة 12 وناهض 14 لتحويل سائل نقل الحرارة. هكذا، فإن أجزاء الناهض 14 أيضا هي بمثابة مسارات لنقل الحرارة في الهيكل القابل للنفاذية. يمكن ضبط القنوات لاستخدامها كأنابيب تسخين، أو أنابيب تبريد أو أنابيب نقل حرارة، أو أنابيب صرف أو أنابيب غاز. كذلك يمكن تخصيص القنوات لوظيفة معينة أو قد تعمل بوظائف متعددة خلال تشغيل البنية التحتية، أي خلال نقل وتصريف الحرارة. يمكن أن يكون الحجم المستعرض ثابتا أو أن يختلف على امتداد طول القناة. عند استخدام القناة للتسخين، فإنها يمكن أن تشمل زعانف، ودوارات، أو غيرها من الميزات لتعزيز نقل الحرارة بين القناة والبيئة المحيطة، مثل الهيكل القابل للنفاذية من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. يمكن أن تتشكل القنوات من أي مادة مناسبة، اعتمادا على الوظيفة المستهدفة. في أحد الجوانب، يمكن أن تتشكل قناة التسخين من المواد التي توفر انتقال مناسب للحرارة والتي توفر خصائص هيكلية لجهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا. وهنالك أمثلة غير محددة للمواد المناسبة تشمل الصفائح المعدنية والأنابيب والصلصال، والأنابيب الأسمنتية الحرارية، والأنابيب الحرارية ECC وأنابيب السكب والأنابيب المعدنية مثل حديد الزهر والفولاذ المقاوم للصدأ وغيرها ومثل البوليمر البلاستيكي وما شابه ذلك. في أحد التجسيدات المحددة، يمكن لجميع أو على الأقل لجزء من القنوات المغمورة أن تشمل مادة قابلة للتحلل. على سبيل المثال، يمكن أن تكون من حديد الزهر غير المجلفن بقطر 6 بوصة التي يمكن استخدامها بفعالية لتجسيد معين وأن يكون أدائها جيدا على مدى العمر الإنتاجي للتشكيل المحصور، عادة أقل من حوالي سنتين. كذلك يمكن لأجزاء مختلفة من القناة أن تتكون من مواد مختلفة. يمكن أن تكون الأنابيب التي يتم سكبها في الموقع أن تكون مفيدة بشكل خاص للكميات الكبيرة جدا حيث يتجاوز قطر تغليف الأنابيب عدة أقدام. ويمكن تشكيل هذه الأنابيب باستخدام لفائف مرنة تحفظ السوائل اللزجة على شكل حلقي. على سبيل المثال، يمكن استخدام أنابيب ألبي في سي كجزء من الشكل على طول اللفائف المرنة، حيث يتم ضخ الاسمنت المسلح أو غيرها من السوائل اللزجة في فراغ حلقي بين أنبوب ألبي في سي و اللفائف المرنة. اعتمادا على الوظيفة المستهدفة، فإنه يمكن عمل ثقوب أو غيرها من الفتحات في القنوات للسماح للسوائل بالتدفق بين القنوات و الهيكل القابل للنفاذية. إن درجات حرارة التشغيل المثالية تتجاوز درجة الانصهار للبوليمرات التقليدية والراتنج. في بعض التجسيدات، فإن القنوات يمكن تثبيتها وتوجيهها بحيث تنصهر القنوات بشكل مقصود أو بصورة أخرى تتحلل أثناء تشغيل البنية التحتية.

على الرغم من أن أبعاد قناة معينة يمكن أن تختلف على نطاق واسع من 1 بوصة إلى 80 بوصة في القطر، إلا أن عمليات إنتاج النفط والغاز غالبا ما تتضمن قناة بأقطار من حوالي 15 إلى 35 بوصة. وعلى الرغم من أن ذلك ليس مطلوبا، فإن أقسام متعددة للناهض يمكن أن يكون قطرها أكبر نسبيا من أقسام أفقية متصلة. على سبيل المثال، يمكن أن يكون لأقسام متشعب نموذجي بقطر يبلغ من 1.5 إلى حوالي 4 مرات قطر الأقسام الأفقية المتصلة. على هذا النحو، فإن قطر ناهض يمكن أن يتراوح من حوالي 15 بوصة إلى حوالي 80 بوصة، وفي بعض الحالات من حوالي 36 بوصة إلى حوالي 68 بوصة في القطر.

كما أن أعماق مقابلة للهيكل القابل للنفاذية يمكن أن يتراوح على نطاق واسع من عدة أقدام إلى عدة مئات من الأقدام، وفي بعض الحالات قد يتراوح من حوالي 40 قدما إلى حوالي 300 قدم في العمق.

يمكن توجيه قنوات جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا بسهولة نحو أي تكوين، سواء كان توجيها أفقيا إلى حد كبير أو رأسي أو مائل أو متفرع أو ما شابه ذلك. يمكن توجيه جزء على الأقل من القنوات على طول مسارات محددة سلفا لتجسيد جهاز انتقال الحرارة القابل للاندماج رأسيا داخل الهيكل القابل للنفاذية. يمكن تصميم مسارات محددة سلفا لتحسين نقل الحرارة، والغاز والسوائل والمواد الصلبة، وتعظيم توصيل السوائل أو إزالتها من مناطق معينة داخل وحدة التخزين المغلفة، أو ما شابه ذلك. كذلك، يمكن تخصيص جزء على الأقل من القنوات لتسخين الهيكل القابل للنفاذية. يمكن لهذه القناة أن تكون مثقبة انتقائيا للسماح بتسخين الغازات أو السوائل الأخرى وخلط أرجاء الهيكل القابل للنفاذية. يمكن تحديد مكان الثقوب وحجمها لتحسين و/أو للتحكم في التسخين في أرجاء الهيكل القابل للنفاذية. بدلا من ذلك، يمكن لقنوات التسخين أن تشكل دائرة مغلقة، بحيث يتم فصل غازات التسخين أو السوائل من الهيكل القابل للنفاذية. وهكذا، فإن "الحلقة المغلقة" لا تتطلب بالضرورة إعادة تدوير، بدلا من عزل السوائل الساخنة من الهيكل القابل للنفاذية. بهذه الطريقة، يمكن أن يتحقق التسخين في المقام الأول أو الوحيد بشكل كبير من خلال التوصيل الحراري عبر جدران قناة السوائل الساخنة في الهيكل القابل للنفاذية. يسمح التسخين في حلقة مغلقة بمنع انتقال المادة بين السوائل الساخنة والهيكل القابل للنفاذية ويمكن أن يقلل من تشكل و/أو استخراج المنتجات الهيدروكربونية الغازية.

كذلك يمكن توجيه القنوات بين عدد وافر من الخزانات و/أو البنى التحتية لنقل السوائل و/أو الحرارة بين الهياكل. ويمكن تلحيم القنوات مع بعضها البعض باستخدام اللحام التقليدي أو ما شابه ذلك. علاوة على ذلك، يمكن للقنوات أن تتضمن تقاطعات تسمح بالتناوب و/أو تسمح بالحركة بمقدار صغير أثناء حركة تمدد وتقلص المواد في الهيكل القابل للنفاذية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للقنوات أن تتضمن نظام دعم يعمل على دعم مجمع من خطوط الأنابيب قبل وأثناء ملء الكتلة المغلفة، وكذلك خلال العملية. على سبيل المثال، خلال تسخين تدفقات السوائل، حيث يمكن أن يتسبب التسخين وما شابه ذلك في تمدد (التكسير أو تأثير التمدد) أو تقلص يكفي لخلق توتر محتمل أن يسبب تلفا وضغطا

على القنوات والتقاطعات المرتبطة بها. ويمكن لنظام دعم الجمالون أو أجزاء تثبيت أخرى مماثلة أن تكون مفيدة في الحد من الأضرار التي تلحق بالقنوات. يمكن لأجزاء التثبيت أن تشمل كتل إسمنتية، وعوارض، وحديد التسليح، وأعمدة، وما إلى ذلك، ويمكن أن تكون مرتبطة مع جدران مسيجة، بما في ذلك الجدران الجانبية والأرضيات والأسقف.

بدلا من ذلك، يمكن لقنوات جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا أن يتم تشيدها بالكامل وتجميعها قبل إدخال أي مواد تعدينية في البنية الأساسية للتحكم. ويمكن الأخذ في الاعتبار الرعاية والتخطيط عند تصميم مسارات محددة سلفا للقنوات وطريقة ملء الكتلة من أجل منع تلف جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا أثناء عملية الملء عند طمر القنوات. بالتالي، كقاعدة عامة، فإن القنوات المستخدمة في هذا الاختراع موجهة من البداية، أو قبل طمر جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا في الهيكل القابل للنفاذية بحيث لا يتم ثقبها. نتيجة لذلك، يمكن إنشاء القنوات وتثبيتها دون الحاجة لمعدات حفر أساسية و/أو معقدة مرتبطة بحفر الآبار الجوفية أو الأفقية. يمكن بدلا من ذلك، تحقيق توجيه أفقي أو أي توجيه آخر للقناة بسهولة عن طريق تجميع مسارات محددة سلفا، أو متزامنة مع، أو ملء البنية التحتية بالمواد هيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. يمكن وضع قنوات غير مثقوبة، أو قنوات رافعة يدوية في أنماط هندسية مختلفة مع صمام تحكم يربط النقاط التي تنتج دقة وتحكم في التسخين ضمن البنية الأساسية للتحكم. تتضمن القدرة على وضع وتثبيت قنوات التوصيل، وربط صمامات التدفق، والحقن المباشر ونقاط الخروج، والسماح بدقة مراقبة درجات الحرارة ومعدلات التسخين، ودقة الضغط ودقة معدلات الضغط، ودقة دخول السوائل والغازات، وانبثاق وتكوين الخلطات. على سبيل المثال، عند استخدام البكتيريا، أو الإنزيمات، أو المواد البيولوجية الأخرى، يمكن بسهولة الحفاظ على درجات الحرارة المثلى في جميع أنحاء الهيكل لزيادة نفاذية الأداء، والتفاعل، والموثوقية للمواد الحيوية من هذا القبيل.

مع استمرار الإشارة إلى الشكل 1A، يمكن أن يقترن الناهض 14 إلى، وفي اتصال مع السائل، وقناة نقل الحرارة الجانبية 12. ويمكن أن يقترن الناهض 14 و القنوات الجانبية 12 باستخدام أي أسلوب مناسب مثل، ولكن ليس على سبيل الحصر، اللحام (على سبيل المثال، لحام تداخل مفاصل)، أو عن طريق المسننات، وما شابه ذلك. في أحد الجوانب الخاصة، يمكن أن تقترن القنوات باستخدام لحام تداخل مفاصل. كذلك، يمكن دعم قناة انتقال الحرارة الجانبية 12 بواسطة الجسيمات 16، مثل هيكل قابل للنفاذية من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء. يمكن تعبأة الجسيمات 16 بالكثافة الأولى كما سبق وصفها. على سبيل المثال، يمكن للكثافة الأولى للجسيمات 16 أن تكون الكثافة التي تؤدي إلى حالة تعبئة فضفاضة، حيث يم إيداع الجسيمات بدون ضغط لاحق للجسيمات بوسائل خارجية. يمكن أن يساهم شرط الكثافة الأولية المنخفضة نسبيا في تخلل الغاز و/أو تدفق السوائل أثناء الانحلال الحراري.

يمكن ضبط جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 10 لنقل الحرارة بين القناة الجانبية 12 والبيئة المحيطة التي تتألف من هيكل من الجسيمات 16. بينما يتم إنتاج

الهيدروكربونات و/أو إطلاقها من الهيكل القابل للنفاذية من المواد هيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء أثناء التسخين، فإن الجسيمات 16 تمارس هبوط رأسي وترسب. وبينما تترسب الجسيمات 16، فإن الجسيمات يمكن أن تصبح مضغوطة بكثافة لتصل للكثافة الثاني أعلى من الكثافة الأولى. بعبارة أخرى، بينما يتم تسخين الجسيمات 16 عن طريق جهاز نقل الحرارة 10، فإن الجسيمات تصبح مرصوصة أو بكثافة أعلى. عادة، وبالنسبة لكمية معينة من الجسيمات 16، فإن كثافة أعلى للجسيمات ستشغل مساحة أقل من الجسيمات ذات الكثافة الأقل. وهكذا، وبينما تصبح الجسيمات 16 أكثر انضغاطا، فإن ارتفاع هيكل الجسيمات سينخفض. ولإن الجسيمات 16 تدعم قناة نقل الحرارة الجانبية 12، فإن هذا التكثيف للجسيمات يمكن ان يؤدي إلى أن تكون قناة نقل الحرارة الجانبية 12 أخفض.

يتم ضبط الناهض 14 للحفاظ على السلامة الهيكلية وبينما تكون قناة نقل الحرارة 12 تنخفض، والتي قد تصل إلى انخفاض بنحو 40٪ أو أكثر من الارتفاع على مدى عملية الاستخراج. هكذا، وكما هو موضح في الشكل B1، فإن الناهض 14 يمكن ضغطه رأسيا مع الحفاظ على السلامة الهيكلية عند انخفاض قناة نقل الحرارة الجانبية 12 في الاتجاه 2 بينما تدعم الجسيمات 16 التعبئة بالكثافة الثانية، التي هي أعلى من الكثافة الأولى. في أحد الجوانب، يمكن أن يكون الناهض رأسي إلى حد كبير. وفي جانب آخر، فإن الناهض يمكن ضغطه رأسيا بما لا يقل عن 20٪، وفي بعض الحالات يمكن ضغطه بما لا يقل عن 40٪ مع الحفاظ على السلامة الهيكلية. يمكن نقل المرونة لجهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا عبر الناهض القابل للاندماج رأسيا، بالتالي، يمكن تقليل الإجهاد في قنوات الجهاز نتيجة لهبوط هيكل قابل للنفاذية من المواد هيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء.

ويمكن تحقيق قابلية الانضغاط للناهض، على سبيل المثال، عن طريق تضمين تمويجات في الناهض، كما هو موضح في الأشكال A2 و B2. في أحد الجوانب، يمكن للتمويجات 32 تتبع نمط تكرار متواصل لزاوية جيبية لمجرى انحناء سلس 36 وقمم 38، كما هو مبين في الشكل. في جوانب أخرى يمكن للتمويجات أن يكون لها أشكال مختلفة، مثل سطوح على قمم وقيعان المجرى، أو جدران خطية لسطوح النقل، أو أقسام قصيرة وسلسة من أنابيب بين التمويجات، الخ وعلاوة على ذلك، فإن التمويجات 32 يمكن محاذاتها رأسيا على المحور الطولي قناة التسخين (الشكل A2)، أو يمكن للتمويجات 32 أن يكون لها شق لولبي بزاوية θ حادة بالنسبة للمحور الطولي (الشكل B2). يمكن عمل ضبط مسبق لسعة التمويجات (المسافة ما بين 36 و 38) والفترة (المسافة بين القمم المجاورة 38) لتوفير المرونة والاستقرار في درجات الحرارة لجميع أنحائها والهبوط الحاصل لقناة التسخين. كما أن سعة وفترة التمويجات توفر أيضا فائدة كبيرة مضافة لزيادة كبيرة في مساحة السطح المتاحة للنقل الحرارة. على سبيل المثال، على الرغم من أن سعة تتراوح ما بين 25 إلى 30 بوصة يمكن أن تكون مناسبة، فإن فترة من 2 إلى 4 بوصات مع سعة من 0.3 إلى 1.5 بوصة تكون فعالة بشكل خاص. بالإضافة إلى ذلك، فإن التمويجات في قسم معين من الناهض يمكن أن تكون أو لا تكون متطابقة مع التمويجات في قسم آخر للناهض.

على وجه التحديد، سيحصل تحرك رأسي أكبر نسبيا لأقسام الناهض في القطاع العلوي من الهيكل القابل للنفاذية مقارنة بالأقسام الأكثر انخفاضا. على هذا النحو يمكن ضبط التمويجات والأطوال وفقا لذلك.

يمكن تشكيل تمويجات الناهض من ورقة من المعدن المموج الذي تم تجعيده، ولفه ومن ثم تلحيمه على طول خط الالتقاء لتشكيل شريحة قناة. يمكن بعد ذلك أن تستخدم شرائح القناة كما هي أو ملحومة بشرائح أخرى من طرف إلى طرف وتشكيل قناة ممتدة. بدلا من ذلك، يمكن للصفائح المعدنية المموجة أن تكون ملحومة بشكل مستمر حلزونيا مع بعضها البعض حول وعلى طول امتداد الأنابيب، بحيث لا يكون تجعد في جدار القناة المتوازية باستمرار مع أو رأسية على المحور الطولي لوسط القناة. إن تصنيع هذه القنوات المموجة يمكن اختياريا أن يتم في الموقع من خلال معدات محمولة تستخدم عادة في صناعة الأنابيب.

في أحد الجوانب، فإن الناهض يمكن أن يكون مرنا في كونه قابل للانضغاط رأسيا. على سبيل المثال، عندما يوضع مبدئيا ضمن الهيكل القابل للنفاذية، فإن الناهض يمكن أن يأخذ ارتفاعا أوليا. كجسيمات أو مواد هيدروكربونية محتوية على الفحم والماء فإنها تبدأ بالتسخين، وتنطلق المواد الهيدروكربونية وتخضع للهبوط، وتبدأ قناة نقل الحرارة الجانبية بالانخفاض استجابة لتحرك الهبوط الرأسي للهيكل القابل للنفاذية. سيتواصل الهبوط والانخفاض لقناة نقل الحرارة الجانبية في التقدم لغاية أن يصبح الناهض مضغوط رأسيا بسبب ارتباطه مع قناة نقل الحرارة الجانبية. بعبارة أخرى، فإن القوة الضاغطة على الناهض من قناة نقل الحرارة الجانبية ستزيد عادة من الإجهاد في الاقتران، ويمكن أن تتسبب بدلا من ذلك أن ينضغط الناهض رأسيا، وبذلك يخفض الإجهاد الواقع على الاقتران للحد الأدنى. كما هو موضح في الأشكال B3 و A3 فإن التباعد 54 وبين التمويجات 52 يمكن ضغطه للتباعد54 الجديد من خلال خفض نصف قطر الانحناء (على سبيل المثال، انحناء متزايد) في المجرى 56 والقمم 58 لكل تمويج، والسماح للناهض لينضغط للاسفل ويتبع حركة الهيكل القابل للنفاذية بدون زيادة كبيرة في الإجهاد على جدران قناة التسخين أو على نقطة الاقتران بين الناهض وقناة التسخين الجانبية. وسيحصل إجهاز على نقطة الاقتران، إلا أن التصميم يسمح بهذا الإجهاد ليكون ضمن قدرة التحمل لنقطة الاقتران. بالتالي فإن الناهض سيحافظ على السلامة الهيكلية عند انخفاض قناة نقل الحرارة الجانبية.

بالإشارة إلى الأشكال A4 و B4، تتضح أمثلة من مكونات اقتران قناة نقل الحرارة الجانبية والناهض. وكما هو مبين في الشكل A4 يمكن أن تقترن قناة نقل الحرارة الجانبية 120 بنهاية الناهض 140. على سبيل المثال، يمكن أن تتضمن قناة نقل الحرارة الجانبية 120 و/أو الناهض 140 جزء التحويل 130 الذي يعمل على التحولات بين التوجيه الجانبي لقناة نقل الحرارة الجانبية120 والتوجيه الرأسي للناهض 140. في أحد الجوانب، يمكن أن يتضمن جزء التحويل 130 "الكوع" الذي له زاوية ب 90 درجة. يسمح جزء التحويل لسائل نقل الحرارة 130 بالتدفق بين قناة نقل الحرارة الجانبية 130 والناهض 140 في حين يكون له ما يكفي من القوة للحفاظ على السلامة الهيكلية لنقطة الربط بين قناة نقل

الحرارة الجانبية 120 و الناهش 140 عندما تنخفض قناة نقل الحرارة الجانبية. كما هو مبين في الشكل B4 يمكن أن يقترن بقسم وسط الناهض 142. وفي أحد الجوانب، فإن قسم التحويل 132 يمكن أن يشكل على الأقل جزأ من وصلة على شكل حرف "T" توفر زاوية ب 90 درجة بين قناة نقل الحرارة الجانبية 122 و الناهض 142. كما هو موضح في الشكلB4، فإن جزء التحويل 132 يكون خاليا من التمويجات، التي يمكن أن تكون مفيدة للسلامة الهيكلية للربط بين قناة نقل الحرارة الجانبية 122 والناهض142. بالتالي يمكن توفير أجزاء التحويل 130 و 132 لتحويل من الناحية الهيكلية لقناة نقل الحرارة الجانبية للخصائص القابلة للطي رأسيا من الناهض. ومع ذلك تجدر الإشارة إلى أن قناة نقل الحرارة الجانبية يمكن أن ترتبط مباشرة بالخصائص القابلة للطي رأسيا من الناهض، كما هو موضح في الشكل A1 و B1.

بالإشارة إلى الشكل 5، يتضح جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 200، الذي يوضح مثال لقناة نقل الحرارة الجانبية ومكونات الناهض. كما هو موضح في المثال، يمكن أن يتضمن الناهض عددا وافرا من أقسام الناهض 240، 242، 244 ويمكن لقناة نقل الحرارة الجانبية أن تتضمن العديد من أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 220، 222، 224، و 226. في أحد الجوانب، يمكن لأقسام الناهض وأقسام قناة نقل الحرارة الجانبية أن تقترن تبادليا الواحدة مع الأخرى بترتيب متعرج. على وجه التحديد، وكما هو موضح في المثال، يمكن أن يقترن القسم 240 من الناهض بالقسم 220 من قناة نقل الحرارة الجانبية، ويمكن للقسم 222 من قناة نقل الحرارة الجانبية أن يقترن بالقسم 240 من الناهض، يمكن أن يقترن القسم 242 من الناهض بالقسم 222 من قناة نقل الحرارة، ويمكن أن يقترن القسم 224 من قناة نقل الحرارة مع القسم 242 من الناهض، ويمكن أن يقترن القسم 244 من الناهض مع القسم 224 من قناة نقل الحرارة، ويمكن أن يقترن القسم 226 من قناة نقل الحرارة الجانبية مع القسم 244 من الناهض لتشكيل ترتيب متعرج. في جانب آخر، يمكن توجيه الترتيب المتعرج رأسيا، كما هو موضح في الشكل. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للأقسام المتعددة للناهض أن تكون رأسية إلى حد كبير. وفي جانب آخر، يمكن لأقسام الناهض وأقسام قناة نقل الحرارة الجانبية بالترتيب المتعرج أن تكون متحدة السطح. كما أن أقسام الناهض وأقسام قناة نقل الحرارة الجانبية بالترتيب المتعرض، مع ذلك، أن تكون بسطوح مختلفة الواحدة عن الأخرى.

بالإشارة إلى الشكل 6، يتضح جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 300. يتضمن الجهاز 300 مدخل متشعب 360 لفصل مدخل تدفق سوائل نقل الحرارة إلى اثنين من مسارات التدفق على الأقل. على سبيل المثال، يمكن لمدخل المتشعب 360 تلقي تدفق سائل نقل الحرارة من المدخل 362 و يمكن فصل أو توجيه تدفق سائل نقل الحرارة إلى أطراف أقسام قناة نقل الحرارة 320، 321. في المثال، تتضح أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 320، التي يمكن أن تشكل جزءا من الترتيب المتعرج الموجه رأسيا 321، كما هو موضح أعلاه وبالإشارة إلى الشكل 5. على وجه التحديد، يمكن للترتيب المتعرج الأول أن يشمل أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 320، 322، 324، 326 و أقسام الناهض 340، 342،

344. ويمكن للترتيب المتعرج الثاني أن يشمل أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 321، 323، 325، 327 و أقسام الناهض 341، 343، 345. يمكن أن يقترن الترتيب المتعرج لأقسام الناهض وأقسام قناة نقل الحرارة الجانبية مع مدخل المتشعب360. يمكن لمدخل المتشعب بالتالي توفير نقل السائل الناقل للحرارة إلى عدد وافر من الترتيبات المتعرجة. في أحد الجوانب، يمكن لقناة نقل الحرارة الجانبية، مثل أقسام قناة نقل الحرارة 320، 321، أن تشكل على الأقل جزء من مدخل المتشعب 360.

يمكن أن يتضمن جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا300 مخرج متشعب 370 لدمج مخرج تدفق السائل الناقل للحرارة من اثنين على الأقل من مسارات التدفق قبل الخروج من الجهاز 300 من خلال المخرج 372. على سبيل المثال، يمكن للمخرج 370 أن يتلقي تدفق السوائل الناقلة للحرارة من قسم قناة نقل الحرارة الجانبية، مثل أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية326، 327 من الترتيبات المتعرجة الأولى والثانية وأقسام قناة نقل الحرارة الجانبية. هكذا، فإن أقسام الناهض وأقسام قناة نقل الحرارة الجانبية من الترتيبات المتعرجة على اتصال سائل مع مخرج المتشعب. يمكن لمخرج المتشعب بالتالي تلقي سائل نقل الحرارة من عدد وافر من الترتيبات المتعرجة. في أحد الجوانب، فإن الناهض، مثل القسم 346 من الناهض، يمكن أن يشكل ما لا يقل عن جزء من مخرج متشعب 370. وفي جانب آخر، يمكن لقناة نقل الحرارة الجانبية، مثل أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 326، 327، أن تشكل ما لا يقل عن جزء من مخرج المتشعب 370.

كما هو موضح في الشكل 6 يمكن أن يتم تكوين جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج الرأسي كحلقة مغلقة تعمل لفصل سوائل نقل الحرارة من الهيكل القابل للنفاذية وإقامة توصيل حراري عبر جدران القناة، متبوعة بنقل الحمل الحراري لهذا التسخين كآلية رئيسية لتسخين الهيكل القابل للنفاذية. يمكن أيضا أن يكون للنظام المغلق مدخل، مثل المدخل 362، يمتد من حدود البنية التحتية التي شيدت والبنية التحتية للتحكم في النفاذية والتي ترتبط تشغيليا بمصدر الحرارة لسائل نقل الحرارة.

عموما، فإن تدفق الحمل الحراري يتم توليده عن طريق توجيه قناة واحدة أو أكثر أو مصادر حرارة في الجزء السفلي أو جزء القاعدة من كتلة محددة. بتوجيه القنوات بهذه الطريقة، فإن السوائل الساخنة تتدفق صعودا وتدفق السوائل المبردة وتعود للأسفل على طول أغلبية الكتلة المشغولة من قبل الهيكل القابل للنفاذية من المواد الهيدروكربونية المحتوية على الفحم والماء في نمط إعادة تدوير.

كما هو موضح كذلك في الشكل 6، يتم التخلص من المدخل 362 و المخرج372 في الجزء السفلي أو في قاع جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 300. وهذا يمكن أن يكون مفيدا لخصائص نقل الحرارة و/أو لخصائص تدفق سائل نقل الحرارة للجهاز 300. وهكذا، في أحد الجوانب، يمكن أن يوضع المدخل 362 و/أو المخرج 372 على الأقل بوضع منخفض بمستوى انخفاض الناهض، ومثل أقسام الناهض و قناة نقل الحرارة الجانبية، ومثل أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية، من الجهاز 300.

في جوانب معينة، يمكن أن تتضمن قناة نقل الحرارة الجانبية أقسام تختلف في طولها عن الأقسام الأخرى. على سبيل المثال، قسم قناة نقل الحرارة الجانبية 324 يكون أطول من قسم قناة نقل الحرارة الجانبية 326. إن اختلاف أطوال أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية تتيح نقل لجهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا300 ليدخل ضمن كومة الجسيمات وليكون مغطى من قبل جانب من هذه الجسيمات. عندما تترسب هذه الجسيمات، مثل أن تكون مغمورة في كومة، فإن جانب كومة الجسيمات يمكن أن تشكل زاوية راحة بالنسبة للوضع الأفقي ضمن النطاق الذي هو سمة لنوع جسيمات معينة، مثل أن تكون بزاوية بين 34 درجة وحوالي 40 درجة بالنسبة للوضع الأفقي. بالتالي، يمكن ضبط جهاز نقل الحرارة 300، الذي يمكن أن يصمم ليتم إعداده بداخل كومة من الجسيمات، يمكن ضبطها ليكون لها أقسام قناة نقل حرارة جانبية تتباعد رأسيا وتنحى جانبا من أجل تقريب زاوية راحة تشكلت عن طريق كومة معينة أو من تجميع جسيمات.

بالإشارة إلى الشكل 7، يتضح جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا 400، الذي يظهر مثالا على قناة نقل حرارة جانبية وتكوين للناهض. كما هو موضح في المثال، يمكن للناهض أن يتضمن عدد 2 من الأقسام 440، 442 وقناة نقل حرارة جانبية يمكن أن تتضمن عددا وافرا من الأقسام لقناة نقل حرارة جانبية 420، 422. يمكن لأقسام النواهض الاثنين أن تعمل بمثابة مدخل ناهض ومخرج ناهض على التوالي. في أحد الجوانب، يمكن أن يقترن كل من أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 420 و 422 مع اثنين من أقسام الناهض 440 و 442. على سبيل المثال، وكما هو موضح في الشكل، فإن الأقسام 440 و 442 من الناهض يمكن أن تقترن بواحد أو أكثر من أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 420 و 422 عند نهايتين متقابلتين واحدة بالأخرى. في جانب آخر، فإن أقسام الناهض الاثنين 440 و 442 يمكن أن تكون رأسية إلى حد كبير. بالتالي، في بعض الحالات، فإن أقسام الناهض يمكن أن توجه بالجوار على النهاية المشتركة لجهاز نقل الحرارة.

بالإشارة إلى الشكل 8، يتضح جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 500، الذي يظهر مثالا آخر من مكونات الناهض لها اثنين من ألأقسام. في هذا المثال، وكما هو في المثال الموضح في الشكل 7، فإن كل قسم من أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 520، 522، 524، 526، 528 يمكن أن يقترن بأقسام الناهض 540، 542. في هذا المثال، ومع ذلك، يتم ضبط واحد على الأقل من أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية في استطالة على شكل الحرف U. وهكذا، في بعض الحالات، يمكن أن توجه أقسام الناهض مجاورة على النهاية المشتركة من جهاز نقل الحرارة. إن أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 520، 522، 524، 526، 528 يمكن أن تكون مكدسة أو متباعدة عن بعضها البعض رأسيا. ويمكن لكل من نهايات أقسام قناة نقل الحرارة 520، 522، 524، 526، 528 أن تكون في تكوين ركيزة بالنسبة لأقسام الناهض 540، 542، والتي يتم وضعها مجاورة لبعضها البعض، على الرغم من أن هذا التموضع لأقسام الناهض هو اختياري حيث يمكن وضع أقسام الناهض بعيدة عن بعضها البعض.

في أحد الجوانب، يمكن أن يشكل القسم الأول من قسمي الناهض، مثل القسم 540، جزء على الأقل من مدخل المتشعب 560 الذي يفصل مدخل تدفق سوائل نقل الحرارة لكل من أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 520، 522، 524 ، 526، 528 المقترنة بقسم الناهض 540. يمكن للمدخل 560 من المتشعب أن يكون على اتصال سائل مع المدخل 562 لسائل لنقل الحرارة. يمكن أن تشكل أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 520، 522، 524، 526، 528 جزءا على الأقل من مدخل المتشعب560.

في أحد الجوانب، يمكن أن يشكل القسم الثاني من قسمي الناهض، مثل القسم 540، جزء على الأقل من مدخل المتشعب 570 الذي يدمج مدخل تدفق سوائل نقل الحرارة لكل من أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 520، 522، 524 ، 526، 528 المقترنة بقسم الناهض 542. يمكن للمدخل 570 من المتشعب أن يكون على اتصال سائل مع المدخل 572 لسائل لنقل الحرارة. يمكن أن تشكل أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية 520، 522، 524، 526، 528 جزءا على الأقل من مدخل المتشعب570.

كما هو موضح في الشكل 8، يتم وضع المدخل 562 والمخرج 572 في الجزء السفلي أو في قاع جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 500. هكذا، فإنه في أحد الجوانب، يمكن وضع المدخل 562 و/أو المخرج 572 على الأقل بنفس مستوى انخفاض أقسام الناهض 540 و 542، و أقسام ناقل الحرارة الجانبية 520، 522، 524، 526 528 من الجهاز 500. كما هو موضح أعلاه وبالإشارة إلى الشكل 6، فإن هذا يمكن أن يكون مفيدا لتكوين خصائص انتقال الحرارة و/أو خصائص تدفق سوائل نقل الحرارة من الجهاز 500، مثل أن يتم الاستفادة من تدفق الحمل الحراري داخل الجهاز. مع ذلك، فإن المخرج و/أو المدخل قد يتم توجيهها اختياريا في أي وضع من الأوضاع الأعلى فوق الأقسام الرأسية إلى الوضع الأكثر انخفاضا.

بالإشارة إلى الشكل 9، يتضح جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 600، الذي يظهر مثالا آخر من مكونات الناهض لها اثنين من ألأقسام. في جوانب معينة، فإن قناة نقل الحرارة الجانبية للجهاز 600 يمكن أن تتضمن قسم قناة نقل حرارة جانبية تختلف في طولها عن قسم قناة نقل حرارة جانبية أخرى. على سبيل المثال، فإن قسم قناة نقل الحرارة الجانبية 620 يكون أطول من قسم قناة نقل الحرارة الجانبية 622، بحيث يمتد على شكل حرف u من قسم قناة نقل الحرارة الجانبية 620 وراء استطالة على شكل الحرف U من قسم قناة نقل الحرارة الجانبية 622. وكما هو موضح أعلاه بالنسبة للشكل 6، فإن اختلاف طول أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية يمكن أن يسمح لجهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 600 أن يدخل ضمن كومة جسيمات وليتم تغطيته من قبل جانب من الكومة، و في أحد الجوانب، تقارب زاوية راحة لكومة معينة من الجسيمات. بالتالي، فإن جهاز نقل الحرارة 600، الذي يمكن تصميمه ليتم وضعه بداخل كومة من الجسيمات، يمكن تكوينه ليكون له أقسام قناة نقل حرارة جانبية تتباعد رأسيا ويتم تنحيتها كليا لتقريب زاوية راحة تشكل عن طريق كومة معينة أو تجميعات من الجسيمات.

يوضح الشكل 10 جهاز نقل حرارة آخر قابل للاندماج رأسيا 700، الذي تم تكوينه أيضا لتقريب زاوية للراحة. في هذا التجسيد، مع ذلك، فإن قسم قناة نقل الحرارة الجانبية 722 يكون أطول من قسم قناة نقل حرارة جانبية 720، بحيث يمتد قسم قناة نقل الحرارة الجانبية المستطيل على شكل حرف U 722 وراء القسم 720 لقناة نقل الحرارة الجانبية المستطيل على شكل حرف U. في بعض الحالات، فإن الكومة أو التجميع لجسيمات التي يوضع فيها جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا يمكن أن تكون مضمنة بداخل محتجزات تشكلت إلى حد كبير من مواد ترابية. يمكن إنشاء المحتجزات من كومة أو من سلسلة كومات من المواد الترابية لها زاوية راحة. يمكن لتجميعات الجسيمات التي يتم فيها وضع جهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا أن تملأ المحتجزات، بجوانب حيث تشكل بذلك زاوية مكملة لزاوية الراحة من المواد الترابية التي تشكل المحتجزات.

إن اختلاف طول أقسام قناة نقل الحرارة الجانبية يمكن أن يسمح لجهاز نقل الحرارة القابل للاندماج رأسيا 700 أن يدخل ضمن كومة جسيمات وأن يتم تغطيته من قبل جانب من الكومة، وفي أحد الجوانب، تقارب زاوية راحة لمحتجزات توضع فيها الجسيمات. بالتالي، فإن جهاز نقل الحرارة 700، الذي يمكن تصميمة ليتم وضعه بداخل كومة من الجسيمات، يمكن تكوينه ليكون له أقسام قناة نقل حرارة جانبية تتباعد رأسيا ويتم تنحيتها كليا لتقريب زاوية راحة تشكل عن طريق كومة معينة أو تجميعات من مواد ترابية تشكل محتجزات لكومة من الجسيمات.

يمكن أن تتضمن تكوينات إضافية لأجهزة نقل حرارة قابلة للاندماج رأسيا نواهض متعددة الامتداد بحيث تتضمن النواهض أغلبية سطوح نقل الحرارة. على سبيل المثال، يمكن توجيه شرائح على شكل حرف U رأسيا بدلا من أفقيا (كما هو موضح في الأشكال. 6 و 8-10).

بالإشارة إلى الشكل 11 يوضح رسم بياني تنظيمي يوضح استخدام نموذج على الحاسوب لتحسين تصميم جهاز نقل الحرارة. على سبيل المثال، يمكن أن تتضمن طريقة لتصميم جهاز نقل الحرارة قابل للاندماج رأسيا إنشاء نموذج على الحاسوب لجهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا له قناة نقل حرارة جانبية مقترنة مع ناهض موجه رأسيا 810. كما أن الطريقة قد تتضمن أيضا تحديد مقدار الهبوط الرأسي لجسيمات الدعم لقناة نقل الحرارة الجانبية بين الكثافة الأولى من الجسيمات والكثافة الثانية من الجسيمات 820. يمكن للطريقة أن تتضمن كذلك حساب القوة المنقولة للناهض من قناة نقل الحرارة الجانبية عند انخفاض قناة نقل الحرارة الجانبية نظرا للهبوط الرأسي لجسيمات الدعم 830. بالإضافة إلى ذلك، فإن الطريقة قد تتضمن تحديد تمويج الناهض بحيث يندمج الناهض رأسيا استجابة للضغط، بينما يتم الحفاظ على الإجهاد في قناة نقل الحرارة الجانبية والناهض لأقل من حدود التصميم 840. وتجدر الإشارة إلى أنه لا يلزم ترتيب معين في هذا الأسلوب ، على الرغم من أنه بشكل عام وفي أحد التجسيدات، يمكن أن تنفذ خطوات هذه الطريقة بشكل تسلسلي.

إن الوصف المفصلة المذكور أعلاه يوضح الاختراع بالإشارة إلى تجسيدات مثالية محددة. مع ذلك، سيكون موضع تقدير أنه يمكن إجراء التعديلات والتغييرات المختلفة دون الخروج عن نطاق هذا الاختراع على النحو المنصوص عليه في عناصر الحماية الملحقة. إن الوصف التفصيلي والرسومات المرفقة هي لاعتبارات توضيحية فقط، وليست مقيدة لنطاق الاختراع، وأن جميع التغييرات أو التعديلات، إن وجدت، يقصد بها أن تقع ضمن نطاق هذا الاختراع كما هو موضح ومنصوص عليه في هذه الوثيقة.

بشكل أكثر تحديدا، ففي الوقت الذي وصفت تجسيدات مثالية توضيحية للاختراع في هذه الوثيقة، فإن هذا الاختراع ليس محددا بهذه التجسيدات، ولكنه يتضمن أو وكل التجسيدات التي يجرى فيها تعديلات أو حذف أو اندماج (على سبيل المثال، لجوانب عبر تجسيدات مختلفة)، وتكييف و/أو تعديلات وفقا لتقدير الأشخاص المؤهلين في هذا المجال على أساس المواصفات المفصلة المذكورة آنفا. إن التقييد في عناصر الحماية ينبغي أن يفسر بشكل شامل على أساس اللغة المستخدمة في عناصر الحماية و ليس محددا في الأمثلة الموصوفة في المواصفات التفصيلية المذكورة آنفا أو أثناء متابعة الطلب، الأمثلة التي ينبغي تفسيرها بأنها غير حصرية. إن أي خطوات تم ذكرها هنا في أي أسلوب أو عملية مدعى بها يمكن تنفيذها بأي ترتيب وليست مقيدة بالترتيب المعروض في عناصر الحماية. وفقا لذلك، ينبغي تحديد نطاق الاختراع فقط في عناصر الحماية الملحقة وما هو في حكمها قانونيا، بدلا من المواصفات والأمثلة الواردة أعلاه.

عناصر الحماية

1- جهاز نقل سائل قابل للاندماج رأسيا، يشمل:
قناة نقل سائل جانبية لنقل سائل من خلالها و ليتم دعمها عن طريق جسيمات معبأة بالكثافة الأولى؛ و
ناهض مقترن ب، وعلى اتصال سائلي مع، قناة نقل سائل جانبية، حيث يكون الناهض قابل للانضغاط رأسيا بمقدار لا يقل عن 20٪ بينما يتم الحفاظ على السلامة الهيكلية عند انخفاض قناة نقل الحرارة الجانبية بينما يتم تعبئة جسيمات الدعم بالكثافة الثانية، التي هي أعلى من الكثافة الأولى.

2- جهاز نقل سائل وفقا لعنصر الحماية (1)، حيث يكون الناهض رأسيا إلى حد كبير.

3- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (1)، يشمل كذلك تعبئة جسيمات بالكثافة الأولى.

4- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (3)، حيث الجسيمات تشمل الصخر الزيتي.

5- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (1)، حيث يكون الناهض قادرا على الحفاظ على السلامة الهيكلية عند الانضغاط رأسيا بمقدار لا يقل عن 40٪.

6- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (1)، حيث يشمل الناهض قسم متموج لينضغط رأسيا بينما يحافظ على السلامة الهيكلية.

7- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (1)، حيث يشمل الناهض العديد من أقسام الناهض و قناة نقل سائل جانبية تشمل العديد من أقسام قناة نقل السائل الجانبية، تقترن أقسام الناهض و أقسام قناة نقل السائل الجانبية تبادليا واحدة بالأخرى في ترتيب متعرج موجه رأسيا.

8- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (7)، حيث تكون العديد من أقسام ناهض والعديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية في اتصال سائل مع مدخل متشعب يفصل مدخل تدفق سائل إلى اثنين على الأقل من مسارات التدفق.

9- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (8) حيث تشكل قناة نقل السائل الجانبية قسم على الأقل من مدخل المتشعب.

10- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (7)، حيث تكون العديد من أقسام ناهض والعديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية في اتصال سائل مع مخرج المتشعب الذي يدمج مخرج تدفق سائل لاثنين على الأقل من مسارات التدفق.

11- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (11)، حيث يشكل الناهض جزء على الأقل من مخرج المتشعب.

12- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (7)، يشمل كذلك مدخل و مخرج متصلة سائليا مع العديد من أقسام الناهض والعديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية، حيث يقع المدخل والمخرج عند مستوى انخفاض العديد من أقسام الناهض والعديد من أقسام قناة نقل السائل الجانبية.

13- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (1)، حيث يتألف الناهض من مدخل ناهض ومخرج ناهض تكون موجهة على النهاية المشتركة للجهاز.

14- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (1)، حيث يتضمن الناهض اثنين من أقسام الناهض وقناة نقل سائل جانبية تتضمن العديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية، كل منها مقترن بأقسام الناهض الاثنين.

15- جهاز نقل سائل وفقا لعنصر الحماية (14)، حيث تكون أقسام الناهض الإثنين رأسية إلى حد كبير.

16- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية 14، حيث تشكل أقسام الناهض الاثنين جزء على الأقل من مدخل المتشعب الذي يفصل مدخل تدفق سائل لكل من العديد من أقسام قناة نقل السائل الجانبية.

17- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (14)، حيث تشكل أقسام الناهض الاثنين جزءا على الأقل من مخرج متشعب يدمج مخرج تدفق سائل منكل من العديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية.

18- جهاز نقل سائل وفقا لعنصر الحماية (14)، يشمل كذلك مدخل ومخرج متصلة سائليا مع أقسام ناهض الاثنين و العديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية، حيث يقع المدخل والمخرج منخفض بمستوى أقسام الناهض الاثنين والعديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية.

19- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (14)، حيث يقترن أقسام الناهض الاثنين بواحد من العديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية عند النهايات المقابلة واحدة بالأخرى.

20- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (14)، حيث واحد على الأقل من العديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية يتم تكوينه ليستطيل في شكل حرف U.

21- جهاز نقل السائل وفقا لعنصر الحماية (14)، حيث يكون اثنين على الأقل من العديد من أقسام قناة نقل سائل جانبية لها أطوال مختلفة.

22- طريقة لتصميم جهاز نقل سائل قابل للاندماج رأسيا، تشمل:

إنشاء نموذج حاسوبي لجهاز نقل سائل قابل للاندماج رأسيا وله قناة نقل سائل جانبية مقترنة بناهض موجه رأسيا؛

تحديد مقدار الهبوط الرأسي لجسيمات الدعم لقناة نقل السائل الجانبية بين الكثافة الأولى من الجسيمات والكثافة الثانية من الجسيمات؛

حساب القوة المنقولة للناهض من قناة نقل السائل الجانبية عند انخفاض قناة نقل السائل الجانبية بسبب الهبوط الرأسي لجسيمات الدعم؛ وبسبب تكوين تمويج الناهض بحيث يندمج رأسيا استجابة للقوة، بينما يتم الحفاظ على الإجهاد في قناة نقل السائل الجانبية والناهض الأقل من حدود التصميم.

العنوان: جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا

المخترع: جيمس باتين

رقم البراءة: 033-2488. ان بي

1/7

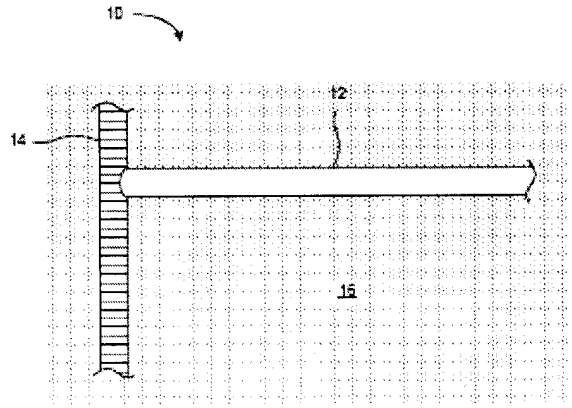

FIG. 1A

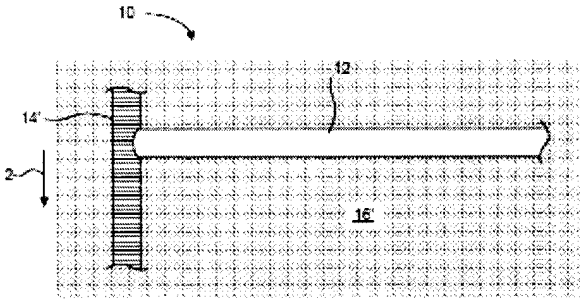

FIG. 1B

العنوان: جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا

المخترع: جيمس باتين

رقم البراءة: 033-2488. ان بي

2/7

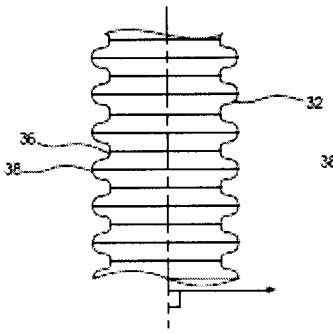

FIG. 2A

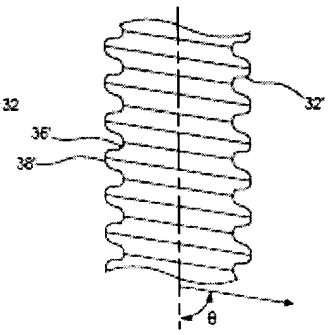

FIG. 2B

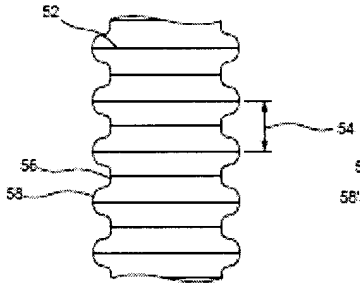

FIG. 3A

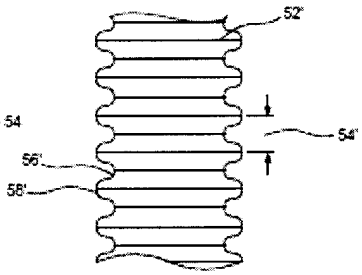

FIG. 3B

العنوان: جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا

المخترع: جيمس باتين

رقم البراءة: 033-2488. ان بي

3/7

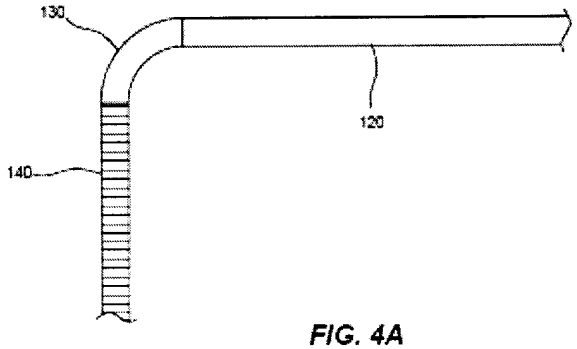

FIG. 4A

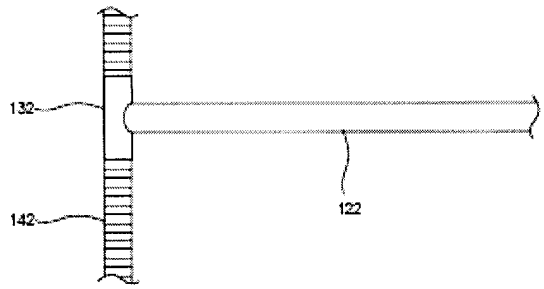

FIG. 4B

العنوان: جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا

المخترع: جيمس باتين

رقم البراءة: 033-2488. ان بي

4/7

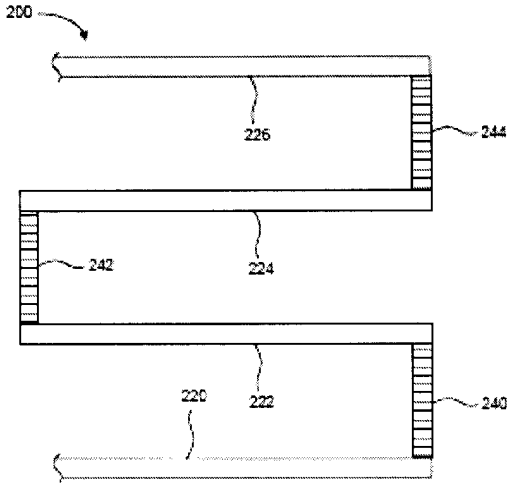

FIG. 5

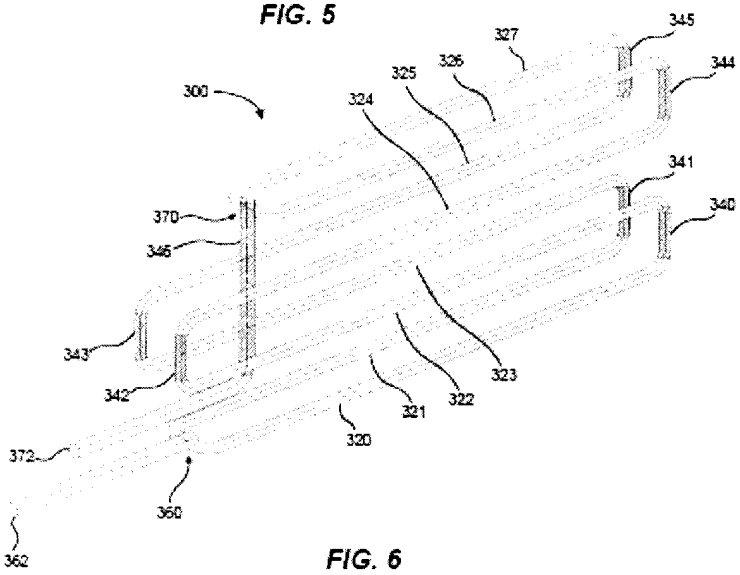

FIG. 6

العنوان: جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا

المخترع: جيمس باتين

رقم البراءة: 033-2488. ان بي

5/7

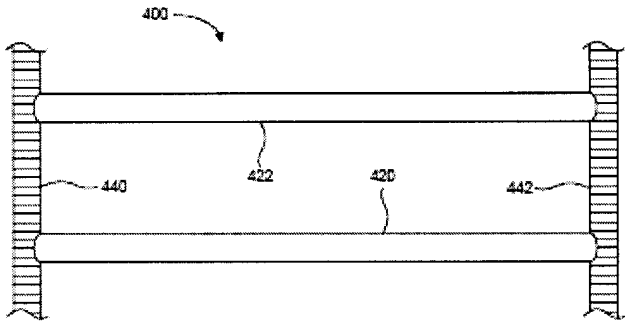

FIG. 7

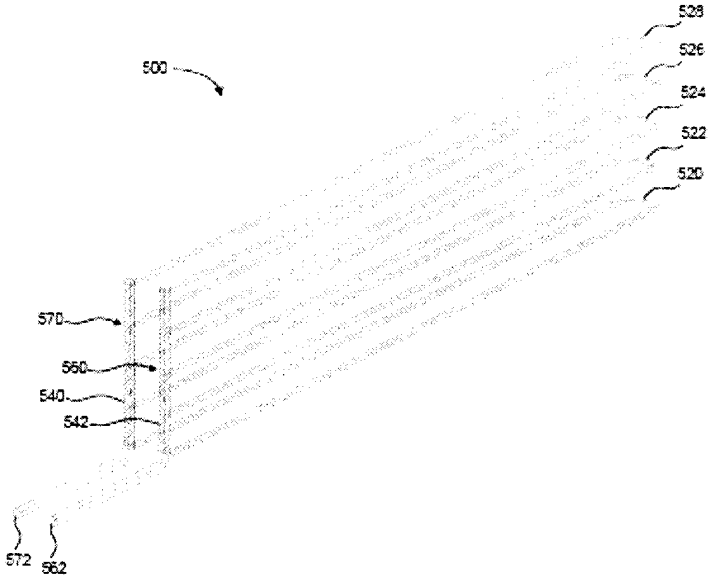

FIG. 8

العنوان: جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا

المخترع: جيمس باتين

رقم البراءة: 033-2488. ان بي

6/7

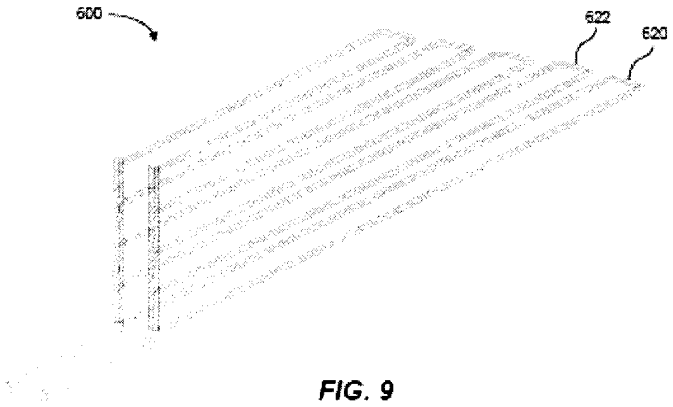

FIG. 9

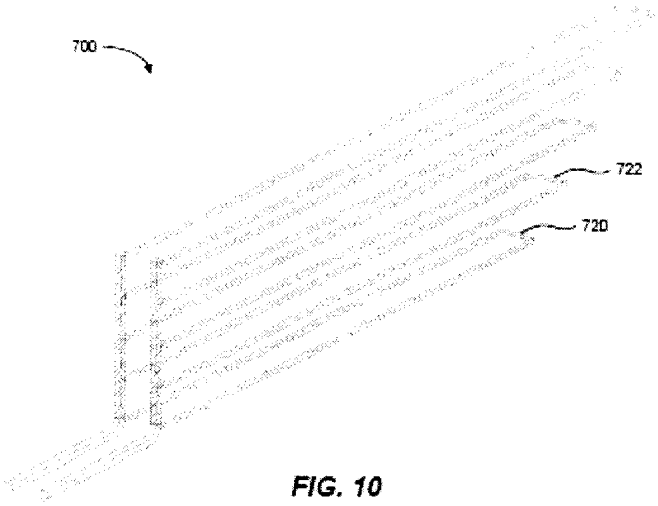

FIG. 10

العنوان: جهاز نقل حرارة قابل للاندماج رأسيا

المخترع: جيمس باتين

رقم البراءة: 2488-033. ان بي

7/7

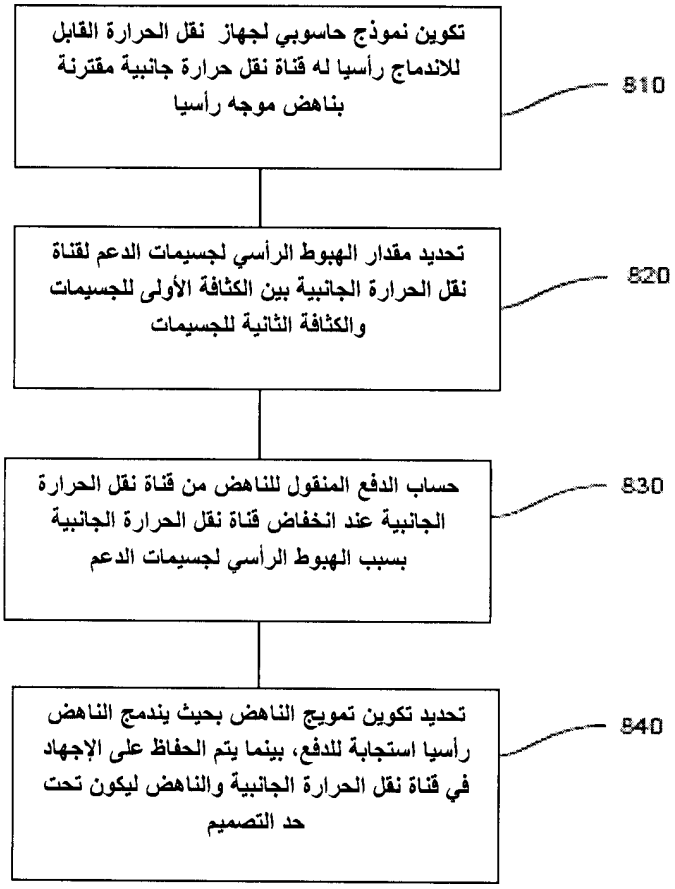

FIG. 11