مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

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

[11] رقم البراءة: ٣٣٩٤
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٥/٠٧/٠٩ هـ
الموافـــق: ٢٠١٤/٠٥/٠٨ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: جارسيا. لويس ايه، كورونادو. مارتين بى، بيترسون. ايلمير ار، جاوديت. سيان ال، جوهنسون. مايكل اتش

[73] مالك البراءة : بيكر هوغيس انكوربوريتد
عنوانه: ٢٩٢٩ الين باراكواى، سويت ٢١٠٠، هيوستن، تكساس ٧٧٠١٩-٢١١٨، الولايات المتحدة الامريكية
جنسيته: امريكية

[74] الوكيل: شركة الهدف لخدمات العلامات المحدودة

[21] رقم الطلب: ١١٠٣١٠٢٥٣

[22] تاريخ الإيداع : ١٤٣١/٠٤/١٨ هـ
الموافق : ٢٠١٠/٠٤/٠٣ م

[30] بيانات الأسبقية:
US ١٢/٤١٧,٣٤٦ ٢٠٠٩/٠٤/٠٢م

[51] التصنيف الدولي (IPC[8]) :
E21B 034/000، E21B 021/000

[56] المراجع:
US ٢٠٠٤٠١٠٨١٠٧ ٢٠٠٤/٠٦/١٠م
US ٢٠٠٦٠١١٨٢٩٦ ٢٠٠٦/٠٦/٠٨م
US ٧٤٢٦٩٦٢ ٢٠٠٨/٠٩/٢٣م

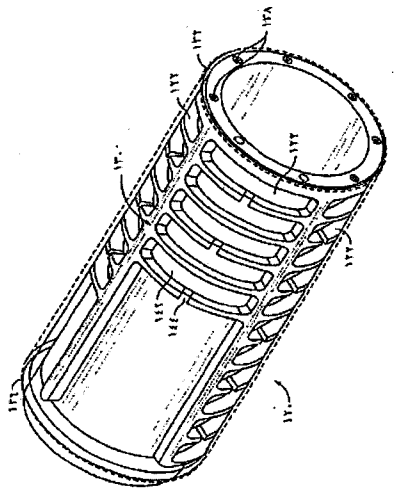
اسم الفاحص: حواس بن عبدالله محمد

[54] اسم الاختراع: أجهزة التحكم في التدفق القابلة للضبط للاستخدام في إنتاج الهيدروكربونات

Adjustable flow control devices for use in hydrocarbon production

[57] الملخص: قد يشمل جهاز التحكم بتدفق flow control device على الهيكل body ذي مسارين للتدفق two flow paths علي الاقل مركبة لكي توصل المائعfluid . قد يتم عزل isolated المسارين للتدفق flow paths بشكل هيدروليكي hydraulically عن بعضها البعض في الهيكل body، و قد يكون واحد علي الاقل من مساري التدفق flow paths قابلة للانسداد بشكل اختياري selectively occludable. في تنظيمات محددة، قد يوضع عامل الترشيح filtration element ضد اتجاه التيار upstream لواحد او اكثر من العديد من اجهزة التحكم بالتدفق الداخلي in-flow control devices. قد تستخدم مسارات التدفق flow paths الميزات مثل الحجرة chamber والفتحات openings لكي تفترض الهبوط في الضغط المحدد specified pressure drop علي تدفق المائع fluid flowing من خلاله.

عدد عناصر الحماية (١٧)، عدد الاشكال(٥)



الشكل(١)

أجهزة التحكم في التدفق القابلة للضبط للاستخدام في إنتاج الهيدروكربونات

Adjustable flow control devices for use in hydrocarbon production

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

عموما يختص الكشف بأنظمة systems و طرق methods التحكم الاختياري selective control بتدفق المائع fluid flow ما بين ثقب البئر الانبوبي wellbore tubular مثل سلسلة عمود الانتاج production string وتكوين تحت الارض subterranean formation.

تستعاد الهيدروكربونات Hydrocarbons مثل النفط و الغاز من التكوين تحت الارض subterranean formation باستخدام تجويف البئر wellbore المحفورة في التكوين formation. بشكل نموذجي تكمل هذه الابار wells بوضع التغليف casing علي طول تجويف البئر wellbore length وتثقيب التغليف casing المجاور لمنطقة الانتاج هذه لكي تستخلص موائع التكوين formation fluids (مثل الهيدروكربونات hydrocarbons) في تجويف البئر wellbore. احيانا تفصل مناطق الانتاج هذه من بعضها البعض بتركيب حزام packer ما بين مناطق الانتاج. يسحب المائع من كل منطقة انتاج داخلة لتجويف البئر wellbore الي الانابيب tubing التي تعمل علي السطح . انه يكون مطلوب ان يكون لها بشكل اساسي تصريف drainage متساوي بطول منطقة الانتاجproduction zone . قد يؤدي التصريف drainage الغير متساوي الي ظروف غير مطلوبة مثل مخروط غاز منتشر gas cone او مخروط ماء water cone. في مثال بشر انتاج النفط، علي سبيل المثال قد يسبب مخروط الغاز gas cone تدفق داخلي in-flow لغاز الي تجويف البئر wellbore التي قد تقلل بدرجة كبيرة انتاج النفط oil-producing well. بالاسلوب المشابه ، قد يسبب مخروط الماء water cone تدفق داخلي لماء in-flow الي تدفق انتاج النفط الذي يقلل كمية و جودة النفط المنتجoil production. وفقا الي ذلك، انه قد يكون مطلوب تزويد التصريف drainage المتحكم به عبر منطقة الانتاج و/ او قدرة لكي يغلق او يقلل بشكل اختياري التدفق الداخلي in-flow ضمن مناطق الانتاج مجربة تدفق influx غير مطلوب لماء و/ او الغاز. بشكل اضافي، انه قد يكون مطلوب حقن المائع في التكوين formation باستخدام تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular.

يعالج الكشف الحالي هذه الحاجات و الحاجات الأخرى للطريقة السابقة .

الوصف العام للاختراع

بالمظاهر ، يزود الكشف الحالي جهاز apparatus التحكم بتدفق المائع fluid flow ما بين تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular والتكوين formation. قد يشمل الجهاز apparatus الهيكل body ذو مسارين تدفق two flow paths علي الاقل مركبة لكي توصل المائع. قد تعزل مسارات التدفقflow path بشكل هيدروليكي عن بعضها البعض في الهيكل body، و قد يكون واحد علي الاقل من مساري التدفق flow paths قابلة لانسداد occludable. في تنظيمات محددة، ينشأ كل من مسارين تدفق two flow paths علي الاقل هبوط بالضغط مختلف different pressure drop في تدفق المائع fluid flowing عبرها. في تمثيلات محددة ، يشمل واحد علي الاقل من مسارات التدفق flow paths الحجرة chamber وفتحة opening واحدة علي الاقل في اتصال مع الحجرة chamber. قد تشمل التمثيلات الاخري اكثر من حجرة chamber و فتحة واحدة opening. علي سبيل المثال، قد يشمل مسار التدفق العديد من الحجرات chambers وعلي ان تكون كل من الحجرات chambers في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض. في التنظيمات، تشمل كل من مسارات التدفق flow paths المتعددة العديد من الحجرات chambers وكل من الحجرات قد يكون في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض. قد ينشأ كل من مسارات التدفق flow paths هبوط بالضغط مختلف different pressure drop عبرها. في التمثيلات المحددة، يكون لكل من مسار التدفق flow path النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي annulus لتجويف البئر wellbore والنهاية الثانية في اتصال مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular. ايضا في التنظيمات، قد يسد عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ عضو الانسداد واحد او اكثر من مسارات التدفق flow paths.

في المظاهر، يزود الكشف الحالي طريقة method لتحكم بتدفق المائع fluid flow ما بين ما بين تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular و العمود الحلقي annulus لبئر well. قد تشمل الطريقة method تكوين مسارين تدفق two flow paths علي الاقل في الهيكل body وكل من مسارين التدفق two flow paths ذو النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي annulus و النهاية الثانية في اتصال مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular وتكوين واحد علي الاقل من

مسارين تدفق two flow paths علي الاقل لك تستقبل عضو الانسداد occlusion member والعزل بشكل هيدروليكي لمسارين تدفق two flow paths علي الاقل عن بعضها البعض في الهيكل body. قد تشمل الطريقة method ايضا انسداد واحد علي الاقل من مسارين التدفق flow paths علي الاقل مع عضو الانسداد occlusion member. في التمثيلات، قد تشمل الطريقة method ايضا تركيب كل مسارين تدفق flow paths علي الاقل لكي ينشأ هبوط ضغط مختلف different pressure drop في تدفق المائع fluid flowing من خلالها. ايضا قد تشمل الطريقة method تركيب واحد علي الاقل من مسارين تدفق flow paths علي الاقل لكي تشمل حجرة chamber واحدة علي الاقل و فتحة opening واحدة علي الاقل متصلة مع الحجرة chamber. ايضا، قد تشمل الطريقة method تركيب واحد علي الاقل من مسارين تدفق flow paths علي الاقل لكي تشمل العديد من الحجرات chambers و علي ان تكون كل من الحجرات chambers في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض. لا زال ايضا، قد تشمل الطريقة method تركيب كل من مسارين تدفق flow paths علي الاقل لكي يشمل العديد من الحجرات chambers وعلي ان تكون كل من الحجرات chambers في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض وحيث ينشأ كل مسارين تدفق two flow paths علي الاقل هبوط ضغط مختلف different pressure drop عبره . ايضا قد تشمل الطريقة method تزويد كل من مسارين تدفق two flow paths علي الاقل مع النهاية الاولي في الاتصال مع العمود الحلقي annulus لتجويف البئر wellbore والنهاية الثانية في الاتصال مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular.

لا زال في المظاهر الاخري، يزود الكشف الحالي نظام system التحكم بتدفق المائع fluid flow في البئر well. قد يشمل النظام system تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular الموضوع بالبئر well، وتجويف البئر الانبوبي wellbore tubular ذو فتحة التدفق flow bore والعديد من اجهزة التحكم بالتدفق flow control devices الموضوعة علي طول تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular. قد يشمل كل من اجهزة التحكم بالتدفق flow control devices الهكيل body ذو العديد من مسارات التدفق flow paths المركبة لكي توصل المائع ما بين العمود الحلقي annulus لبئر well و فتحة التدفق flow bore، وكل من مسارات التدفق flow paths ذات النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي annulus لتجويف البئر wellbore والنهاية الثانية في اتصال مع فتحة التدفق flow

bore وعلي ان تعزل كل من مسارات التدفق بشكل هيدروليكي عن بعضها البعض ما بين نهاياتها الاولي الخاصة والنهايات الثانية وحيث يكون واحد علي الاقل من العديد من مسارات التدفق flow paths قابلة لاغلاق بشكل اختياري.

انه يجب ان يفهم بان امثلة السمات المهمة جدا لكشف تم تلخيصها بالاخص بشكل واسع بذلك الوصف المفصل الذي يلي يكون مفهوم بطريقة افضل و تلك المساهمات لطريقة قد تقدر . هناك بالطبع سمات اضافية لكشف ستوصف هنا بعد ذلك و التي ستكون موضوع عناصر الحماية المذيلة هنا بعد ذلك .

شرح مختصر للرسومات

ستقدر الفوائد و المظاهر الاخري لكشف بسهولة بواسطة اولئك الماهرون بالمجال كما تصبح هي نفسها مفهومة بطريقة افضل بالرجوع الي الوصف المفصل التالي عندما تؤخذ بالاعتبار اقترانها بالرسوم المرافقة التي فيها تعين الخصائص المرجعية المشابهة لنفس العوامل او المشابهة من خلال الاشكال المتعددة لرسوم و حيث :

الشكل رقم ١ عبارة عن منظر مرتفع تخطيطي لتجويف البئر متعددة المناطق multi-zonal wellbore النموذجية و تجميعة الانتاج production assembly التي تدمج نظام التحكم لتدفق الداخلي in-flow control system وفقا الي هذا التمثيل لكشف الحالي

الشكل رقم ٢ عبارة عن منظر مرتفع تخطيطي لتجميعة انتاج الفتحة المفتوحة open hole production assembly النموذجية التي تدمج نظام التحكم بالتدفق الداخلي in-flow control system مع هذا التمثيل لكشف الحالي

الشكل رقم ٣ عبارة عن منظر قطاعي مستعرض تخطيطي لجهاز التحكم بالانتاج production control device النموذجي المصنوع وفقا الي هذا التمثيل لكشف الحالي

الشكل رقم ٤ عبارة عن منظر تخطيطي لجهاز التحكم بالتدفق flow control system المصنوع وفقا الي هذا التمثيل لكشف الحالي

الشكل رقم ٥ عبارة عن منظر وظائفي لجهاز التحكم بالتدفق الغير ملفوف "unwrapped" flow control device المصنوع وفقا الي هذا التمثيل لكشف الحالي

الوصف التفصيلي

يختص الكشف الحالي باجهزة devices و طرق methods التحكم بتدفق المائع fluid flow في البئر well. يكون الكشف الحالي سريع التأثير بالتمثيلات الاشكال المختلفة. يعرض هناك بالرسوم، و سيوصف هنا بالتفصيل، والتمثيلات الخاصة لكشف الحالي مع فهم بان يؤخذ بالاعتبار الكشف الحالي تمثيل مباديء الكشف ولا يراد ان تحصر الكشف الذي يوضح ويوصف هنا.

بشكل اولي بالاشارة الي الشكل رقم ١، يعرض هناك تجويف بئر wellbore ١٠ نموذجية التي تم حفرها من خلال الارض ١٢ و في زوج من التكوينات pair of formations ١٤ ، ١٦ التي منها تطلب لكي تنتج الهيدروكربونات hydrocarbons. يسبب تجويف بئر wellbore ١٠ بالتغليف المعدني metal casing، وكما هو معروف بالطريقة، ويخترق عدد الثقوب perforations ١٨ و يمتد الي التكوينات formations ١٤ ، ١٦ حيث قد تتدفق موائع الانتاج production fluids من التكوينات formations ١٤ ، ١٦ الي تجويف بئر wellbore ١٠ . يكون لتجويف البئر wellbore ١٠ قائم leg ١٩ منحرف او افقي بشكل اساسي. يكون لتجويف بئر wellbore ١٠ تجميعة انتاج متأخرة المرحلة late-stage production assembly، وعموما المشار اليها عند ٢٠، و الموضوعة هنا بسلاسل العواميد tubing string ٢٢ التي تمتد نحو الاسفل من منبع البئر wellhead ٢٤ عند السطح ٢٦ لتجويف بئر wellbore ١٠. يعرف تجميعة الانتاج production assembly ٢٠ ثقب التدفق المحوري الداخلي internal axial flowbore ٢٨ بطولها . يعرف العمود الحلقي annulus ٣٠ ما بين تجميعة الانتاج production assembly ٢٠ وتغليف تجويف البئر wellbore casing. يكون لتجميعة الانتاج production assembly ٢٠ جزء ٣٢ منحرف ، افقي عموما الذي يمتد بطول القائم leg المنحرف ١٩ لتجويف بئر wellbore ١٠. توضع اجهزة الانتاج production assembly ٣٤ عند النقاط المختارة علي طول تجميعة الانتاج production assembly ٢٠. بشكل اختياري، تعرزل كل جهاز انتاج production device ٣٤ ضمن تجويف بئر wellbore ١٠ بزوج من اجهزة الحزام packer devices ٣٦. بالرغم من انه يعرض جهازين انتاج two production devices فقط ٣٤ بالشكل رقم ١، وقد يوجد في الحقيقة عدد كبير من اجهزة الانتاج هذه المرتبة باسلوب سلاسل serial fashion علي طول الجزء الافقي ٣٢.

يبرز كل جهاز انتاج production device ٣٤ جهاز التحكم بالانتاج production control device ٣٨ الذي يستخدم لكي يتحكم بمظهر واحد او اكثر لتدفق مائع fluids flow واحد او اكثر الي

تجميعة الانتاج ٢٠ production assembly. كما هو مستخدم هنا، يشمل مصطلح مائع او موائع سوائل، غازات ، هيدروكربونات hydrocarbons، موائع متعددة المراحل multi-phase fluids، مخاليط من اثنين او اكثر من الموائع، الماء، المحلول الملحي brine، الموائع الموجه engineered fluids مثل طين الحفر drilling mud، الموائع المحقونة injected fluids من السطح مثل الماء، والموائع المكونة طبيعيا مثل النفط و الغاز. بشكل اضافي، يجب ان تيشيد المراجع الي الماء لكي تشمل ايضا الموائع المعتمدة بصفة اساسية علي الماء water- based fluids مثل المحلول الملحي brine او الماء الملحي salt water. وفقا الي تمثيلات الكشف الحالي، قد يكون لجهاز التحكم بالانتاج production control device ٣٨ عدد من التشييدات البديلة التي تضمن العملية الاختيارية و تدفق المائع fluid flow المتحكم به من خلالها .

يوضح الشكل رقم ٢ ترتيب تجويف البئر لثقب المفتوح open hole wellbore arrangement النموذجي ١١ حيث قد تستخدم اجهزة انتاج production devices الكشف الحالي . يكون تشييد و تشغيل تجويف البئر لثقب المفتوح open hole wellbore ١١ مشابه في معظم النواحي الي تجويف بئر wellbore ١٠ الموصوفة سابقا. علي اية حال، يكون لترتيب تجويف بئر wellbore ١١ ثقب عميق مفتوح uncased borehole الذي يفتح بشكل مباشر الي التكوينات formations ١٤ ، ١٦.

لذلك تتدفق موائع الانتاج Production fluids بشكل مباشر من التكوينات formations ١٤ ، ١٦ و الي العمود الحلقي annulus ٣٠ الذي يعرف ما بين تجميعة الانتاج production assembly ٢١ و جدار تجويف بئر wellbore ١١ . لا يوجد ثقوب perforations وقد تستخدم بطانات تقوية ثقب مفتوحة open hole packers ٣٦ لكي تعزل اجهزة التحكم بالانتاج production control devices ٣٨. تكون طبيعة جهاز التحكم بالانتاج بحيث يوجه تدفق المائع fluid flow من التكوين formation ١٦ بشكل مباشر الي جهاز الانتاج production control device ٣٤ الاقرب، ومن ثم تؤدي الي تدفق متوازن balanced flow. في بعض الامثلة، قد تحذف بطانات تقوية packers من اتمام الثقب المفتوح open hole completion.

بالاشارة الي الشكل رقم ٣، يعرض هناك هذا التمثيل لجهاز التحكم بالانتاج production control device ١٠٠ لتحكم بتدفق الموائع fluids flow من المخزون reservoir الي سلسلة عمود الانتاج production string او التدفق الداخلي "in-flow" و / او تحكم بالتدفق flow control من سلسلة

عمود الانتاج production string الي المخزون reservoir، و التدفق الي الخارج "out-flow". قد يكون التحكم بالتدفق flow control هذا عبارة عن وظيفة لخاصية characteristics او باراميتر parameters واحد او اكثر لمائع التكوين formation fluid، شاملة محتوي الماء و سرعة المائع fluid velocity ومحتوي الغاز، الخ. علاوة علي ذلك، يمكن ان توزع اجهزة التحكم control devices ١٠٠ علي طول قطاع بئر الانتاج production well لكي تزود التحكم بالمائع fluid control عند اماكن محددة متعددة. تناقش اجهزة التحكم بالانتاج production control devices النموذجية هنا تحت.

في هذا التمثيل، يشمل جهاز التحكم بالانتاج production control device ١٠٠ جهاز التحكم الجزيئي ١١٠ لتقليل كمية و حجم الجزيئيات الداخلة في الموائع و جهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ الذي يتحكم بمعدل التصريف الكلي من التكوين. يمكن ان يشمل جهاز التحكم الجزيئي particulate control device ١١٠ الاجهزة المعروفة مثل غرابيل الرمل sand screens و حشو الحصي المصاحب gravel packs.

في هذه التمثيلات ، يستعمل جهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ العديد من مسارات او قنوات التدفق flow paths or channels لكي تنشاء الهبوط بالضغط pressure drop المحدد مسبقا الذي يساعد بالتحكم بمعدل التدفق flow rate و/ او معدل التدفق لخارج out-flow rate. قد يغلق واحد او اكثر من مسارات التدفق flow paths هذه لكي يزود هبوط الضغط pressure drop المخصص. ينشأ جهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ النموذجي هبوط بالضغط pressure drop لتحكم بتدفق flow control بقنوات تدفق المائع flowing fluid channels من خلال قناة conduit ١٢٢ واحدة او اكثر. قد تركب كل قناة conduit لكي تزود مسار تدفق flow path مستقل ما بين فتحة التدفق flow bore ١٠٢ لانبوبة tubular ٢٢ وحيز العمود الحلقي annular space او العمود الحلقي annulus ٣٠ فاصلة الجهاز device ١٢٠ من التكوين formation. بشكل اضافي ، قد تعزل بعض او جميع هذه القنوات conduits ١٢٢ بشكل هيدروليكي اساسي من بعضها البعض . لذلك ، قد تعتبر التدفق عبر القنوات conduits ١٢٢ متوازية بدلا من في سلاسل . هكذا و بالتالي قد يمنع التدفق عبر هذه القناة conduit ١٢٢ بشكل جزئي او كلي بدون ان تؤثر بشكل اساسي علي التدفق عبر القناة conduit الاخري . انه يجب ان يفهم بانه يستخدم المصطلح

متوازي بالمعني الوظائفي بدلا من ان يقترح التركيب الخاص particular structure او التركيبة الطبيعية physical configuration.

بالاشارة الان الي الشكل رقم ٤، يعرض هناك التفاصيل الاخري لجهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ الذي ينشأ هبوط بالضغط pressure drop بتوصيل المائع المتدفق لداخل in-flowing fluid من خلال القناة conduit ١٢٢ واحدة او اكثر لعديد من القنوات conduits ١٢٢. قد يتكون كل قناة conduit ١٢٢ بطول الجدار لانبوبة القاعدية base tubular او المغزلية mandrel ١٣٠ وتشمل سمات التركيب المركبة لكي تتحكم بالتدفق control flow في الاسلوب المحدد مسبقا. بينما لا يطلب، قد تصطف القنوات conduits ١٢٢ بالاسلوب المتوازي parallel fashion و بشكل طولي علي طول المحور المغزل mandrel ١٣٠. قد يكون لكل قناة conduit ١٢٢ نهاية واحدة ١٣٢ في اتصال مائع fluid communication مع ثقب التدفق الانبوبي tubular flow bore لتجويف البئر wellbore ١٠٢ (الشكل رقم ٣) و النهاية الثانية ١٣٤ التي تكون في اتصال مائع fluid communication مع حيز العمود الحلقيannular space او العمود الحلقي annulus ٣٠ (الشكل رقم ٣) فاصلة جهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ والتكوين formation. عموما، تفصل كل قناة conduit ١٢٢ عن بعضها البعض، علي الاقل في منطقة ما بين نهاياتها الخاصة ١٣٢، ١٣٤. يرفق بمكان الاحتواء الخارجي outer housing ١٣٦ المعروض بالخطوط المختفية بالمغزل mandrel ١٣٠ بحيث تكون القنوات conduits ١٢٢ عبارة عن مسارات paths فقط لتدفق المائع fluid flow عبر المغزل mandrel ١٣٠. في التمثيلات، علي طول المغزل mandrel ١٣٠، يزود اثنين علي الاقل من القنوات conduits ١٢٢ مسارات التدفق flow paths المستقلة ما بين العمود الحلقي annulus و فتحة التدفق الانبوبية tubular flow bore ١٠٢ (الشكل رقم ٣). قد يركب واحد او اكثر من القنوات conduits ١٢٢ لكي تستقبل عضو الانسداد occlusion member الذي اما يعيق بشكل جزئي او كامل التدفق عبر تلك القناة conduit ١٢٢ . في هذا التنظيم، قد يكون عضو الانسداد occlusion member عبارة عن سدادة plug ١٣٨ التي تستقبل عند النهاية الثانية ١٣٤. علي سبيل المثال، قد تسنن السدادة plug ١٣٨ او تثبت بشكل كيميائي بالنهاية الاولي ١٣٢. في التمثيلات الاخري، قد يثبت عضو الاغلاق closure element بالنهاية الثانية ١٣٤. لا زال في

التمثيلات الاخري ، قد يوضع عضو الاغلاق closure element باي مكان بطول القناة conduit ١٢٢.

في التمثيلات، قد ترتب القنوات conduits ١٢٢ كمتاهة labyrinth التي تكون مسار تدفق flow path ملتوي tortuous او دائري circuitous لمائع المتدفق fluid flowing من خلال جهاز التحكم بالتدفق the flow control device ١٢٠. في هذا التمثيل، قد تشمل القنوات conduits ١٢٢ سلاسل من الحجرات chambers ١٤٢ التي ترتبط بالفتحات openings ١٤٤. اثناء هذا الاستخدام النموذجي، قد يتدفق المائع بشكل اولي الي القناة conduit ١٢٢ ويستقبل في الحجرة chamber ١٤٢. من ثم يتدفق المائع من خلال الفتحة opening ١٤٤ و الي الحجرة chamber ١٤٢ الاخري . قد ينشأ التدفق من خلال الفتحة opening ١٤٤ هبوط بالضغط pressure drop اكبر من التدفق عبر الحجرة chamber ١٤٢. قد تتكون الفتحات openings ١٤٤ كفوهات orifices، شقوق slots لاي سمات اخري التي تزود اتصال المائع fluid communication ما بين الحجرات chambers ١٤٤. تدفق المائع علي طول مسار التدفق شبه متاهة labyrinth-like flow path هذا حتي يخرج المائع عن طريق اما النهاية ١٣٢ او النهاية ١٣٤ .

لسهولة التوضيح ، بشكل وظائفي يعرض الشكل رقم ٥ مسارات تدفق المائع fluid flow paths لاربعة قنوات conduits ١٢٢أ، ١٢٢ب، ١٢٢ج و١٢٢د توضيحية لجهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠. لسهولة التوضيح، يعرض جهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ بخطوط شبحية phantom lines وغير ملتفة "unwrapped" لكي تصور بطريقة افضل القنوات conduits ١٢٢أ- د. و يزود كل من هذه قنوات conduits ١٢٢أ ، ١٢٢ب ، ١٢٢ج و ١٢٢د مسار تدفق flow path منفصل ومستقل ما بين العمود الحلقي annulus ٣٠ (الشكل رقم ٣) او التكوين formation وفتحة تدفق انبوبية tubular flow bore ١٠٢. ايضا في التمثيل المعروض، يزود كل من قنوات conduits ١٢٢أ ، ١٢٢ب ، ١٢٢ج و ١٢٢د هبوط ضغط مختلف different pressure drop لتدفق المائع flowing fluid. تشييد القناة conduit ١٢٢أ لكي تزود كمية علي الاقل لمقاومة تدفق المائع fluid flow و هكذا وبالتالي تزود هبوط ضغط pressure drop صغير نسبيا. تشييد القناة conduit ١٢٢د لكي تزود مقاومة اكبر لتدفق المائع fluid flow وهكذا وبالتالي تزود هبوط ضغط pressure drop كبير نسبيا. تزود القنوات conduits ١٢٢ب-ج هبوط ضغط pressure

drop في مدي ما بين تلك المزودة بالقنوات conduits ١٢٢أ- د . انه يجب ان يفهم علي اية حال، بانه في التمثيلات الاخري، قد يزود اثنين او اكثر من القنوات conduits نفس هبوط الضغط pressure drop او الذي يزود الي جميع القنوات conduits نفس هبوط الضغط pressure drop.

بالاشارة الان الي الاشكال رقمي ٤ و ٥ كما هو ملاحظ سابقا، قد يوضع عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ علي طول واحد او اكثر من القنوات conduits ١٢٢أ- د لكي تمنع تدفق المائع fluid flow. في بعض التمثيلات، قد يوضع عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ عند الطرف ١٣٢ كما هو معروض. علي سبيل المثال، قد يسنن عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ السدادة plug او عامل مشابه اخر. في التمثيلات الاخري، ايضا قد يوضع عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ عند الطرف ١٣٤. لا زال في التمثيلات الاخري، قد يكون عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ عبارة عن المادة material التي تمليء الحجرات chambers او الفتحات openings علي طول القنوات conduits ١٢٢أ- د . قد تركب عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ اما بشكل جزئي او بشكل كامل تمنع التدفق في القنوات conduits ١٢٢أ- د . هكذا وبالتالي، قد يضبط تدفق المائع fluid flow عبر جهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ بالانسداد الاختياري لواحد او اكثر لقنوات conduits ١٢٢. بالطبع يتنوع عدد التقلبات لهبوط الضغط pressure drop المتاح مع عدد من القنوات conduits ١٢٢. هكذا وبالتالي في التمثيلات، قد يزود جهاز التحكم بالتدفق flow control device ١٢٠ هبوط الضغط pressure drop المصاحب لتدفق عبر هذه القناة conduit او هبوط الضغط المركب composite pressure drop المصاحب مع التدفق عبر قناتين او اكثر conduits.

هكذا و بالتالي في التمثيلات، قد يشييد جهاز التحكم بالتدفق flow control device لكي يضبط او يركب في المجال لكي يزود هبوط الضغط pressure drop الاختياري. علي سبيل المثال ستزيد ترك القنوات conduits ١٢٢أ- د الغير معرقلة عدد قنوات التدفق flow conduits و يزود هبوط ضغط pressure drop منخفض. لكي تزيد هبوط الضغط pressure drop، قد يركب عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ في القناة conduit ١٢٢ لكي تمنع تدفق المائع fluid flow. هكذا وبالتالي في التنظيمات، قد يستخدم الانسداد بشكل اختياري لقنوات conduits ١٢٢ باستخدام عضو الانسداد occlusion member ١٣٨ لكي يتحكم بتفاضل الضغط المنشاء بجهاز التحكم بالتدفق

flow control device. لذلك انه يجب ان يقدر بانه يمكن ان يركب جهاز التحكم بالتدفق flow control device او يعاد تركيبه عند موضع جيد لكي يزود تفاضل بالضغط و الضغط الرجعي back pressure لكي ينجز خصائص التدفق و التصريف flow and drainage characteristics المطلوبة لمخزون reservoir المذكور و / او خصائص تدفق الحقن المطلوب injection flow characteristics.

بشكل اضافي ، في التمثيلات ، بعض او جميع اسطح القنوات conduits ١٢٢ قد تشييد لكي يكون لها مقاومة احتكاك خاصة specified frictional resistance لتدفق . في بعض التمثيلات قد يزيد الاحتكاك friction باستخدام القوامات textures، و الاسطح الخشنة roughened surfaces او سمات سطحية اخري . بشكل متبادل ، قد يقلل الاحتكاك friction باستخدام الاسطح الملمعة او المصقولة. في التمثيلات قد تغطي الاسطح بالمادة material التي تزيد او تقلل الاحتكاك السطحي surface friction. علاوة علي ذلك، قد تركب التغطية coating لكي تغير الاحتكاك friction معتمدة بصفة اساسية علي طبيعية مادة التدفق flowing material (مثل الماء او النفط) . علي سبيل المثال قد يغطي السطح بالمادة المحبة لماء hydrophilic material التي تمتص الماء لكي تزيد مقاومة الاحتكاك frictional resistance لتدفق الماء water flow و / او المادة الكارهة لماء hydrophobic material التي تقاوم الماء لكي تقلل مقاومة الاحتكاك frictional resistance لتدفق الماء water flow.

بالاشارة عموما الي الاشكال ارقام ١ – ٥ ، في نمط واحد لانتشار ، قد تتميز المخزونات reservoirs ١٤ و ١٦ عن طريق الاختبار المناسب لكي تقدر نموذج او نماذج التصريف drainage pattern or patterns المطلوبة. قد يتحصل علي النماذج المطلوبة بالضبط المناسب باجهزة التحكم بالتدفق flow control devices ١٤٠ لكي تنشاء هبوط بالضغط الخاص specified pressure drop. قد يكون هبوط الضغط pressure drop مشابه او مختلف لكل من اجهزة التحكم بالتدفق flow control devices ١٤٠ الموضوعة علي طول الانبوبة tubular ٢٢. قبل ادخال الي تجويف البئر wellbore ١٠، قد تستخدم معلومات تقييم التكوين مثل ضغط التكوين formation pressure، درجة الحرارة، تركيب المائع، هندسة تجويف البئر wellbore geometry وما شابه لكي تقدر هبوط الضغط pressure drop المطلوب لكل جهاز تحكم بالتدفق flow control device ١٤٠. بعد ذلك ، قد تسد

القنوات conduits ١٢٢ لكل جهاز تحكم بالتدفق flow control device ١٤٠ عند الضرورة للحصول علي هبوط الضغط pressure drop المطلوب. هكذا وبالتالي علي سبيل المثال، بالاشارة الان الي الشكل رقم ٥، لجهاز التحكم بالتدفق flow control device الاول، قد يسد فقط القناة conduit ١٢٢أ ، لجهاز تحكم بالتدفق flow control device ١٤٠ الثانية ، قد تسد فقط القنوات conduits ١٢٢ب و١٢٢ج، ولجهاز تحكم بالتدفق flow control device ١٤٠ الثالث، قد لا يسد القنوات conduits ١٢٢أ- د، الخ. عند تركيبها لكي تزود هبوط الضغط pressure drop المطلوب، قد يوصل تجويف البئر ٢٢ الانبوبي wellbore tubular سوية مع اجهزة التحكم بالتدفق الداخلي inflow control devices ١٤٠ اليه و تركب بالبئر well.

اثناء هذا النمط لعملية التشغيل، يتدفق المائع من التكوين formation من خلال جهاز التحكم الجزيئي ١١٠ ومن ثم الي جهاز تحكم بالتدفق flow control device ١٤٠. كما يتدفق المائع من خلال القنوات conduits ١٢٢، و ينشأ هبوط الضغط pressure drop الذي يؤدي الي تقليل سرعة التدفق لمائع . في النمط الاخر لعملية التشغيل، يضخ المائع من خلال تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular ٢٢ و عبر جهاز تحكم بالتدفق flow control device ١٤٠. كما يتدفق المائع من خلال القنوات conduits ١٢٢ و ينشأ هبوط الضغط pressure drop الذي يؤدي الي تقليل سرعة التدفق flow velocity لمائع المتدفق من خلال جهاز التحكم الجزيئي particulate control device ١١٠ و الي العمود الحلقي annulus ٣٠ (الشكل رقم ٣).

انه يجب ان يفهم بان الاشكال ارقام ١ و٢ تريد ان تكون توضيحية فقط لانظمة الانتاج production systems التي فيها قد تستعمل تعليمات الكشف الحالي. علي سبيل المثال، في انظمة الانتاج production systems المحددة، قد يستعمل تجاويف البئر wellbores ١٠، ١١ فقط التغليف او البطانة لكي توصل موائع الانتاج production fluids الي السطح. قد تستعمل تعليمات الكشف الحالي لكي تتحكم بالتدفق الي تلك و تجاويف البئر الانبوبية wellbore tubulars.

انه يجب ان يقدر ايضا بان قد تشمل القنوات conduits ايضا وسط منفذ permeable medium. قد يتحكم بنفاذية القناة conduit بالاختيار المناسب لتركيب لوسط النفاذية permeable medium. المذكور عموما ، تحدد كمية مساحة السطح علي طول القناة conduit، مساحة التدفق القطاعي المستعرض cross-sectional flow area لقناة conduit، تعرج القناة tortuosity of conduit فيما بين

عوامل اخري، نفاذية القناة conduit. في هذا التمثيل ، قد يتكون الوسط المنفذ permeable medium باستخدام العوامل التي تغلف القناة conduit. قد تكون العوامل عبارة عن عوامل حبيبية granular elements مثل حاملات كروية مغلفة packed ball bearings، كريات beads او حبات كروية pellets وعوامل ليفية fiberous elements مثل الصوف الصخري "steel wool" او اي عامل اخر الذي يكون الانواع الفراغية interstetial spaces التي من خلالها قد يتدفق المائع. ايضا قد تكون العوامل عباة عن انابيب شعرية capillary tubes مرتبة لكي تسمح بتدفق عبر القناة conduit. في التمثيلات الاخري، قد يشمل الوسط القابل لنفاذية permeable medium هيكل واحد او اكثر bodies الذي فيه قد تتكون المسام pores. علي سبيل المثال قد يكون الهيكل body عبارة عن جسم شبه اسفنجي sponge-like object او مجموعة متراصة من العوامل من نوع المرشح stack of filter-type elements التي تثقب . انه سيقدر بانه قد ينتج الاختيار المناسب لابعاد الاجسام مثل الكريات beads، العدد و شكل و حجم المسام pores او الثقوب perforations، و قطر و عدد الانابيب الشعرية capillary tubes، الخ الي النفاذية permeability المطلوبة لهبوط الضغط pressure drop المختار. هكذا و بالتالي قد تستخدم هذه العوامل بدلا من او بالاضافة الي الحجرات chambers الموصوفة سابقا.

انه يجب ان يقدر بانه ما تم وصفه يشمل جزئيا، جهاز التحكم control device بتدفق المائع fluid flow ما بين تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular والتكوين formation. قد يشمل الجهاز apparatus على هيكل body به اثنين او اكثر من مسارات التدفق flow paths لتوصيل المائع. قد تعزل مسارات التدفق flow paths بشكل هيدروليكي عن بعضها البعض في الهيكل body، و قد يكون واحد علي الاقل من مسارات التدفق flow paths قابل لانسداد . في بعض التنظيمات ، ينشأ كل من مسارات التدفق flow paths هبوط ضغط مختلف different pressure drop في المائع المتدفق fluid flowing عبره. في تمثيلات محددة، يشمل واحد علي الاقل من مسارات التدفق flow paths حجرة chamber وفتحة opening واحدة علي الاقل متصلة مع الحجرة chamber. قد تشمل التمثيلات الاخري اكثر من حجرة chamber وفتحة opening. علي سبيل المثال قد يشمل مسار التدفق flow path العديد من الحجرات chambers وعلي ان تكون كل من الحجرات chambers في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض. في التنظيمات، يشمل كل من مسارات

التدفق flow paths المتعددة العديد من الحجرات chambers و كل من الحجرات chambers تكون في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض. قد ينشأ كل من مسارات التدفق flow paths هبوط بالضغط مختلف different pressure drop من خلاله. في التمثيلات المحددة، يكون لكل من مسارات التدفق flow paths النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي لتجويف البئر والنهاية الثانية في اتصال مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular. ايضا في التنظيمات، قد يسد عضو الانسداد occlusion member واحد او اكثر من مسارات التدفق flow paths.

انه يجب ان يقدر بان ما تم وصف يشمل جزئيا ، طريقة method التحكم بتدفق المائع ما بين تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular و العمود الحلقي annulus لبئر well. قد تمل الطريقة method تكوين مسارين تدفق flow paths علي الاقل في الهيكل body، و كل من مسارين التدفق flow paths ذو النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي annulus و النهاية الثانية في اتصال فتحة bore تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular، و مكونة واحد علي الاقل من مسارين التدفق علي الاقل لكي تستقبل عضو الانسداد occlusion membe وتعزل بشكل هيدروليكي مسارين تدفق two flow paths علي الاقل من بعضهم البعض في الهيكل body. قد تشمل الطريقة method ايضا انسداد واحد علي الاقل من مسارين التدفق flow paths مع عضو الانسداد occlusion member. في التمثيلات، قد تشمل الطريقة method ايضا تركيب كل من مسارات التدفق flow paths لكي ينشأ هبوط ضغط مختلف different pressure drop في المائع المتدفق fluid flowing من خلاله. ايضا، قد تشمل الطريقة method تركيب واحد علي الاقل لمسارات التدفق flow paths لكي تشمل الحجرة chamber وفتحة opening واحدة علي الاقل موصلة مع الحجرة chamber. ايضا، قد تشمل الطريقة method تركيب واحد علي الاقل من مسارات التدفق flow paths لكي تشمل العديد من الحجرات chambers، وعلي ان تكون كل من الحجرات chambers في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض. لا زال ايضا، قد تشمل التركيبة كل من مسارين تدفق two flow paths علي الاقل لكي تشمل العديد من الحجرات chambers، و علي ان تكون كل من الحجرات chambers في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض، و حيث ينشأ كل من مسارين تدفق flow paths علي الاقل هبوط ضغط مختلف different pressure drop من خلاله.

ايضا، قد تشمل الطريقة method تزويد كل من مسارين تدفق two flow paths علي الاقل مع النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي annulus لتجويف البئر wellbore والنهاية الثانية في اتصال مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular.

انه يجب ان يقدر ما تم وصفه يشمل ، جزئيا نظام system التحكم بالتدفق المائع control fluid flow بالبئر well. قد يشمل النظام system تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular الموضوع بالبئر well، و تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular ذو فتحة التدفق flow bore و العديد من اجهزة التحكم بالتدفق flow control devices قد تشمل الهيكل body ذو العديد من مسارات التدفق flow paths المركبة لكي توصل المائع ما بين العمود الحلقي annulus لبئر well و فتحة التدفق flow bore، و كل من مسارات التدفق flow paths ذات النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي annulus لتجويف البئر wellbore والنهاية الثانية في اتصال مع فتحة التدفق flow bore وعلي ان يعزل كل من مسارات التدفق بشكل هيدروليكي عن بعضها البعض ما بين نهاياتها الاولي الخاصة و نهايات الثانية و حيث يكون العديد من مسارات التدفق flow paths قابلة لغلق بشكل اختياري .

من اجل التوضيح و الايجاز، تحذف الوصف لمعظم الارتباطات المسننة ما بين العوامل الانبوبية tubular elements، ومانعات التسرب المرنة elastomeric seals مثل حلقات علي شكل حرف O o-rings والتقنيات الاخري المفهومة جيدا في الوصف السابق. ايضا تستخدم المصطلحات مثل الصمام "valve" بمعنيها العريض و لا تحصر باي نوع خاص او تركيبة . يوجه الوصف سابق الذكر الي التمثيلات الخاصة لكشف الحالي بغرض التوضيح و الشرح . انه سيظهر علي اية حال الي ذلك الماهر بالمجال انه يعني الكثير .

تكون تعديلات و تغيرات التمثيلات الموضوعة مسبقا محتملة بدون مغادرة مجال الكشف.

عناصر الحماية

١ ١ – جهاز التحكم بتدفق ما apparatus for controlling a flow بين تجويف البئر الانبوبية
٢ wellbore tubular و التكوين formation متضمن على :
٣ – هيكل body ذات مساري تدفق two flow paths علي الاقل مركبة لكي توصل المائع fluid
٤ ومساري تدفق علي الاقل two flow paths علي ان تعزل بشكل هيدروليكي hydraulically
٥ isolated عن بعضها البعض في الهيكل body ، وحيث على الأقل واحد من مساري التدفق two
٦ flow paths على الأقل يُضبط لكي يكون قابل لانسداد بشكل اختياري selectively occludable،
٧ وحيث يشتمل واحد علي الاقل من مساري التدفق two flow paths علي الاقل تعدد من الحجرات
٨ plurality of chambers، تكون كل من الحجرات chambers في اتصال مائع fluid
٩ communication مع بعضها البعض.

١ ٢ – الجهاز apparatus طبقا الي عنصر الحماية رقم ١ ، حيث يركب كل مسارين تدفق two flow
٢ paths علي الاقل لكي تنشأ generate هبوط بالضغط مختلف different pressure drop في تدفق
٣ المائع fluid flowing عبرها.

١ ٣ – الجهاز apparatus طبقا الي عنصر الحماية رقم ١ ، حيث يشمل كل من المسارين التدفق
٢ two flow paths علي الاقل حجرة chamber واحدة علي الاقل و فتحة opening واحدة علي الاقل
٣ متصلة communicating مع حجرة واحدة علي الاقل chamber .

١ ٤ – الجهاز apparatus طبقا الي عنصر الحماية رقم ١ ، حيث يشمل كل من مساري التدفق two
٢ flow paths علي الاقل العديد من الحجرات plurality of chambers، وحيث كل من مساري
٣ التدفق two flow paths على الأقل ينشئ generate هبوط بالضغط مختلف different pressure
٤ drop عبرها.

١ ٥ – الجهاز apparatus طبقا الي عنصر الحماية رقم ١ ، حيث يكون لكل من مسارين تدفق two
٢ flow paths علي الاقل النهاية الاولي first end في اتصال communication مع العمود الحلقي

لتجويف البئر annulus of the wellbore والنهاية الثانية second end في اتصال communication مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular.

٦ – الجهاز apparatus طبقا الي عنصر الحماية رقم ١ ، متضمنة ايضا عضو انسداد occlusion member المركب لكي يسد occlude واحد علي الاقل من مسارين التدفق علي الاقل two flow paths.

٧ – طريقة التحكم method for controlling بتدفق المائع flow of a fluid ما بين تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular والعمود الحلقي لبئر annulus of the well ، متضمنة :-

– تكوين forming مسارين تدفق two flow paths علي الاقل في الهيكل body و كل من مساري التدفق flow paths ذات النهاية الاولي first end في اتصال communication مع العمود الحلقي annulus و النهاية الثانية second end في اتصال communication مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular.

– تكوين forming واحد علي الاقل من مسارين تدفق two flow paths علي الاقل لك تستقبل عضو انسداد occlusion member.

ضبط configuring واحد على الأقل من مساري التدفق two flow paths ليشتمل على تعدد من الحجرات plurality of chambers، كل من الحجرات chambers تكون في اتصال مائع fluid communication مع بعضها البعض؛ و

– العزل بشكل هيدروليكي hydraulically isolating لمساري التدفق two flow paths علي الاقل عن بعضها البعض في الهيكل body.

٨ – الطريقة method طبقا الي عنصر الحماية رقم ٧ ، متضمنة ايضا انسداد occluding واحد علي الاقل من مساري التدفق two flow paths علي الاقل مع عضو الانسداد occlusion member.

١ ٩ – الطريقة method طبقا الي عنصر الحماية رقم ٧ ، متضمنة ايضا تركيب configuring كل
٢ مسارين تدفق two flow paths علي الاقل لكي ينشأ generate هبوط ضغط مختلف different
٣ pressure drop في تدفق المائع fluid flowing من خلالها .
١ ١٠ – الطريقة method طبقا الي عنصر الحماية رقم ٧ ، متضمنة ايضا تركيب configuring
٢ واحد علي الاقل من مسارين تدفق two flow paths علي الاقل لكي تشمل حجرة one chamber
٣ واحدة علي الاقل و فتحة opening واحدة علي الاقل متصلة communicating مع حجرة
٤ chamber واحدة علي الاقل.
١ ١١ – الطريقة method طبقا الي عنصر الحماية رقم ٧ ، حيث كل من مساري التدفق flow paths
٢ على الأقل يشمل العديد من الحجرات plurality of chambers، وحيث كل من مساري التدفق two
٣ flow paths على الأقل ينشئ generate هبوط بالضغط مختلف different pressure drop عبرها.
١ ١٢ – الطريقة method طبقا الي عنصر الحماية رقم ٧ ، متضمنة ايضا تزويد providing كل
٢ من مسارين تدفق two flow paths علي الاقل مع النهاية الاولي first end في الاتصال
٣ communication مع العمود الحلقي annulus لتجويف البئر wellbore و النهاية الثانية second
٤ end في الاتصال communication مع فتحة bore تجويف البئر الانبوبية wellbore tubular.
١ ١٣ – نظام system للتحكم controlling بتدفق المائع flow of fluid في البئر well، متضمنة
٢ :–

٣ – تجويف البئر الانبوبي wellbore tubular الموضوع بالبئر well ، و تجويف البئر الانبوبي
٤ wellbore tubular ذات فتحة التدفق flow bore؛

٥ – العديد plurality من اجهزة التحكم بالتدفق flow control devices الموضوعة علي طول تجويف
٦ البئر الانبوبي wellbore tubular، و كل من اجهزة التحكم flow control devices بالتدفق شاملة :

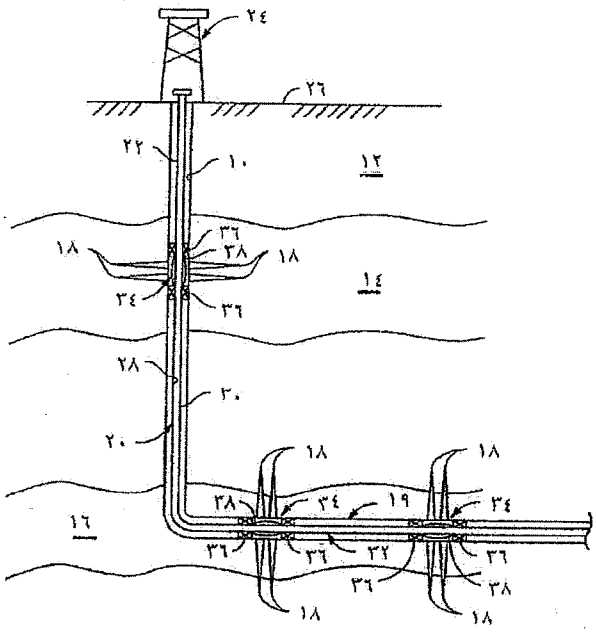
٧ – هكيل body ذات العديد plurality من مسارات التدفق flow paths المركبة لكي توصل
٨ convey المائع fluid ما بين العمود الحلقي لبئر و فتحة التدفق ، و كل من مسارات التدفق ذات
٩ النهاية الاولي في اتصال مع العمود الحلقي annulus لتجويف البئر wellbore و النهاية الثانية
١٠ second end في اتصال communication مع فتحة التدفق flow bore و علي ان تعزل كل من
١١ مسارات التدفق بشكل هيدروليكي hydraulically isolated عن بعضها البعض ما بين نهاياتها
١٢ الاولي first ends الخاصة و النهايات الثانية second ends ، حيث كل من مساري التدفق flow
١٣ paths على الأقل يشمل العديد من الحجرات plurality of chambers، وتكون كل من الحجرات في
١٤ اتصال مائع مع بعضها البعض، وحيث كل من مساري التدفق two flow paths على الأقل
١٥ ينشئ generate هبوط بالضغط مختلف different pressure drop عبرها وحيث يكون واحد علي
١٦ الاقل من العديد من مسارات التدفق flow paths قابلة للإغلاق بشكل اختياري selectively
١٧ closable.

١ ١٤ – النظام system طبقا الي عنصر الحماية رقم ١٣ ، حيث يركب configured كل من العديد
٢ من مسارات التدفق flow paths لكي ينشأ generate هبوط الضغط المختلف different pressure
٣ drop في تدفق المائع fluid flowing عبرها.

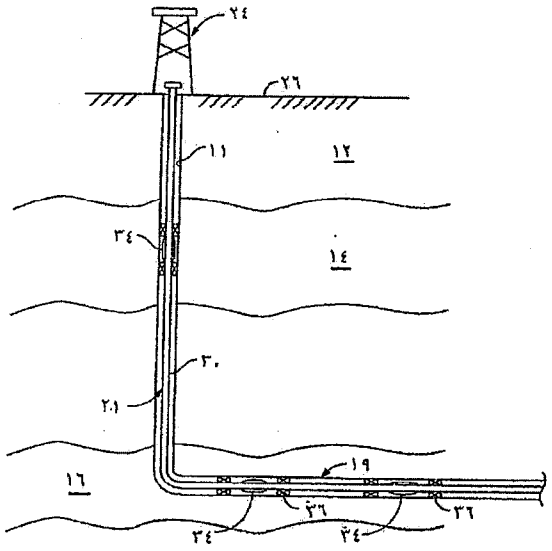
١ ١٥ – النظام system طبقا الي عنصر الحماية رقم ١٣ ، متضمنة ايضا عضو الانسداد
٢ occlusion member مركب configured لكي يغلق close واحد علي الاقل من العديد من
٣ مسارات التدفق flow paths.

١ ١٦ – الجهاز apparatus طبقا الي عنصر الحماية رقم ١٣ ، حيث يركب configured كل
٢ مسارين تدفق two flow paths علي الاقل لكي ينشأ generate هبوط الضغط مختلف different
٣ pressure drop في تدفق المائع fluid flowing خلاله .

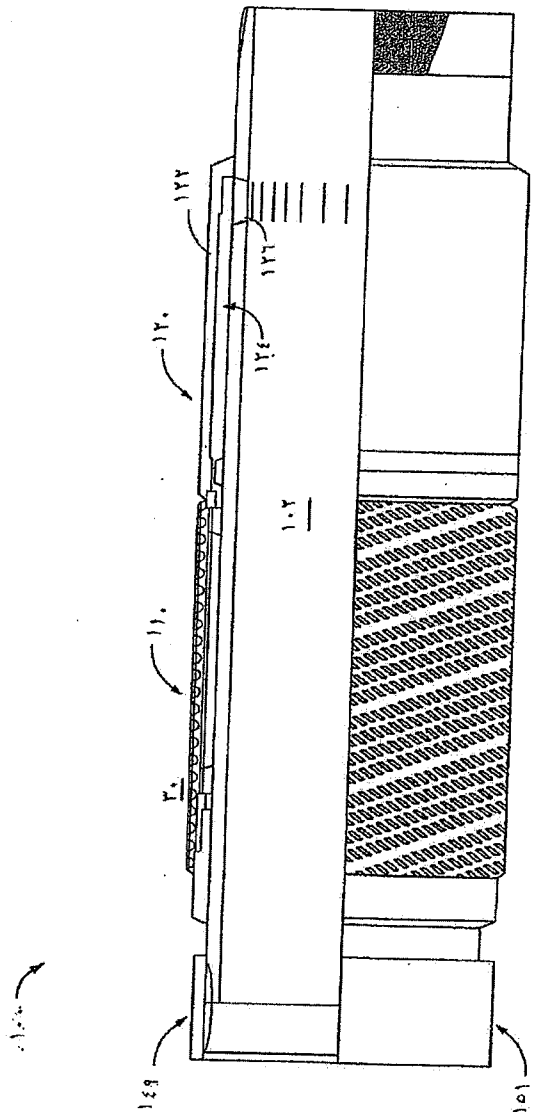
١ ١٧ – الجهاز apparatus طبقا الي عنصر الحماية رقم ١٣ ، حيث يشمل واحد علي الاقل من
٢ مسارين تدفق two flow paths علي الاقل حجرة واحدة one chamber علي الاقل و فتحة opening
٣ واحدة علي الاقل موصلة communicating مع حجرة chamber واحدة علي الاقل.


٢٤
٢٦
٢٢
١٠
١٢
١٨
٣٦
٣٨
١٨
١٤
٣٤
٣٦
٢٨
٣٠
٢٠
١٨
١٨
٣٨
٣٤
١٩
٣٤
١٦
٣٦
٣٦
٣٢
٣٦
٣٦
٣٨
١٨
١٨

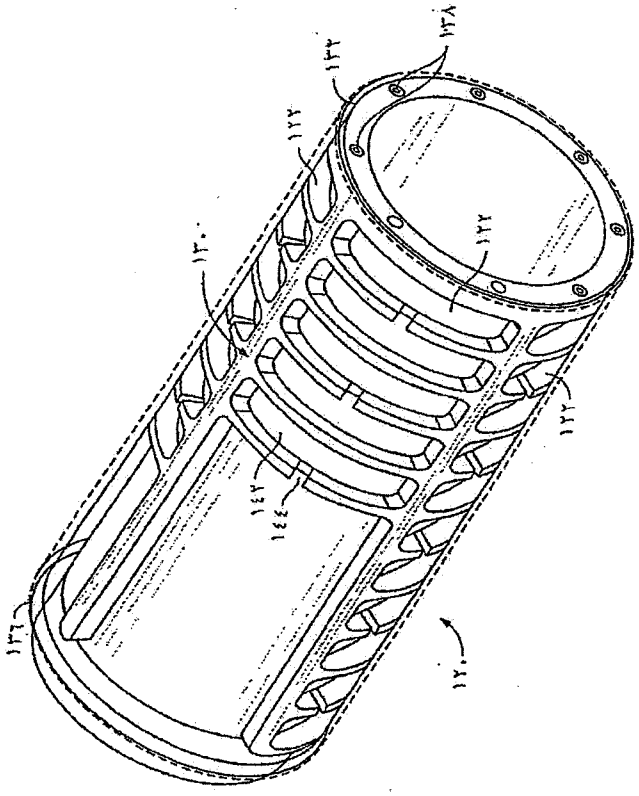
شكل ١



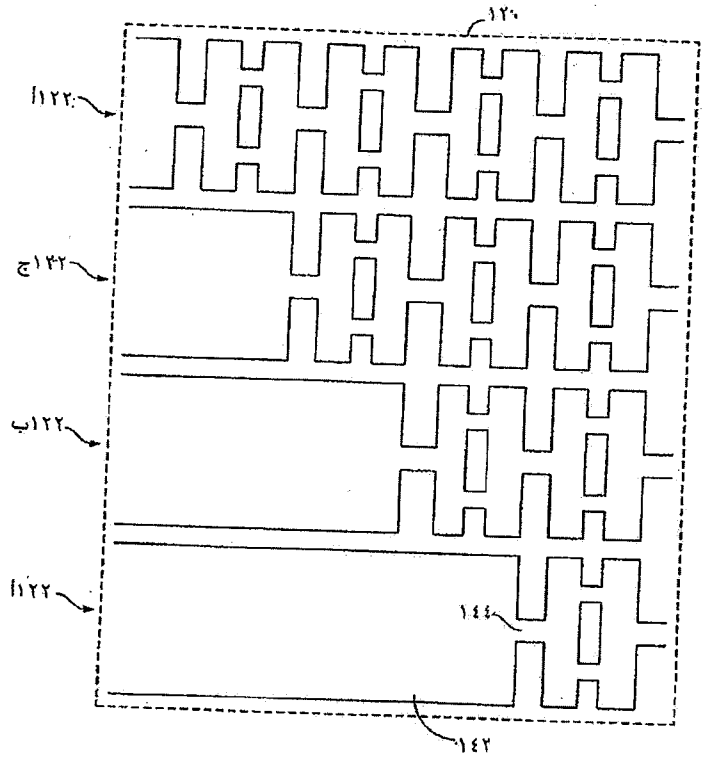
شكل ٢



شكل ٣



شكل ٤



شكل ٥