

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 719 941 A2

(51) Int. Cl.: E21D 9/10 (2006.01)
B28D 1/18 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 000921/2022

(22) Anmeldedatum: 02.08.2022

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.02.2024

(71) Anmelder:
HammerDrum AG, Beckenhofstrasse 7
6210 Sursee (CH)

(72) Erfinder:
Nicola Stephan Nyffeler, 6210 Sursee (CH)

(74) Vertreter:
Schmauder & Partner AG Patent- und Markenanwälte
VSP, Zwängiweg 7
8038 Zürich (CH)

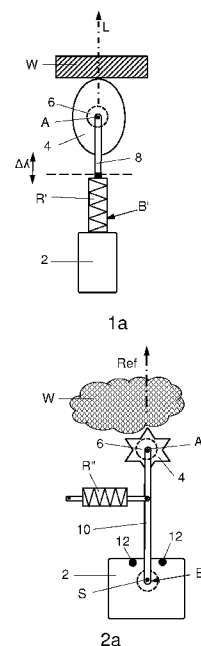
(54) Felsbohrvorrichtung und Verfahren zum Betreiben derselben.

(57) Eine Felsbohrvorrichtung, umfasst einen Träger (2), mindestens eine Schneidtrommel (4), die um eine zugehörige Drehachse (A) drehbar gelagert ist, und Antriebsmittel (6) für die Schneidtrommel. Um einen oszillierenden Anpressdruck der Schneidtrommel in Richtung der Schnittfläche zu ermöglichen, wird vorgeschlagen,

dass entweder eine jede Schneidtrommel (4) über einen Schwenkarm (10) am Träger dämpfungsfrei schwenkbar gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse (A) im Wesentlichen parallelen Schwenkachse (S) in einem Schwenkwinkelbereich aus einer zugehörigen Grundschwenkstellung schwenkbar ist,

oder dass eine jede Schneidtrommel über einen Schubarm (8) am Träger (2) dämpfungsfrei längsverschieblich gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse (A) im Wesentlichen orthogonalen Schubachse (L) in einem Schubbereich ($\Delta\lambda$) hin- und herschiebbar ist.

Rückstellmittel (R, R'') für den Schwenkarm (10) bzw. Schubarm (8) sind entweder als ungedämpfter passiver Resonator mit einer Grundfrequenz von 0.5 bis 10 Hz oder als ungedämpfter aktiver Resonator mit einer Betriebsfrequenz von 0.5 bis 10 Hz konfiguriert.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Felsbohrvorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben derselben.

Stand der Technik

[0002] Im Bereich der Materialtrennung von Gestein und anderen kristallinen Materialien werden ab einem abzubauenen Querschnitt von ca. 0.25 m^2 vorwiegend Schneidwerkzeuge verwendet, die durch einen andauernden Druck in orthogonaler und in relativer Richtung zur Schnittfläche bewegt werden. Ihre Vertreter sind Felsfräsen, wie beispielsweise beschrieben in CA 2281762 A1, und Tunnelbohrmaschinen, wie beispielsweise beschrieben in US 5915790 A.

[0003] Werden kleinere Querschnittsflächen mit einem Abbauvorgang entfernt, so werden Schlagbohrmaschinen, wie beispielsweise in CN 110905406 A beschrieben, verwendet, welche im Gegensatz zu den grösseren Schneidwerkzeugen oszillierend in orthogonaler Richtung zur Schnittfläche bewegt werden. Die Oszillation wird durch eine Vor- und Zurückbewegung des gesamten Schneidwerkzeugs in Schneidrichtung erreicht.

[0004] EP 1273411 A2 beschreibt ein Aktivierungsgerät für Schneidköpfe hydraulischer Trägergeräte, das als separat angetriebenes Zusatzgerät ausgebildet ist. Das Getriebegehäuse ist direkt, d.h. ungelagert, oder über ein Dämpfungssystem am Trägergerät angeordnet. Ein Aufschwingen des Getriebegehäuses wird durch die Masse des Trägergeräts oder das Dämpfungssystem verhindert. Der ganze Kraftstoss erfolgt über die Lagerung der Schneidköpfe.

[0005] Angesichts des allgemeinen Bedarfs an effizient und wirtschaftlich betreibbaren Vorrichtungen für den Abtrag von Fels und Gestein, ganz besonders für den Tunnelbau, aber auch für den Schachtbau, wäre es sehr wünschenswert, über eine diesbezüglich verbesserte Vorrichtung zu verfügen.

Darstellung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es somit, eine verbesserte Felsvorrichtung anzugeben. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Betreiben der erfindungsgemässen Vorrichtung.

[0007] Gelöst werden diese Aufgaben durch die im Anspruch 1 definierte Vorrichtung sowie durch das im Anspruch 9 definierte Verfahren.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0009] Die erfindungsgemässe Felsbohrvorrichtung (Anspruch 1) umfasst:

- einen Träger,
- mindestens eine Schneidtrommel, die um eine zugehörige Drehachse A drehbar gelagert ist, sowie
- Antriebsmittel, um eine jede Schneidtrommel drehmässig anzutreiben,

wobei entweder:

- a) eine jede Schneidtrommel schwenkbar angeordnet ist, wobei die Schneidtrommel über einen Schwenkarm am Träger dämpfungsfrei schwenkbar gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse A im Wesentlichen parallelen Schwenkachse S in einem Schwenkwinkelbereich $\Delta\alpha$ aus einer zugehörigen Grundschenkwinkelstellung schwenkbar ist, wobei die Schneidtrommel einen über deren Umfang variablen Schneidtrommel-Aussenradius r aufweist mit einem maximalen Aussenradius $r_{\max}$ und einem minimalen Aussenradius $r_{\min}$, wodurch beim Abrollen der Schneidtrommel auf einer ebenen Fläche E ein variabler Abstand x zwischen der Drehachse A und der Fläche E bewirkt wird, mit der Massgabe, dass sich der Abstand x bei einer vollen Drehung der Schneidtrommel 4 um mindestens 15% des minimalen Aussenradius $r_{\min}$ verändert, wobei der Schneidtrommel-Aussenradius r ein bis sechs Maxima aufweist, wobei der Schwenkwinkelbereich $\Delta\alpha$ mindestens $\arcsin((r_{\max} - r_{\min}) / R_{AS})$ beträgt, und wobei Rückstellmittel vorhanden sind, um den Schwenkarm in die zugehörige Grundschenkwinkelstellung zu drängen,

oder:

- b) eine jede Schneidtrommel längsverschieblich angeordnet ist, wobei die Schneidtrommel über einen Schubarm am Träger dämpfungsfrei längsverschieblich gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse A im Wesentlichen orthogonalen Schubachse L in einem Schubbereich Δl hin- und herschiebbar ist, wobei die Schneidtrommel einen über deren Umfang variablen Schneidtrommel-Aussenradius r aufweist mit einem maximalen Aussenradius $r_{\max}$ und einem minimalen Aussenradius $r_{\min}$, wodurch beim Abrollen der Schneid-

trommel auf einer ebenen Fläche E ein variabler Abstand x zwischen der Drehachse A und der Fläche E bewirkt wird, mit der Massgabe, dass sich der Abstand x bei einer vollen Drehung der Schneidtrommel 4 um mindestens 15% des minimalen Aussenradius $r_{\min}$ verändert, wobei der Schneidtrommel-Aussenradius r ein bis sechs Maxima aufweist,
wobei der Schubbereich $\Delta\lambda$ mindestens der Differenz zwischen maximalem Aussenradius $r_{\max}$ und minimalem Aussenradius $r_{\min}$ entspricht,
und wobei
Rückstellmittel vorhanden sind, um den Schubarm in eine Grundausslenkung zu drängen.

[0010] Erfindungsgemäss ist jedes Rückstellmittel entweder als ungedämpfter passiver Resonator mit einer Grundfrequenz von 0.5 bis 10 Hz oder als ungedämpfter aktiver Resonator mit einer Betriebsfrequenz von 0.5 bis 10 Hz konfiguriert.

[0011] Die Bedingung, dass die Schneidtrommel am Träger dämpfungsfrei schwenkbar gelagert bzw. dämpfungsfrei längsverschieblich gelagert ist, ist fachüblich wie folgt zu verstehen:

- die Schneidtrommel ist am Träger schwenkbar oder längsverschieblich gelagert, was ein entsprechend ausgebildetes Lager, d.h. ein Schwenklager oder ein Schiebelager erfordert
- die besagte Lagerung ist dämpfungsfrei.

[0012] Der Begriff „dämpfungsfrei gelagert“ bedeutet, dass die Schwenkbarkeit innerhalb des vorgesehenen Schwenkwinkelbereichs bzw. die Hin- und Herschiebbarkeit innerhalb des vorgesehenen Schubbereichs nicht in wesentlichem Mass gedämpft wird. Nicht ausgeschlossen ist demnach lediglich eine unvermeidbare, geringfügige Dämpfung, die auch bei optimal konfigurierten und unterhaltenen Lagern auftritt.

[0013] Der Begriff „Resonator“ ist im vorliegenden Zusammenhang als ein Wirkglied zu verstehen, welches eine hin- und hergehende Resonanzbewegung entlang einer zugehörigen Wirkrichtung ausführt. Der Begriff „aktiv“ bezieht sich auf einen Resonator, dessen Resonanzbewegung durch externe Mittel erzeugt wird. Demgegenüber ist ein „passiver Resonator“ dahingehend zu verstehen, dass die Resonanzbewegung ohne externe Mittel funktioniert. Es versteht sich, dass ein Resonator je nach Konstruktion eine oder mehrere Resonanzbewegungen unterschiedlicher Frequenz ausführen kann. Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass jeder als Rückstellmittel wirkende Resonator dämpfungsfrei wirkt, dass also die Resonanzbewegung nicht in wesentlichem Mass gedämpft wird. Nicht ausgeschlossen ist demnach lediglich eine unvermeidbare, geringfügige Dämpfung, die auch bei optimal konfigurierten und unterhaltenen Resonatoren auftritt.

[0014] Der Begriff „Schneidtrommel“ ist allgemein als ein zum mechanischen Abtragen von Fels und Gestein ausgelegtes Werkzeug zu verstehen und kann in grundsätzlich bekannter Art und Weise ausgebildet sein. Beispielsweise kann eine jede Schneidtrommel eine aussenseitig mit Schneidzähnen bestückte Walze bzw. Scheibe umfassen. Die Abmessungen der Schneidtrommel sind entsprechend der vorgesehenen Anwendung wählbar, wobei der minimale Aussenradius $r_{\min}$ vorzugsweise im Bereich von 5 cm bis 2 m liegt.

[0015] Der Begriff „Schwenkarm“ ist allgemein als radiale Erstreckung aus einer Drehachse heraus zu verstehen und umfasst neben balken- oder stabartig ausgebildeten Elementen auch exzentrische Vorsprünge irgendwelcher Art.

[0016] Der Begriff „im Wesentlichen parallel“ heisst in diesem Zusammenhang, dass der zwischen der betreffenden Drehachse und der betreffenden Schwenkachse gebildete Winkel im Bereich von 0° bis 45° , insbesondere von 0° bis 30° und besonders von 0° bis 15° liegt. Bei zahlreichen Ausgestaltungen ist dieser Winkel im Rahmen der erzielbaren mechanischen Toleranzen gleich Null.

[0017] Der Begriff „Schubarm“ ist allgemein als länglich ausgebildetes Strukturteil zu verstehen und umfasst insbesondere balken- oder stabartig ausgebildeten Elemente irgendwelcher Art.

[0018] Der Begriff „Felsbohrvorrichtung“ ist breit zu verstehen und betrifft insbesondere Vorrichtungen zum Abtragen grösserer Fels- und Gesteinsmassen, wie sie insbesondere beim Tunnelbau anfallen. Grundsätzlich ist die erfindungsgemässe Felsbohrvorrichtung aber auch zum Abtragen von Eis, Schlacke und anderen Grobmaterialien verwendbar. Dementsprechend versteht sich, dass bei Dimensionierung und Materialwahl grundsätzlich die im betreffenden Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien angewendet werden. Dies gilt insbesondere für die eingesetzten Schneidtrommeln, aber auch für die vorzusehenden Abmessungen der übrigen Komponenten und die gewählten Motorleistungen.

[0019] Der Schwenkwinkel α ist zweckmässigerweise definiert als Winkel zwischen einer Längsachse des betreffenden Schwenkarms und einer grundsätzlich frei festlegbaren Referenzrichtung Ref des Trägers. Der Schwenkwinkel ist aus einer Grundschwenkstellung α_0 ausschwenkbar, wobei ein Schwenkwinkelbereich $\Delta\alpha$ durchlaufbar ist.

[0020] Die Schubdistanz λ ist zweckmässigerweise definiert als eine entlang der Schubachse L gemessene Auslenkung der Drehachse A gegenüber einem grundsätzlich frei festlegbaren Bezugspunkt Bez am Träger. Die Schubdistanz ist aus einer Grundausslenkung α_0 längsverschiebbar, wobei ein Schubbereich $\Delta\lambda$ durchlaufbar ist.

[0021] Der Begriff „Träger“ ist allgemein als ein Bauteil geeigneter Form und Grösse zu verstehen, welches als Grundstruktur für die Anlenkung des Schwenkarms mit daran gelagerter Schneidtrommel wirkt. Insbesondere kann der Träger als

rahmenartiges Objekt ausgebildet sein, welches mit weiteren Komponenten wie Vortriebsmittel und Kupplungselementen ausgestattet sein kann. In gewissen Ausführungsformen ist der Träger im Schneidkopf einer herkömmlichen Tunnelbohrmaschine integriert. In anderen Ausführungsformen umfasst der Träger ein Verbindungselement zur Anbringung an einem Baggerarm oder dergleichen.

[0022] Es versteht sich, dass der Träger generell so ausgestaltet sein muss, dass die Drehbewegung der Schneidtrommel(n) im vorgesehenen Schwenkwinkelbereich bzw. Schubbereich unbehindert ist. Bei gewissen Ausführungsformen wird der Schwenkwinkelbereich bzw. der Schubbereich durch entsprechende Anschläge begrenzt.

[0023] Der Begriff „Antriebsmittel“ ist nicht auf Motoren, insbesondere Drehmotoren beschränkt. Bei gewissen Ausgestaltungen ist die Felsbohrvorrichtung lediglich mit Elementen zur Drehmomentübertragung von einem extern anschliessbaren Motor ausgestattet. Solche Elemente können insbesondere in Form von Getrieben und Kupplungen realisiert sein, die vorzugsweise im Träger integriert sind.

[0024] Beim erfindungsgemässen Verfahren (Anspruch 9) zum Betreiben einer erfindungsgemässen Felsbohrvorrichtung wird der Träger in einer Arbeitsrichtung Z gegenüber einem zu bearbeitenden Felsbereich kontinuierlich oder schrittweise vorgetrieben, wobei eine jede Schneidtrommel drehmässig angetrieben wird, und wobei eine jede Schneidtrommel eine oszillatorische Bewegung mit der besagten Grundfrequenz bzw. Betriebsfrequenz ausführt.

[0025] Der Begriff „in einer Arbeitsrichtung Z verschiebbar“ bedeutet, dass der Träger grundsätzlich, insbesondere auch durch ein externes Antriebsmittel, in eine Richtung Z verschiebbar ist, die als Bohrrichtung dient. Im vorgegebenen Zusammenhang einer Felsbohrvorrichtung versteht sich, dass die Komponenten, welche die Bohrwirkung bewerkstelligen, hier also die Schneidtrommel(n), gegenüber dem Träger in Arbeitsrichtung Z vorausgehend angeordnet sind. Es versteht sich, dass der besagte Vortrieb im Sinn des beabsichtigten Bohreffekts über den Kontakt zwischen Schneidtrommel und Felsbereich ein Wegbrechen von Felsfragmenten bewirkt.

[0026] Demnach ermöglichen die erfindungsgemässen Massnahmen einen oszillierenden Anpressdruck der Schneidtrommel(n) auch bei grösseren Ausführungen bei gleichzeitiger Relativbewegung in Richtung der Schnittfläche.

[0027] Weiterhin versteht sich, dass geeignete Betriebsparameter wie Drehgeschwindigkeiten und Vortriebsgeschwindigkeit je nach Anwendungsbereich, insbesondere Gesteinstyp und Grösse der Bohrung zu wählen sind.

[0028] Grundsätzlich kann die erfindungsgemässe Felsbohrvorrichtung entweder mit einer oder ggf. mehreren schwenkbaren Schneidtrommeln oder aber mit einer längsverschieblichen Schneidtrommel ausgestattet sein.

[0029] Beim Betreiben der schwenkbaren Variante bewirkt der Kontakt zwischen Schneidtrommel und Felsbereich, insbesondere der Kontakt zwischen einem aussenseitigen Schneidzahn und dem Felsbereich, nicht nur ein Wegbrechen von Felsfragmenten, sondern es wird die Schneidtrommel als Reaktion von der Felsoberfläche weggeschwenkt. In der Folge wird es jedoch immer wieder zu einem erneuten Kontakt kommen, wobei dies aufgrund des Vortreibens in Arbeitsrichtung Z und/oder aufgrund eines durch die Rückstellmittel bewirkten Rückschwenkens geschieht.

[0030] Bei der schwenkbaren Variante liegt der Schwenkwinkel in einem Schwenkwinkelbereich ($\Delta\alpha$) von mindestens $\arcsin((r_{\max} - r_{\min}) / R_{AS})$, welcher mindestens die Variation des Aussendurchmessers der Schneidtrommel erlaubt, ohne dass ein Rückschlag auf den Rahmen und damit auf die Gesamtvorrichtung erfolgt.

[0031] Bei der längsverschieblichen Variante wird bei jedem Kontakt zwischen Schneidtrommel und Felsbereich, insbesondere beim Kontakt zwischen einem aussenseitigen Schneidzahn und dem Felsbereich, ein Wegbrechen von Felsfragmenten bewirkt. Ein dabei auftretender, im Wesentlichen tangentialer Impuls wird durch Halterungsteile absorbiert.

[0032] Bei der längsverschieblichen Variante liegt die Schubdistanz in einem freien Schubbereich, welcher mindestens die Variation des Aussendurchmessers der Schneidtrommel erlaubt, ohne dass ein Rückschlag auf die Gesamtvorrichtung erfolgt.

[0033] Bei sämtlichen Ausführungsformen bewirken die als passiver oder aktiver linearer Resonator konfigurierten Rückstellmittel, dass die wirksamen Teile der Schneidtrommel(n) repetitiv in Kontakt mit dem abzutragenden Felsbereich treten und wieder zurückweichen.

[0034] Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung (Anspruch 2) mit schwenkbar angeordneten Schneidtrommeln umfasst die Felsbohrvorrichtung eine erste Schneidtrommel und eine zweite Schneidtrommel, wobei

- die erste Schneidtrommel über einen ersten Schwenkarm am Träger angelenkt und dadurch bezüglich einer zur zugehörigen ersten Drehachse A1 im Wesentlichen parallelen ersten Schwenkachse S1 schwenkbar ist,
- die zweite Schneidtrommel über einen zweiten Schwenkarm am Träger angelenkt und dadurch bezüglich einer zur zugehörigen zweiten Drehachse A2 im Wesentlichen parallelen zweiten Schwenkachse S2 schwenkbar ist,
- wobei der erste Schwenkarm und der zweite Schwenkarm starr miteinander zu einem Schwenkanker verbunden sind und wobei die erste Schwenkachse S1 und die zweite Schwenkachse S2 zusammenfallen und eine gemeinsame Schwenkachse S bilden,

- wobei der Schwenkanker bezüglich der gemeinsamen Schwenkachse S in einem Schwenkwinkelbereich $\Delta\alpha$ aus einer zugehörigen Grundschenkwstellung schwenkbar ist,
- wobei Rückstellmittel vorhanden sind, um den besagten Schwenkanker in die zugehörige Grundschenkwstellung zu drängen.

[0035] Demnach ist das durch die erste und zweite Schneidtrommel gebildete Trommelpaar um eine gemeinsame Schwenkachse schwenkbar und axial fixiert. Beim Bohrbetrieb wird bei jedem Aufprall einer Schneidtrommel auf das abzutragende Material ein Rückstoss erzeugt, welcher die Schwenkrichtung des Trommelpaars ändert. Damit wird eine Oszillationsbewegung des Trommelpaars um die gemeinsame Schwenkachse erzeugt.

[0036] Die gerade beschriebene Ausgestaltung wird vorteilhafterweise (Anspruch 10) derart betrieben, dass die erste Schneidtrommel und die zweite Schneidtrommel drehmässig gegenläufig angetrieben werden. Dadurch wird das durch die Schneidtrommeln abgetragene Felsmaterial in einem dazwischen liegenden Bereich zusammengeführt und gegenläufig zu Bohrrichtung L wegbefördert. Es versteht sich, dass zu diesem Zweck die Felsbohrvorrichtung und insbesondere der zugehörige Bereich des Trägers entsprechend ausgebildet sein müssen. Insbesondere können entsprechende Ablenkflächen, beispielsweise in der Art einer statischen Schneckenförderanordnung vorgesehen werden.

[0037] Gemäss einer Ausgestaltung (Anspruch 3) umfassen die Antriebsmittel einer jeden Schneidtrommel einen am zugehörigen Schwenkarm konzentrisch zur betreffenden Drehachse angeordneten Drehmotor.

[0038] Gemäss einer anderen Ausgestaltung umfassen die jeweiligen Antriebsmittel einer jeden Schneidtrommel einen am Schwenkarm konzentrisch zur Schwenkachse angeordneten Drehmotor. Es versteht sich, dass zwischen Drehmotor und jeder angetriebenen Schneidtrommel eine entsprechende Drehmomentübertragung, insbesondere über ein entsprechendes Getriebe, erfolgen muss. Grundsätzlich könnte am Schwenkarm für jede Schneidtrommel ein eigener Drehmotor vorgesehen werden. Alternativ können mit einem einzelnen Drehmotor zwei oder sogar noch mehr Schneidtrommeln angetrieben werden.

[0039] Bei gewissen Ausgestaltungen (Anspruch 4) wird eine jede Schneidtrommel mit einer passiven oder gesteuerten Unwucht ausgestattet, wodurch die Oszillation der Schneidtrommel verstärkt oder sogar eingeleitet wird. Grundsätzlich kann eine fixe Unwucht in Form eines ausserhalb der Drehachse starr angebrachten Körpers, auch als „Exzenter“ bekannt, eingerichtet werden. Alternativ kann eine variable Unwucht mittels eines verschiebbaren Körpers vorgesehen werden. Es kann vorgesehen werden, dass Exzenter und zugehörige Schneidtrommel mit unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten betrieben werden.

[0040] Weiterhin kann vorgesehen werden (Anspruch 5), dass eine jede Schneidtrommel zwei- oder mehrteilig ausgebildet ist und beispielsweise zwei gleichlaufende Trommelelemente umfasst, die insbesondere eine gemeinsame Drehachse aufweisen können.

[0041] Darüber hinaus kann vorgesehen werden (Anspruch 6), die gleichlaufenden Trommelelemente koaxial angeordnet sind und wobei zwischen axial benachbarten Trommelelementen ein bügelartiges Abstandselement vorhanden ist. Dieses dient als Abstützung des Trägers auf das abzutrennende Material und limitiert so die maximale Belastung auf die Schneidtrommel und das Getriebe. Der Bügel ist mit Schneidkörpern versehen, welche helfen, das Material zu trennen.

[0042] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung (Anspruch 7) sind die Rückstellmittel als linearer aktiver Resonator ausgestaltet. Insbesondere kann der lineare aktive Resonator hydraulisch, pneumatisch und oder mechanisch betrieben sein. Derartige Rückstellmittel sind beispielsweise bei der Bearbeitung von dämpfenden Materialien wie Lehm oder losem Gestein zweckmässig. Andererseits erlauben Rückstellmittel beispielsweise bei schwenkbaren Ausführungsformen mit nur einer Schneidtrommel eine Rückführung des Schwenkarms in Richtung der Grundschenkwstellung und tragen dadurch zum Aufbau einer erwünschten oszillatorischen Schwenkbewegung bei. Bei längsverschiebblichen Ausführungsformen bewirken derartige Rückstellmittel eine Rückführung des Schubarms in die Grundausslenkung.

[0043] Bei einer weiteren Ausgestaltung (Anspruch 8) weist der Schneidtrommel-Aussenradius r genau zwei Maxima auf, wobei diese bezüglich der zugehörigen Drehachse A einander gegenüber liegen, und wobei die Felsvorrichtung einen mittigen Zugangskanal umfasst, durch welchen die Schneidtrommel bei entsprechender Drehstellung zurückziehbar ist. Damit lässt sich ein Austausch einer abgenutzten oder beschädigten Schneidtrommel vergleichsweise leicht ausführen, indem die entsprechend ausgerichtete Schneidtrommel und zugehörige Halterungsteile direkt durch den Zugangskanal ausgefahren werden, ohne dass dabei die gesamte Felsbohrvorrichtung aus einem bereits erstellten Kanal ausgefahren werden müsste.

[0044] Allgemeine Vorteile der vorliegenden Erfindung lassen sich wie folgt aufzählen

- Die Schneidwerkzeuge, d.h. die Schneidtrommeln, sind jeweils nur kurz mit der maximalen Kraft beaufschlagt, sodass die Reibungsarbeit und der Verschleiss des Werkzeugs verringert werden.
- Die Maximalkraft auf die einzelnen Schneidwerkzeuge kann definiert werden durch die Geometrie, den Abstand oszillierenden Lager zum zu trennenden Material und die Drehgeschwindigkeit des Schneidwerkzeugs. Beim ak-

tuellen Stand der Technik wird das einzelne Schneidwerkzeug zerstört, wenn dieses z.B. durch einen Findling blockiert wird.

- Jede Schneidtrommel fungiert als Schwungrad, da sie relativ schnell dreht. Die maximale Energie auf das Schneidwerkzeug ergibt sich so aus der Drehenergie der Trommel, dem maximalen Antriebsdrehmoment und der kinetischen Energie aus der Oszillation. Dadurch kann, im Vergleich zu herkömmlichen Felsbohrvorrichtungen, mit einer kleineren Antriebseinheit eine grössere maximale Kraft pro Schnittfläche erzeugt werden.
- Der nötige Anpressdruck der Schneiden wird durch die Oszillation des Schub- bzw. Schwenkarms bewirkt. So wird die Vortriebsleistung des Trägers minimiert.
- Die Rückstosskräfte auf die Trägermaschine werden minimiert, da die Trennenergie fortwährend kinematisch in der Schneidtrommel bzw. den Schneidtrommeln und dem Schub- /Schwenkarm aufgebaut und auf einmal durch diese abgegeben wird.
- Wird ein Schneidkopf einer Tunnelbohrmaschine erfindungsgemäss ausgerüstet, sinkt auch die relative Leistung der Vortriebsmittel.
- Durch die schnelle Drehung der Schneidtrommel wird das zu trennende Material in den freien Raum geschleudert. Dies bringt den Vorteil, dass der Abtransport nicht gravitationsabhängig ist. Was bei einer Schrägstellung des Bohrkopfs einer Tunnelbohrmaschine, wie der US 5915790 A beschrieben, die Aushubabführung verbessert.
- Des Weiteren kann mit der erfindungsgemässen Vorrichtung auch eine eckige Tunnelform erstellt werden, wie dies z.B. in der CN 103742135 A beschrieben ist. Als Vorteil gegenüber dem Stand der Technik wird durch ihre rechteckige Form in Schnittrichtung keine Überschneidung des Schnittwerkzeugs oder zusätzliche Bewegung zur Erreichung der Form benötigt.
- Wird ein Schneidkopf einer Tunnelbohrmaschine erfindungsgemäss ausgerüstet, ist es möglich, Schneidtrommeln mit einem oder zwei Maxima von hinten her ohne Ausfahren der gesamten Tunnelbohrmaschine auszutauschen, was einen maschinellen Austausch ermöglicht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0045] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher beschrieben, dabei zeigen:

- | | |
|----------|--|
| Fig. 1 | eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung mit längsverschieblicher Schneidtrommel, in Draufsicht, wobei a) eine minimal ausgefahrene, b) eine mittlere und c) eine maximal ausgefahrene Schubposition zeigen; |
| Fig. 2 | eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung mit schwenkbarer Schneidtrommel, in Draufsicht, wobei a) eine Grundschenkelstellung und b) ein maximal ausgeschwenkte Schenkelstellung zeigen; |
| Fig. 3 | eine erste Ausführungsform einer schwenkbaren Felsbohrvorrichtung, in Draufsicht; |
| Fig. 4 | eine zweite Ausführungsform einer schwenkbaren Felsbohrvorrichtung, in Draufsicht; |
| Fig. 5 | eine dritte Ausführungsform einer schwenkbaren Felsbohrvorrichtung, in Draufsicht; |
| Fig. 6 | eine in eine Tunnelbohrmaschine in Orthogonalstellung eingebaute schwenkbare Felsbohrvorrichtung, in perspektivischer Ansicht; |
| Fig. 7-9 | eine in eine Tunnelbohrmaschine in Schrägstellung eingebaute Felsbohrvorrichtung, in perspektivischer Ansicht; |
| Fig. 8 | die Felsbohrvorrichtung der Fig. 7, in seitlicher Ansicht; |
| Fig. 9 | eine Querschnittsdarstellung des resultierenden Bohrprofils, gemäss dem Schnitt A-A der Fig. 8; |
| Fig. 10 | eine vierte Ausführungsform einer schwenkbaren Felsbohrvorrichtung, in perspektivischer Ansicht; |
| Fig. 11 | eine fünfte Ausführungsform einer schwenkbaren Felsbohrvorrichtung, in perspektivischer Ansicht; |

- Fig. 12 eine erste Ausführungsform einer längsverschieblichen Felsbohrvorrichtung, in einer seitlichen Ansicht;
- Fig. 13 die längsverschiebliche Felsbohrvorrichtung der Fig. 12, in Draufsicht;
- Fig. 14 die längsverschiebliche Felsbohrvorrichtung der Fig. 12, in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 15 eine zweite Ausführungsform einer längsverschieblichen Felsbohrvorrichtung, in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 16 eine dritte Ausführungsform einer längsverschieblichen Felsbohrvorrichtung, in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 17 und 18 eine vierte Ausführungsform einer längsverschieblichen Felsbohrvorrichtung, in perspektivischen Ansichten; und
- Fig. 19 bis 22 Ausführungsbeispiele einer längsverschieblichen Felsbohrvorrichtung, in schematischer Darstellung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0046] Die in der Fig. 1 beispielhaft dargestellte Felsbohrvorrichtung, umfasst einen Träger 2, eine Schneidtrommel 4, die um eine Drehachse A drehbar gelagert ist, sowie schematisch angedeutete Antriebsmittel 6, um die Schneidtrommel 4 drehmässig anzutreiben. Die Schneidtrommel 4 ist über einen Schubarm 8 am Träger 2 dämpfungsfrei längsverschieblich gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse A im Wesentlichen orthogonalen Schubachse L in einem Schubbereich $\Delta\lambda$ hin- und herschiebbar. Die Schneidtrommel 4 weist einen über deren Umfang variablen Schneidtrommel-Aussenradius r mit zwei Maxima auf, wobei es sich im gezeigten Beispiel um eine ellipsenförmige Schneidtrommel mit einem maximalen Aussenradius $r_{\max}$ und einem minimalen Aussenradius $r_{\min}$ handelt. Die Hin- und Herschiebbarkeit der Schneidtrommel 4 wird durch ein nicht näher dargestelltes, dämpfungsfreies Schiebelager B' gewährleistet. Ausserdem sind Rückstellmittel R' vorhanden, um den Schubarm 8 in eine Grundaussenlenkung G' zu drängen. Im gezeigten Beispiel handelt es sich um einen dämpfungsfreien passiven Resonator R' in Form eines Federglieds.

[0047] Die Fig. 1a, 1b und 1c zeigen jeweils unterschiedliche Drehstellungen der Schneidtrommel 4 und illustrieren dabei die Zusammenwirkung mit einem von der Schneidtrommel 4 zu bearbeitenden Wandbereich, beispielsweise einer Felswand W.

[0048] Die in der Fig. 2 beispielhaft dargestellte Felsbohrvorrichtung umfasst ebenfalls einen Träger 2, eine Schneidtrommel 4, die um eine Drehachse A drehbar gelagert ist, sowie schematisch angedeutete Antriebsmittel 6, um die Schneidtrommel 4 drehmässig anzutreiben. Die Schneidtrommel 4 ist über einen Schwenkarm 10 am Träger 2 angelenkt und dadurch bezüglich einer zur Drehachse A parallelen Schwenkachse S um einen Schwenkwinkel α schwenkbar. Im gezeigten Beispiel ist der Schwenkwinkel α in Bezug auf eine Referenzrichtung R des Trägers 2 zwischen ungefähr 0° und ungefähr 45° schwenkbar, wobei der Schwenkbereich durch entsprechende Anschläge 12 begrenzt wird. Die Schneidtrommel 4 weist einen über deren Umfang variablen Schneidtrommel-Aussenradius r mit sechs Maxima auf, wobei es sich im gezeigten Beispiel um eine schematisch dargestellte Schneidtrommel mit einem maximalen Aussenradius $r_{\max}$ in Form von dornenartigen Vorsprüngen und einem minimalen Aussenradius $r_{\min}$ handelt. Die Schwenkbarkeit der Schneidtrommel 4 wird durch ein nicht näher dargestelltes, dämpfungsfreies Schwenklager B'' gewährleistet. Ausserdem sind Rückstellmittel R'' vorhanden, um den Schwenkarm 10 in eine Grundschenkwinkelstellung G'' zu drängen. Auch in diesem Beispiel handelt es sich um einen dämpfungsfreien passiven Resonator R'' in Form eines Federglieds.

[0049] Die Fig. 2a und 2b zeigen unterschiedliche Drehstellungen der Schneidtrommel 4 und illustrieren dabei die Zusammenwirkung mit einem von der Schneidtrommel 4 zu bearbeitenden Wandbereich, beispielsweise einer Felswand W.

[0050] Während die Beispiele der Fig. 1 und 2 jeweils eine Felsbohrvorrichtung mit einer einzelnen Schneidtrommel betreffen, zeigen die nachfolgenden Beispiele verschiedene Ausführungsformen, die jeweils mindestens zwei Schneidtrommeln umfassen. Dementsprechend sind die betreffenden Komponenten sinngemäss als „erste“ oder „zweite“ Komponente bezeichnet.

[0051] Die in der Fig. 3 dargestellte Ausführungsform umfasst ebenfalls einen Träger 2, wobei jedoch zwei Schneidtrommeln 4a und 4b, die um zugehörige Drehachsen A1 und A2 drehbar gelagert sind, sowie ein als Antriebswelle realisiertes Antriebsmittel 6, welches die Schneidtrommeln 4a und 4b über nicht dargestellte Verbindungen drehmässig treibt. Die Schneidtrommeln 4a, 4b sind über zugehörige Schwenkarme 10a und 10b am Träger 2 angelenkt und dadurch bezüglich einer zur Drehachse A parallelen, gemeinsamen Schwenkachse S um einen Schwenkwinkel α_1 bzw. α_2 schwenkbar. Im vorliegenden Beispiel sind die beiden Schwenkarme 10a und 10b starr miteinander verbunden und bilden gemeinsam ein bügelförmiges Teil, welches auch als „Schwenkanker“ bezeichnet wird. Wie aus der Fig. 3 ebenfalls erkennbar, umfasst jede Schneidtrommel 4a, 4b eine Walze 14, die aussenseitig mit Schneidzähnen 16 bestückt ist. Weiterhin sind in der Fig.

3 beispielhaft zwei exzentrisch angeordnete Unwuchtskörper 16 dargestellt, welche zum Aufbau einer Oszillationsbewegung des Schneidtrommelpaars 4a, 4b dienen.

[0052] Die in der Fig. 4 dargestellte Ausführungsform ist praktisch identisch aufgebaut wie die vorangehende Ausführungsform, wobei aber die Antriebsmittel einen an den Schwenkarmen 10a und 10b konzentrisch zur Schwenkachse S angeordneten Drehmotor 6 umfassen. Demgegenüber sind die Antriebsmittel bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform die durch je einen am jeweiligen Schwenkarm 10a, 10b konzentrisch zur Drehachse A1 bzw. A2 angeordneten Drehmotor 6a, 6b realisiert.

[0053] Die Fig. 6 zeigt eine Felsbohrvorrichtung wie sie beispielweise in den Fig. 3 bis 5 beschrieben wurde, die im geraden Bohrkopf 18 einer grundsätzlich bekannten Tunnelbohrmaschine eingebaut ist. Letztere wird mit einer Rotationsbewegung um eine Längsachse L betrieben. Im gezeigten Beispiel ist die Felsbohrvorrichtung in Orthogonalstellung eingebaut, sodass die Schwenkbewegung der Schneidtrommeln 4a und 4b symmetrisch bezüglich der besagten Längsachse L ist. Der Bohrkopf 18 ist mit herkömmlichen passiven Schneidkörpern 20 ausgestattet. Es versteht sich, dass die Felsbohrvorrichtung derart im Bohrkopf 18 einzubauen ist, dass die Schneidtrommeln 4a und 4b aus der endständigen Kopffläche 22 herausragen, damit beim Vortrieb des Bohrkopfs in Längsrichtung L ein Kontakt zwischen den Schneidtrommeln und dem zu bearbeitenden Felsbereich erfolgen kann.

[0054] Die Fig. 7 bis 9 zeigen wiederum eine Felsbohrvorrichtung, die jedoch in einem Bohrkopf 18 mit schräger Kopffläche 22 eingebaut ist und demzufolge gegenüber der Längsrichtung L eine Schrägstellung von ca. 45° einnimmt. Mit dieser Konfiguration lässt sich bei linearem Vortrieb in Längsrichtung ein elliptisches Bohrloch B erstellen. Im gezeigten Beispiel handelt es sich bei der Felsbohrvorrichtung um eine Ausführungsform mit einer Vielzahl von oszillierenden Trommelpaaren 24a, 24b, usw., welche eine kreuzförmige Anordnung mit zusätzlichen peripheren Trommelpaaren 24x, 24y, etc.

[0055] Die Fig. 10 zeigt noch eine weitere Ausführungsform einer Felsbohrvorrichtung, welche wiederum am Bohrkopf 18 einer Tunnelbohrmaschine angebaut ist. Dabei ist je ein oszillierendes Trommelpaar 26a, 26b beziehungsweise 28a, 28b an gegenüberliegenden Seiten eines gemeinsamen Schwenkbügels 30 angeordnet. Wie aus der Fig. 10 ersichtlich, sind hier die Drehachsen der einzelnen Schneidtrommeln in einem spitzen Winkel von ca. 20° bezüglich der Schwenkachse S ausgerichtet, was im vorliegenden Zusammenhang als „im Wesentlichen parallel“ zu verstehen ist.

[0056] Die Fig. 11 zeigt eine Felsbohrvorrichtung mit einer einzelnen Schneidtrommel 4, die jedoch durch zwei koaxial angeordnete gleichlaufende gezahnte Walzenelemente 32a, 32b gebildet wird. Der Schwenkarm 10 ist an einem bogenförmigen Rahmenteil 2 angelenkt, welches beispielsweise zum Vorspannen an einen Baggerarm vorgesehen ist. Zusätzlich ist ein als Rückstellmittel wirkender Hydraulikzylinder 34 zwischen dem Schwenkarm 10 und einem abgewandten Teil 35 des Rahmentails 2 angeordnet.

[0057] Wie in den Fig. 10 und 11 ersichtlich, kann die Felsbohrvorrichtung mit Ablenkflächen 36 versehen sein, welche das abgetragene Material auf einem spiralförmigen Weg in einen mittigen Bereich der Vorrichtung leiten.

[0058] Eine erste Ausführungsform einer längsverschieblichen Felsbohrvorrichtung ist in den Fig. 12 bis 14 dargestellt. Diese umfasst einen als äusseres Vierkant-Hohlprofil ausgestalteten Träger 2, eine aus zwei koaxial angeordneten, gleichlaufenden Walzenelementen 38a, 38b gebildete Schneidtrommel 4, die um eine Drehachse A drehbar gelagert ist, sowie schematisch angedeutete Antriebsmittel 6, um die Schneidtrommel 4 drehmässig anzutreiben. Die Schneidtrommel 4 ist über einen als inneres Vierkant-Hohlprofil ausgestalteten Schubarm 8 am Träger 2 dämpfungsfrei längsverschieblich gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse A im Wesentlichen orthogonalen Schubachse L in einem Schubbereich ΔL hin- und herschiebbar. Die Schneidtrommel 4 weist einen über deren Umfang variablen Schneidtrommel-Aussenradius r mit zwei Maxima auf, wobei es sich im gezeigten Beispiel um eine ellipsenähnliche Schneidtrommel mit einem maximalen Aussenradius $r_{\max}$ und einem minimalen Aussenradius $r_{\min}$ handelt. Die Hin- und Herschiebbarkeit der Schneidtrommel 4 wird durch ein nicht lediglich schematisch dargestelltes, dämpfungsfreies Schiebelager B' gewährleistet. Ausserdem sind Rückstellmittel vorhanden, um den Schubarm 8 in eine Grundausslenkung G' zu drängen. Im gezeigten Beispiel handelt es sich bei den Rückstellmitteln um einen dämpfungsfreien aktiven Resonator R' in Form eines elektromechanischen Aktuators.

[0059] Zwei weitere Ausführungsformen einer längsverschieblichen Felsbohrvorrichtung sind in den Fig. 15 und 16 dargestellt. In beiden Fällen ist die Schneidtrommel mehrteilig ausgebildet, und zwar mit vier gleichlaufenden Trommelelementen 40a, 40b, 40c, 40d, die eine gemeinsame Drehachse A aufweisen. Ausserdem ist zumindest zwischen einigen der axial benachbarten Trommelelemente ein bügelartiges Abstandselement 42 bzw. 42a, 42b, 42c vorhanden.

[0060] Nochmals eine Ausführungsform einer Felsbohrvorrichtung ist in den Fig. 17 und 18 dargestellt. Wie dort erkennbar, ist die Felsbohrvorrichtung aus einer Vielzahl von kleineren längsverschieblichen Felsbohrvorrichtungen 44a, 44b, etc. aufgebaut. Letztere sind beispielsweise wie die zuvor beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet. Die Vielzahl von Felsbohrvorrichtungen 44a, 44b, etc. ist als halbkreisförmige Wirkgruppe 48 angeordnet und insbesondere zum Bohren eines halbkreisförmigen Tunnels konfiguriert. Die gezeigte Felsbohrvorrichtung ist mit Fördererelementen 50 ausgestattet, um den von den einzelnen Felsbohrvorrichtungen 44a, 44b, etc. produzierten Abraum wegzubefördern.

[0061] Weitere Ausführungsbeispiele von längsverschieblichen Felsbohrvorrichtungen sind in den Fig. 19 bis 22 dargestellt. Wiederum sind die bereits ausführlich erläuterten Bestandteile mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen und werden hier nicht nochmals diskutiert.

[0062] Die Felsvorrichtungen der Fig. 19 und 22 haben einen auf der Drehachse der Schneidtrommel 4 angeordneten Motor 6. Bei den Felsvorrichtungen der Fig. 20 und 21 ist der Motor 6 am Schubarm 8 positioniert.

[0063] Bei den Felsvorrichtungen der Fig. 19, 20 und 22 ist das Rückstellmittel R' als aktiver Resonator mit einem pneumatischen oder hydraulischen Aktivierungsglied 52 konfiguriert. Bei der Felsvorrichtungen der Fig. 21 ist das Rückstellmittel R' als aktiver Resonator mit einem Unwuchtresonator 54, auch als „Schwingungsmaschine“ bekannt, und einem damit zusammenwirkenden Federglied 56 ausgestattet.

Patentansprüche

1. Felsbohrvorrichtung, umfassend:

- einen Träger (2),
- mindestens eine Schneidtrommel (4), die um eine zugehörige Drehachse (A) drehbar gelagert ist, und
- Antriebsmittel (6), um eine jede Schneidtrommel drehmässig anzutreiben, dadurch gekennzeichnet, dass entweder:
 - a) eine jede Schneidtrommel schwenkbar angeordnet ist, wobei die Schneidtrommel (4) über einen Schwenkarm (10) am Träger (2) dämpfungsfrei schwenkbar gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse (A) im Wesentlichen parallelen Schwenkachse (S) in einem Schwenkwinkelbereich ($\Delta\alpha$) aus einer zugehörigen Grundschenkwstellung (G'') schwenkbar ist, wobei die Schneidtrommel einen über deren Umfang variablen Schneidtrommel-Aussenradius (r) aufweist mit einem maximalen Aussenradius ($r_{\max}$) und einem minimalen Aussenradius ($r_{\min}$), wodurch beim Abrollen der Schneidtrommel auf einer ebenen Fläche (E) ein variabler Abstand (x) zwischen der Drehachse (A) und der Fläche (E) bewirkt wird, mit der Massgabe, dass sich der Abstand (x) bei einer vollen Drehung der Schneidtrommel (4) um mindestens 15% des minimalen Aussenradius ($r_{\min}$) verändert, wobei der Schneidtrommel-Aussenradius (r) ein bis sechs Maxima aufweist, wobei der Schwenkwinkelbereich ($\Delta\alpha$) mindestens $\arcsin((r_{\max} - r_{\min}) / R_{AS})$ beträgt, und wobei Rückstellmittel (R'') vorhanden sind, um den Schwenkarm (8) in die zugehörige Grundschenkwstellung (G'') zu drängen,
 - oder:
 - b) eine jede Schneidtrommel längsverschieblich angeordnet ist, wobei die Schneidtrommel (4) über einen Schubarm (8) am Träger (2) dämpfungsfrei längsverschieblich gelagert und dadurch bezüglich einer zur Drehachse (A) im Wesentlichen orthogonalen Schubachse (L) in einem Schubbereich ($\Delta\lambda$) hin- und herschiebbar ist, wobei die Schneidtrommel (4) einen über deren Umfang variablen Schneidtrommel-Aussenradius (r) aufweist mit einem maximalen Aussenradius ($r_{\max}$) und einem minimalen Aussenradius ($r_{\min}$), wodurch beim Abrollen der Schneidtrommel auf einer ebenen Fläche (E) ein variabler Abstand (x) zwischen der Drehachse (A) und der Fläche (E) bewirkt wird, mit der Massgabe, dass sich der Abstand (x) bei einer vollen Drehung der Schneidtrommel (4) um mindestens 15% des minimalen Aussenradius ($r_{\min}$) verändert, wobei der Schneidtrommel-Aussenradius (r) ein bis sechs Maxima aufweist, wobei der Schubbereich ($\Delta\lambda$) mindestens der Differenz zwischen maximalem Aussenradius ($r_{\max}$) und minimalem Aussenradius ($r_{\min}$) entspricht, und wobei Rückstellmittel (R') vorhanden sind, um den Schubarm (9) in eine Grundausslenkung (G') zu drängen, wobei jedes Rückstellmittel (R', R'') entweder als ungedämpfter passiver Resonator mit einer Grundfrequenz von 0.5 bis 10 Hz oder als ungedämpfter aktiver Resonator mit einer Betriebsfrequenz von 0.5 bis 10 Hz konfiguriert ist.

- ### 2. Felsbohrvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine jede Schneidtrommel schwenkbar angeordnet ist, umfassend eine erste Schneidtrommel (4a) und eine zweite Schneidtrommel (4b), wobei
- die erste Schneidtrommel (4a) über einen ersten Schwenkarm (10a) am Träger (2) angelenkt und dadurch bezüglich einer zur zugehörigen ersten Drehachse (A1) im Wesentlichen parallelen ersten Schwenkachse (S1) schwenkbar ist,
 - die zweite Schneidtrommel (4b) über einen zweiten Schwenkarm (10b) am Träger (2) angelenkt und dadurch bezüglich einer zur zugehörigen zweiten Drehachse (A2) im Wesentlichen parallelen zweiten Schwenkachse (S2) schwenkbar ist,
 - wobei der erste Schwenkarm (10a) und der zweite Schwenkarm (10b) starr miteinander zu einem Schwenkanker (10a, 10b) verbunden sind und wobei die erste Schwenkachse (S1) und die zweite Schwenkachse (S2) zusammenfallen und eine gemeinsame Schwenkachse (S) bilden,
 - wobei der Schwenkanker (10a, 10b) bezüglich der gemeinsamen Schwenkachse (S) in einem Schwenkwinkelbereich ($\Delta\alpha$) aus einer zugehörigen Grundschenkwstellung (G'') schwenkbar ist,
 - wobei Rückstellmittel (R'') vorhanden sind, um den besagten Schwenkanker (10a, 10b) in die zugehörige Grundschenkwstellung (G'') zu drängen.
- ### 3. Felsbohrvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Antriebsmittel (6, 6a, 6b) einer jeden Schneidtrommel (4, 4a, 4b) einen am zugehörigen Schwenkarm (8a, 8b) konzentrisch zur jeweiligen Drehachse (A, A1, A2) angeordneten Drehmotor umfassen.

4. Felsbohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine jede Schneidtrommel (4a, 4b) eine passive oder gesteuerte Unwucht (16) aufweist.
5. Felsbohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine jede Schneidtrommel (4a, 4b) mindestens zwei gleichlaufende Trommelelemente (32a, 32b) umfasst.
6. Felsbohrvorrichtung nach Anspruch 5, wobei die gleichlaufenden Trommelelemente koaxial angeordnet sind und wobei zwischen axial benachbarten Trommelelementen (40) ein bügelartiges Abstandselement (42) vorhanden ist.
7. Felsbohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Rückstellmittel als aktiver Resonator, insbesondere als hydraulisch betriebener Resonator oder als pneumatisch betriebener Resonator oder als mechanisch betriebener Resonator, konfiguriert sind.
8. Felsbohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Schneidtrommel-Aussenradius (r) genau zwei Maxima aufweist, wobei diese bezüglich der zugehörigen Drehachse (A) einander gegenüber liegen, und wobei die Felsvorrichtung einen mittigen Zugangskanal umfasst, durch welchen die Schneidtrommel bei entsprechender Drehstellung zurückziehbar ist.
9. Verfahren zum Betreiben einer Felsbohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Träger (2) in einer Arbeitsrichtung (Z) gegenüber einem zu bearbeitenden Felsbereich (F) kontinuierlich oder schrittweise vorgetrieben wird, wobei eine jede Schneidtrommel (4a, 4b) drehmässig angetrieben wird, und wobei eine jede Schneidtrommel eine oszillatorische Bewegung mit der besagten Grundfrequenz bzw. Betriebsfrequenz ausführt.
10. Verfahren nach Anspruch 9 zum Betreiben einer Felsbohrvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die erste Schneidtrommel (4a) und die zweite Schneidtrommel (4b) drehmässig gegenläufig angetrieben werden.

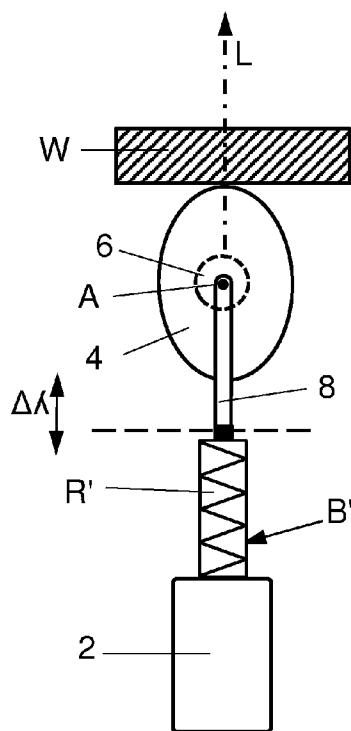


Fig. 1a

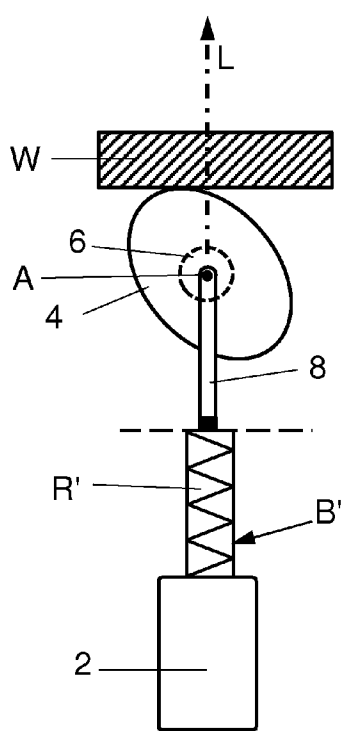


Fig. 1b

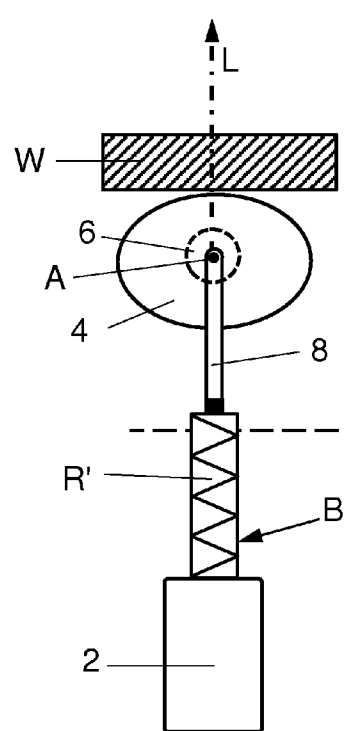


Fig. 1c

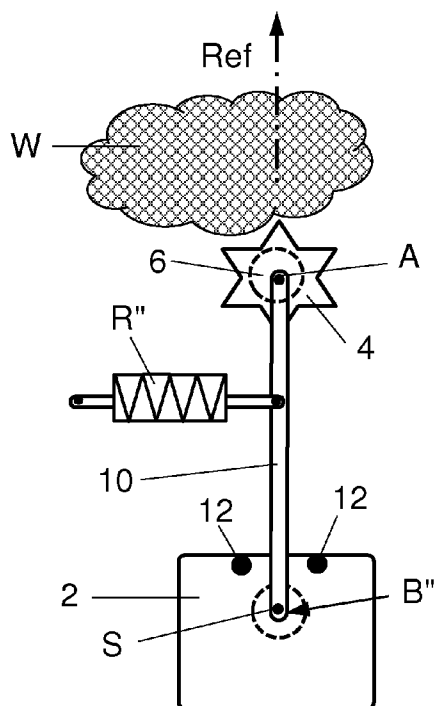


Fig. 2a

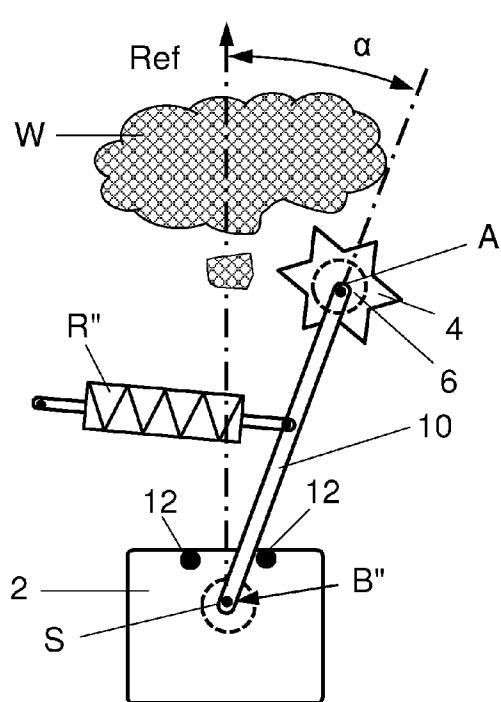


Fig. 2b

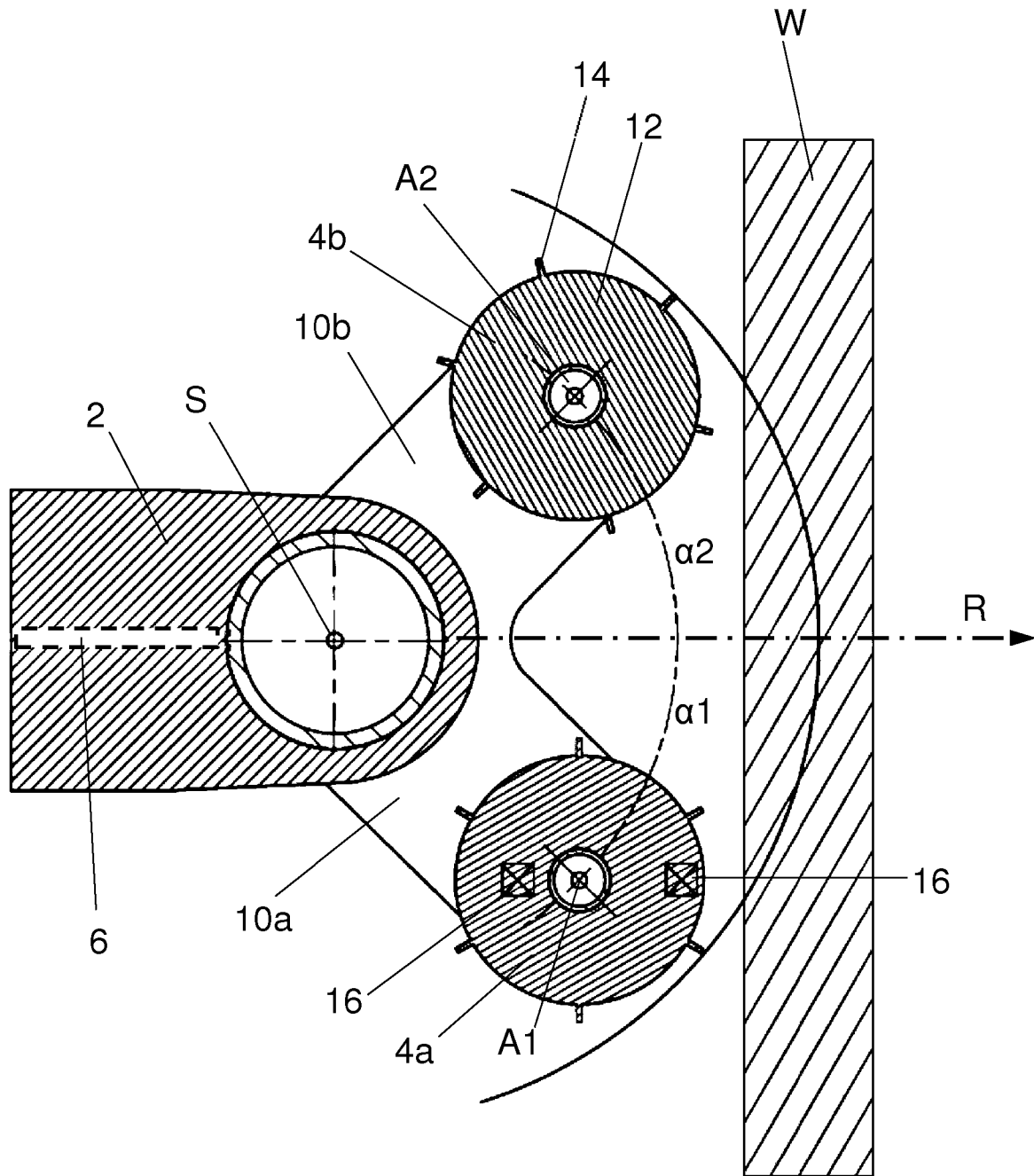


Fig. 3

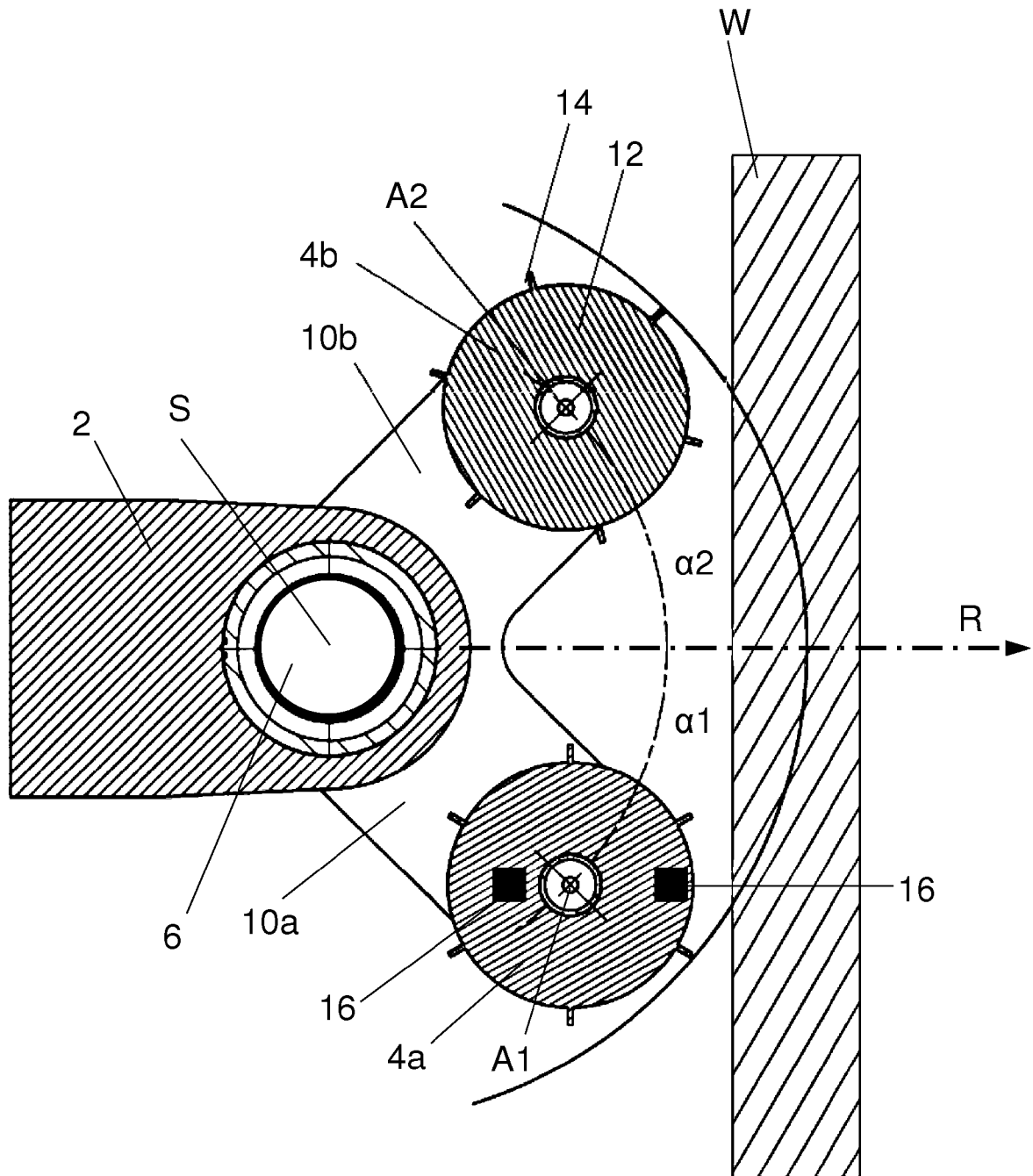


Fig. 4

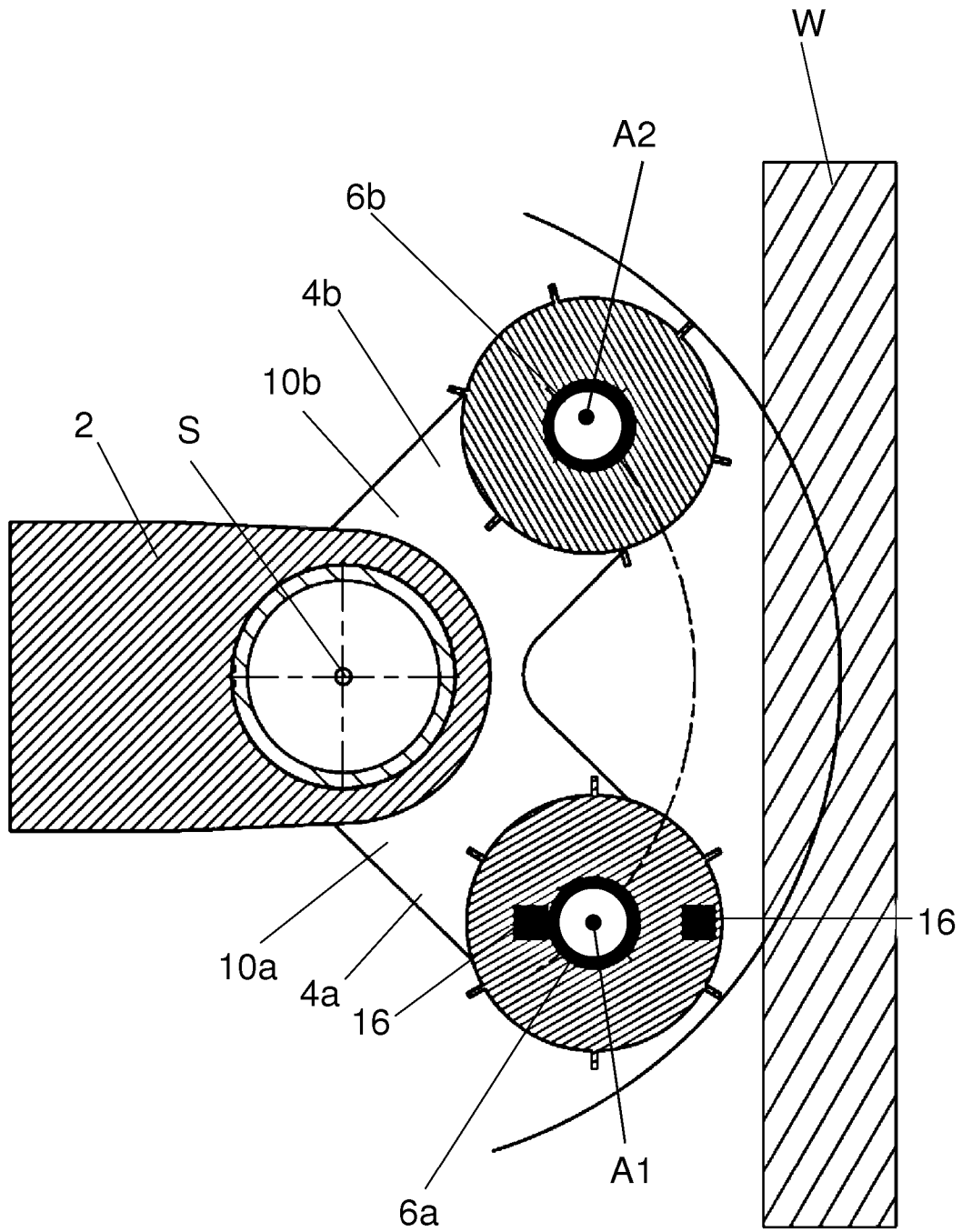


Fig. 5

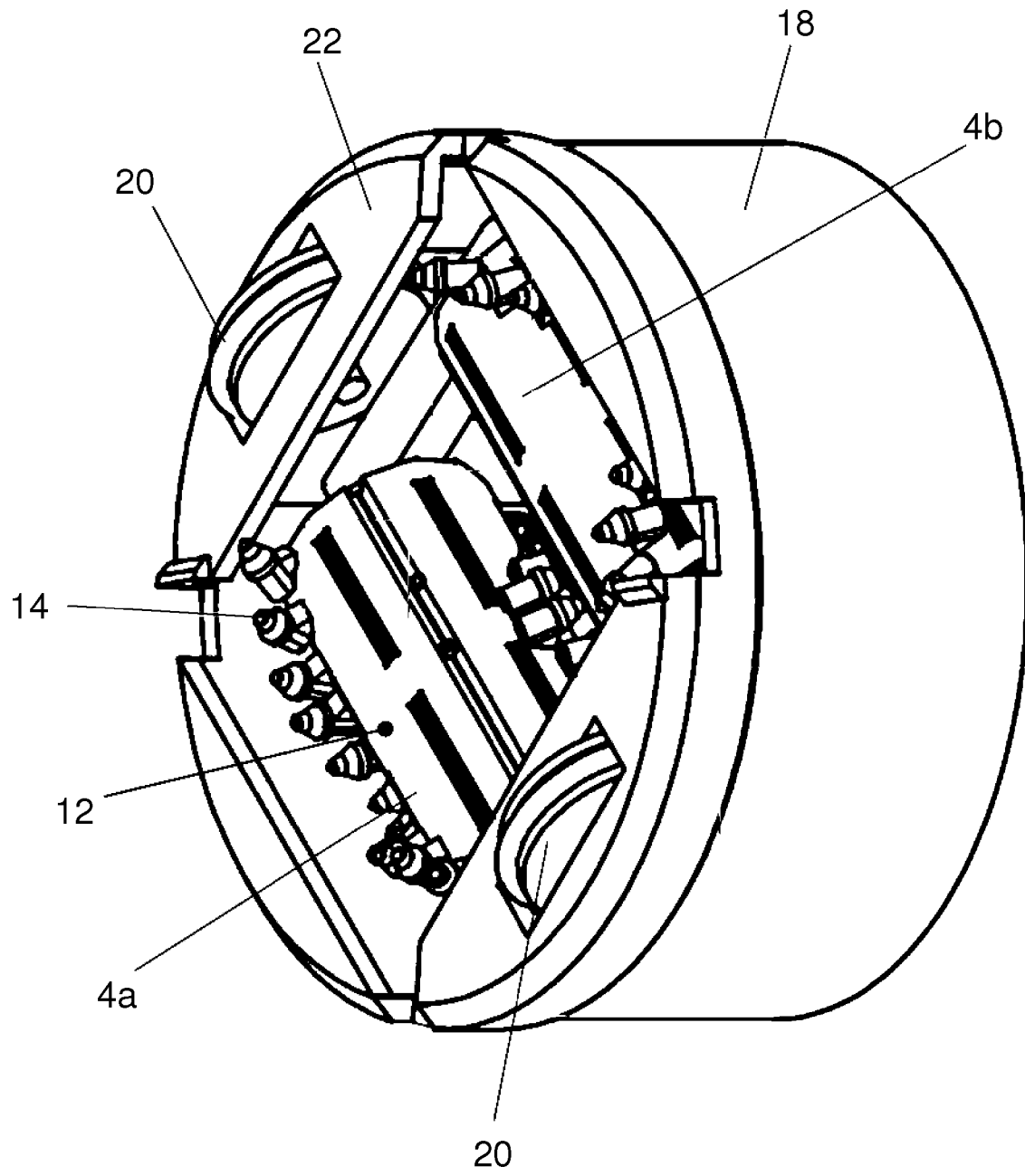


Fig. 6

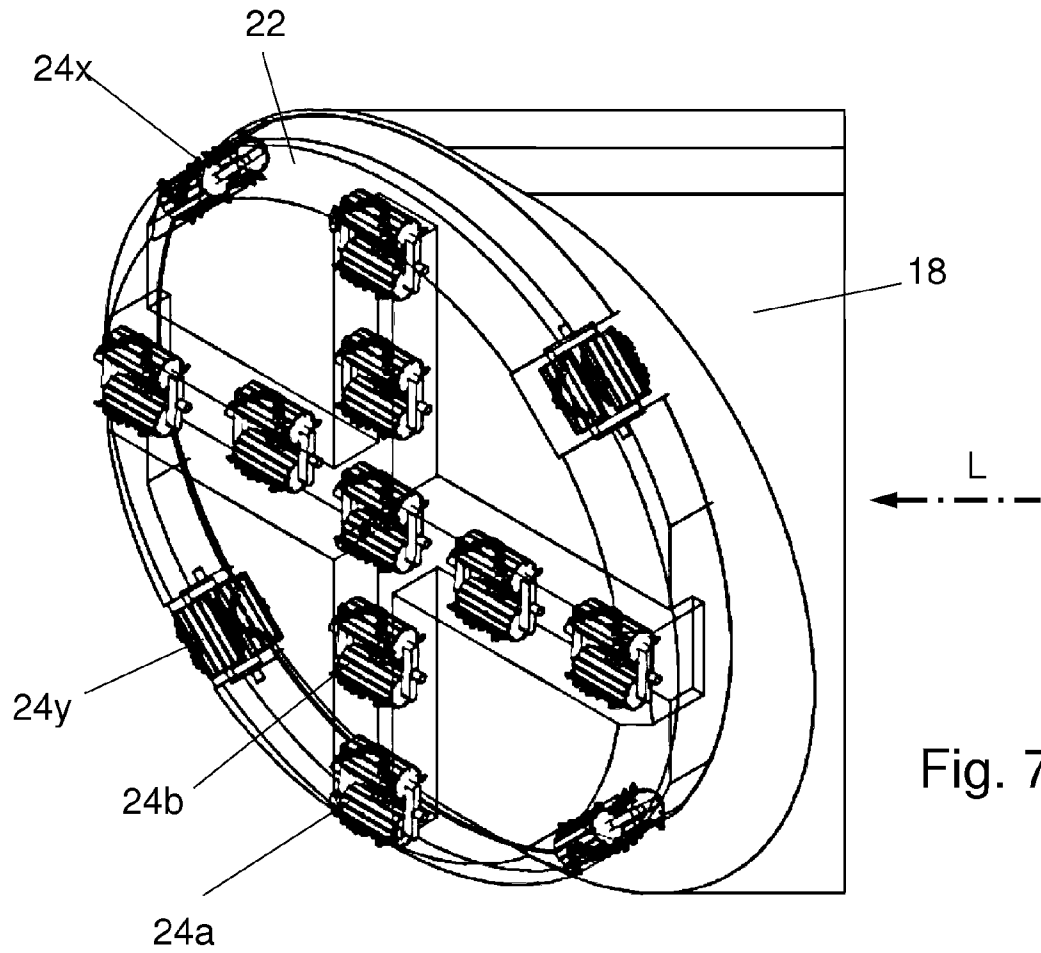


Fig. 7

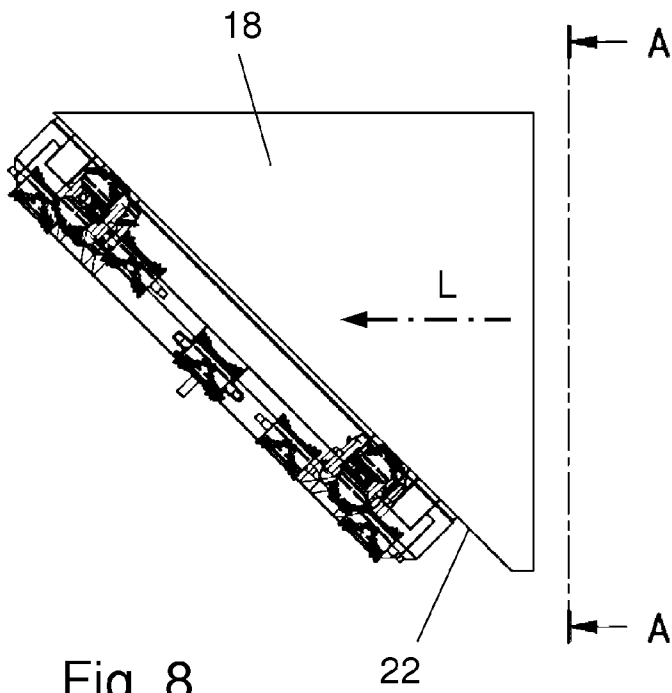


Fig. 8

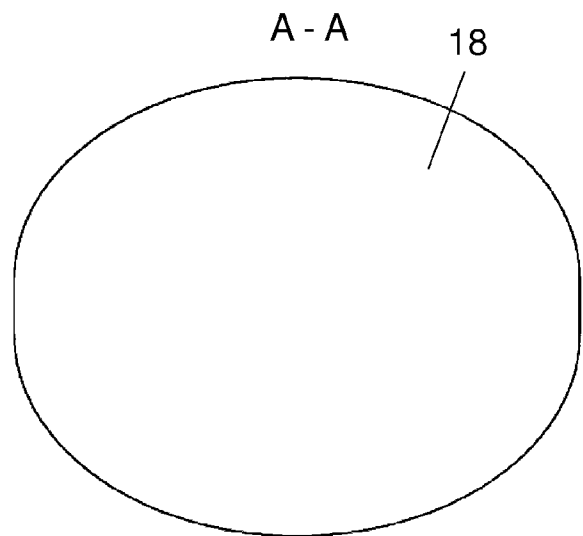


Fig. 9

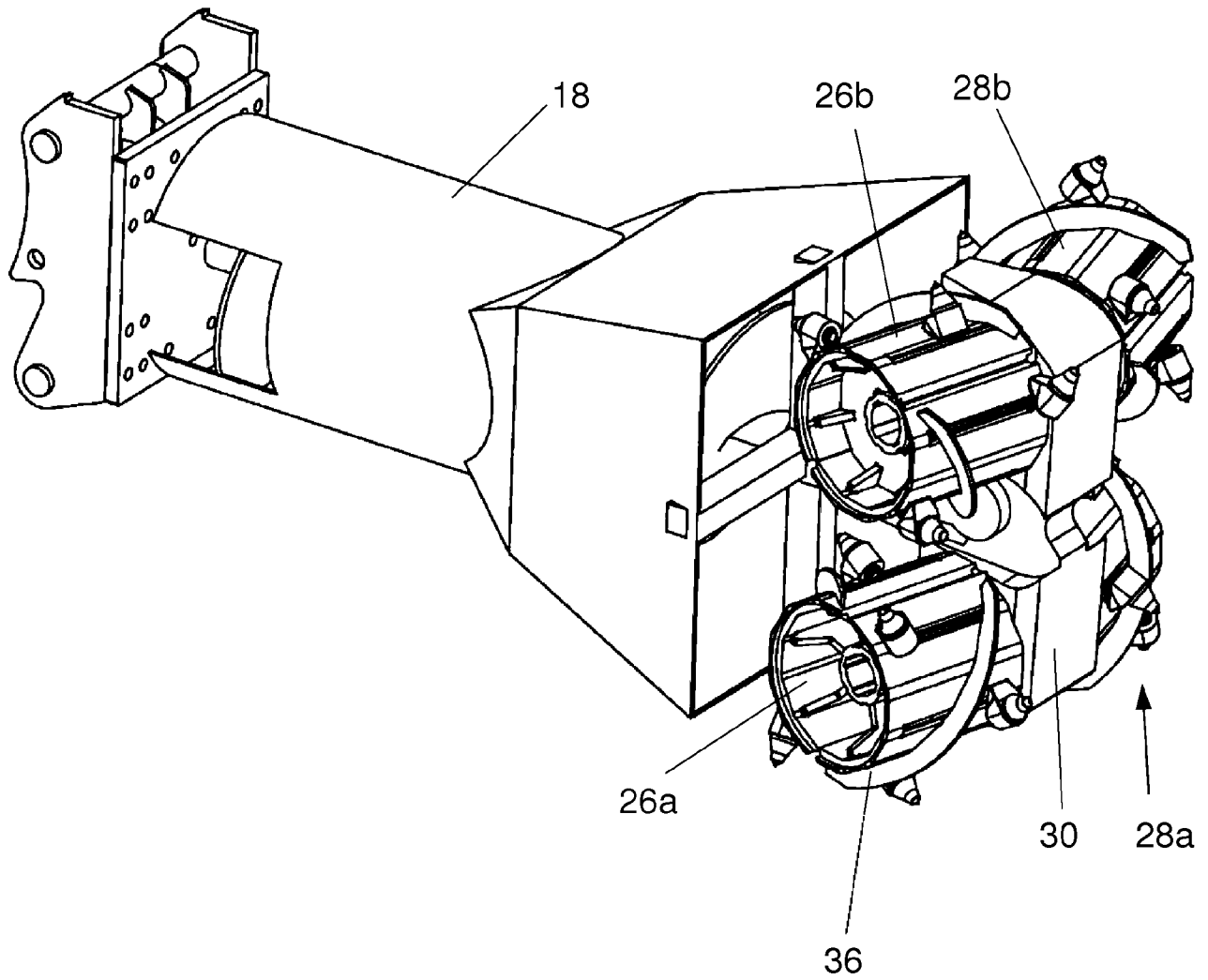
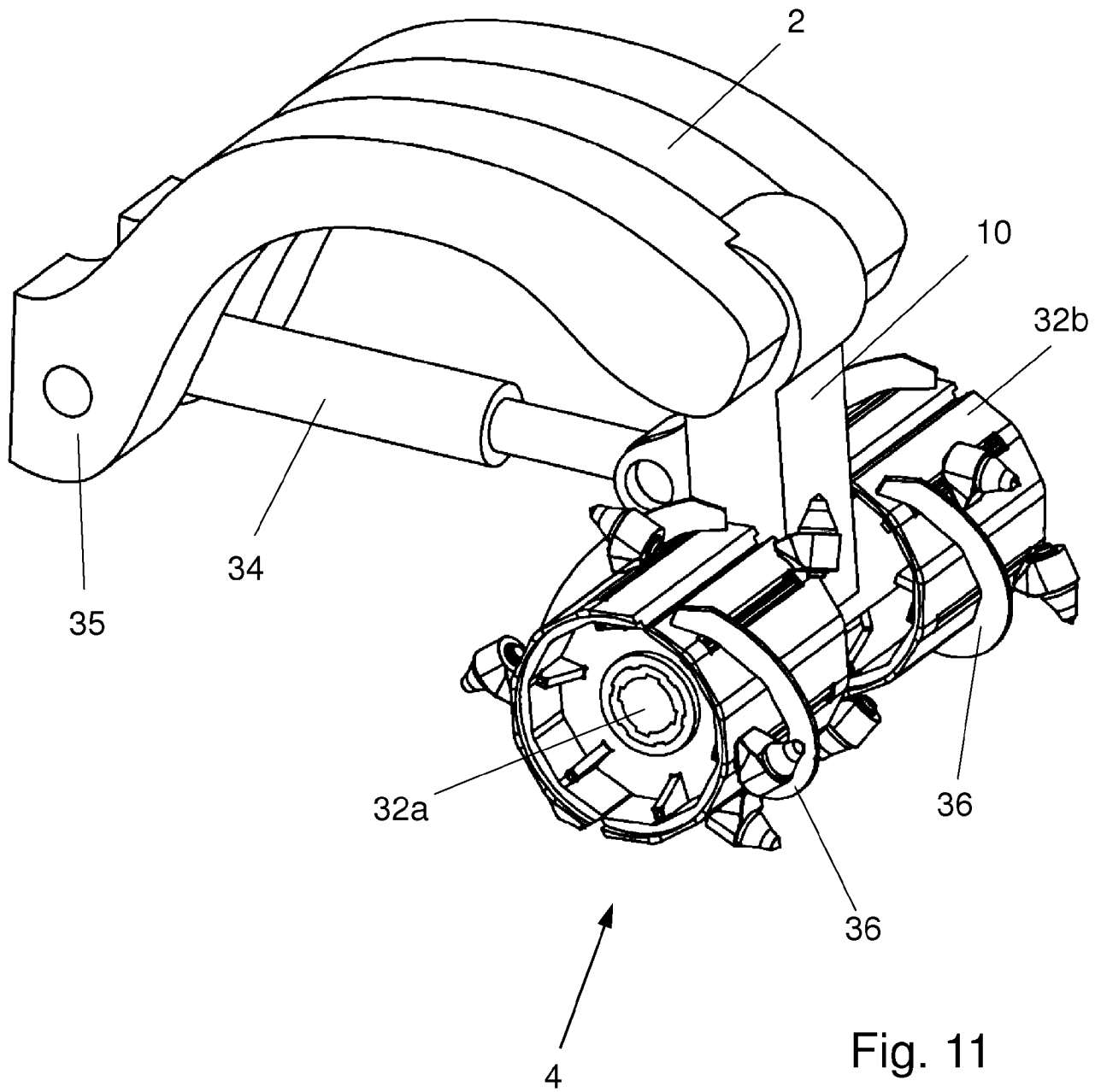
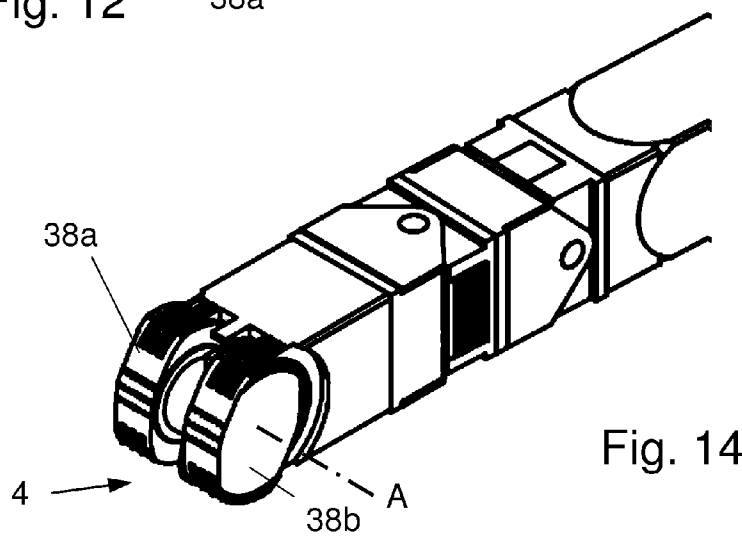
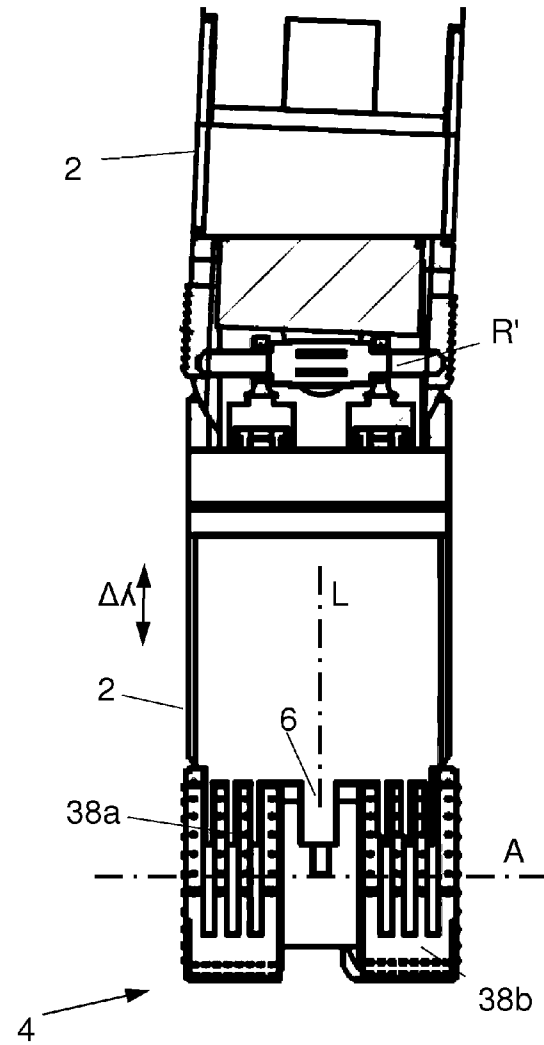
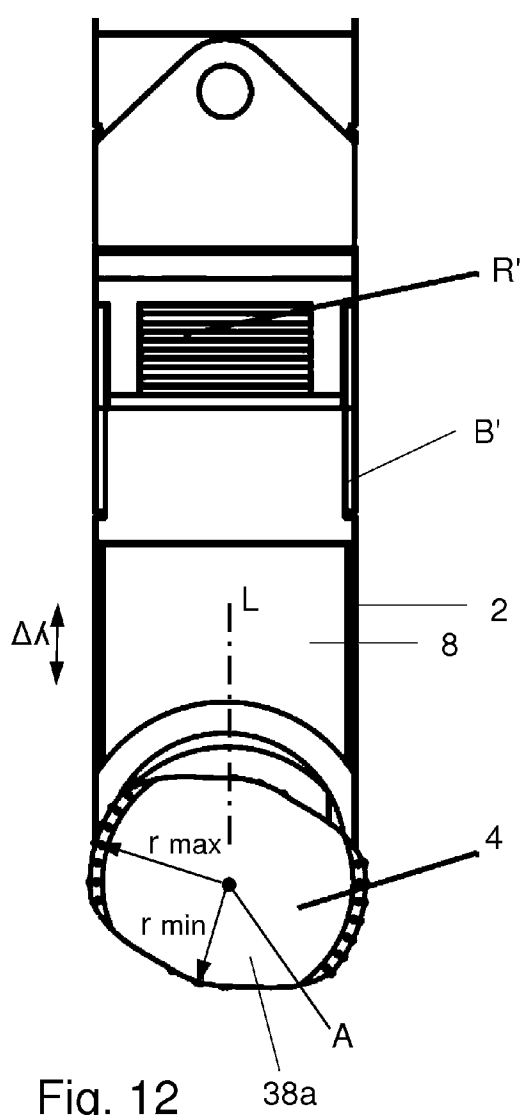
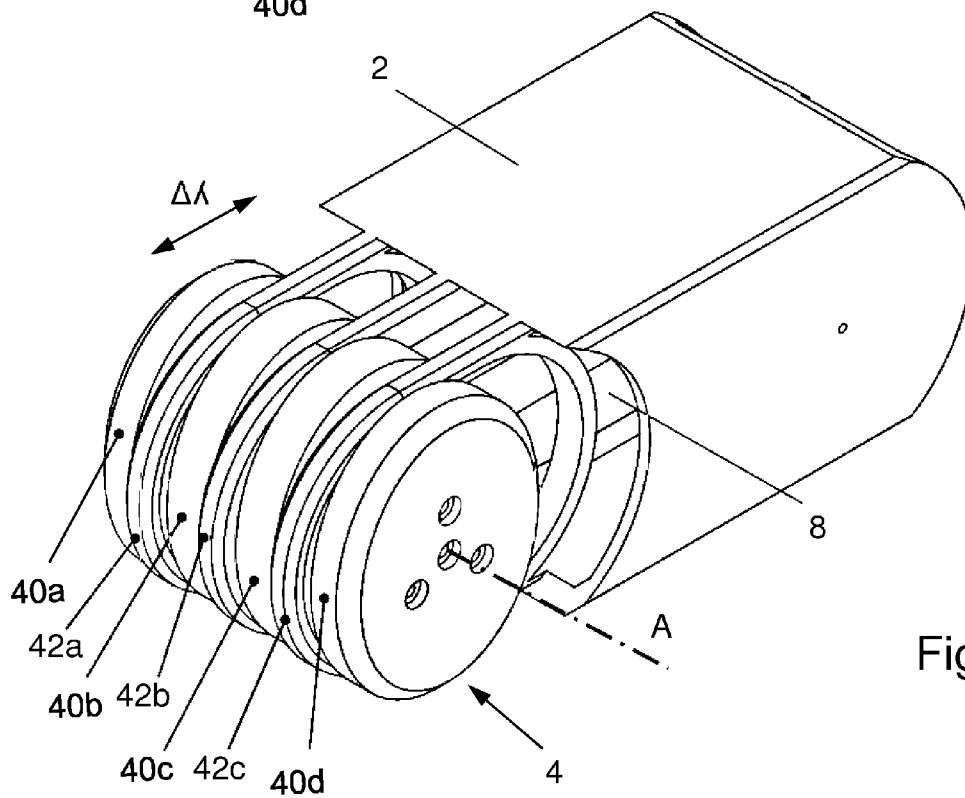
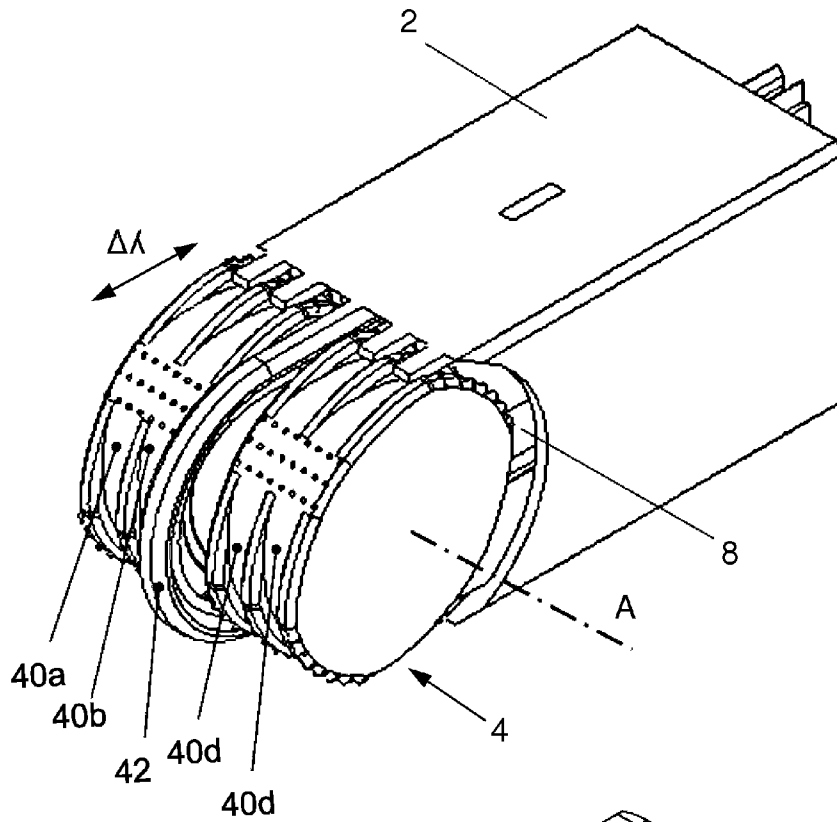


Fig. 10







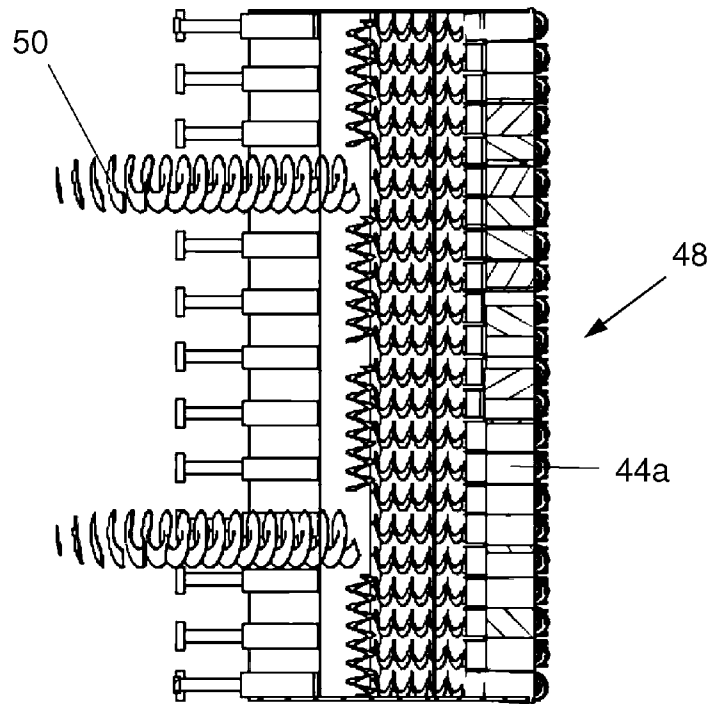


Fig. 17

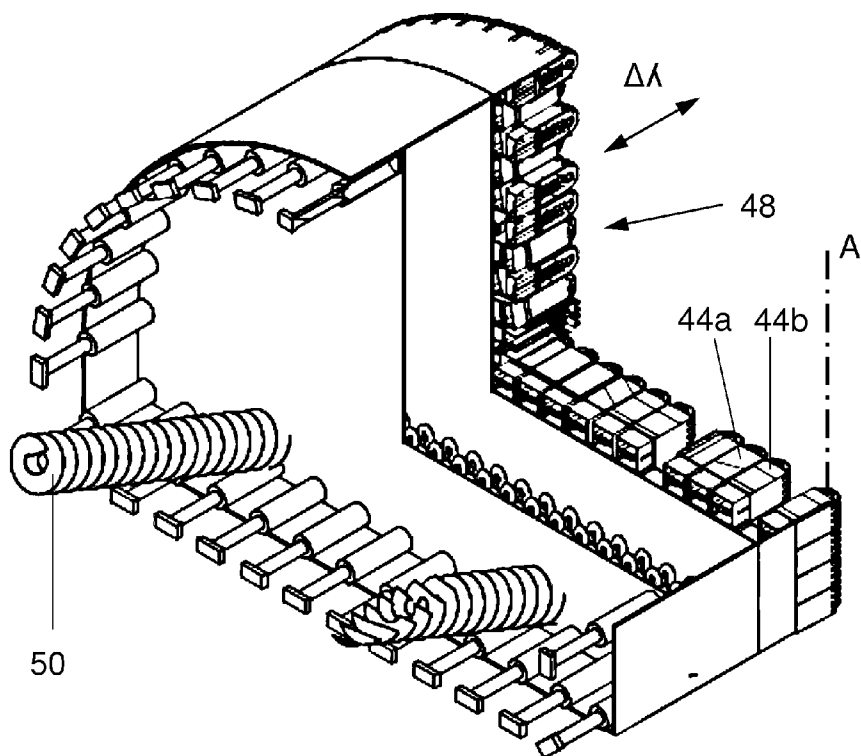


Fig. 18

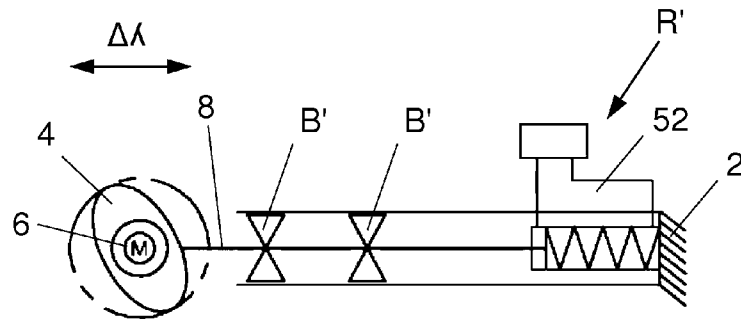


Fig. 19

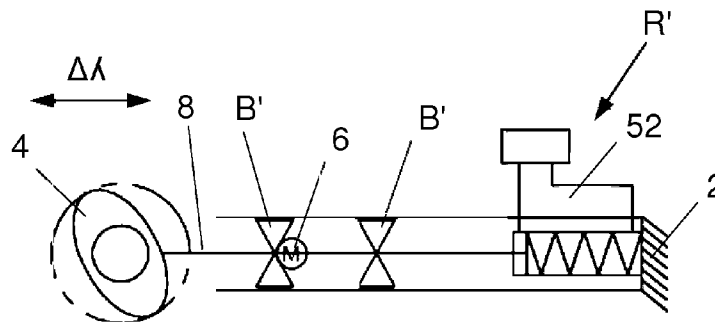


Fig. 20

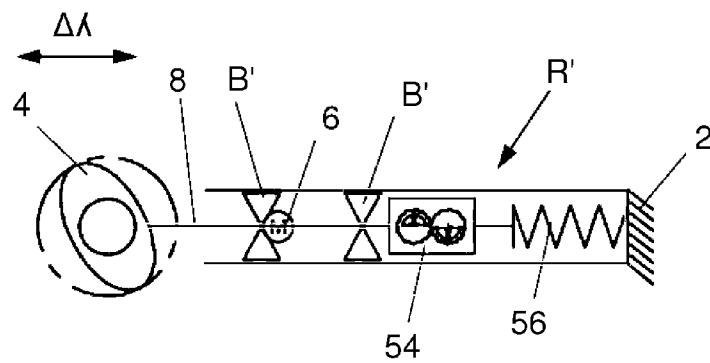


Fig. 21

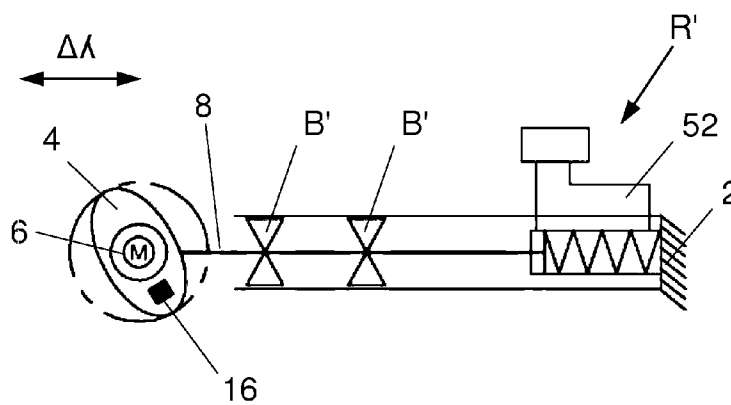


Fig. 22