



(11)

EP 3 173 577 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

(51) Int Cl.:
E21B 47/00^(2012.01)

(21) Anmeldenummer: **16200501.1**

(22) Anmeldetag: **24.11.2016**

(54) VORRICHTUNG ZUR VISUELLEN UNTERSUCHUNG EINES BOHRLOCHS

DEVICE FOR VISUALLY INVESTIGATING A BOREHOLE

DISPOSITIF D'INSPECTION VISUELLE D'UN TROU DE MINE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **24.11.2015 AT 7622015**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.05.2017 Patentblatt 2017/22

(73) Patentinhaber: **OMV Austria Exploration & Production GmbH**
2230 Gänserndorf (AT)

(72) Erfinder: **WEGERT, Johannes**
2132 Hörersdorf (AT)

(74) Vertreter: **Sonn & Partner Patentanwälte**
Riemergasse 14
1010 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102012 223 458 US-A1- 2013 287 380
US-A1- 2015 077 537

EP 3 173 577 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Bei der visuellen Untersuchung von Bohrlöchern wird eine Vorrichtung in ein Bohrloch geführt, welche dazu vorgesehen ist, die Innenseite des Bohrlochs einerseits mit Hilfe einer Lichtquelle auszuleuchten und andererseits visuell zu erfassen. Dabei werden entweder Bilder und/oder Videoaufnahmen von der Innenseite des Bohrlochs aufgenommen, die entweder in einem Speichermedium gespeichert oder direkt (live) an eine Wiedergabevorrichtung gesendet werden.

[0003] Eine Vorrichtung dieser Art ist aus der DE 10 2012 223 458 A1 bekannt, wobei eine Videosonde zur Inspektion von Bohrlöchern offenbart wird. Die Videosonde umfasst ein Gehäuse, in welchem eine Videokamera, ein Bildspeicher, eine Stromquelle und eine Lichtquelle aufgenommen sind. An einem Ende ist das Gehäuse mit einem Deckel druckdicht verschlossen, wobei der Deckel Befestigungsmittel zur Befestigung eines Seils aufweist. An dem anderen Ende weist das Gehäuse ein abnehmbares Fensterbauteil auf, welches mit dem Gehäuse verschraubbar ist, wobei das Fensterbauteil aus Glas oder Acrylglas gefertigt ist. Hinter dem Fensterbauteil, im Inneren des Gehäuses, sind die Lichtquelle und die Kamera angeordnet, wobei die Lichtquelle Licht in Richtung des Blickfelds der Kamera, durch das Fensterbauteil, abstrahlt.

[0004] Weiters offenbart die DE 601 30 558 T2 ein Untersuchungsinstrument zur Einführung in ein Bohrloch, bei welchem eine Kamera, eine Lichtquelle und ein Reflektor in einem Gehäuse angeordnet sind. Der Reflektor hat eine elliptische Form und fokussiert das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht in einem Brennpunkt. Ein Lichtleiter, welcher in dem Brennpunkt angeordnet ist, leitet das Licht an ein distales Ende des Gehäuses, an welchem eine Kamera angeordnet ist. Am Ende des Lichtleiters ist eine Linse angeordnet, die das Licht in Richtung des Blickfelds der Kamera ausrichtet.

[0005] Die US 2013/0287380 A1 offenbart ein optisches Element für eine Bohrlöcherkamera, mit einem inneren Bereich und einem äußeren Bereich, wobei deren zylinderförmige Kontaktfläche derart ausgestaltet ist, dass kein Licht von einem Bereich in den anderen Bereich transmittieren kann. Das optische Element ist auf einer Platte angeordnet, welche eine zentrale Durchgangsöffnung aufweist, um die weitere Durchgangsöffnungen kreisförmig angeordnet sind. Lichtquellen sind in den Durchgangsöffnungen angeordnet, und eine Linse einer Kamera ist in der zentralen Durchgangsöffnung angeordnet.

[0006] Die US 2015/077537 A1 zeigt ein Kamerasystem, mit einer Kamera und einer Lichtquelle, welche in einem Gehäuse angeordnet sind. An einem Ende weist das Gehäuse einen konischen Vorderteil auf, welcher ein Sichtfenster aufweist, an dessen Innenseite ein Endbereich einer Linse anliegt. Die Linse ist an ihrem ande-

ren Ende mit einem Bildsensor der Kamera verbunden. Kreisrund um das Sichtfenster der Linse weist der Vorderteil weitere Öffnungen auf, welche mit einem Glas abgedichtet sind. Dahinter sind Lichtquellen angeordnet, wobei die Öffnungen bevorzugt in einem Winkel zur Hauptachse des Gehäuses angeordnet sind.

[0007] Ein Nachteil der im Stand der Technik offenbarten Vorrichtungen ist die Tatsache, dass die Lichtquelle im Inneren oder hinter einem transparenten Element angeordnet ist, wodurch das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht an der Innenseite des transparenten Elements teilweise in Richtung der Kamera reflektiert wird. Dadurch wird die Qualität der aufgenommenen Bilder verschlechtert, da das reflektierte bzw. rückgestrahlte Licht die Linse der Kamera überblendet. Dadurch können die aufgezeichneten Daten meist unbrauchbar bzw. nicht auswertbar werden.

[0008] Ein weiterer Nachteil bei der Ausgestaltung gemäß der DE 10 2012 223 458 A1 ist zudem, dass das Fensterelement aus einem transparenten Vollkörper aus Kunststoff oder Glas besteht, welcher beim Bewegen der Vorrichtung im Bohrloch mehr aufgrund vorspringender Gesteinselemente oder dergleichen auf vergleichsweise einfache Weise beschädigt wird. Sofern das Fensterelement gesprungen ist, können nachteiliger Weise mit der Vorrichtung keine aussagekräftigen Aufnahmen des Bohrlochs aufgenommen werden, so dass erheblicher Zeit- und Kostenaufwand zu Vorbereitung der Untersuchung des Bohrlochs verloren geht. Zusätzlich zu der mit Kosten verbundenen Reparatur oder der Anschaffung einer neuen Vorrichtung muss meist daher auch die Untersuchung des Bohrlochs wiederholt werden, was zu einer erheblichen Erhöhung der Kosten führt.

[0009] Demnach besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, zumindest einzelne Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen oder zumindest zu lindern. Die Erfindung setzt sich daher insbesondere zum Ziel, eine Vorrichtung zur Untersuchung eines Bohrlochs zu schaffen, mit welcher eine gleichmäßige und ausreichend helle Ausleuchtung des Bohrlochs erfolgt, so dass zuverlässig Bilder in einer Analyse des Bohrlochs ermöglichenden Qualität aufgenommen werden können. Zusätzlich soll das Risiko einer Beschädigung des Sichtfensters verringert werden.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0011] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Vorrichtungskopf im Wesentlichen aus einem intransparenten Material besteht, in welchem ein aus einem transparenten Material bestehendes vorzugsweise kreisförmiges zentrales Sichtfenster aufgenommen ist, wobei der Vorrichtungskopf in dem intransparenten Material zumindest eine Durchgangsöffnung aufweist, welche von dem Sichtfenster seitlich beabstandet ist und in welcher zumindest eine Lichtquelle aufgenommen ist.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst ein

Gehäuse, welches eine Kamera, eine Elektronikeinheit und eine Stromversorgungseinheit aufweist, wobei das Gehäuse aufgrund der Form eines Bohrlochs vorzugsweise zylinderförmig ausgestaltet ist. Um die Kamera, die Elektronikeinheit und die Stromversorgungseinheit gegen die physikalischen Bedingungen (hohe Temperatur, hoher Druck, Schmutz, Gestein, etc.) in dem Bohrloch zu schützen, ist das Gehäuse aus einem druckfesten Material gefertigt, welches den physikalischen Bedingungen innerhalb eines Bohrlochs standhält. Die Stromversorgungseinheit ist vorzugsweise eine Batterie, mit welcher die Elektronikeinheit und die Kamera mit Energie versorgt werden. Die Elektronikeinheit ist insbesondere dazu vorgesehen, die Funktionen der Kamera und die Lichtquelle zu steuern und die erfassten Daten zu speichern oder direkt an eine Datenauswertungseinheit außerhalb des Bohrlochs zu senden. Die Datenübertragung kann vorzugsweise mit einem Kabel oder kabellos erfolgen. An einem Ende weist das Gehäuse eine Aufhängevorrichtung auf, an welcher vorzugsweise ein Seil, ein Draht und/oder ein entsprechendes Kabel, beispielsweise ein Glasfaserkabel, zur Datenübertragung angeordnet sind. Mit dem Seil kann die Vorrichtung kontrolliert in das Innere des Bohrlochs hinab gelassen werden und nach Beendigung der Untersuchung wieder sicher aus dem Bohrloch entfernt werden. Das Kabel zur Datenübertragung ist vorzugsweise an einem Ende mit der Vorrichtung und am anderen Ende mit einer Datenauswertungseinheit verbunden, welche die von der Kamera aufgenommenen Daten speichert, auswertet und wiedergibt. In einer alternativen Ausführungsform kann mit dem Kabel die Vorrichtung insbesondere auch mit Strom versorgt werden, wodurch auf die Stromversorgungseinheit verzichtet werden kann. Das Gehäuse weist am gegenüberliegenden Ende einen Vorrichtungskopf auf, welcher aus einem intransparenten Material gefertigt und ein aus einem transparenten Material bestehendes, vorzugsweise kreisförmiges, zentrales Sichtfenster aufweist. Das Sichtfenster ist demnach umfangseitig von dem intransparenten Material zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollumfänglich, eingefasst. Sofern die Vorrichtung beim Bewegen im Bohrloch, insbesondere beim Herablassen der Vorrichtung seitlich an dem das Bohrloch umschließende Gestein anstößt bzw. anschlägt, kommt das Sichtfenster vorteilhafterweise nicht mit dem allenfalls spitze Vorsprünge aufweisenden Gestein in Kontakt. Somit kann das Risiko einer Beschädigung des Sichtfensters erheblich reduziert werden. Das Sichtfenster ist im Wesentlichen im Blickfeld der Kamera angeordnet, sodass Bilddaten von der Innenseite des Bohrlochs erfasst werden können. Der Vorrichtungskopf weist zusätzlich zumindest eine Durchgangsöffnung auf, welche von dem Sichtfenster seitlich beabstandet ist und in welcher zumindest eine Lichtquelle aufgenommen ist. Die Durchgangsöffnung ist daher vorteilhafterweise in der Art eines umseitig eingeschlossenen Kanals in dem intransparenten Material des Vorrichtungskopfs ausgebildet. Vorteilhafterweise kann durch die Anordnung der Lichtquelle in

einer separaten Durchgangsöffnung in dem intransparenten Vorrichtungskopf eine ungewollte Streuung des Lichts, wodurch auch ungewollte Reflexionen bewirkt werden können, vermieden werden. Das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht durchsetzt somit gerichtet den Vorrichtungskopf, womit eine präzise Ausleuchtung des Bohrlochs und in weiterer Folge eine hochqualitative Bildaufnahme ermöglicht wird. In einer alternativen Ausführungsform kann die Kamera in dem Vorrichtungskopf angeordnet sein.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Vorrichtungskopf im Wesentlichen als ein vom Gehäuse gesondertes Element ausgebildet, welches mit dem Gehäuse vorzugsweise mittels einer Schraubverbindung verbindbar ist. Zusätzlich können Dichtelemente vorgesehen sein, um eine dichte Verbindung zwischen dem Vorrichtungskopf und dem Gehäuse zu gewährleisten. Bei dieser Ausführungsform ergibt sich der Vorteil, dass der Vorrichtungskopf einfach und rasch von dem Gehäuse trennbar ist, wodurch Reparaturen oder der Austausch von Komponenten vereinfacht werden. Durch die vorzugsweise mit Dichtelementen abgedichtete Schraubverbindung zwischen dem Vorrichtungskopf und dem Gehäuse werden die Komponenten der Vorrichtung von den physikalischen Bedingungen innerhalb des Bohrlochs geschützt. In einer weiteren Ausführungsform ist der Vorrichtungskopf mit dem Gehäuse einteilig ausgebildet.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform ist insbesondere zumindest ein Abschnitt der Längsausdehnung der Durchgangsöffnung, welcher keine Lichtquelle aufweist, vorzugsweise vollständig mit einer transparenten Vergussmasse ausgefüllt. Damit wird die Durchgangsöffnung verschlossen und abgedichtet, wobei zugleich ein gerichteter Lichtdurchtritt ermöglicht wird.

[0015] Hinsichtlich einer einfachen und zuverlässigen Befestigung der Lichtquelle in der jeweiligen Durchgangsöffnung ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Lichtquelle mit einer transparenten Vergussmasse in einem Abschnitt der Längsausdehnung der Durchgangsöffnung fixiert ist.

[0016] Um die Vorrichtung gegen die physikalischen Bedingungen im Inneren des Bohrlochs zu schützen und damit die Funktionalität der Vorrichtung zu gewährleisten, weist das intransparente Material bevorzugt eine höhere Bruchfestigkeit, insbesondere eine höherer Druckfestigkeit, als die transparente Vergussmasse auf. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass mechanische Belastungen, beispielsweise durch Gesteine, insbesondere spitze Gesteinsvorsprünge, innerhalb des Bohrlochs, keinen Schaden an der Vorrichtung hervorrufen. Vorzugsweise ist als intransparentes Material ein Metall, ein Legierung oder ein Verbundwerkstoff, insbesondere eine Stahlliegierung, vorgesehen. Materialien dieser Art zeichnen sich durch eine hohe Bruchfestigkeit aus und können den physikalischen Bedingungen im Inneren des Bohrlochs standhalten.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die

transparente Vergussmasse ein Gießharz, insbesondere ein ein- oder mehr-komponentiges Gießharz auf Epoxid-, Polyurethan-, Acryl- oder Silikon-Basis ist. Der Vorteil einer Vergussmasse ist, dass sie in einem flüssigen Zustand einfach verarbeitet werden kann. Die Durchgangsöffnung in dem Vorrichtungskopf wird im Wesentlichen mit flüssiger Vergussmasse befüllt, welche nach dem Aushärten die Durchgangsöffnung schließt, abdichtet und die Lichtquelle gegen mechanische Belastung, Temperatur, Druck, Schmutz und dergleichen schützt. Durch die Transparenz der Vergussmasse kann das Licht der Lichtquelle in das Innere des Bohrlochs abgestrahlt werden.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform besteht das zentrale Sichtfenster aus einem transparenten Alkalisilikatglas, Acrylglas, Borsilikatglas oder Quarzglas. Gläser dieser Art haben den Vorteil, dass sie mechanisch belastbar sind und somit im Inneren des Bohrlochs eingesetzt werden können. Die genaue Zusammensetzung von dem verwendeten Glas und dessen Dicke ist vorzugsweise entsprechend den physikalischen Bedingungen im Inneren des Bohrlochs auszuwählen.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind mehrere, insbesondere drei bis zwölf, Durchgangsöffnungen, vorzugsweise in äquidistanten Abständen zueinander, um das Sichtfenster herum angeordnet. Vorzugsweise ist in jeder Durchgangsöffnung eine Lichtquelle, insbesondere eine Leuchtdiode, aufgenommen. Damit ergibt sich der Vorteil einer besonders gleichmäßigen Ausleuchtung des Bohrlochs, womit die Qualität der von der Kamera erfassten visuellen Daten erhöht wird. Zusätzlich wird durch diese bevorzugte Anordnung der Lichtquellen der Anteil an reflektiertem Licht minimiert, da jede Lichtquelle in einer separaten Durchgangsöffnung in dem intransparenten Vorrichtungskopf mit einer transparenten Vergussmasse fixiert ist. Die Lichtquellenanordnung ist vorteilhafterweise von der Kamera durch ein intransparentes Material räumlich getrennt und das Licht wird demnach in eine vorgegebene Richtung abgestrahlt.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform sind vorzugsweise die einzelnen Lichtquellen in separaten Halteelementen angeordnet, wobei jeweils ein Halteelement in einer Durchgangsöffnung angeordnet ist. Vorzugsweise ist das Halteelement in der Durchgangsöffnung mit einer dichten Schraubverbindung fixiert und weist an einem Ende eine transparente Linse auf, welche das von den Lichtquellen abgestrahlte Licht in eine ausgezeichnete Richtung fokussiert. Die Halteelemente sind jeweils getrennt voneinander aus dem Vorrichtungskopf entnehmbar, womit das Austauschen von einzelnen Leuchtdioden besonders einfach erfolgen kann.

[0021] In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Längsachse der Durchgangsöffnung jeweils in einem spitzen Winkel α , vorzugsweise zwischen 15° und 35° , zur Längsachse des Gehäuses angeordnet. Vorzugsweise weisen alle Durchgangsöffnungen den gleichen Winkel α zur Längsachse des Ge-

häuses auf. Dadurch wird insbesondere das Licht in einem Winkel zur Längsachse des Gehäuses abgestrahlt, womit die Ausleuchtung des Bohrlochs seitlich von der Vorrichtung verbessert wird. Da die visuelle Untersuchung speziell auf die Innenseite des Bohrlochs abzielt, ist eine Ausleuchtung seitlich von der Vorrichtung besonders vorteilhaft.

[0022] Um eine hohe Leuchtkraft mit geringem Energiebedarf zu gewährleisten, ist vorzugsweise als Lichtquelle eine Leuchtdiode vorgesehen ist. Durch die geringe Größe von Leuchtdioden kann eine Vielzahl von Leuchtdioden, vorzugsweise drei bis zwölf, in einer gleichen Anzahl von Durchgangsöffnungen im Vorrichtungskopf angeordnet werden. Dadurch wird die Leuchtkraft erhöht und somit die Ausleuchtung des Bohrlochs verbessert, wobei die Größe der Vorrichtung klein genug gewählt werden kann, um in das Bohrloch geführt zu werden.

[0023] In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform ist zwischen der Aufhängvorrichtung und dem Gehäuse eine lösbare Verbindung, vorzugsweise eine Schraubverbindung mit zumindest einem Dichtungselement, vorgesehen. Die Verbindung kann analog zu der Schraubverbindung zwischen dem Gehäuse und dem Vorrichtungskopf ausgestaltet sein. In einer weiteren Ausführungsform ist die Aufhängvorrichtung und das Gehäuse einteilig ausgebildet.

[0024] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Stromversorgungseinrichtung im Gehäuse zur Stromversorgung der Lichtquelle im Vorrichtungskopf vorgesehen, wobei ein leitender Kontakt geschlossen wird, wenn Gehäuse und Vorrichtungskopf miteinander verbunden sind, wobei vorzugsweise zwischen der Kamera und der Elektronikeinheit eine Feder angeordnet ist. Durch die zusätzliche Kraft der Feder bleibt der Kontakt, während der Vorrichtungskopf und das Gehäuse miteinander in Eingriff sind, auch bei mechanischen Belastungen aufrecht. Zusätzlich wird durch die Feder eine mögliche Bewegung der einzelnen Komponenten innerhalb des Gehäuses gedämpft, wodurch es bei abrupten Bewegungsänderungen der Vorrichtung zu keinen Beschädigungen innerhalb des Gehäuses durch eine unkontrollierte Bewegung der Komponenten kommt. In einer weiteren Ausführungsform erfolgt die Stromversorgung mit einem Kabel, welches zusammen mit dem Seil, an welchem die Vorrichtung aufgehängt ist, in das Bohrloch geführt wird. Dadurch wird eine batterieunabhängige Stromversorgung sichergestellt.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht die Aufhängvorrichtung und das Gehäuse im Wesentlichen aus einem Metall, einer Legierung oder einem Verbundwerkstoff. Materialien dieser Art zeichnen sich durch hohe mechanische Belastbarkeit aus und eignen sich daher ideal zum Einsatz im Inneren eines Bohrlochs.

[0026] Die visuell erfassten Daten der Kamera werden vorzugsweise in einem Datenspeicher, welcher innerhalb der Vorrichtung, insbesondere innerhalb der Kame-

ra angeordnet ist, gespeichert, wobei die gespeicherten Daten zu einem späteren Zeitpunkt, nachdem die Untersuchung des Bohrlochs abgeschlossen ist, ausgewertet werden. In einer weiteren Ausführungsform werden die Bild- und/oder Videodaten direkt (live) an eine Wiedergabevorrichtung gesendet. Dies kann mit einem entsprechenden Kabel oder kabellos erfolgen. Bei dieser Ausführungsform kann auf einen zusätzlichen Datenspeicher verzichtet werden.

[0027] Die Erfindung wird nachstehend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt werden soll, weiter erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur visuellen Untersuchung eines Bohrlochs;

Fig. 2 einen Längsschnitt des Gehäuses der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3 eine Ansicht der Aufhängvorrichtung der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 4 einen Längsschnitt des Vorrichtungskopfs der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 4a eine Draufsicht des Vorrichtungskopfs der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 5 einen Längsschnitt einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung zur visuellen Untersuchung eines Bohrlochs;

Fig. 6 den Vorrichtungskopf der weiteren Ausführungsform gemäß Fig. 5;

Fig. 7 eine Draufsicht des Vorrichtungskopfs der weiteren Ausführungsform gemäß Fig. 5;

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Bohrlochuntersuchung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0028] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zur visuellen Untersuchung eines Bohrlochs 22 (vgl. Fig. 8), welche eine Kamera 2, eine Elektronikeinheit 3 und eine Stromversorgungseinheit 4 aufweist. Die Elektronikeinheit 3 und eine Stromversorgungseinheit 4 sind in einem druckfesten, zylindrischen Gehäuse 5 angeordnet, wobei die Vorrichtung 1 an einem Ende eine Aufhängvorrichtung 6 und an einem gegenüberliegenden Ende einen ein Sichtfenster 7 umfassenden druckfesten, zylindrischen Vorrichtungskopf 8 aufweist. Der Vorrichtungskopf 8 besteht aus einer Stahllegierung, insbesondere aus einem korrosionsbeständigen austenitisch-ferritischen Stahl oder einer Nickellegierung, vorzugsweise Edelstahl W-Nr. 1.4462 oder der hochkorrosionsbeständigen Nickel-Ba-

sis-Legierung W-Nr. 2.4602, d.h. einem intransparenten Material, in welchem Durchgangsöffnungen 10 vorgesehen sind, die von dem Sichtfenster 7 seitlich beabstandet sind.

[0029] Edelstahl W-Nr. 1.4462 ist ein austenitisch-ferritischer Stahl mit im Wesentlichen 40-50% Ferrit und mit einer hohen Beständigkeit in chloridhaltigen Medien. Durch den hohen Gesamtgehalt an Chrom und Molybdän weist dieser Edelstahl eine sehr gute Lochfraßbeständigkeit und hohe Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion und Schwingungsrisskorrosion auf.

[0030] Die Nickel-Basis-Legierung W-Nr. 2.4602 verfügt durch den Zusatz von Chrom, Molybdän, Wolfram und einem kontrollierten Eisengehalt über eine ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber oxidierenden, reduzierenden und gemischten Säuren. Die Legierung ist auch sehr widerstandsfähig gegenüber Lochfraß und Spaltkorrosion, insbesondere in einem Säure-Halogenid Klima.

[0031] Der Vorrichtungskopf 8 ist über eine Schraubverbindung 11, welche Dichtungselemente 12 aufweist, mit dem Gehäuse 5 verbindbar. Zwischen der Kamera 2 und der Elektronikeinheit 3 und/oder zwischen der Elektronikeinheit 3 und der Stromversorgungseinheit 4 ist eine Feder 26 angeordnet. Die Feder 26 dient als Dämpfungseinheit, um die einzelnen Komponenten innerhalb des Gehäuses 5 gegen eine mögliche Beschädigung zu schützen. Durch abrupte Bewegungsänderungen der Vorrichtung 1 kann es zu Zusammenstößen der einzelnen Komponenten, welche innerhalb des Gehäuses 5 angeordnet sind, kommen. Durch die Feder 26 werden unerwünschte Bewegungen der Komponenten gedämpft, wodurch Beschädigungen durch Zusammenstöße vermieden werden.

[0032] Fig. 2 zeigt das Gehäuse 5, wobei an einem ersten Ende 13 über die Schraubverbindung 11 der Vorrichtungskopf 8 anordenbar ist und an einem zweiten Ende 14 über eine weitere Schraubverbindung 15 die Aufhängvorrichtung 6 anordenbar ist.

[0033] Fig. 3 zeigt die Aufhängvorrichtung 6, welche über die Schraubverbindung 15, welche Dichtungselemente 16 aufweist, mit dem Gehäuse 5 verbindbar ist (vgl. Fig. 1). Am gegenüberliegenden Ende der Aufhängvorrichtung 6 ist ein Verbindungselement 17 angeordnet, an welchem ein Seil und/oder ein Kabel (nicht gezeigt) anordenbar ist.

[0034] In der Schnittansicht des Vorrichtungskopfs 8 in Fig. 4 ist insbesondere ersichtlich, dass die Durchgangsöffnungen 10 in einem Winkel α von ca. 15° bis 20° zur Längsachse x der Vorrichtung 1 angeordnet sind. In jeder Durchgangsöffnung 10 ist eine Lichtquelle 9 in einer transparenten Vergussmasse 27 angeordnet.

[0035] In der Draufsicht gemäß Fig. 4 ist ersichtlich, dass der Vorrichtungskopf 8 einen äußeren zylindrischen Mantel aus der vergleichsweise bruchfesten Stahllegierung aufweist, so dass bei einem etwaigen (seitlichen) Anschlagen des Vorrichtungskopfs 8, insbesondere beim Herablassen der Vorrichtung 1 im Bohrloch 22, an

Gesteinselementen oder anderen spitzkantigen Vorsprüngen nur der aus einer Stahllegierung bestehende Vorrichtungskopf 8 in Berührungskontakt mit etwaigen Vorsprüngen im Bohrloch 22 gelangt. Die Sichtfenster 7 sowie die in Durchgangsöffnung 10 aufgenommene Vergussmasse 27 werden somit von dem sie umfassenden Vorrichtungskopf 8 geschützt, so dass die Gefahr einer Beschädigung der transparenten Materialien äußerst gering ist.

[0036] Fig. 5 zeigt eine alternative Ausführungsform der Vorrichtung 1, wobei die Kamera 2 innerhalb des Vorrichtungskopfs 8 angeordnet ist.

[0037] Fig. 6 zeigt eine Detailansicht des Vorrichtungskopfs 8. Die Lichtquellen 9 sind wiederum jeweils in einer Durchgangsöffnung 10 angeordnet. Jedoch sind die Durchgangsöffnungen 10 nicht mit einer transparenten Vergussmasse 27 ausgefüllt, wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 bis 4a, sondern die Durchgangsöffnungen 10 sind mit Verschlusselementen 18 versehen, welche jeweils mittels einer Schraubverbindung mit der Durchgangsöffnung 10 verbunden sind. Derartige Verschlusselemente 18 weisen einen äußeren mütterartigen Gewindeteil 18' mit einer zentralen Öffnung auf, in welcher ein transparentes Sichtfenster 18'', vorzugsweise aus einem Alkalisilikatglas, Acrylglas, Bor-silikatglas oder Quarzglas, aufgenommen ist. Mit Hilfe dieser Verschlusssteile 18 können somit die Durchgangsöffnungen 10 auf besonders einfache Weise druckdicht verschlossen werden, im Vergleich zu einem druckdichten Abschließen der Durchgangsöffnungen 10 mit einer transparenten Vergussmasse 27, wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 bis 4a, weisen diese Sichtfenster 18 jedoch einen größeren Platzbedarf auf, so dass sie insbesondere bei Vorrichtungen 1 mit einem Außendurchmesser größer 70mm, z.B. 90mm, eingesetzt werden können. Das Sichtfenster 7 ist in einem im Wesentlichen gleich aufgebauten, zentralen Verschlusselement 20 größeren Durchmessers aufgenommen. Der Vorrichtungskopf 8 ist analog zu der Ausführungsform gemäß den Figuren 1 bis 4a über eine Schraubverbindung 11, welche Dichtungselemente 12 aufweist, mit dem Gehäuse 5 verbunden.

[0038] Fig. 7 zeigt eine Draufsicht des Vorrichtungskopfs 8 der alternativen Ausführungsform gemäß Fig. 5 und 6. Die Halteelemente 18 sind in äquidistanten Abständen um das Sichtfenster 7 angeordnet, welches wiederum in einem weiteren Halteelement 20 aufgenommen ist.

[0039] Fig. 8 zeigt schematisch den Ablauf einer Bohrlochuntersuchung. Die Vorrichtung 1 wird an einem Seil 21 in ein Bohrloch 22 geführt, wobei ein Zentrierer 23 einen gleichmäßigen Abstand der Vorrichtung 1 zur Innenseite des Bohrlochs 22 gewährleistet. Die vertikale Tiefe der Vorrichtung 1 wird mit einer Seilwinde 24 gesteuert. Die Auswertung der bei der Bohrlochuntersuchung erfassten visuellen Daten erfolgt mit einer Datenauswertungseinheit 25.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur visuellen Untersuchung eines Bohrlochs, welche eine Kamera (2), eine Elektronikeinheit (3) und eine Stromversorgungseinheit (4) aufweist, die in einem druckfesten, vorzugsweise zylindrischen, Gehäuse (5) angeordnet sind, wobei die Vorrichtung (1) an einem Ende eine Aufhängvorrichtung (6) und an einem gegenüberliegenden Ende einen ein Sichtfenster (7) umfassenden Vorrichtungskopf (8) aufweist, wobei der Vorrichtungskopf (8) im Wesentlichen aus einem intransparenten Material besteht, in welchem ein aus einem transparenten Material bestehendes, vorzugsweise kreisförmiges, zentrales Sichtfenster (7) aufgenommen ist, wobei der Vorrichtungskopf (8) in dem intransparenten Material zumindest eine Durchgangsöffnung (10) aufweist, welche von dem Sichtfenster (7) seitlich beabstandet ist und in welcher zumindest eine Lichtquelle (9) aufgenommen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (9) mit einer transparenten Vergussmasse (27) in einem Abschnitt der Längsausdehnung der Durchgangsöffnung (10) fixiert ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorrichtungskopf (8) als ein vom Gehäuse (5) gesondertes Element ausgebildet ist, das mit dem Gehäuse (5), vorzugsweise mittels einer Schraubverbindung (11), verbindbar ist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Abschnitt der Längsausdehnung der Durchgangsöffnung (10), welcher keine Lichtquelle (9) aufweist, vorzugsweise vollständig mit einer transparenten Vergussmasse (18) ausgefüllt ist.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das intransparente Material eine höhere Bruchfestigkeit, insbesondere eine höherer Druckfestigkeit, als die transparente Vergussmasse (27) aufweist.
5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** als intransparentes Material ein Metall, eine Legierung oder ein Verbundwerkstoff, vorzugsweise eine Stahllegierung, vorgesehen ist.
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die transparente Vergussmasse (27) ein Gießharz, insbesondere ein ein- oder mehr-komponentiges Gießharz auf Epoxid-, Polyurethan-, Acryl- oder Silikon-Basis ist.
7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zentrale Sichtfenster (7) aus einem transparenten Alkalisilikatglas,

Acrylglas, Borsilikatglas oder Quarzglas besteht ist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere, insbesondere drei bis zwölf, Durchgangsöffnungen (10), vorzugsweise in äquidistanten Abständen zueinander, um das Sichtfenster (7) herum angeordnet sind. 5
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse der Durchgangsöffnung (y) jeweils in einem spitzen Winkel α , vorzugsweise zwischen 15° und 35° , zur Längsachse des Gehäuses (x) angeordnet ist. 10
10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jeder Durchgangsöffnung (10) eine Lichtquelle (9), insbesondere eine Leuchtdiode, aufgenommen ist. 15
11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Lichtquelle (9) eine Leuchtdiode vorgesehen ist. 20
12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Aufhängvorrichtung (6) und dem Gehäuse (5) eine lösbare Verbindung, vorzugsweise eine Schraubverbindung (15) mit zumindest einem Dichtungselement (16), vorgesehen ist. 25
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromversorgungseinrichtung (4) im Gehäuse (5) zur Stromversorgung der Lichtquelle (9) im Vorrichtungskopf (8) vorgesehen ist, wobei ein leitender Kontakt geschlossen wird, wenn Gehäuse (5) und Vorrichtungskopf (8) miteinander verbunden sind, wobei vorzugsweise zwischen der Kamera (2) und der 30
Elektronikeinheit (3) eine Feder (26) angeordnet ist. 35
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufhängvorrichtung (6) und das Gehäuse (5) im Wesentlichen aus einem Metall, einer Legierung oder einem Verbundwerkstoff bestehen. 40
45

Claims

1. Device (1) for visually inspecting a borehole, which device comprises a camera (2), an electronic unit (3), and a power supply unit (4), which are arranged in a pressure-resistant, preferably cylindrical, housing (5), the device (1) comprising a device head (8) that comprises a suspension device (6) at one end and an inspection window (7) at an opposite end, the device head (8) consisting substantially of a non-transparent material, in which a central inspection 50
55

window (7) that is preferably circular and consists of a transparent material is accommodated, the device head (8) comprising at least one through-opening (10) in the non-transparent material, which opening is laterally spaced from the inspection window (7) and in which at least one light source (9) is accommodated, **characterised in that** the light source (9) is fixed in a portion of the longitudinal extension of the through-opening (10) using a transparent sealing compound (27).

2. Device (1) according to claim 1, **characterised in that** the device head (8) is formed as an element that is separate from the housing (5) and can be connected to the housing (5), preferably by means of a screw connection (11).
3. Device (1) according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** at least one portion of the longitudinal extension of the through-opening (10), which does not comprise a light source (9), is preferably completely filled with a transparent sealing compound (18).
4. Device (1) according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the non-transparent material has a higher breaking strength, in particular a higher compressive strength, than the transparent sealing compound (27).
5. Device (1) according to claim 1, **characterised in that** a metal, an alloy or a composite, preferably a steel alloy, is provided as the non-transparent material.
6. Device (1) according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the transparent sealing compound (27) is a casting resin, in particular an epoxy-based, polyurethane-based, acrylic-based or silicone-based single- or multi-component casting resin.
7. Device (1) according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the central inspection window (7) consists of a transparent alkali silicate glass, acrylic glass, borosilicate glass or quartz glass.
8. Device (1) according to any of claims 1 to 7, **characterised in that** a plurality of, in particular three to twelve, through-openings (10) are arranged around the inspection window (7), preferably so as to be equidistantly spaced from one another.
9. Device (1) according to any of claims 1 to 8, **characterised in that** the longitudinal axis of each through-opening (y) is arranged at an acute angle α , preferably of between 15° and 35° , to the longitudinal axis of the housing (x).

10. Device (1) according to any of claims 1 to 9, **characterised in that** a light source (9), in particular a light-emitting diode, is accommodated in each through-opening (10).
11. Device (1) according to any of claims 1 to 10, **characterised in that** a light-emitting diode is provided as the light source (9).
12. Device (1) according to any of claims 1 to 11, **characterised in that** a detachable connection, preferably a screw connection (15) comprising at least one sealing element (16), is provided between the suspension device (6) and the housing (5).
13. Device (1) according to any of claims 1 to 12, **characterised in that** the power supply means (4) is provided in the housing (5) for supplying power to the light source (9) in the device head (8), a conductive contact being closed when the housing (5) and device head (8) are interconnected, a spring (26) preferably being arranged between the camera (2) and the electronic unit (3).
14. Device (1) according to any of claims 1 to 13, **characterised in that** the suspension device (6) and the housing (5) consist substantially of a metal, an alloy or a composite.

Revendications

1. Dispositif (1) d'inspection visuelle d'un trou de forage, lequel comprend une caméra (2), une unité électronique (3) et une unité d'alimentation en courant (4), qui sont agencées dans un logement (5) résistant à la pression, de préférence cylindrique, le dispositif (1) présentant à une extrémité un dispositif de suspension (6) et à une extrémité opposée une tête de dispositif (8) comportant une fenêtre d'inspection (7), la tête de dispositif (8) étant constituée sensiblement d'un matériau opaque, dans lequel est logée une fenêtre d'inspection (7) centrale, de préférence circulaire, constituée d'un matériau transparent, la tête de dispositif (8) présentant dans le matériau opaque au moins une ouverture de passage (10), laquelle est espacée latéralement de la fenêtre d'inspection (7) et dans laquelle est logée au moins une source de lumière (9), **caractérisé en ce que** la source de lumière (9) est fixée au moyen d'un matériau d'enrobage transparent (27) dans une partie de l'étendue longitudinale de l'ouverture de passage (10).
2. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tête de dispositif (8) est réalisée sous la forme d'un élément séparé du logement (5), lequel élément peut être relié au logement (5), de préférence au moyen d'une liaison vissée (11).
3. Dispositif (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie de l'étendue longitudinale de l'ouverture de passage (10), laquelle ne présente aucune source de lumière (9), est remplie presque intégralement d'un matériau d'enrobage transparent (18).
4. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le matériau opaque présente une résistance à la rupture plus élevée, en particulier une résistance à la pression plus élevée, que celle du matériau d'enrobage transparent (27).
5. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un métal, un alliage ou un matériau composite, de préférence un alliage d'acier, est prévu comme matériau opaque.
6. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le matériau d'enrobage transparent (27) est une résine coulée, en particulier une résine coulée à un ou plusieurs composants à base d'époxyde, de polyuréthane, d'acrylique ou de silicone.
7. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la fenêtre d'inspection centrale (7) est constituée d'un verre de silicate alcalin, d'un verre acrylique, d'un verre borosilicaté ou d'un verre de silice, transparent.
8. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** plusieurs ouvertures de passage (10), en particulier trois à douze, sont ménagées autour de la fenêtre d'inspection (7), de préférence à équidistance.
9. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'axe longitudinal de l'ouverture de passage (y) est agencé respectivement en formant un angle aigu α , de préférence compris entre 15° et 35°, par rapport à l'axe longitudinal du logement (x).
10. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**une source de lumière (9), en particulier une diode électroluminescente, est logée dans chaque ouverture de passage (10).
11. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**une diode électroluminescente est prévue comme source de lumière (9).

12. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**une liaison libérable, de préférence une liaison vissée (15) pourvue d'au moins un élément d'étanchéité (16), est prévue entre le dispositif de suspension (6) et le logement (5). 5
13. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le dispositif d'alimentation en courant (4) est prévu dans le logement (5) pour alimenter en courant la source de lumière (9) dans la tête de dispositif (8), un contact conducteur étant fermé lorsque le logement (5) et la tête de dispositif (8) sont reliés l'un à l'autre, un ressort (26) étant agencé de préférence entre la caméra (2) et l'unité électronique (3). 10 15
14. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de suspension (6) et le logement (5) sont constitués sensiblement d'un métal, d'un alliage ou d'un matériau composite. 20

25

30

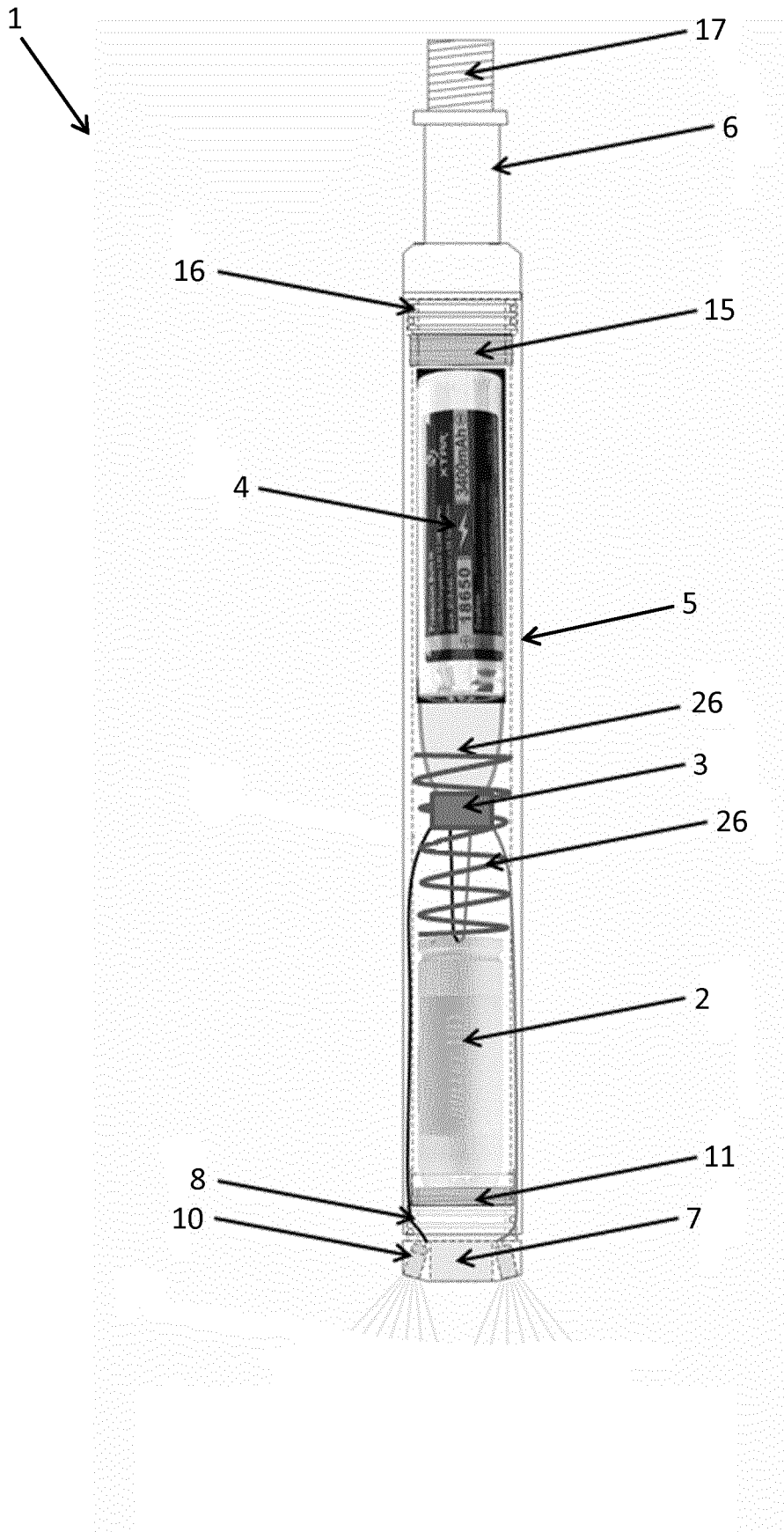
35

40

45

50

55



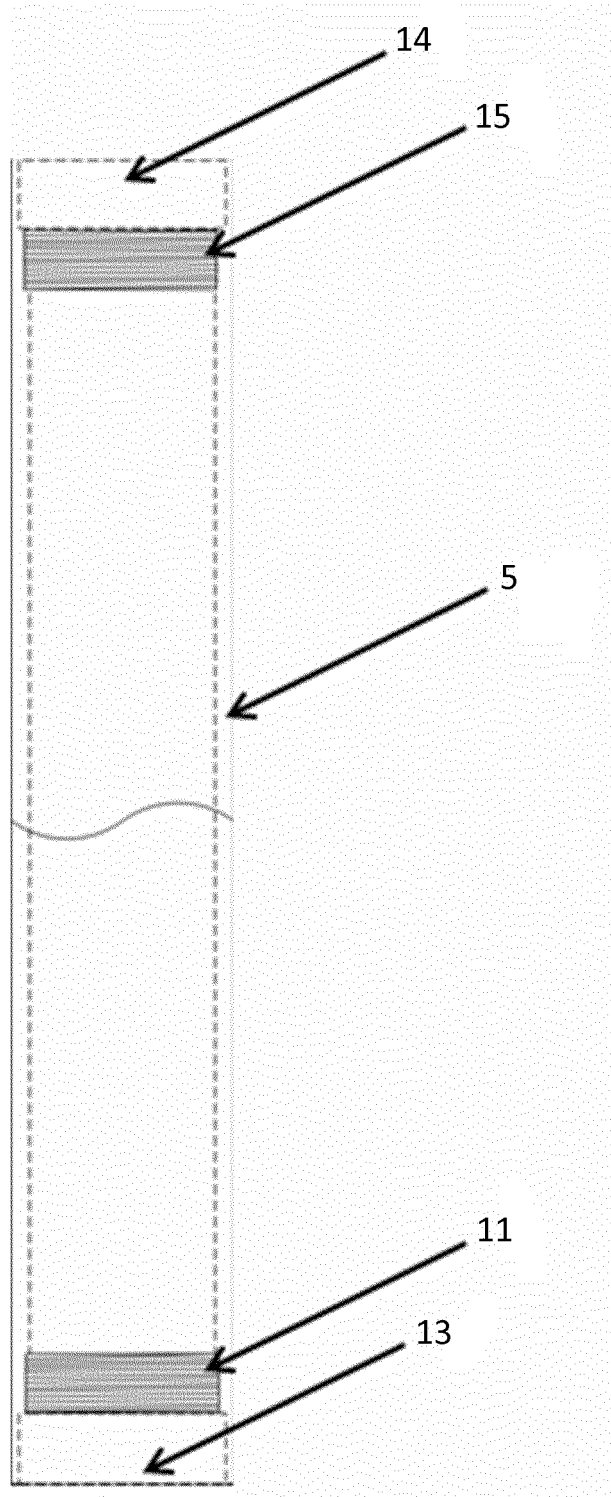


Fig. 2

Fig. 3

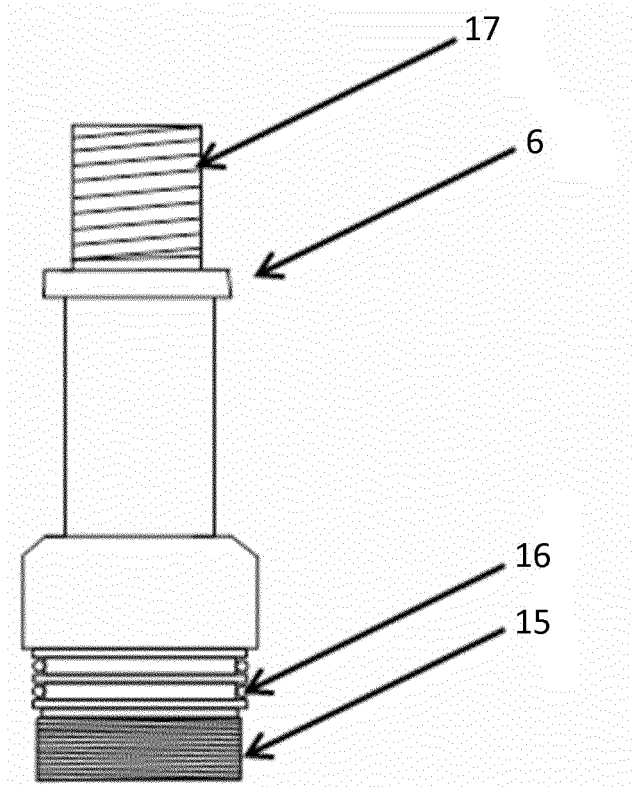


Fig. 4

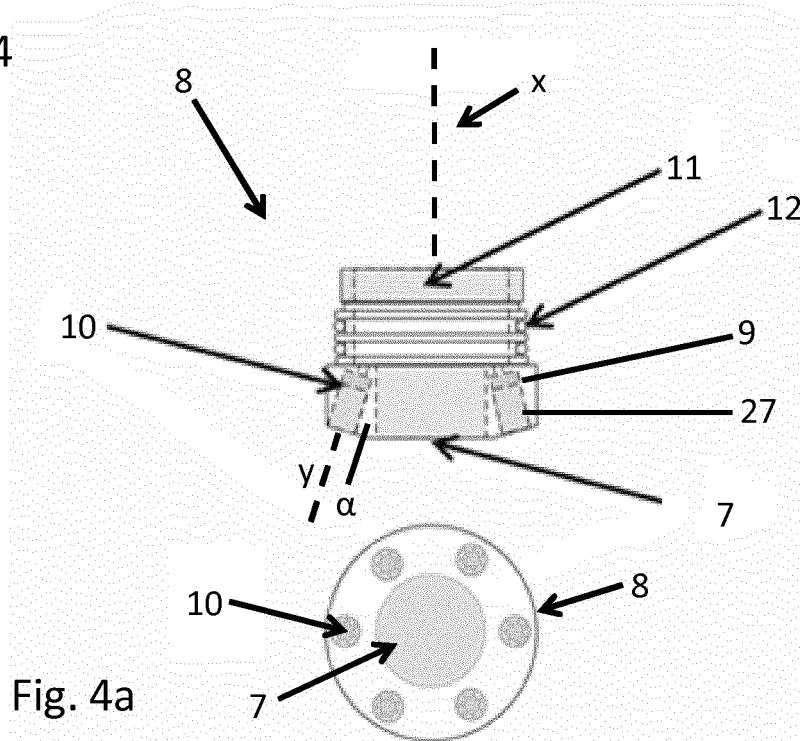


Fig. 4a

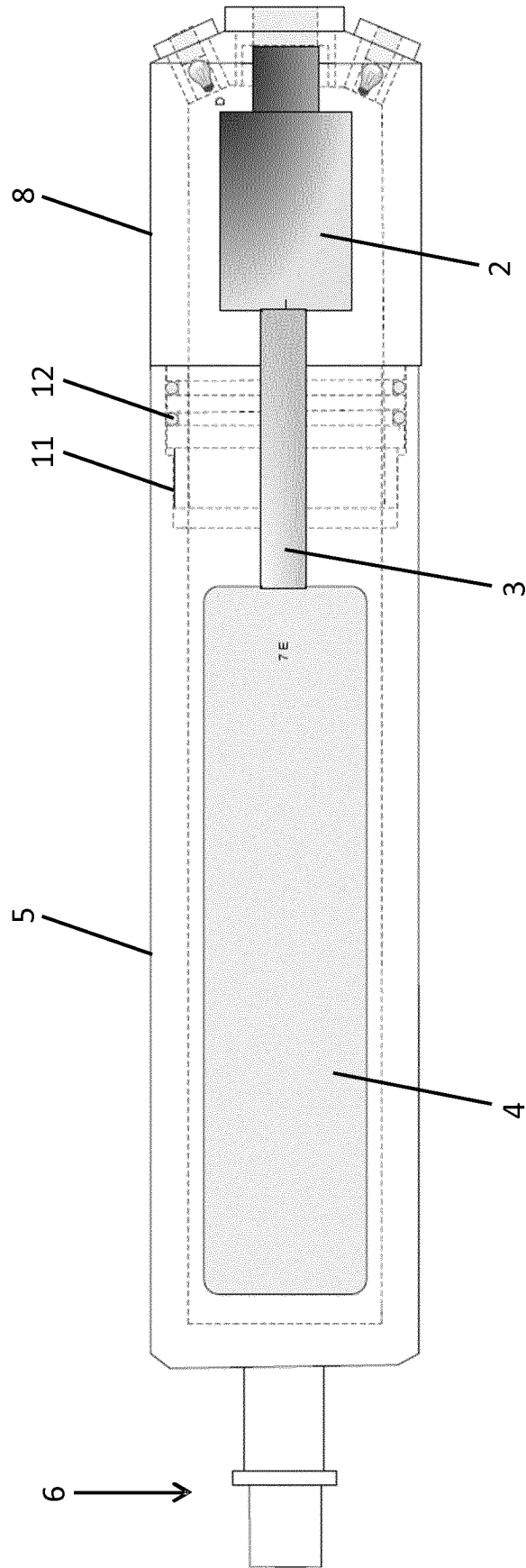


Fig. 5

Fig. 6

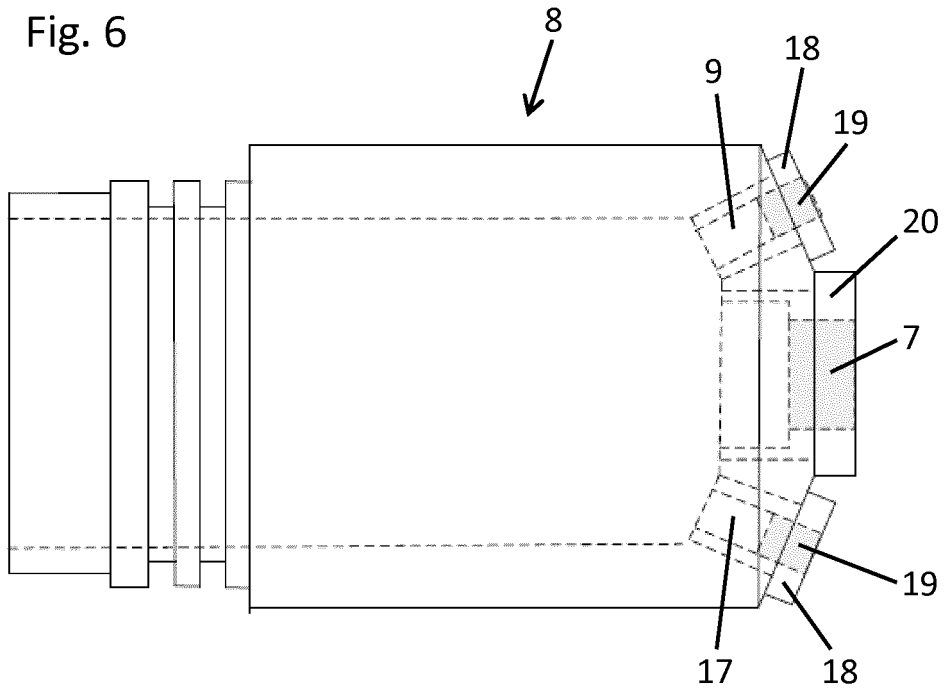
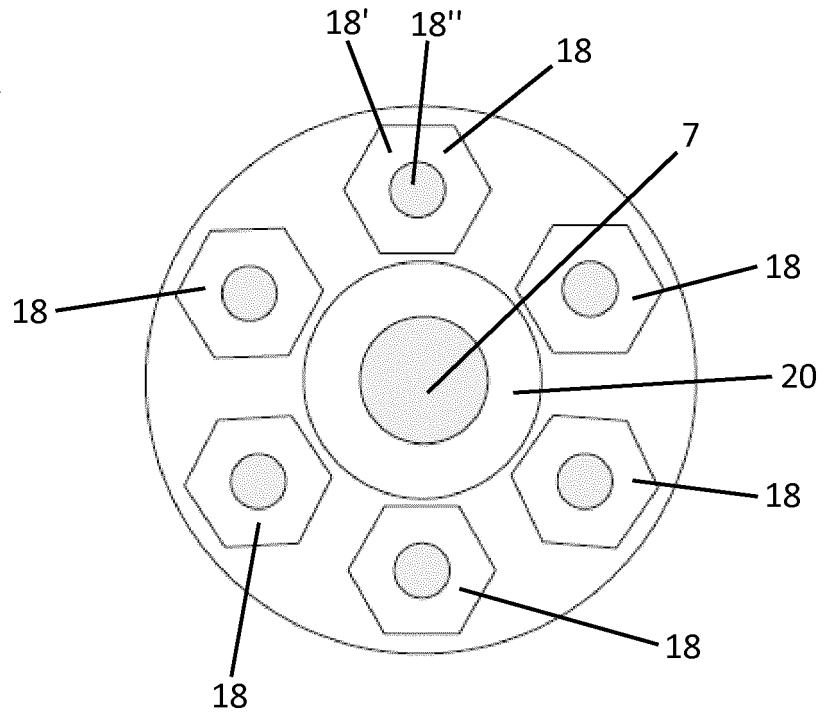


Fig. 7



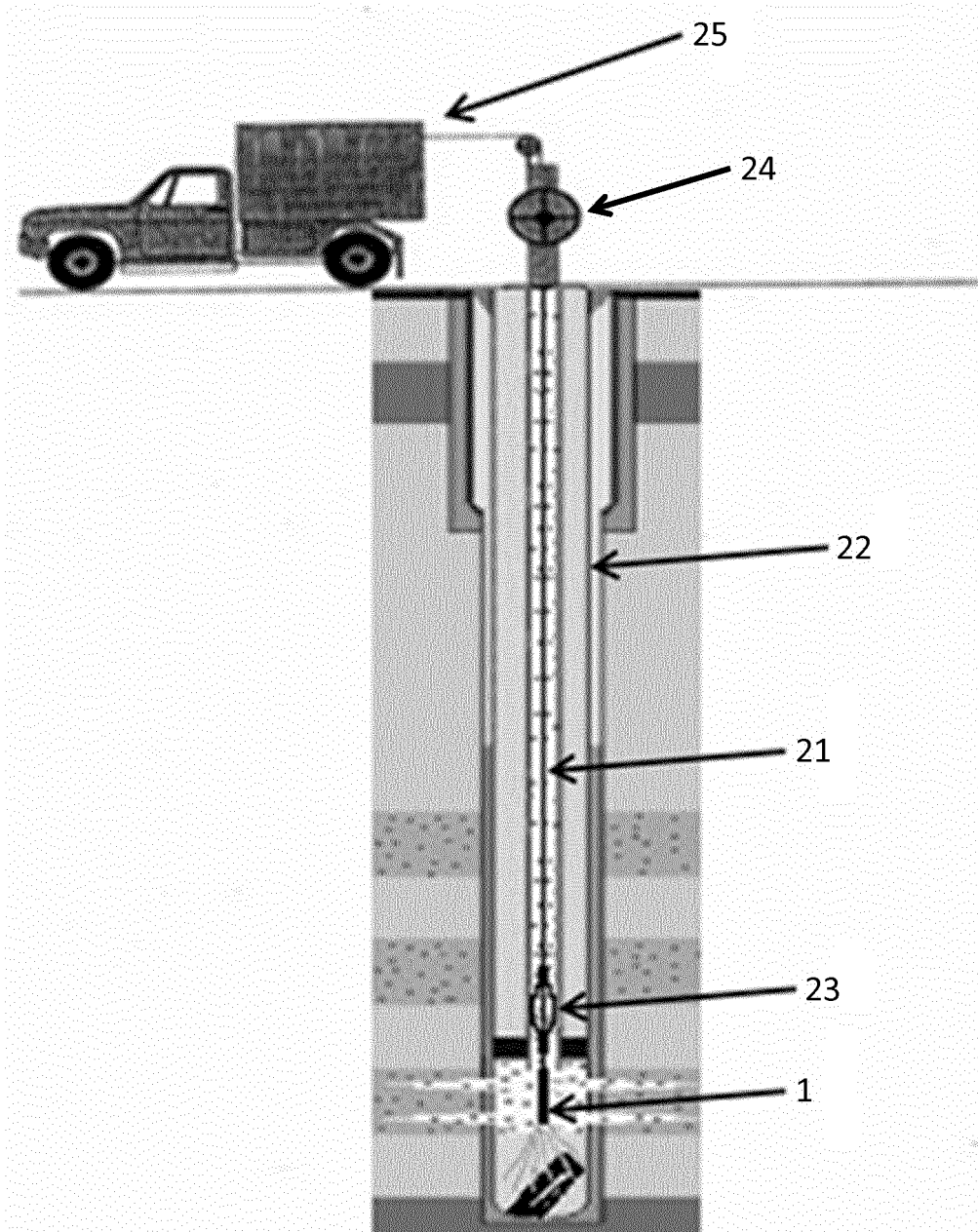


Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102012223458 A1 [0003] [0008]
- DE 60130558 T2 [0004]
- US 20130287380 A1 [0005]
- US 2015077537 A1 [0006]