



المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia



الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الاختراع و التصميمات التخطيطة للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لأئحته التنفيذية. يقرر منح :

شركة الزيت العربية السعودية
Saudi Arabian Oil Company

بتاريخ : 1444/07/04 هـ
الموافق : 2023/01/26 م

براءة اختراع رقم : SA 12122

عن الاختراع المسمى :

أداة ليزر

LASER TOOL

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

[45] تاريخ المنح: 1444/07/04 هـ

الموافق: 2023/01/26 م

براءة اختراع

[19] الهيئة السعودية للملكية الفكرية

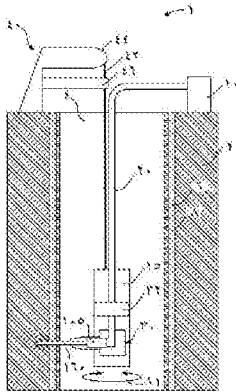
[11] رقم البراءة: SA 12122 B1

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/IB2018/057582	[21] رقم الطلب: 520420558
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2018/09/28 م	[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1442/04/01 هـ
[87] رقم النشر الدولي: WO/2019/220198	الموافق: 2020/11/16 م
تاريخ النشر الدولي: 2019/11/21 م	[30] بيانات الأسبقية:
[51] التصنيف الدولي (IPC):	US 15/982,398 2018/05/17 م
E21B 007/015, E21B 007/014	[72] اسم المخترع: سامح عيسى باتريش
E21B 043/011	[73] مالك البراءة: شركة الزيت العربية السعودية
[56] المراجع:	عنوانه: 1 ايسترين افنيو الظهران، 31311، المملكة العربية السعودية
US 2014360778, WO 2012031009	جنسيته: سعودية
الفاحص: صالح أحمد الشمrani	[74] الوكيل: تركي عبد الكريم عبد الرزاق العليوي

[54] اسم الاختراع: أداة ليزر

LASER TOOL

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بتكوين أداة ليزر laser tool المثل للتشغيل داخل حفرة البئر للتكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون hydrocarbon-bearing rock formation. تشتمل أداة على واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي optical transmission media. يكون واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي جزء من مسار ضوئي optical path ينشأ في مولد ليزر laser generator مكون لإنتاج شعاع ليزر laser beam. تكون واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي لتدمير شعاع الليزر. تشتمل أداة على عنصر ضوئي أحادي mono-optic element والذي يكون جزء من المسار الضوئي. يكون العنصر الضوئي الأحادي لاستقبال شعاع الليزر من واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي وتغيير واحد على الأقل من الشكل الهندسي أو اتجاه شعاع الليزر لإنتاج للتكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون. تشتمل الأداة أيضاً على واحد أو أكثر من مستشعرات sensors لمراقبة واحد أو أكثر من الظروف في حفرة البئر وإنتاج الإشارات على أساس واحد أو أكثر من الظروف. الشكل (1)



عدد عناصر الحماية (17)، عدد الأشكال (5)

أداة ليزر

LASER TOOL

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يصف هذا الوصف أمثلة أدوات الليزر laser tools التي تكون قابلة للاستخدام في حفرة بئر لإنتاج مسارات تدفق مائع fluid flow paths من خلال التكوينات الصخرية الحاوية للهيدروكربون hydrocarbon-bearing rock formations.

- 5 يكون تحفيز حفرة البئر فرع من الهندسة البترولية التي تركز على طرق تعزيز تدفق الهيدروكربونات hydrocarbons من التكوين الصخري داخل حفرة البئر. يتكون تدفق الهيدروكربونات من التكوين الصخري داخل حفرة البئر أساساً جزئياً على الأقل من نفاذية التكوين الصخري. عندما تكون نفاذية التكوين الصخري صغيرة، يمكن استخدام التحفيز لتعزيز تدفق الهيدروكربونات من التكوين الصخري. في بعض الحالات، يمكن تنفيذ التحفيز في مراحل. على سبيل المثال، يمكن أن تشمل مرحلة أولى للتحفيز على تثقيب جدران حفرة البئر لإنتاج أنفاق tunnels من خلال الجدران ومن خلال التكوين الصخري. يمكن أن تشمل مرحلة ثانية للتحفيز على ضخ الموائع داخل الأنفاق. تكسر الموائع الصخور في التكوين الصخري، مما ينتج مسار تدفق مائع fluid flow path في حفرة البئر. يمكن أن تتدفق الهيدروكربونات مثل الزيت بطول مسار تدفق المائع وداخل حفرة البئر.

الوصف العام للاختراع 15

- يتم تكوين أداة ليزر لمثال للتشغيل داخل حفرة البئر للتكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون. تشمل أداة الليزر على واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي optical transmission media. يكون واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي جزء من مسار ضوئي optical path ينشأ في مولد ليزر laser generator مكون لإنتاج شعاع ليزر laser beam. تكون واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي لتمرير شعاع الليزر. تشمل أداة الليزر على عنصر ضوئي أحادي mono-optic element والذي يكون جزء من المسار الضوئي. يكون العنصر الضوئي الأحادي لاستقبال شعاع الليزر من واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي ولتغيير واحد على الأقل من الشكل الهندسي أو اتجاه شعاع الليزر للإنتاج للتكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون. تشمل أداة الليزر أيضاً

على واحد أو أكثر من المستشعرات sensors لمراقبة واحد أو أكثر من الظروف في حفرة البئر ولإنتاج الإشارات على أساس واحد أو أكثر من الظروف. يمكن أن تشمل أداة الليزر على واحد أو أكثر من السمات التالية، سواء بمفردها أو في توليفة.

يمكن أن تشمل أداة الليزر على نظام تركيز بؤري focusing system مكون لتركيز أو توجيه شعاع الليزر قبل الإنتاج. يمكن أن يشمل نظام التركيز البؤري على عنصر ضوئي أحادي، والذي يمكن تكوينه لتركيز أو توجيه شعاع الليزر. يمكن أن يكون العنصر الضوئي الأحادي واحد على الأقل من بلورة، عدسة، مرآة، مشور، مكعب، أسطوانة أو مخروط. يمكن أن يكون العنصر الضوئي الأحادي بنية مكونة من اثنين أو أكثر من: بلورة، عدسة، مرآة، مشور، مكعب، أسطوانة، أو مخروط.

10 يمكن أن يشمل نظام التركيز البؤري على فوهة ليزر laser muzzle لتفريغ شعاع الليزر من نظام التركيز البؤري. يمكن أن يشمل نظام التركيز البؤري على سكين مائع fluid knife بجوار جزء من العنصر الضوئي الأحادي الذي يواجه فوهة الليزر. يمكن أن يشمل نظام التركيز البؤري أيضاً على فوهة تطهير purging nozzle بجوار فوهة الليزر، فوهة تفريغ vacuum nozzle بجوار فوهة الليزر، ومستشعر درجة حرارة temperature sensor بجوار فوهة الليزر. يتم تكوين سكين المائع لكسح العنصر الضوئي الأحادي. يتم تكوين فوهة التطهير لإزالة الغبار والبخار من مسار شعاع الليزر. يتم تكوين فوهة التفريغ لتجميع الغبار والبخار من مسار شعاع الليزر.

20 يمكن أن تشمل أداة الليزر على مثبت stabilizer والذي يتم ربطه بأداة الليزر والذي يتم تكوينه لتثبيت أداة الليزر في المكان نسبة إلى الغلاف في حفرة البئر. يمكن أن تشمل أداة الليزر على ماص صدمات shock absorber موضوع في نهاية أداة الليزر ومكون لامتناس التصادم للطرف البعيد لأداة الليزر.

يمكن أن يشمل نظام مثال على أداة ليزر أولى، أداة ليزر ثانية، ونظام حركة لوضع أداة الليزر الأولى وأداة الليزر الثانية داخل حفرة البئر. يمكن أن يشمل نظام الحركة motion system على واحد أو أكثر من الكبلات cables التي تكون قابلة التحريك داخل حفرة البئر لوضع أداة الليزر الأولى وأداة الليزر الثانية.

25 يتم تنفيذ طريقة مثال داخل حفرة البئر للتكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون. تشمل الطريقة على تمرير، من خلال واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي، شعاع ليزر ناتج بواسطة مولد

الليزر في أصل المسار الضوئي الذي يشتمل على واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي. تشتمل الطريقة على تدوير، حول محور، أداة ليزر تشتمل على عنصر ضوئي أحادي يكون جزء من المسار الضوئي. يستقبل العنصر الضوئي الأحادي شعاع الليزر من واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي ويغير واحد على الأقل من الشكل الهندسي أو اتجاه شعاع الليزر للإنتاج للتكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون. تشتمل الطريقة على مراقبة، باستخدام مستشعر واحد أو أكثر، واحد أو أكثر من الظروف في حفرة البئر أثناء تشغيل أداة الليزر. يتم إنتاج الإشارات التي تتكون أساساً من واحد أو أكثر من الظروف. يمكن أن تشتمل الطريقة على واحد أو أكثر من السمات التالية، سواء بمفردها أو في توليفة.

5

يمكن أن يكون العنصر الضوئي الأحادي واحد على الأقل من بلورة، عدسة، مرآة، مشور، مكعب، أسطوانة، أو مخروط. يمكن أن يكون العنصر الضوئي الأحادي بنية مشكلة من اثنين أو أكثر من بلورة، عدسة، مرآة، مشور، مكعب، أسطوانة أو مخروط.

10

يمكن أن تشتمل الطريقة على وضع أداة الليزر داخل حفرة البئر بواسطة تحريك أداة الليزر أعلى البئر أو قاع البئر داخل حفرة البئر. يمكن أن تشتمل الطريقة على تدوير أداة الليزر لاستهداف منطقة مختلفة من التكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون. يمكن أن تشتمل الطريقة على تشغيل مولد الليزر في نمط دوران. في نمط الدوران، تصل أوساط الإرسال الضوئي المتصلة بمولد الليزر شعاع الليزر بنظام التركيز البؤري لأداة الليزر. يمكن أن نمط الدوران على نمط متصل، فيه يعمل مولد الليزر بصورة متصلة حتى يتم التوصل إلى عمق الاختراق المستهدف. يمكن أن يشتمل نمط الدوران على نمط حلقي فيه يتم تدوير مولد الليزر بين فترات التشغيل وفترات الغلق. أثناء فترة التشغيل، يتم توصيل شعاع الليزر من مولد الليزر إلى نظام التركيز البؤري.

15

يمكن أن تشتمل الطريقة على تركيز أو توجيه شعاع الليزر باستخدام العنصر الضوئي الأحادي. يمكن أن تشتمل الطريقة على مسح العنصر الضوئي الأحادي باستخدام سكين مائع، تطهير مسار الليزر باستخدام فوهة تطهير، تصعيد التكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون باستخدام شعاع الليزر لإنتاج نفق إلى عمق الاختراق الهدف، وتفريغ الغبار والبخار باستخدام فوهة تفريغ. يمكن أن تشتمل الطريقة على تطهير مسار شعاع الليزر باستخدام فوهة التطهير، وتفريغ الغبار والبخار باستخدام فوهة التفريغ.

20

25

يمكن دمج أي اثنين أو أكثر من السمات الموصوفة في هذا الوصف، بما في ذلك في هذا القسم للكشف لتكوين تنفيذات غير موصوفة تحديداً في هذا الوصف.

يمكن التحكم في جزء على الأقل من الأنظمة والعمليات الموصوفة في هذا الوصف بواسطة تنفيذ على واحد أو أكثر من أجهزة معالجة processing devices، تعليمات والتي يتم تخزينها على واحد أو أكثر من أوساط التخزين storage media المقروءة بالماكنة غير الانتقالية non-transitory

machine memory. تشتمل أمثلة أوساط التخزين المقروءة بالماكنة غير الانتقالية على ذاكرة قراءة فقط read-only memory، مشغل قرص ضوئي optical disk drive، مشغل قرص ذاكرة memory

disk drive، وذاكرة وصول عشوائي random access memory وما شابه ذلك. يمكن التحكم في جزء على الأقل من العمليات، الطرق، الأنظمة والتقنيات الموصوفة في هذا الوصف باستخدام

نظام حاسوبي مكون من واحد أو أكثر من أجهزة المعالجة وذاكرة تخزين التعليمات التي تكون قابلة للتنفيذ بواسطة واحد أو أكثر من أجهزة المعالجة لتنفيذ عمليات التحكم المتنوعة.

يتم ذكر تفاصيل واحد أو أكثر من التنفيذات في الأشكال المصاحبة والوصف. سوف تظهر سمات ومزايا أخرى من الوصف والأشكال، ومن عناصر الحماية.

شرح مختصر للرسومات

شكل 1 عبارة عن مقطع قطاع عرضي لنظام مثال لإنتاج مسارات تدفق مائع من خلال التكوينات الصخرية الحاوية للهيدروكربون.

شكل 2 عبارة عن مقطع قطاع عرضي لنظام مثال آخر لإنتاج مسارات تدفق مائع من خلال التكوينات الصخرية الحاوية للهيدروكربون.

شكل 3أ عبارة عن مقطع قطاع عرضي للمكونات، بما في ذلك أداة الليزر، لإنتاج مسارات تدفق المائع من خلال التكوينات الصخرية الحاوية للهيدروكربون.

شكل 3ب عبارة عن مقطع منظوري لمكونات شكل 3أ.

شكل 3ج عبارة عن مقطع منظوري، مفصص مقطوع لمكونات شكل 3أ.

شكل 4 عبارة عن مقطع قطاع عرضي لنظام تركيز بؤري لمثال يكون قابل الاستخدام لمعالجة مخرجات شعاع الليزر لأداة الليزر.

شكل 5 عبارة عن مقطع جانبي لنماذج استطارة ضوئية light scatter patterns لثلاثة أشعة ليزر ملونة بشكل مختلف تخرج من العنصر الضوئي الأحادي لمثال.

تشير الأرقام المرجعية المتشابهة في الأشكال إلى العناصر المتشابهة.

الوصف التفصيلي:

- يصف هذا الوصف أمثلة أدوات الليزر لإنتاج مسارات تدفق المائع من خلال التكوينات الصخرية الحاوية للهيدروكربون. يتم إدخال أداة ليزر مثال في حفرة البئر التي تمتد من خلال التكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون. يمكن أن تعمل أداة الليزر في قاع البئر لإنتاج مسار تدفق مائع من خلال غلاف حفرة البئر والتكوين الصخري. يتم إنتاج مسار تدفق المائع بواسطة التحكم في أداة الليزر لتوجيه شعاع الليزر للصخور في التكوين الصخري. في هذا المثال، يتضمن شعاع الليزر كثافة طاقة والتي تكون كبيرة بشكل يكفي لحث بعض على الأقل من الصخور في التكوين الصخري على التصعيد. يشتمل التصعيد (التحويل المباشر من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية) على التغيير من الطور الصلب solid phase مباشرة إلى الطور الغازي gaseous phase دون تغيير أولاً داخل طور السائل liquid phase. في حالة الصخور، يحدث التصعيد عندما تتجاوز درجة حرارة الصخور التي تتم زيادتها بشعاع الليزر قيمة حدية. تكون هذه القيمة الحدية معروفة بنقطة التصعيد sublimation point ويمكن أن تكون مختلفة لأنواع مختلفة من الصخور. في هذا المثال، ينتج التصعيد الصخور الأنفاق أو الكسور من خلال التكوين الصخري. يمكن إدخال الموائع داخل تلك الأنفاق أو الصدوع لتكسير التكوين الصخري ومن ثم تعزيز تدفق مائع الإنتاج، مثل الزيت، من التكوين الصخري داخل حفرة البئر.
- يشتمل تنفيذ أداة الليزر الموصوفة في الفقرة السابقة على نظام تركيز بؤري والذي يثبت العنصر الضوئي الأحادي. يكون مثال العنصر الضوئي الأحادي بنية ضوئية وحدوية unitary optical structure مكونة - على سبيل المثال، مهيكلة، مرتبة أو كلاهما - لمعالجة شعاع الليزر. تشتمل المعالجة على تغيير واحدة أو أكثر من خواص شعاع الليزر. تشتمل أمثلة العناصر الضوئية الأحادية على بلورة وعدسة. يتم توفير الأمثلة الأخرى للعناصر الضوئية الأحادية mono-optic elements في هذا الوصف.
- يتم تكوين العنصر الضوئي الأحادي لاستقبال، عبر مسار ضوئي، مخرجات شعاع ليزر أولية raw laser beam output من مولد الليزر. يمكن أن يشتمل المسار الضوئي على واحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي، مثل كبلات الألياف الضوئية fiber optic cables التي تكون مربوطة في قاع البئر. يكون شعاع الليزر المستقبل "أولي" بمعنى أن شعاع الليزر لم يتأثر بالعنصر الضوئي

الأحادي. يعالج العنصر الضوئي الأحادي شعاع الليزر الأولي بواسطة تغيير الشكل الهندسي لشعاع الليزر الأولي، اتجاه شعاع الليزر الأولي، أو كل من هندسة واتجاه شعاع الليزر الأولي. يتم توجيه مخرجات شعاع الليزر بواسطة العنصر الضوئي الأحادي إلى التكوين الصخري حيث، كما تم وصفه مسبقاً، يسخن شعاع الليزر الصخور لحدث الانفلاق أو الصدوع على التكون في التكوين الصخري. يتم تكوين أداة الليزر للدوران، والذي يؤثر أيضاً على اتجاه شعاع الليزر.

يمكن أن تشمل أداة ليزر المثل أيضاً على واحد أو أكثر من مستشعرات لمراقبة الظروف البيئية في حفرة البئر ولإنتاج الإشارات التي تشير إلى الظروف البيئية. يمكن أن تشمل أمثلة المستشعرات على مستشعرات درجة حرارة لقياس درجة الحرارة في قاع البئر، مستشعرات الضغط لقياس الضغط في قاع البئر، والمستشعرات الصوتية acoustic sensors لقياس مستويات الضوضاء في قاع البئر. يمكن أيضاً استخدام مستشعرات أخرى كما تم وصفه في هذا الوصف. يمكن أن تشير الإشارات المستقبلية من المستشعرات إلى أن هناك مشكلات بداخل حفرة البئر أو أن هناك مشكلات مع أداة الليزر. يمكن أن يتخذ مهندس الحفر عمل تقويم على أساس هذه الإشارات. على سبيل المثال، إذا كانت درجة الحرارة أو الضغط في قاع البئر بحيث يمكن أن تتلف معدات الحفر، مثل أداة الليزر، يمكن سحب هذه المعدات من حفرة البئر.

يوضح شكل 1 مكونات النظام 1 الذي يشمل على تنفيذ أداة الليزر 30 من النوع الموصوف في الفقرات السابقة. يتم وضع جزء على الأقل من النظام 1 داخل حفرة البئر 4. تمر حفرة البئر 4 من خلال التكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون 2 ("التكوين الصخري 2"). يمكن أن يشمل التكوين الصخري 2 على مواد متنوعة، مثل الحجر الجيري limestone، الطفل أو الحجر الرملي. يتضمن كل من هذه المواد نقطة تصعيد مختلفة. يمكن تنفيذ نقطة التصعيد بواسطة خواص المادة، مثل كثافة المادة ومسامية المادة. يتم تثبيت الغلاف 8 بالأسمنت في المكان لتبطين حفرة البئر مقابل التكوين الصخري 2. تتم إدارة سلسلة أنابيب الحفر 14 التي تحوي أداة الليزر 30 في قاع البئر من خلال الغلاف 8.

يتم تكوين أداة الليزر 30 لإنتاج شعاع الليزر 160. في هذا المثال، يتم أيضاً تكوين أداة الليزر للدوران حول المحور في حفرة البئر، مثل المحور المركزي لحفرة البئر. في بعض التنفيذات، يتم تثبيت أداة الليزر 30 على محور (غير موضح) للدوران. يمكن تضمين محرك 32 في سلسلة أنابيب الحفر 15 لتنفيذ دوران أداة الليزر 30 حول المحور. في بعض التنفيذات، يتم توصيل

سلسلة أنابيب الحفر الكلية 15 لدفع التجهيزة 46 التي يتم تكوينها لتدوير سلسلة أنابيب الحفر 15 وأداة الليزر 30. يتم تحديد دوران أداة الليزر بواسطة سهم دائري 11. أثناء الدوران، يمكن أن يمسح شعاع الليزر 160 المحيط الكلي لحفرة البئر. أي يمكن أن تدور أداة الليزر 360 درجة كاملة. في بعض الحالات، يمكن أن تدور أداة الليزر أقل من 360 درجة.

5 يتم تكوين أداة الليزر 30 لتوجيه شعاع الليزر 160 بالتوازي مع السطح الذي يحتوي على حفرة البئر أو في زاوية لا تكون متوازية مع السطح. تشتمل أداة الليزر 30 على عنصر ضوئي أحادي 105 والذي يتم تكوينه لتنفيذ إنتاج شعاع الليزر. على سبيل المثال، يمكن أن يوجه العنصر الضوئي الأحادي، يوجه أشعة، يركز، أو يزيل تركيز أو يعالج بشكل آخر اتجاه أو الشكل الهندسي لشعاع الليزر 160 قبل الإنتاج. يتم وصف تشغيل أداة الليزر والعنصر الضوئي الأحادي بالتالي. 10

يشتمل النظام 1 على وحدة إنتاج ليزر laser generating unit، مثل مولد الليزر 10. يتم تكوين مولد الليزر 10 لإنتاج شعاع الليزر ولإنتاج شعاع الليزر إلى أداة الليزر. في بعض التنفيذات، يكون مولد الليزر 10 في السطح بالقرب من فوهة البئر. في بعض التنفيذات، يكون مولد الليزر 10 في قاع البئر، كلياً أو جزئياً. تتم الإشارة إلى شعاع الليزر الناتج بواسطة مولد الليزر 10 بشعاع الليزر الأولي لأنه لم تتم معالجته بواسطة أداة الليزر 30. تشتمل أمثلة مولد الليزر 10 على ليزرات يتربيوم ytterbium، ليزرات أربيوم erbium، ليزرات نيوديميوم neodymium، ليزرات ديسبروسيوم dysprosium، ليزرات بارسيدوديوم praseodymium، وليزرات ثوليوم thulium. في تنفيذ مثال، يكون مولد الليزر ليزر ليفي متعدد الطبقات multi-clad fiber laser مشاب بيتريوم 5.34 كيلو وات.

20 في بعض التنفيذات، يمكن تكوين مولد الليزر 10 لإنتاج أشعة الليزر التي تتضمن معدلات كثافة طاقة مختلفة. يمكن أن تكون أشعة الليزر التي تتضمن معدلات كثافة الطاقة المختلفة مفيدة للتكوينات الصخرية التي يتم تشكيلها من مواد مختلفة تتضمن نقاط تصعيد مختلفة. على سبيل المثال، يمكن استخدام أشعة الليزر التي تتضمن معدلات كثافة طاقة مختلفة لتصعيد الأنواع المختلفة من الصخور في تكوين صخري. في بعض التنفيذات، يكون تشغيل مولد الليزر 10 قابل البرمجة. على سبيل المثال، يمكن برمجة مولد الليزر 10 لتنويع الخواص الضوئية لشعاع الليزر 25 أو كثافة الطاقة لشعاع الليزر.

في بعض التنفيذات، يتضمن شعاع الليزر الناتج بواسطة مولد الليزر 10 كثافة طاقة والتي تكون كافية لتسخين بعض الصخور على الأقل إلى نقطة التصعيد. في هذا الشأن، تكون كثافة الطاقة لشعاع الليزر دالة مخرجات القدرة المتوسطة لمولد الليزر أثناء إنتاج شعاع الليزر. في بعض التنفيذات يكون متوسط مخرجات القدرة لمولد الليزر 10 في واحد أو أكثر من المديات التالية: بين 500 وات و 1000 وات، بين 1000 وات و 1500 وات، بين 1500 وات و 2000 وات، بين 2000 وات و 2500 وات، بين 2500 وات و 3000 وات، بين 3000 وات و 3500 وات، بين 3500 وات و 4000 وات، بين 4000 وات و 4500 وات، بين 4500 وات و 5000 وات، بين 5000 وات و 5500 وات، بين 5500 وات و 6000 وات، بين 6000 وات و 6500 وات، أو بين 6500 وات و 7000 وات.

- 10 يكون مولد الليزر 10 جزء من المسار الضوئي الذي يشتمل على أداة الليزر 30 وواحد أو أكثر من أوساط الإرسال الضوئي. يمتد هذا المسار الضوئي إلى العنصر الضوئي الأحادي في أداة الليزر. يكون مثال وسط الإرسال الضوئي الذي يمكن استخدامه كبل ألياف ضوئية Fiber optic 20 cable. يمكن أن يشتمل كبل الألياف الضوئية 20 على خيط ليفي ضوئي أحادي single fiber optic strand، خيوط ليفية ضوئية متعددة multiple fiber optic strands أو كبلات الألياف الضوئية المتعددة multiple fiber optic cables التي تتم إدارتها في قاع البئر من مولد الليزر 10. 15 يصل كبل الألياف الضوئية 20 كبلات الألياف الضوئية 20 شعاع الليزر الأولي الناتج بواسطة مولد الليزر 10 بأداة الليزر 30. كما تم وصفه، يمكن أن تعالج أداة الليزر شعاع الليزر لتغيير هندسة شعاع الليزر، اتجاه شعاع الليزر أو كلاهما. يمكن أن يخترق شعاع الليزر 160 الناتج من أداة الليزر أغلفة قاع البئر والأسمنت للوصول إلى التكوين الصخري. في مثال الشكل 1، يعني هذا أن شعاع الليزر يخرج من سلسلة أنابيب الحفر 15 ويخترق الغلاف 8 والأسمنت 6 للوصول إلى التكوين الصخري 2. يمكن تكوين النظام للحد من أو لتقليل فقدان القدرة بطول المسار الضوئي. في بعض التنفيذات، يتضمن كل شعاع الليزر 160 كثافة قدرة أو كثافة طاقة (في هدف شعاع الليزر) التي تكون 70 % أو أكثر من كثافة القدرة أو كثافة الطاقة لشعاع الليزر الناتج بواسطة مولد الليزر 10.

يمكن أن تؤثر المدة التي يتم بها استخدام شعاع الليزر للصخور في التكوين على الحد الذي يصعد به شعاع الليزر، ومن ثم يخترق الصخور. على سبيل المثال، كلما زاد الوقت الذي يتم به استخدام شعاع الليزر لموقع محدد، يزيد اختراق الصخور في ذلك الموقع.

5 في بعض النماذج، يتم تكوين مولد الليزر 10 للتشغيل في نمط دوران حتى يتم التوصل إلى عمق الاختراق الهدف. يمكن أن يشتمل نمط الدوران على نمط تدوير، نمط متصل أو كلاهما. أثناء

النمط المتصل، ينتج مولد الليزر 10 شعاع الليزر بشكل متصل، على سبيل المثال، دون انقطاع. في النمط المتصل، ينتج مولد الليزر 10 شعاع الليزر حتى يتم التوصل إلى عمق الاختراق الهدف. أثناء نمط التدوير، يتم تدوير مولد الليزر 10 بين كونه في حالة التشغيل وفي حالة الغلق.

10 في بعض التنفيذات، ينتج مولد الليزر 10 شعاع الليزر أثناء فترة الفتح. في بعض التنفيذات، لا ينتج مولد الليزر 10 شعاع الليزر أثناء فترة الفتح. في بعض التنفيذات، ينتج مولد الليزر 10

شعاع الليزر أثناء فترة الغلق، ولكن يتم قطع شعاع الليزر قبل التوصل إلى أداة الليزر 30 في قاع البئر. على سبيل المثال، يمكن تحويل شعاع الليزر بشكل آمن أو يمكن إعاقة شعاع الليزر من الإنتاج. يمكن أن يعمل شعاع الليزر 10 في نمط التدوير لتقليل فرص مكون واحد أو أكثر للنظام من التسخين الزائد، لتنقية مسار شعاع الليزر أو كلاهما.

15 في نمط التطوير، يمكن أن تكون مدة فترة التشغيل نفس مدة فترة الغلق. في نمط التدوير، يمكن أن تكون مدة فترة التشغيل أكبر من مدة فترة الغلق أو يمكن أن تكون مدة فترة التشغيل أقل من مدة فترة الغلق. يمكن أن تتكون مدة كل فترة التشغيل وفترة التعلق أساساً من عمق الاختراق الهدف. تشتمل العوامل الأخرى التي يمكن أن تساهم في مدة فترات التشغيل ومدة فترات الغلق على سبيل المثال، نوع الصخور، طرق التطهير، قطر شعاع الليزر وقدرة الليزر.

20 يمكن تحديد مدة كل من فترة التشغيل وفترة الغلق بواسطة التجارب. يمكن تنفيذ التجارب على عينة الصخور من التكوين قبل، أو بعد، إنزال أداة الليزر إلى حفرة البئر. يمكن تنفيذ هذه التجارب لتحديد، لنمط تدوير، المدد المثلى أو المحسنة لكل من فترة التشغيل وفترة الغلق. بدلاً من ذلك أو بالإضافة إليه، يمكن تحديد كل من فترة التشغيل وفترة الغلق بواسطة الطرق الجيولوجية. على

سبيل المثال، يمكن تحليل بيانات الزلازل أو خرائط الطبقة تحت السطحية للتكوين الصخري 2

ويمكن أن تتكون المدة أساساً من نتيجة التحليل أو التحليلات.

5

10

15

20

25

في بعض التنفيذات، يمكن أن تكون فترات التشغيل وفترات الغلق بين واحد وخمس ثواني. في عملية مثال، تستمر فترة التشغيل لمدة 4 ثواني وتستمر فترة الغلق لمدة 4 ثواني. يمكن أن تمكن هذه العملية شعاع الليزر من اختراق التكوين الصخري المكون من الحجر الرملي إلى عمق 30 سم.

5 في هذا الشأن، يمكن أن يستند اختيار نمط الدوران إلى نوع الصخور للاختراق وعمق الاختراق الهدف. يشتمل التكوين الصخري الذي يمكن أن يتطلب مولد الليزر للتشغيل في نمط التدوير على سبيل المثال، الأحجار الرملية التي تتضمن محتوى الكوارتز الكبير، مثل الحجر الرملي. يشتمل التكوين الصخري الذي يمكن أن يتطلب مولد الليزر للعمل في نمط متصل على سبيل المثال، الحجر الجيري.

10 يمكن تحديد عمق الاختراق المستهدف على أساس تشكيلة من العوامل، مثل نوع المادة أو الصخور في التكوين، الإجهاد الأفقي الأقصى للمادة أو الصخور في التكوين، مقاومة الانضغاط لمادة أو صخور في التكوين، عمق الاختراق المرغوب فيه، أو توليفة من اثنين أو أكثر من هذه السمات. في بعض الأمثلة، يتم قياس عمق الاختراق من الجدار الداخلي لحفرة البئر. يمكن أن تكون أمثلة أعماق الاختراق في ترتيب ملي مترات، سنتيمترات، أو أمتار. يمكن أن تشتمل أمثلة 15 أعماق الاختراق على أعماق اختراق بين 1 ملي و10 ملي، أعماق اختراق بين 1 سم و100 سم، وأعماق اختراق بين 1 متر و200 متر.

يشتمل النظام 1 على نظام حركة 40. يمكن أن يشتمل نظام الحركة على سبيل المثال، نظام هيدرولي hydraulic system، نظام كهربائي electrical system، أو نظام يعمل بالمحرك لتحريك أداة الليزر إلى موقع هدف. في هذا الشأن، يتم تكوين نظام الحركة لتحريك أداة الليزر إلى مواقع مختلفة، مثل الأعماق داخل حفرة البئر 4. لهذه الغاية، يشتمل نظام الحركة على مكون واحد على الأقل والذي يكون قابل التحريك داخل حفرة البئر. على سبيل المثال، يمكن أن يشتمل نظام الحركة على كبل 42 والذي يتم تكوينه للتحريك أعلى البئر أو قاع البئر لتمكين أداة الليزر من الوصول إلى ارتفاع هدف. في أحد الأمثلة، يمكن لف الكبل 42 جزئياً على الأقل على بكرة. يمكن توصيل المحرك 44 بالبكرة. يتم تكوين المحرك 44 لدفع البكرة للّف أو لحل لف الكبل 42. يحث هذا 25 الكبل 42 على التحرك أعلى البئر أو قاع البئر داخل حفرة البئر.

يتم توصيل الكبل 42 فيزيائية بسلسلة أنابيب الحفر 15 بحيث تنتقل حركة الكبل 42 إلى حركة مقابلة لسلسلة أنابيب الحفر 14. كما أشير إليه، تحوي سلسلة أنابيب الحفر 15 أداة الليزر 30. أيضاً، عندما تتحرك سلسلة أنابيب الحفر 15، تتحرك أداة الليزر 30 أيضاً. وفقاً لذلك، يمكن التحكم في طول الكبل 42 داخل حفرة البئر لوضع أداة الليزر.

5 في بعض التنفيذات، يستخدم نظام الحركة المكونات غير الكبل 42 لتحريك أداة الليزر. على سبيل المثال، يمكن أن يستخدم نظام الحركة عمود أنابيب ملتفة coiled tubing string للتوصيل بسلسلة أنابيب الحفر 15. يمكن تحريك عمود الأنابيب الملتفة أعلى البئر أو قاع البئر في نفس الطريقة التي يتم بها تحريك الكبل 42 أعلى البئر أو قاع البئر.

10 في بعض التنفيذات، يمكن أن يشتمل نظام الحركة على نظام دفع دوراني rotational drive system لتنفيذ دوران سلسلة أنابيب الحفر 14، ودوران أداة الليزر 30، حول محور في حفرة البئر. في تنفيذ مثال، يشتمل نظام الدفع الدوراني على محرك ووحدة تشغيل drive train مثل المحور أو تجهيزة جريدة مسننة وترس (غير موضحة)، متصلة بالكبل 42 لتنفيذ دوران سلسلة أنابيب الحفر.

15 يمكن تكوين نظام حاسوبي - على سبيل المثال، برمجته - للتحكم في وضع وتشغيل أداة الليزر. يتم وصف أمثلة الأنظمة الحاسوبية التي يمكن استخدامها في هذا الوصف. بدلاً من ذلك، أو بالإضافة إلى ذلك، يمكن تكوين مولد الليزر للتحكم في وضع وتشغيل أداة الليزر. على سبيل المثال، يمكن أن يشتمل مولد الليزر على دوائر أو يمكن أن يشتمل على نظام حاسوبي داخلي لتنفيذ التحكم في وضع وتشغيل أداة الليزر. في أي حالة، يمكن تبادل الإشارات مع نظام الحركة وأداة الليزر عبر وصلات سلكية أو لاسلكية wired or wireless connections. في بعض التنفيذات، يمكن تبادل الإشارات مع نظام الحركة أو أداة الليزر عبر أوساط ليفية ضوئية fiber optic media 20.

أثناء التشغيل، يمكن أن ترحل أداة الليزر 30 الموضع الزاوي angular position إلى نظام التحكم مثل نظام حاسوبي أو مولد الليزر. استجابة لذلك، يمكن أن يشغل نظام التحكم الأداة لتكوين الأنفاق أو الصدوع في التكوين الصخري.

25 يمكن أن تكون المواد المستخدمة لتنفيذ مكونات قاع البئر للنظام 1 مقاومة لدرجات حرارة، ضغط والاهتزازات التي يمكن الخضوع لها داخل حفرة البئر 4. يمكن أن تحمي المواد النظام من الموائع، الغبار والأنقاض. في بعض التنفيذات، تشتمل المواد على واحد أو أكثر من الحديد iron، نيكل

nickel، كروم chrome، منجنيز manganese، موليبدنوم molybdenum، نيوبيوم niobium، كوبلت cobalt، نحاس copper، تيتانيوم titanium، سيليكون silicon، كربون carbon، كبريت sulfur، فسفور phosphorus، بورون boron، تنجستن tungsten، فولاذ steel، سبائك الفولاذ steel alloys، فولاذ لا يصدأ stainless steel أو كريد تنجستن tungsten carbide.

5 يوضح شكل 2 مكونات نظام المثال الذي يتضمن أدوات ليزر متعددة من النوع الموصوف فيما يتعلق بشكل 1. في شكل 2، يمكن أن تتضمن كل من أدوات الليزر الفردية نفس البنية والوظيفة لأداة الليزر 30 للشكل 1. يمكن تثبيت أدوات ليزر متعددة داخل نفس سلسلة أنابيب الحفر 15 أو يمكن تثبيتها داخل سلسلات أنابيب حفر منفصلة separate strings. في مثال شكل 2، هناك سلسلتين 15 موضوعتين في أعماق مختلفة داخل حفرة البئر، مع كل سلسلة أنابيب حفر تحوي أداة ليزر فردية 30. يتم تثبيت كل سلسلة أنابيب حفر 15 بشكل منفصل على نظام الحركة 40 بواسطة كبل منفصل 42 separate cable. يمكن هذا التكوين التحكم المستقل في الموقع والدوران الزاوي لكل سلسلة أنابيب حفر 15. في بعض التنفيذات، يتم تثبيت كل سلسلة 15 بنفس الكبل على نظام الحركة 40. يسمح هذا التشكيل للكبل الأحادي بالتحكم في موضع الأدوات المتعددة. في تكوين شكل 2، يمكن توصيل كل من أدوات الليزر 30 بمولد الليزر الأحادي عبر مسار ضوئي مشترك. بدلاً من ذلك، يمكن توصيل كل من أدوات الليزر 30 بمولد ليزر مختلف عبر مسار ضوئي مختلف.

20 توضح الأشكال 3أ، 3ب، و3ج تنفيذ مثال (سلسلة أنابيب الحفر 300) لسلسلة أنابيب الحفر 15 للأشكال 1 و2 التي تشتمل على أداة الليزر. تشتمل سلسلة أنابيب الحفر 300 على أداة الليزر 30، كبل الألياف الضوئية 20 وصندوق خارجي 310. يكون الغلاف الخارجي 310 Outer case غطاء واقٍ protective cover ويمكن تصنيعه من أي مادة والتي تكون مقاومة لدرجات الحرارة، الضغط، أو الاهتزازات، التي يتم المرور بها داخل حفرة البئر 4. يكون كبل الألياف الضوئية 20 جزء من مسار الإرسال الضوئي الذي يمتد بين مولد الليزر وأداة الليزر. تشتمل سلسلة أنابيب الحفر 300 على نظام توجيه مثال 320 example orientation system. يتم تكوين نظام التوجيه 320 للتحكم في الموضع الزاوي لأداة الليزر 30، بما في ذلك العنصر الضوئي الأحادي 105، لتوجيه شعاع الليزر الناتج في هدف. يمكن أن يشتمل نظام التوجيه 320 على نظام هيدرولي، نظام كهربائي أو نظام مشغل بالمحرك motor-operated system لتنفيذ الحركة الدورانية لأداة

الليزر. في بعض التنفيذات، يشتمل نظام التوجيه 320 على محرك كهربائي electric motor ومحور عليه يتم تثبيت أداة الليزر 30. يتحكم المحرك الكهربائي في الدوران حول المحور. يشتمل نظام التوجيه 320 على نظام تحكم control system، إمداد قدرة power supply، وجهاز اتصال communication device مكون لتبادل الاتصالات مع نظام التحكم، مثل جهاز حاسوبي أو مولد ليزر. 5 يمكن استخدام الاتصالات المتبادلة بين نظام التحكم ونظام التوجيه للتحكم في الموضع الزاوي لأداة الليزر. يمكن استخدام نظام التوجيه في توليفة مع دوران سلسلة أنابيب الحفر التي تحتوي على أداة الليزر لتحريك أداة الليزر في موضع زاوي هدف. على سبيل المثال، يمكن أن يوفر نظام التوجيه تحكم زاوي أدق من دوران سلسلة أنابيب الحفر.

تشتمل سلسلة أنابيب الحفر 300 على واحد أو أكثر من مثبتات 330 stabilizers. يتم تكوين المثبتات لمقاومة الحركة غير المطلوبة لسلسلة أنابيب الحفر 300 بداخل حفرة البئر. في بعض التنفيذات، تثبت المثبتات 330 سلسلة أنابيب الحفر 300 في المكان بواسطة الحفاظ على التلامس مع الجدار الداخلي لحفرة البئر 4 على الأقل لمدة تشغيل أداة الليزر 30. يمكن أن تشمل هذه المدة على فترة خلالها يتم إنتاج شعاع الليزر. يمكن تصنيع المثبتات 330 من فلز، بوليمر، أو من أي مادة أخرى. في بعض التنفيذات، تشتمل المثبتات 330 على زنبرك أو مخمد أو كلاهما. 10 في بعض التنفيذات، تشتمل المثبتات 330 على قطعة صلبة من مادة قابلة لتغير الشكل. في بعض التنفيذات، تشتمل المثبتات 330 على جهاز هيدرولي أو بالهواء المضغوط hydraulic or pneumatic device. 15

يمكن أن تشتمل سلسلة أنابيب الحفر 300 على مستشعر واحد أو أكثر 340 لمراقبة واحد أو أكثر من الظروف البيئية في حفرة البئر، واحد أو أكثر من ظروف سلسلة أنابيب الحفر 300 أو كل من الظروف البيئية وظروف سلسلة أنابيب الحفر. يمكن أن يتم ربط المستشعرات 340 أو يتم دمجها في سلسلة أنابيب الحفر 300. في بعض التنفيذات، يمكن تكوين المستشعرات 340 لمراقبة درجة الحرارة في حفرة البئر، درجة حرارة سطح سلسلة أنابيب الحفر 300، الإجهاد الميكانيكي mechanical stress في جدار حفرة البئر، الإجهاد الميكانيكي في سلسلة أنابيب الحفر 300، تدفق الموائع في حفرة البئر، وجود الانقراض في حفرة البئر، ضغط المائع في حفرة البئر، الإشعاع في حفرة البئر، الضوضاء في حفرة البئر، المجالات المغناطيسية magnetic fields في حفرة البئر، أو توليفة من اثنين أو أكثر من هذه الظروف. 20 25

- في بعض التنفيذات، يمكن أن تشتمل المستشعرات 340 على واحد أو أكثر من مستشعرات درجة الحرارة، واحد أو أكثر من مستشعرات صوتية أو واحد أو أكثر من مستشعرات الضغط pressure sensors، واحد أو أكثر من مستشعرات الإجهاد strain sensors، أو توليفة معينة من هذه أو مستشعرات أخرى. في تنفيذ مثال، يمكن أن تشتمل أداة الليزر 30 على مستشعر درجة حرارة واحد 5 على الأقل. يتم تكوين مستشعر درجة الحرارة لقياس درجة الحرارة في الموقع الحالي ولإنتاج الإشارات التي تمثل تلك الدرجة للحرارة. يمكن إنتاج الإشارات لنظام حاسوبي موضوع على السطح. استجابة للإشارات المستقبلية من مستشعر درجة الحرارة، يمكن أن يتحكم النظام الحاسوبي في تشغيل النظام. على سبيل المثال، إذا كانت الإشارات تشير إلى أن درجة الحرارة في قاع البئر تكون كبيرة بصورة كافية لحث الضرر لمعدات قاع البئر، يمكن أن يوجه النظام الحاسوبي ذلك العمل الذي يتم اتخاذه. على سبيل المثال، يمكن استخلاص كل أو بعض معدات قاع البئر، بما في ذلك أداة الليزر من البئر. في بعض التنفيذات، يمكن استخدام البيانات المجمعة من مستشعر درجة الحرارة لمراقبة شدة شعاع الليزر 160. يمكن استخدام بعض القياسات لضبط طاقة الليزر.
- في بعض التنفيذات، يمكن أن تشير الإشارات إلى درجة الحرارة والتي تتجاوز نقطة محددة تم تحديدها لأداة الليزر أو معدات قاع البئر. على سبيل المثال، يمكن أن تمثل النقطة المحددة درجة حرارة قصوى بحيث يمكن أن تقاوم أداة الليزر دون تسخين زائد. إذا تم التوصل إلى نقطة محددة، 15 يمكن أن يتم غلق أداة الليزر. يمكن أن تتنوع قيمة النقطة المحددة على أساس نوع الليزر الذي يتم استخدامه أو المواد المستخدمة في تصنيع أداة الليزر، على سبيل المثال. تشتمل أمثلة النقاط المحددة على 1000 م، 1200 م، 1400 م، 1600 م، 1800 م، 2000 م، 2500 م، 3000 م، 3500 م، 4000 م، 4500 م، 5000 م، 5500 م و 6000 م. في تنفيذ مثال، تكون نقطة 20 التصلب بين 1425 م و 1450 م.
- في بعض التنفيذات، تشتمل سلسلة أنابيب الحفر 300 على ماص صدمات 350 لتخفيف التصادمات الميكانيكية على أداة الليزر. في بعض الأمثلة، يمكن تصنيع ماص الصدمات 350 من فلز، بوليمر، أو أي نوع من المادة التي تكون مقاومة لدرجات الحرارة، الضغوط، الاهتزازات، والتصادمات التي يمكن المرور بها داخل حفرة البئر. في بعض التنفيذات، يتم وضع ماص الصدمات 350 في طرف بعيد لسلسلة أنابيب الحفر 300. في بعض التنفيذات، يشتمل ماص الصدمات 350 على زنبرك spring، مخمد damper، أو كل من زنبرك ومخمد. في بعض 25

التنفيذات، يشتمل ماص الصدمات 350 على قطعة صلبة من مادة قابلة لتغير الشكل. في بعض التنفيذات، يمكن تنفيذ ماص صدمات 350 باستخدام جهاز هيدرولي أو بالهواء المضغوط.

في هذا المثال، تشتمل أداة الليزر 30 على نظام تركيز بؤري 100 لتركيز شعاع الليزر. يمر شعاع الليزر من خلال نظام التركيز البؤري ويخرج من نظام التركيز البؤري من خلال الفوهة

5 145. يتم تكوين نظام التركيز البؤري 100 ليكون مستدق الطرف بحيث يكون قطر نظام التركيز

البؤري 100 أصغر في مخرجاته في نقطة التقاطع بالصندوق الخارجي. يمكن أن يقلل استدقاق

طرف نظام التركيز البؤري الفرص بأن الغبار، الصخور المبخرة، أو كلاهما سوف تدخل الأداة.

يشتمل نظام التركيز البؤري على عنصر ضوئي أحادي 105. يتم تكوين العنصر الضوئي

الأحادي لاستقبال شعاع ليزر أولي من مسار الإرسال الضوئي ولمعالجة شعاع الليزر الأولي

10 لإنتاج مخرجات شعاع الليزر، مثل شعاع الليزر 160. كما تم وصفه، يمكن أن يشتمل شعاع

الليزر على تغيير اتجاه شعاع الليزر أو تغيير هندسة شعاع الليزر. يمكن أن تشتمل هندسة شعاع

الليزر على شكل القطاع العرضي لشعاع الليزر. على سبيل المثال، يمكن أن يتغير شكل القطاع

العرضي لشعاع الليزر من دائري إلى بيضوي أو من بيضوي إلى دائري. يمكن أن يشتمل الشكل

الهندسي لشعاع الليزر على حجم شعاع الليزر. على سبيل المثال، أثناء التركيز البؤري، يمكن أن

15 يتناقص شعاع الليزر في قطر القطاع العرضي والحجم ولكن يحافظ على الشكل الكلي. أثناء

التركيز البؤري - أو الاستطارة - يمكن أن يزيد شعاع الليزر في قطر القطاع العرضي وفي الحجم.

يتم توضيح مكونات نظام تركيز بؤري لمثال 100 والتي يمكن أن تكون جزء من أداة الليزر في

شكل 4. في هذا الشأن، يوضح شكل 4 العنصر الضوئي الأحادي 105. في بعض الأمثلة،

يمكن أن يشتمل العنصر الضوئي الأحادي على بلورة، عدسة، مرآة، مشور، مكعب، أسطوانة، أو

20 مخروط. في بعض الأمثلة، يكون العنصر الضوئي الأحادي 105 أو يشتمل على الأسطوانة.

يمكن أن يكون واحدة أو كل من قواعد الأسطوانة مستوية، زاوية، مخروطية، محدبة أو مقعرة. في

بعض الأمثلة، يتم تصنيع العنصر الضوئي الأحادي 105 من زجاج، مادة لدنة، كوارتز، بلورة، أو

أي مادة أخرى قادرة على توجيهه، تركيزه، أو تنفيذ الشكل الهندسي أو الخاصية الأخرى لشعاع

الليزر. في بعض الأمثلة، يمكن أن يكون العنصر الضوئي الأحادي 105 بنية ضوئية أحادية

25 single optical structure مشكلة من اثنين أو أكثر من المكونات، مثل بلورة، عدسة، مرآة، مشور،

مكعب، أسطوانة أو مخروط.

في بعض التنفيذات، يتم تحديد موضع أولي، خاصية ضوئية، أو كل من الموضع الأولي والخاصية الضوئية للعنصر الضوئي الأحادي 105 قبل إنتاج شعاع الليزر. يمكن ضبط موضع العنصر الضوئي الأحادي بواسطة تغيير موضع أداة الليزر كما تم وصفه مسبقاً. في بعض النماذج، يمكن ضبط موضع أداة الليزر، والعنصر الضوئي الأحادي بينما يتم إنتاج شعاع الليزر.

5 في بعض التنفيذات، يمكن ضبط موضع العنصر الضوئي الأحادي 105 بينما يكون شعاع الليزر في حالة الغلق. يمكن ضبط خاصية ضوئية للعنصر الضوئي الأحادي على سبيل المثال، بواسطة تسخين العنصر الضوئي الأحادي 105، على سبيل المثال، باستخدام واحد أو أكثر من عناصر التسخين الكهربائية electric heating elements في تلامس مع العنصر الضوئي الأحادي. في بعض التنفيذات، يمكن ضبط الخاصية الضوئية للعنصر الضوئي الأحادي 105 بينما يتم إنتاج شعاع الليزر. في بعض التنفيذات، يمكن ضبط خاصية ضوئية للعنصر الضوئي الأحادي 105 بينما يكون شعاع الليزر في حالة الغلق.

يمكن أن يشتمل نظام التركيز البؤري 100 على واحد أو أكثر من سكاكين المائع Fluid knives 210 وواحدة أو أكثر من فوهات مثل فوهات التطهير 220 purging nozzles وفوهات التفريغ 230 vacuum nozzles. يمكن تكوين سكاكين المائع 210، فوهات التطهير 220، وفوهات التفريغ 230 لتشغيل معاً لتقليل أو لإزالة الغبار والبخار في مسار شعاع الليزر الموجه collimated laser beam. يمكن أن ينفجر الغبار، أو البخار في مسار شعاع الليزر، ينحني أو يشتت شعاع الليزر.

يتم تكوين سكين المائع 210 لمسح الغبار أو البخار من العنصر الضوئي الأحادي 105. في بعض التنفيذات، يكون سكين المائع 210 بجوار العنصر الضوئي الأحادي 105 ويتم تكوينه لتفريغ المائع أو الغاز على أو عبر سطح العنصر الضوئي الأحادي 105. تشتمل أمثلة الغاز التي يمكن استخدامها على هواء ونيروجين nitrogen. في بعض التنفيذات، يمكن أن ينتج العمل المشترك لسكاكين المائع 210 وفوهات التطهير 220 مسار غير معاق لإرسال شعاع الليزر 160 من العنصر الضوئي الأحادي 105 إلى سطح حفرة البئر أو التكوين الصخري.

في هذا الشأن، يتم تكوين فوهات التطهير 220 لتنقية المسار بين العنصر الضوئي الأحادي 105 والتكوين الصخري الحاوي للهيدروكربون بواسطة تصريف وسط التطهير purging medium على أو بالقرب من فوهة الليزر 145. يمكن أن يتكون اختيار أوساط التطهير purging media

للاستخدام، مثل سائل أو غاز أساساً من نوع أو الصخور في التكوين وضغط الخزان المرتبط بالتكوين. في بعض التنفيذات، يمكن أن تكون أوساط التطهير أو تشتمل على غاز غير ضار غير تفاعلي non-reactive non-damaging gas مثل النيتروجين. يمكن أن يكون وسط تطهير الغاز مناسب عندما يكون ضغط المائع في حفرة البئر صغير، على سبيل المثال، أقل من 50000 كيلو باسكال، أقل من 25000 كيلو باسكال، أقل من 10000 كيلو باسكال، أقل من 5000 كيلو باسكال، أقل من 2500 كيلو باسكال، أقل من 1000 كيلو باسكال أو أقل من 500 كيلو باسكال. في بعض التنفيذات، تفع فوهات التطهير 220 متساحة داخل نظام التركيز البؤري 100 بين سكين المائع 210 وفوهة الليزر 145 لعدم إعاقة مسار شعاع الليزر 160. في بعض التنفيذات، يمكن أن يكون التطهير حلقي. على سبيل المثال، يمكن أن يحدث التطهير بينما يكون شعاع الليزر في حالة التشغيل.

يمكن إنتاج الغبار أو البخار بواسطة تصعيد الصخور، كما تم وصفه. يمكن تكوين فوهات التفريغ 230 لشفط أو تفريغ هذا الغبار أو البخار من منطقة تحيط بفوهة الليزر 145. يمكن إرسال الغبار أو البخار إلى السطح وتحليله. يمكن تحليل الغبار أو البخار لتحديد نوع الصخور والموائع الموجودة في الصخور. يمكن وضع فوهات التفريغ متساحة مع فوهة الليزر. يمكن أن تشتمل فوهات التفريغ على 1، 2، 3، 4، أو فوهات أكثر بناءً على سبيل المثال كمية الغبار والبخار. يمكن أن يعتمد حجم فوهات التفريغ على سبيل المثال على حجم الغبار أو البخار الذي تتم إزالته والمتطلبات الفيزيائية للنظام لنقل الغبار للسطح. يمكن أن تعمل فوهات التفريغ 230 حلقياً أو بشكل متصل.

يمكن استخدام أشعة الليزر لأي طول موجي مع نظام أداة الليزر. يوضح شكل 5 عنصر ضوئي أحادي مثال 105 يعالج أشعة ليزر مثال 160 لثلاثة أطوال موجية مختلفة. في أحد الأمثلة، يتم وضع العنصر الضوئي الأحادي 105 على سطح غير شفاف. يتم تمرير شعاع الليزر من كبل الألياف الضوئية 20 إلى العنصر الضوئي الأحادي كما تم وصفه مسبقاً. تخرج أشعة الليزر للمثال 160 من العنصر الضوئي الأحادي 105 وتحت استطارة الضوء على السطح. تمثل المناطق المظلمة نماذج الضوء المستطار على السطح بواسطة أشعة الليزر. تكون النماذج التي تحدث بسبب شعاع الليزر الأحمر 160 (شريط قطري I-diagonal stripe)، شعاع ليزر أخضر 160 (نقط - II) وشعاع ليزر أرجواني 160 (تظليل عرضي - III) متشابهة في الحجم والشكل مما

يشير إلى أن تأثير العنصر الضوئي الأحادي 105 على شعاع الليزر يكون مستقل عن الطول الموجي لليزر.

يمكن أن تعمل أداة الليزر في قاع البئر لإنتاج فتحات في الغلاف في حفرة البئر لإصلاح عيوب التثبيت بالأسمنت. في مثال، تشتمل حفرة البئر على الغلاف الذي يتم تثبيته بالأسمنت في المكان لتبطين حفرة لبئر مقابل التكوين الصخري. أثناء إجراء التثبيت بالأسمنت، يتم حقن ملاط الأسمنت

5 cement slurry بين الغلاف والتكوين الصخري. يمكن أن تظهر العيوب في طبقة الأسمنت، والتي يمكن أن تصلح التثبيت بالأسمنت العلاجي. يمكن أن يتضمن التثبيت بالأسمنت العلاجي ضغط ملاط الأسمنت الإضافي داخل الحيز بين الغلاف والتكوين الصخري. يمكن أن تنتج أداة الليزر شعاع الليزر الذي يتضمن كثافة طاقة والتي تكون كبيرة بدرجة تكفي لإنتاج فتحة واحدة أو أكثر في الغلاف على أو بالقرب من عيب التثبيت بالأسمنت. يمكن أن تزود فتحة واحدة أو أكثر الوصول إلى أداة التثبيت بالأسمنت لكبس ملاط الأسمنت من خلال الفتحة في العيب.

يمكن أن تعمل أداة الليزر في قاع البئر لإنتاج فتحات في غلاف في حفرة البئر لتوفير الوصول إلى أداة حفر حفرة البئر. في مثال، يتم تحويل حفرة بئر أحادية مثال إلى بئر متعددة الجوانب. تكون البئر متعددة الجوانب بئر أحادية تتضمن واحد أو أكثر من أفرع حفرة البئر التي تمتد من ثقب الحفر الرئيسي. لحفر البئر الجانبية داخل التكوين الصخري من حفرة البئر الحالية، يتم إنتاج فتحة في غلاف حفرة البئر الحالية. يمكن استخدام أداة الليزر لإنتاج فتحة في الغلاف في موقع مرغوب فيه لنقطة تفريع حفرة البئر. يمكن أن تزود الفتحة الوصول لمعدات الحفر لحفر حفرة البئر الجانبية.

يمكن أن تعمل أداة الليزر في قاع البئر لإنتاج فتحات في الغلاف في حفرة البئر لتوفير التحكم في الرمل. أثناء تشغيل البئر، يمكن أن يدخل الرمل أو جسيمات أخرى حفرة البئر التي تحت الانخفاض في معدلات الإنتاج أو الضرر لمعدات قاع البئر. يمكن استخدام أداة الليزر لإنتاج مصفاة رمل في الغلاف. على سبيل المثال، يمكن استخدام أداة الليزر لإنتاج عدد من الفتحات في الغلاف التي تكون صغيرة بشكل يكفي لمنع أو لتقليل إدخال الرمل أو جسيمات أخرى داخل حفرة البئر بينما يتم الحفاظ على تدفق مائع الإنتاج داخل حفرة البئر.

20 يمكن أن تعمل أداة الليزر في قاع البئر لإعادة فتح مسار تدفق المائع المسدود. يتدفق مائع الإنتاج من الأنفاق أو الصدوق في التكوين الصخري داخل حفرة البئر من خلال الثقوب في غلاف

5

10

15

20

25

حفرة البئر وطبقة الأسمنت. يمكن أن تصبح هذه المسارات للتدفق متخثرة بالانقراض الموجودة في مائع الإنتاج. يمكن استخدام أداة الليزر لإنتاج شعاع الليزر والذي يتضمن كثافة طاقة تكون كبيرة بدرجة تكفي لإسالة أو لتصعيد الانقراض في مسار التدفق، مما يسمح بإزالة الانقراض معاً مع مائع الإنتاج. في مثال، يمكن استخدام أداة الليزر لإسالة أو لتصعيد الرمل أو جسيمات أخرى والتي قد تصبح محشوة بشكل محكم حول مصفاة الرمل في الغلاف، مما يعيد فتح مسار تدفق المائع داخل حفرة البئر.

5

يمكن أن تعمل أداة الليزر في قاع البئر للحام غلاف حفرة البئر أو مكون آخر من حفرة البئر. أثناء التشغيل، يمكن أن تصبح واحد أو أكثر من مكونات معدنية لحفرة البئر بها صدأ، مقشرة، متأكلة، معرأة أو معيبة بشكل آخر. يمكن إصلاح هذه العيوب باستخدام تقنيات اللحام. يمكن استخدام أداة الليزر لإنتاج شعاع الليزر الذي يتضمن كثافة طاقة والتي تكون كبيرة بشكل يكفي لإسالة الفلز أو مادة أخرى لإنتاج لحام. في بعض التنفيذات، يمكن صهر مادة مكون حفرة البئر مثل مادة الغلاف، باستخدام أداة الليزر. يمكن أن تتدفق المادة المصهورة الناتجة عبر أو داخل عيب، على سبيل المثال نظراً للجاذبية مما يغطي أو يصلح العيب عند التبريد والتصليد. في بعض التنفيذات، يمكن استخدام أداة الليزر في توليفة مع الأداة التي توفر مادة الحشو filler material للعيب. يمكن استخدام أداة الليزر لصهر كمية من مادة الحشو الموضوعة على أو بالقرب من العيب. يمكن أن تتدفق مادة الحشو المصهورة molten filler material عبر أو داخل العيب، مما يغطي أو يصلح العيب عند التبريد والتصليد.

10

15

يمكن أن تعمل أداة الليزر في قاع البئر لتسخين الرواسب الصلبة أو شبه الصلبة في حفرة البئر. في آبار الإنتاج، يمكن أن تترسب المواد الصلبة أو شبه الصلبة على جدران حفرة البئر أو على معدات قاع البئر التي تسبب التدفق المنخفض أو الانسدادات في حفرة البئر أو معدات الإنتاج. يمكن أن تكون الرواسب أو تشتمل على نواتج التكثيف condensates (هيدروكربونات مجمدة solidified hydrocarbons)، أسفلتين asphaltene (مادة صلبة أو شبه صلبة مكونة بصورة رئيسية من كربون، هيدروجين، نيتروجين، أكسجين oxygen وكبريت)، قار tar، هيدرات hydrates (جزيئات الهيدروكربون المحتجزة في ثلج)، شموع، قشور (مواد مترسبة تحدث بسبب التفاعلات الكيميائية، على سبيل المثال قشور كربونات الكالسيوم calcium carbonate scale) أو الرمل. يمكن استخدام أداة الليزر لإنتاج شعاع الليزر الذي يتضمن كثافة الطاقة التي تكون كبيرة بشكل

20

25

يكفي لصهر أو تقليل لزوجة الرواسب. يمكن إزالة الرواسب المسالة معاً مع مائع الإنتاج أو مائع آخر موجود في حفرة البئر.

يمكن التحكم في جزء على الأقل من نظام أداة الليزر وتعديلاته المتنوعة على الأقل جزئياً باستخدام منتج برنامج حاسوب مثل برنامج الحاسوب المجسد بشكل ملموس في واحد أو أكثر من حوامل تكوين المعلومات. تشتمل حوامل المعلومات على واحد أو أكثر من أوساط التخزين المقروءة بالماكنة الملموسة. يمكن تنفيذ منتج برنامج الحاسوب بواسطة جهاز معالجة البيانات. يمكن أن يكون جهاز معالجة البيانات معالج قابل للبرمجة، حاسوب، أو أجهزة حاسوب متعددة.

يمكن كتابة برنامج الحاسوب في أي شكل من لغة البرمجة، يشتمل على لغات مجمعة أو مفسرة. يمكن نشر برنامج الحاسوب في أي شكل، بما في ذلك كبرنامج قائم بذاته أو كوحدة نمطية، جزء، روتين فرعي، أو وحدة أخرى مناسبة للاستخدام في بيئة حاسوبية. يمكن نشر برنامج الحاسوب ليتم تنفيذه على حاسوب واحد أو على أجهزة حاسوب متعددة في موقع واحد أو موزعة عبر مواقع متعددة ومتصلة بينياً بواسطة شبكة.

يمكن تنفيذ الأعمال المرتبطة بتنفيذ الأنظمة بواسطة واحد أو أكثر من معالجات قابلة للبرمجة تنفذ واحد أو أكثر من برامج الحاسوب. يمكن التحكم في كل أو جزء من الأنظمة بواسطة دوائر منطقية ذات غرض خاص، مثل مصفوفة بوابية قابلة للبرمجة في حقل field programmable gate array (FPGA) و/ أو دائرة مدمجة محددة التطبيق application-specific integrated circuit (ASIC) أو كلاهما.

تشتمل المعالجات Processors المناسبة لتنفيذ برنامج الحاسوب على سبيل المثال، كل من المعالجات الصغيرة microprocessors ذات غرض عام وخاص، وتشتمل على أي واحد أو أكثر من معالجات أي نوع للحاسوب الرقمي. بشكل عام، سوف يستقبل المعالج تعليمات والبيانات من

مساحة التخزين للقراءة فقط أو مساحة تخزين الوصول العشوائي أو كلاهما. تشتمل مكونات الحاسوب (بما فيها خادم server) على واحد أو أكثر من المعالجات لتنفيذ التعليمات وواحد أو أكثر من أجهزة مساحة التخزين لتخزين التعليمات والبيانات. بشكل عام، سوف يشتمل الحاسوب

أيضاً أو يتم اقترانه بصورة تشغيلية لاستقبال البيانات من، أو نقل البيانات إلى أو كلاهما، واحد أو أكثر من أوساط التخزين القابلة للقراءة بالماكنة. تشتمل أوساط التخزين المقروءة بالماكنة على أجهزة التخزين الكتلي لتخزين البيانات، مثل أقراص مغناطيسية magnetic disks، أقراص

- مغناطيسية- ضوئية magneto-optical disks، أو أقراص ضوئية optical disks. تشتمل أوساط التخزين القابلة للقراءة بالماكنة غير الانتقالية المناسبة لتجسيد تعليمات برنامج الحاسوب والبيانات على كافة أشكال مساحة التخزين غير المتطايرة، التي تشتمل على سبيل المثال، أجهزة مساحة تخزين شبه موصلة semiconductor storage area devices مثل ذاكرة قراءة فقط قابلة للبرمجة قابلة للمسح erasable programmable read-only memory (EPROM)، ذاكرة قراءة فقط قابلة للبرمجة قابلة للمسح كهربياً electrically erasable programmable read-only memory (EEPROM)، وأجهزة مساحة تخزين الوميض flash storage area devices، أقراص مغناطيسية، مثل أقراص صلبة داخلية internal hard disks أو أقراص قابلة للإزالة، أقراص مغناطيسية- ضوئية وقرص مدمج ذاكرة قراءة فقط Compact disk read only media (CD-ROM) وأقراص رقمية متعددة الاستخدامات ذاكرة قراءة فقط DVD- digital versatile disc-read only media (DVD-ROM).
- 10
- يمكن أن يشتمل كل جهاز حاسوبي على مشغل صلب hard drive لتخزين البيانات وبرامج الحاسوب، جهاز المعالجة processing device (على سبيل المثال، معالج صغير microprocessor) وذاكرة (على سبيل المثال، ذاكرة الوصول العشوائي random access memory (RAM) لتنفيذ برامج الحاسوب.
- 15
- يمكن دمج مكونات التنفيذ المختلفة الموصوفة لتكوين تنفيذات أخرى غير مذكورة تحديداً مسبقاً في هذا الوصف. يمكن ترك المكونات خارج هذه التنفيذات الموصوفة في هذا الوصف دون التأثير سلبياً على تشغيلها. بالإضافة إلى ذلك، لا تتطلب التدفقات المنطقية الموضحة في أو المشار إليها، الأشكال الترتيب المحدد الموضح أو الترتيب التعاقبي لتحقيق نتائج مرغوب فيها. يمكن دمج مكونات منفصلة متنوعة في واحد أو أكثر من عناصر فردية لتنفيذ المهام الموصوفة هنا.
- 20

عناصر الحماية

1- أداة ليزر laser tool مهيأة للعمل داخل حفرة البئر wellbore لتشكيل الصخور الحاملة

للهدروكربونات hydrocarbon-bearing rock formation، تشتمل أداة الليزر laser tool على:
واحد أو أكثر من وسائط الإرسال الضوئية optical transmission media التي تشتمل على كابل
ألياف ضوئية fiber-optic cable له طرف أول وطرف ثان، يكون وسيط نقل بصري optical
transmission media واحد أو أكثر جزءًا من مسار بصري optical path ناشئ عن مولد ليزر
laser generator متصل بالطرف الأول لكابل الألياف الضوئية fiber-optic cable ومهيأ لتوليد
شعاع ليزر laser beam، وسيط نقل ضوئي optical transmission media واحد أو أكثر لتمرير
شعاع الليزر laser beam؛

عنصر أحادي بصري mono-optic element يمثل جزءًا من المسار path البصري optical path
وله طرف أول وطرف ثان، الطرف الأول من العنصر الأحادي البصري mono-optic element
متصل بالطرف الثاني من كابل الألياف الضوئية fiber-optic cable بحيث يستقبل العنصر
الأحادي البصري mono-optic element شعاع الليزر laser beam مباشرة من الطرف الثاني
لكابل الألياف الضوئية fiber-optic cable، وهو العنصر الأحادي البصري mono-optic
element الذي تم تهيئته لتغيير واحد على الأقل من الخواص الهندسية أو اتجاه شعاع الليزر
laser beam للخروج لتشكيل الصخور الحاملة للهدروكربون hydrocarbon-bearing rock
formation من الطرف الثاني للعنصر الأحادي البصري mono-optic element، وهو العنصر
الأحادي البصري mono-optic element الذي يشتمل على واحد على الأقل من منشور prism،
مكعب cube، ومخروط cone؛ و

مستشعر sensor واحد أو أكثر لمراقبة حالة واحدة أو أكثر في حفرة البئر wellbore وإخراج
الإشارات signals بناءً على ظرف واحد أو أكثر.

2- أداة ليزر laser tool وفقًا لعنصر الحماية 1، تشتمل على نظام تركيز focusing system تم
تكوينه لتركيز أو لتجميع شعاع الليزر laser beam قبل الإخراج، يشتمل نظام التركيز focusing
system على العنصر الأحادي البصري mono-optic element، حيث يتم تكوين العنصر

الأحادي البصري mono-optic element لتركيز أو لتجميع شعاع الليزر laser beam قبل الخروج.

3- أداة ليزر laser tool وفقاً لعنصر الحماية 2، حيث يشتمل نظام التركيز focusing system على كامرة ليزر laser muzzle لتفريغ شعاع الليزر laser beam من نظام التركيز focusing system، وسكين مائع fluid knife قريب من جزء من العنصر الأحادي البصري mono-optic element الذي يواجه كامرة الليزر laser muzzle، فوهة تطهير purging nozzle قريبة من كامرة الليزر laser muzzle، فوهة التفريغ vacuum nozzle قريبة من كامرة الليزر laser muzzle، ومستشعر sensor درجة الحرارة بجوار كامرة الليزر laser muzzle،

10 حيث يتم تهيئة السكين المائع fluid knife لمسح العنصر الأحادي البصري mono-optic element، يتم تهيئة فوهة التطهير purging nozzle لإزالة الغبار والبخار من مسار شعاع الليزر laser beam، ويتم تهيئة فوهة التفريغ vacuum nozzle لتجميع الغبار والبخار من المسار path.

4- أداة ليزر laser tool وفقاً لعنصر الحماية 1، تشتمل أيضاً على مثبت stabilizer مرفق بأداة ليزر laser tool ومهياً لتثبيت أداة ليزر laser tool في مكانها بالنسبة لغلاف casing موجود في حفرة البئر wellbore.

5- أداة ليزر laser tool وفقاً لعنصر الحماية 1، تشتمل أيضاً على ممتص صدمات shock absorber يقع عند طرف أداة ليزر laser tool ومهياً لامتصاص التأثير حتى طرف بعيد لأداة ليزر laser tool.

6- أداة ليزر laser tool وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل العنصر الأحادي البصري mono-optic element على هيكل يتكون من اثنين أو أكثر من: بلورة crystal، أو عدسة lens، أو مرآة mirror، أو منشور prism، أو مكعب cube، أو أسطوانة، أو مخروط cone.

7- نظام يشتمل على:

أداة ليزر laser tool أولى وفقاً لعنصر الحماية 1؛
أداة ليزر laser tool ثانية وفقاً لعنصر الحماية 1؛ و
نظام حركة لوضع أداة ليزر laser tool الأولى وأداة ليزر laser tool الثانية داخل حفرة البئر
.wellbore

5

8- النظام وفقاً لعنصر الحماية 7، حيث يشتمل نظام الحركة motion system على كابل واحد أو
أكثر يمكن تحريكه داخل حفرة البئر wellbore لوضع أداة ليزر laser tool الأولى وأداة ليزر laser
tool الثانية.

10 9- طريقة يتم إجراؤها داخل حفرة بئر wellbore لتكوين صخري يحتوي على الهيدروكربون
hydrocarbon-bearing rock formation، وتشتمل الطريقة على:

تمرير، من خلال واحد أو أكثر من وسائط النقل الضوئية optical transmission media التي
تشتمل على كابل ألياف ضوئية fiber-optic cable له طرف أول وطرف ثان، شعاع ليزر laser
beam تم توليده بواسطة مولد ليزر laser generator متصل بالطرف الأول من كابل الألياف
الضوئية fiber-optic cable ويتم التخلص منه في أصل مسار بصري optical path يشتمل على
وسيط إرسال بصري optical transmission media واحد أو أكثر؛

الدوران، حول محور، أداة ليزر laser tool تشتمل على عنصر أحادي بصري mono-optic
element يمثل جزءاً من المسار path البصري optical path وله طرف أول وطرف ثان، الطرف
الأول من العنصر الأحادي البصري mono-optic element متصل بالطرف الثاني لكابل الألياف

20 الضوئية fiber-optic cable مثل أن يستقبل العنصر الأحادي البصري mono-optic element

شعاع الليزر laser beam مباشرة من الطرف الثاني لكابل الألياف الضوئية fiber-optic cable،
ويغير العنصر الأحادي البصري mono-optic element واحدًا على الأقل من الخواص الهندسية
أو اتجاه شعاع الليزر laser beam للخروج من الطرف الثاني للعنصر الأحادي البصري mono-

optic element للتكوين الصخري الحامل للهيدروكربون hydrocarbon-bearing rock

25 formation، وهو العنصر الأحادي البصري mono-optic element الذي يشتمل على واحد على

الأقل من منشور prism، مكعب cube، مخروط cone؛

المراقبة، باستخدام واحد أو أكثر من المستشعرات sensors، واحدة أو أكثر من الظروف في حفرة البئر wellbore أثناء تشغيل أداة ليزر laser tool؛ و إخراج الإشارات signals بناءً على واحدة أو أكثر من الظروف.

5 10- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 9، تشتمل أيضاً على تدوير أداة ليزر laser tool لاستهداف منطقة مختلفة من التكوين الصخري الحامل للهيدروكربون hydrocarbon-bearing rock formation.

10 11- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 9، تشتمل كذلك على تشغيل مولد الليزر laser generator في وضع التشغيل run mode.

12- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 11، حيث يشتمل وضع التشغيل run mode على وضع مستمر continuous mode، حيث يعمل مولد الليزر laser generator بشكل مستمر حتى الوصول إلى عمق الاختراق المستهدف.

15

13- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 11، حيث يشتمل وضع التشغيل run mode على وضع التدوير cycling mode، حيث يشتمل وضع التدوير cycling mode على تدوير مولد الليزر laser generator بين فترات زمنية وفترات توقف، حيث يتم توصيل شعاع الليزر laser beam من مولد الليزر laser generator إلى نظام التركيز focusing system أثناء التشغيل لفترة زمنية.

20

14- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 9، تشتمل أيضاً على العنصر الأحادي البصري mono-optic element لتركيز أو توجيه شعاع الليزر laser beam؛ مسح ضوئي للعنصر الأحادي البصري mono-optic element باستخدام سكين مائع fluid knife؛

25 تطهير مسار شعاع الليزر laser beam باستخدام فوهة تطهير purging nozzle أثناء وضع تشغيل مولد الليزر laser generator؛

تصعيد التكوين الصخري الحامل للمواد الهيدروكربونية hydrocarbon-bearing rock formation
باستخدام شعاع الليزر laser beam لتخليق نفق بعمق الاختراق المستهدف؛ و
تفريغ الغبار والبخار باستخدام فوهة التفريغ vacuum nozzle.

5 15- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 9، تشتمل أيضًا على:

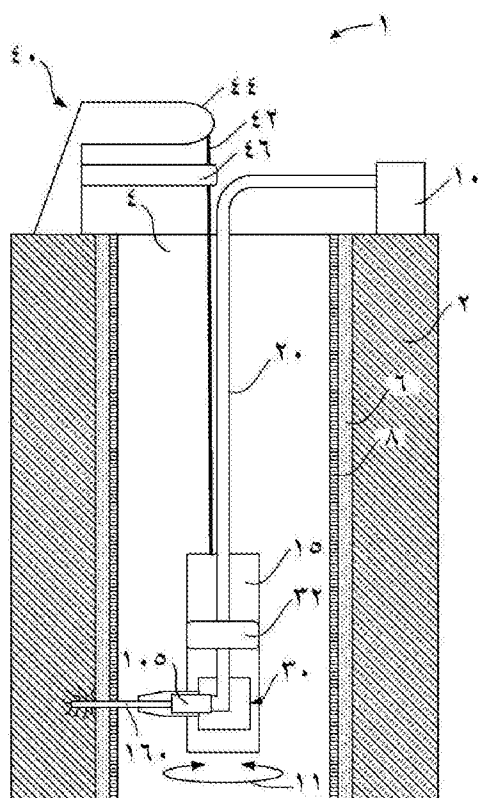
تطهير مسار شعاع الليزر laser beam باستخدام فوهة التطهير purging nozzle؛ و
تفريغ الغبار والبخار باستخدام فوهة التفريغ vacuum nozzle.

16- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 9، حيث يشتمل العنصر الأحادي البصري mono-optic

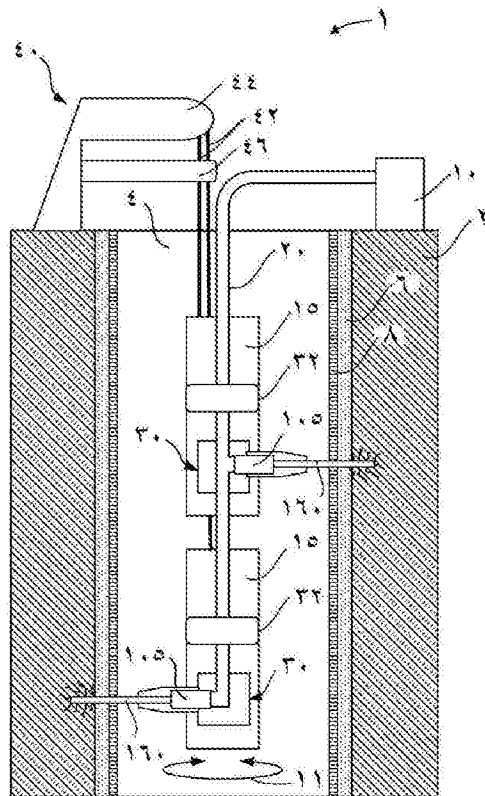
10 element على هيكل يتكون من اثنين أو أكثر من: بلورة crystal، أو عدسة lens، أو مرآة mirror،
أو منشور prism، أو مكعب cube، أو أسطوانة، أو مخروط cone.

17- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 9، تشتمل أيضًا على وضع أداة ليزر laser tool داخل حفرة

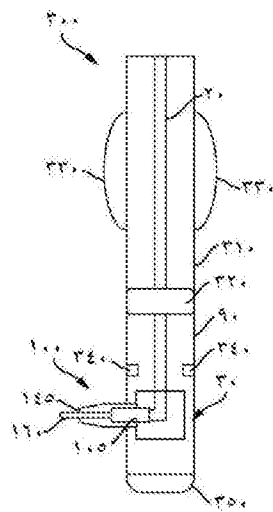
البئر wellbore عن طريق تحريك أداة ليزر laser tool إلى أعلى أو إلى أسفل البئر داخل حفرة
15 البئر wellbore.



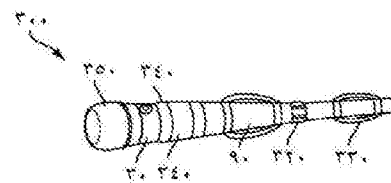
شكل ١



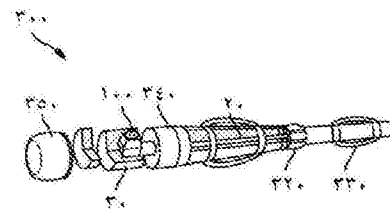
شکل ۲



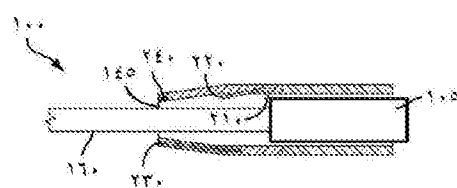
شکل ۱۳



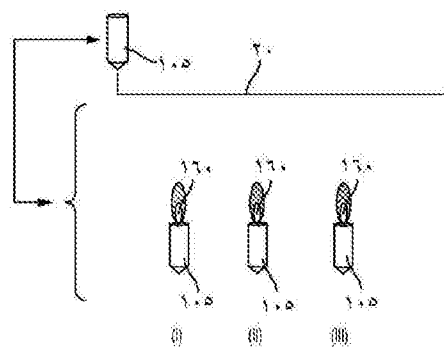
شکل ۳ ب



شکل ۳ ج



شكل ٤



شكل ٥



مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

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

صادرة عن
الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA