



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 990 488 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.04.2000 Patentblatt 2000/14

(51) Int. Cl.⁷: **B25B 23/14, B25B 21/00**

(21) Anmeldenummer: **99115724.9**

(22) Anmeldetag: **10.08.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **30.09.1998 DE 19845018**

(71) Anmelder:
**C. & E. FEIN GmbH & Co.
D-70176 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Ludwig, Manfred**
86899 Landsberg/Lech (DE)
• **Schreiber, Wolfgang**
70619 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter:
Gahlert, Stefan, Dr.-Ing. et al
Witte, Weller & Partner
Patentanwälte
Postfach 105462
70046 Stuttgart (DE)

(54) **Kraftgetriebener Schrauber**

(57) Es wird ein Schrauber (10) mit einem abnehmbaren Tiefenanschlag (21) angegeben, der wahlweise entweder mit Tiefenanschlag eine geräuschlose Abschaltung ermöglicht oder bei abgenommenem Tiefenanschlag eine drehmomentabhängige Abschaltung ermöglicht, wobei bei einem Weiterlaufen der Maschine ein Rattern vermieden wird. Hierzu ist eine einstellbare, drehmomentabhängige Auslösekupplung (62) mit einer Mitnahmekupplung (65) bekannter Art kombiniert, der zusätzlich noch eine Trennkupplung (54) vorgeschaltet

ist, wobei durch eine Sperreinrichtung (43) erreicht wird, daß sich ein Sperring (36), der eines der beiden Elemente der Trennkupplung (54) bildet, unter Last in einer vorgeschobenen Position gehalten wird. Auf diese Weise wird sowohl beim Arbeiten mit Tiefenanschlag (21) als auch bei abgenommenem Tiefenanschlag bei drehmomentabhängiger Abschaltung ein geräuschloses Weiterlaufen nach Auslösung gewährleistet.

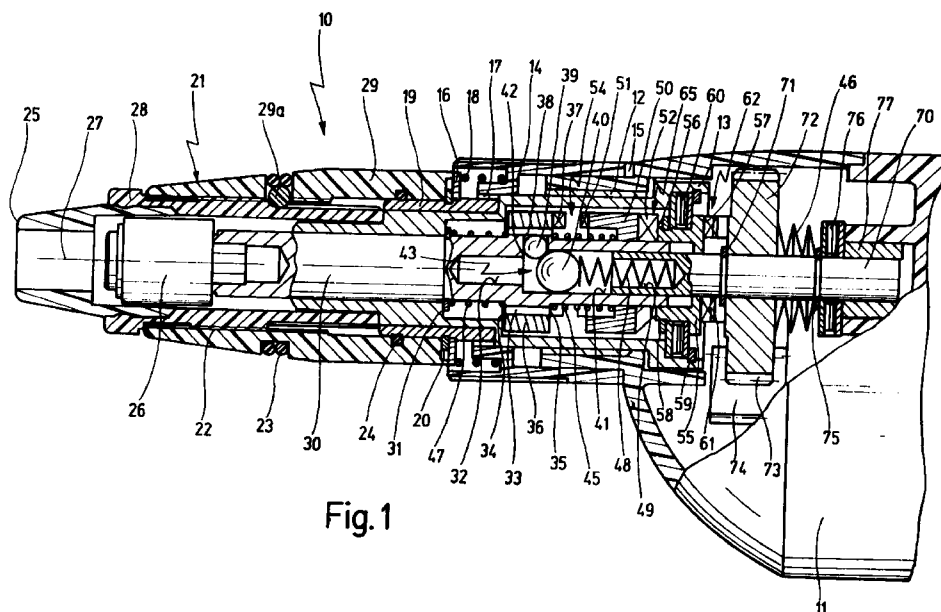


Fig. 1

EP 0 990 488 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen kraftgetriebenen Schrauber umfassend:

- ein Gehäuse, an dem ein Tiefenanschlag festlegbar ist,
- ein relativ zum Tiefenanschlag in Richtung ihrer Drehachse verschiebbare Werkzeugantriebswelle, an der eine Werkzeugaufnahme gehalten ist,
- eine Antriebswelle,
- ein auf der Antriebswelle drehbar und axial verschieblich aufgenommenes Antriebsrad, das motorisch angetrieben ist,
- einen Zwischenring, der auf der Antriebswelle drehbar gelagert ist und eine erste, dem Antriebsrad zugewandte Seite und eine zweite Seite aufweist,
- einen Nockenring, der auf der Werkzeugantriebswelle drehbar gelagert ist und eine erste, dem Zwischenring zugewandte und eine zweite Seite aufweist,
- erste Nockenelemente auf dem Antriebsrad, die mit zugeordneten zweiten Nockenelementen auf der ersten Seite des Zwischenrings zusammenwirken, um eine erste Nockenkupplung zu bilden,
- dritte Nockenelemente auf der zweiten Seite des Zwischenrings, die mit zugeordneten Nockenelementen auf dem Nockenring zusammenwirken, um eine zweite Nockenkupplung zu bilden,
- erste Mitnahmeelemente am Zwischenring, die mit zugeordneten zweiten Mitnahmeelementen am Nockenring zusammenwirken und gemeinsam mit den dritten und vierten Nockenelementen eine Mitnahmekupplung bilden und
- ein erstes Federelement zur geräuschlosen Trennung beim Auslösen der Auslösekupplung.

[0002] Ein derartiger Schrauber mit Tiefenanschlag ist aus der US 4 655 103 bekannt.

[0003] Mit dem bekannten Schrauber läßt sich eine Schraube auf eine mit einem Tiefenanschlag voreingestellte Einschraubtiefe in eine Oberfläche einschrauben. Wenn der Tiefenanschlag auf die Oberfläche aufläuft, wird die Abschaltung einer Kupplung eingeleitet, mit der eine weitgehend geräuschlose Abschaltung erfolgt. Hierzu ist ein motorisch angetriebenes Antriebsrad vorgesehen, das mit einem axial beweglich angeordneten Zwischenrad eine erste Nockenkupplung bildet. Das Zwischenrad wirkt auf seiner anderen, dem Werkzeugträger zugewandten Seite mit einem weiteren Kupplungselement zusammen, wobei die schrägen Nockenflächen der zugeordneten Elemente eine zweite Nockenkupplung bilden. Zusätzlich sind am Zwischenrad und an dem zweiten Kupplungselement Mitnahmeelemente in Form von geraden achsparallelen Flanken vorgesehen, durch die bei Auftreten eines gewissen Grundmoments das mit der Werkzeugaufnahme verbundene Kupplungselement vom Zwischenkupplungsele-

ment mitgenommen wird. Zusätzlich ist zwischen dem Antriebsrad und dem Zwischenrad eine Druckfeder angeordnet, durch die das Zwischenrad in Richtung auf die Werkzeugaufnahme vorgespannt wird.

[0004] Im Betrieb wird zunächst der Tiefenanschlag auf die gewünschte Einschraubtiefe eingestellt und dann der Werkzeugträger mit seinem Werkzeug auf eine etwa einzudrehende Schraube aufgesetzt und angedrückt. Hierdurch gelangen alle drei Kupplungselemente miteinander in Eingriff, so daß zunächst das Drehmoment vom Antriebsrad auf den Werkzeugträger übertragen wird, wenn mit dem Einschraubvorgang begonnen wird. Durch das auftretende Drehmoment während des Schraubvorgangs werden das Zwischenrad und das mit der Werkzeugaufnahme verbundene Kupplungselement etwas auseinandergedrückt, bis die geraden Mitnahmeflanken miteinander in Eingriff gelangen und eine formschlüssige Mitnahme gewährleistet ist. Läuft der Tiefenanschlag auf der Oberfläche auf, so bewegt sich der Werkzeugträger mit der Werkzeugaufnahme und der Schraube noch weiter, bis diese vollständig eingeschraubt ist. Dann gleiten die Nockenelemente der ersten Nockenkupplung mit Unterstützung der Druckfeder auseinander, bis diese auslöst. Infolge des nunmehr auf null abgefallenen Drehmomentes wird das Zwischenrad durch die Druckfeder an das zweite mit der Werkzeugaufnahme verbundene Kupplungselement angedrückt, so daß sich das Antriebsrad frei weiterdrehen kann, ohne das Zwischenrad zu berühren. Es erfolgt somit eine "geräuschlose" Abschaltung.

[0005] Darüber hinaus sind verschiedene Schrauber bekannt, mit denen eine Trennung des Antriebsstrangs von einer Abschaltung erfolgen kann, sobald ein voreingestelltes Drehmoment erreicht ist (vergl. z.B. EP 0 239 670 B1).

[0006] Darüber hinaus ist es bekannt, bei einer Schraub-Werkzeugmaschine eine Umschaltmöglichkeit zwischen einer Abschaltung über Tiefenanschlag und einer Abschaltung über ein voreingestelltes Drehmoment wahlweise vorzunehmen (EP 0 401 548 B1). Wird dieser Schrauber zur Abschaltung mit Tiefenanschlag benutzt, so entsprechen Aufbau und Funktionsweise prinzipiell der zuvor erwähnten US 4 655 103.

[0007] Durch einen über Stifte beim Abnehmen des Tiefenanschlags aktivierten, federbeaufschlagten Überwurfring, der den Zwischenring und das zweite, der Werkzeugantriebswelle zugewandte Kupplungselement überdeckt, werden das Zwischenkupplungselement und das zweite Kupplungselement bei abgenommenem Tiefenanschlag unter Wirkung der Feder aufeinander gedrückt und über eine Keilverzahnung miteinander formschlüssig verbunden, so daß diese beiden Elemente auch bei Drehmomentbeaufschlagung wie ein einziges Kupplungselement wirken. In dieser Stellung ergibt sich somit in Verbindung mit den schrägen Nockenflächen des Antriebszahnrades eine Nockenkupplung, die bei einem über einen entsprechenden

Verstellmechanismus voreingestellten Drehmoment auslöst.

[0008] Allerdings läuft diese Kupplung auch nach dem Auslösen ratternd weiter.

[0009] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten kraftgetriebenen Schrauber mit Tiefenanschlag zu schaffen, bei dem wahlweise entweder eine Abschaltung über Tiefenanschlag oder aber eine drehmomentabhängige Abschaltung ermöglicht wird und in beiden Fällen kein Rattern der Abschaltkupplung auftritt.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Schrauber gemäß der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß

- ein Ausrückring vorgesehen ist, der auf der Werkzeugantriebswelle gegen einen Widerstand gelagert ist,
- das erste Federelement zwischen dem Nockenring und dem Ausrückring angeordnet ist, um den Nockenring in Richtung auf das Antriebsrad vorzuspannen,
- auf der den ersten Nockenelementen abgewandten Seite des Antriebsrades ein zweites gehäuseseitig abgestütztes Federelement vorgesehen ist,
- erste Klauenelemente an der zweiten Seite des Nockenrings vorgesehen sind, die mit zweiten Klauenelementen am Ausrückring zusammenwirken, um eine Trennkupplung zu bilden.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

[0012] Sowohl bei der Verwendung eines Tiefenanschlags als auch bei abgenommenem Tiefenanschlag erfolgt bei Beendigung eines Schraubvorgangs eine Trennung der Antriebswelle von der Werkzeugantriebswelle, wobei sichergestellt ist, daß auch bei einem Weiterlaufen des Antriebsmotors kein Rattern auftritt.

[0013] In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist der Ausrückring auf der Werkzeugantriebswelle verdrehgesichert und gegen den Widerstand axial verschiebbar festgelegt. Ferner ist eine Sperreinrichtung vorgesehen, um den Ausrückring in einer axial in Richtung auf die Werkzeugaufnahme vorgeschobenen Position zu halten, wenn sich der Ausrückring im Betrieb unter Last axial in Richtung auf die Werkzeugaufnahme verschiebt, und um den Ausrückring nach einem Auslösen der Trennkupplung und anschließender Entlastung wieder freizugeben.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist an der Werkzeugantriebswelle ein Axialanschlag vorgesehen, an dem sich ein drittes Federelement abstützt, gegen das der Ausrückring axial in Richtung auf die Werkzeugaufnahme verschiebbar ist.

[0015] Durch eine solche Anordnung eines Federelementes kann die Freigabe der in vorgeschobener Position verriegelten Sperreinrichtung nach einem Auslösen und nach anschließender Entlastung der Trennkupplung

auf einfache Weise erreicht werden.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung ist das erste Federelement zwischen dem Nockenring und einem Axialanschlag der Werkzeugantriebswelle eingespannt.

[0017] Durch eine derartige Anordnung des ersten Federelementes wird die Funktion der Mitnahmekupplung unterstützt.

[0018] In weiter bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist die Werkzeugantriebswelle mit einem Ende an der Antriebswelle axial verschieblich geführt.

[0019] Auf diese Weise wird die Lagerung der Werkzeugantriebswelle vereinfacht.

[0020] In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist die Verriegelungseinrichtung als Kugelgesperre ausgebildet, das durch ein viertes Federelement verriegelbar ist, das zwischen der Werkzeugantriebswelle und der Antriebswelle angeordnet ist.

[0021] Auf diese Weise kann die Relativbewegung zwischen Werkzeugantriebswelle und Antriebswelle dazu ausgenutzt werden, den Ausrückring auf einfache Weise in einer axial in Richtung auf die Werkzeugaufnahme vorgeschobenen Position zu arretieren.

[0022] In zusätzlicher Weiterbildung dieser Ausführung weist die Verriegelungseinrichtung axiale Führungsstege an der Werkzeugantriebswelle auf, die mit zugeordneten Nuten am Ausrückring zur Führung desselben zusammenwirken.

[0023] In zusätzlicher Weiterbildung dieser Ausführung sind die axialen Führungsstege als von der Werkzeugantriebswelle nach außen hervorstehende Stege ausgebildet, deren erstes werkzeuseitiges axiales Ende zur Abstützung des dritten Federelementes auf seiner dem Ausrückring zugewandten Seite dient, und deren zweites, dem Ausrückring zugewandtes Ende zur Abstützung des ersten Federelementes dient.

[0024] Auf diese Weise läßt sich der Aufbau und die Montage der Verriegelungseinrichtung und der zugehörigen Federelemente an der Werkzeugantriebswelle vereinfachen.

[0025] Hierbei ist bevorzugt, eine Mehrzahl von Kugeln in Querbohrungen der Werkzeugantriebswelle beweglich zu führen, die über eine zentrale Kugel durch das vierte Federelement zur Verriegelung des Ausrückrings beaufschlagbar sind.

[0026] In zusätzlicher Weiterbildung dieser Ausführung weist die Werkzeugantriebswelle auf der Seite der Antriebswelle eine zentrale Bohrung auf, in der die Antriebswelle mit einem ersten Ende axial verschieblich geführt ist.

[0027] Hierbei kann am ersten Ende der Antriebswelle eine Sacklochbohrung vorgesehen sein, in der ein erstes Ende des vierten Federelementes aufgenommen ist, wobei ein zweites Ende des vierten Federelementes am der zentralen Kugel anliegt, die in der Bohrung axial verschieblich geführt ist.

[0028] Durch diese Maßnahmen ist eine sichere Funktion der Verriegelungseinrichtung gewährleistet

und gleichzeitig ein vereinfachter Aufbau sichergestellt.

[0029] Das zweite Federelement ist in zusätzlicher Weiterbildung der Erfindung als Tellerfeder ausgebildet, die sich zwischen dem Antriebsrad und einem Axialanschlag auf der der Werkzeugaufnahme abgewandten Seite des Antriebsrades abstützt.

[0030] Durch eine Ausbildung des zweiten Federelements als Tellerfeder läßt sich eine relativ hohe Federkraft bei einer geringen Baugröße des Federelements erreichen, um so einen großen Verstellbereich für das Auslösemoment bei Drehmomentabschaltung zu gewährleisten.

[0031] Der Tiefenanschlag ist in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung am Gehäuse abnehmbar befestigt.

[0032] Obwohl der Tiefenanschlag auch auf andere Weise außer Funktion gesetzt werden könnte, ist dies eine besonders einfache Möglichkeit, um eine Umschaltung zwischen Abschaltung durch Tiefenanschlag und Drehmomentabschaltung zu ermöglichen.

[0033] In zusätzlicher Weiterbildung der Erfindung ist eine Steilhülse zur axialen Verstellung des Zwischenrings in Richtung auf das Antriebsrad vorgesehen.

[0034] Auf diese Weise kann durch Veränderung der Überdeckung zwischen den Nockenelementen des Zwischenrings und des Antriebsrads das Auslösemoment der Auslösekupplung auf einfache Weise verändert werden.

[0035] Hierzu ist in zusätzlicher Weiterbildung dieser Ausführung an der Steilhülse ein Rastring axial verschiebbar und gegenüber dieser verdrehgesichert festgelegt, der gegenüber dem Gehäuse verdrehbar und in verschiedenen Winkelpositionen verrastbar festgelegt ist.

[0036] Auf diese Weise läßt sich eine einfache axiale Verstellung der Steilhülse in Bezug auf das Gehäuse zusammen mit einer Verrastung in verschiedenen Winkelpositionen auf einfache Weise erreichen, sofern die Steilhülse über ein Gewinde mit dem Gehäuse verbunden ist.

[0037] Die Mitnahmeelemente am Nockenring und am Zwischenring sind in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung als gerade, in Axialrichtung verlaufende Flanken am äußeren Ende der dritten und vierten Nockenelemente ausgebildet.

[0038] Auf diese Weise läßt sich mit einfachen Mitteln eine formschlüssige Mitnahme zur Kraftübertragung vom Zwischenring auf den Nockenring erreichen. Grundsätzlich wären allerdings auch andere Verbindungen denkbar, beispielsweise die Verwendung von gekrümmten Oberflächen an einem der beiden Ringe, an denen beispielsweise ein Querstift am anderen der beiden Ringe geführt ist.

[0039] In zweckmäßiger Weiterbildung der Erfindung sind die Federelemente so aufeinander abgestimmt, daß die Verriegelungseinrichtung nach einer Abschaltung des Schraubers und anschließenden Entlastung wieder entriegelt und in ihre Ausgangslage zurückge-

schoben wird.

[0040] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind ferner die ersten und zweiten Klauenelemente als Klauen mit geraden, in Axialrichtung verlaufenden Flächen oder als Nocken mit schrägen Flächen ausgebildet, die steiler in Bezug auf die Axialrichtung geneigt sind als die ersten bis vierten Nockenelemente.

[0041] Diese Maßnahmen ermöglichen eine einfache Ausgestaltung und Herstellung der betreffenden Nockenelemente, Mitnahmeelemente und Klauenelemente.

[0042] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die ersten, zweiten, dritten und vierten Nockenelemente als schräge Nockenflächen ausgebildet, wobei die Steigung der ersten und zweiten Nockenelemente größer ist als die Steigung der dritten und vierten Nockenelemente, um unter Last zu gewährleisten, daß sich zunächst der Nockenring in Richtung auf den Ausrückring verschiebt, bevor bei erhöhtem Drehmoment eine Verschiebung des Antriebsrads auftritt.

[0043] Bei einer derartigen Ausgestaltung ist eine sichere Funktion in Verbindung mit einfacher Herstellung und Montage erreichbar.

[0044] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0045] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längs-Teilschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schrauber;
 Fig. 2a - 2d Prinzipdarstellungen zur Funktion des erfindungsgemäßen Schraubers bei Verwendung der Drehmomentabschaltung in stark vereinfachter Darstellungsweise, wobei Fig. 2a das manuelle Ansetzen und Andrücken des Schraubers auf eine Schraube zeigt, die sich während des Einschraubvorgangs infolge eines gewissen Grunddrehmoments einstellende Stellung zeigt,
 Fig. 2b die Auslösung der Auslösekupplung bei Erreichen des voreingestellten Drehmoments zeigt,
 Fig. 2c die infolge des abgefallenen Drehmoments erfolgende Auslösung der Trennkupplung zeigt, wodurch ein ratterfreies Weiterlaufen ermöglicht wird;
 Fig. 2d Prinzipdarstellungen des erfindungsgemäßen Schraubers bei Verwendung des Tiefenanschlags in stark vereinfachter Darstellung zeigen, wobei das Ansetzen des Schraubers an einer

- Fig. 3b Schraube zeigt,
die sich während des Schraubvor-
gangs infolge des Grunddrehmoments
einstellende Stellung zeigt,
- Fig. 3c das Auflaufen des Tiefenanschlags auf
die Oberfläche zeigt, in der die
Schraube eingedreht wird und
- Fig. 3d das Ansprechen der Trennkupplung
zeigt, wodurch ein ratterfreies Weiter-
laufen ermöglicht wird.

[0046] In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Schrauber insgesamt mit der Ziffer 10 bezeichnet.

[0047] Der Schrauber 10 umfaßt ein Gehäuse 11, in dem ein Motor (nicht dargestellt) aufgenommen ist, der über ein Zahnrad 74 ein damit kämmendes Antriebsrad 72 antreibt. Weitere Teile des so gebildeten Getriebes sind nicht dargestellt. Das Antriebsrad 72 ist auf einer Antriebswelle 70 gelagert, die mit einer Werkzeugantriebswelle 30 fluchtet, an deren äußerem Ende eine Werkzeugaufnahme 26, beispielsweise zur Aufnahme eines Schraubendreher-Bits vorgesehen ist.

[0048] Das Drehmoment vom Antriebsrad 72 kann über einen Zwischenring 55 und einen Nockenring 50 auf einen Ausrückring 36 übertragen werden, der verdrehgesichert und axial verschiebbar auf der Werkzeugantriebswelle 30 festgelegt ist.

[0049] Die Werkzeugantriebswelle 30 ist in Richtung ihrer Drehachse 27 in Bezug auf die Antriebswelle 70 verschiebbar. Hierzu ist am der Antriebswelle 70 zugewandten Ende der Werkzeugantriebswelle 30 eine zentrale Bohrung 41 vorgesehen, mit der die Werkzeugantriebswelle 30 auf dem Ende der Antriebswelle 70 axial verschieblich geführt ist.

[0050] Der Zwischenring 55 ist auf der Werkzeugantriebswelle 30 und der Antriebswelle 70 frei drehbar gelagert. Der Nockenring 50 ist zwischen dem Zwischenring 55 und dem Ausrückring 36 gleichfalls frei drehbar auf der Werkzeugantriebswelle 30 angeordnet. Dagegen ist der Ausrückring 36 auf axialen Führungsstegen 33 an der Außenseite der Werkzeugantriebswelle 30, die als Außenstege nach Art eines Keilprofils ausgebildet sind, die in entsprechend geformte Nuten am Ausrückring 36 eingreifen, axial verschiebbar, jedoch drehfest gelagert. Am Antriebsrad 72 sind auf der dem Zwischenring 55 zugewandten Seite Nockenelemente 61 mit schrägen Nocken gemäß der aus der US 4 655 103 bekannten Art angeordnet. In diese ersten Nockenelemente 61 greifen entsprechend geformte zweite Nockenelemente 57 ein, die am Zwischenring 55 vorgesehen sind. Durch diese ineinandergreifenden schrägen Nockenflanken ist somit eine Auslösekupplung gebildet, die insgesamt mit der Ziffer 62 bezeichnet ist.

[0051] Das Antriebsrad 72 ist durch einen Sicherungsring 71 in Richtung auf die Werkzeugaufnahme 26 gesichert und auf der anderen Seite durch ein Federelement 46 in Form einer Tellerfeder, das im folgenden

als zweites Federelement bezeichnet wird, vorgespannt. Die Tellerfeder ist gleichfalls durch einen Sicherungsring 75 gesichert und wird am dem Antriebsrad 72 abgewandten Ende von einem Axiallager 76 abgestützt, das am Gehäuse 11 aufgenommen ist. Die Antriebswelle 70 ist mit diesem Ende ferner in einem Radiallager 77, das als Gleitlager ausgeführt sein kann, im Gehäuse 11 gelagert.

[0052] Der Zwischenring 55 bildet zusammen mit dem Nockenring 50 eine Mitnahmekupplung, die insgesamt mit der Ziffer 65 bezeichnet ist. Die Mitnahmekupplung 65 weist dritte Nockenelemente 56 in Form von schrägen Nockenflächen auf, denen vierte Nockenelemente 52 entsprechender Form am Nockenring 50 zugeordnet sind. Am dem jeweils anderen Teil zugeordneten Ende dieser schrägen Nockenflächen sind Mitnahmeelemente 100 und 101 vorgesehen, deren Form aus den Figuren 2a bis 2d ersichtlich ist. Es handelt sich um erste Mitnahmeelemente 100 in Form von geraden, achsparallelen Flanken am äußeren Ende der schrägen Nockenelemente 56 am Zwischenring und um entsprechende Mitnahmeelemente 101 in Form von geraden Flanken am Ende der schrägen Nockenelemente 52 des Nockenrings 50.

[0053] Auf diese Weise wird durch die Nockenelemente 52, 56 und die Mitnahmeelemente 100, 101 die Mitnahmekupplung 65 gebildet, durch die der Nockenring 50 vom Zwischenring 55 mitgenommen wird, wobei sich bei Auftreten eines gewissen Grunddrehmomentes eine axiale Verschiebung einstellt, bis die Mitnahmeelemente 100, 101 formschlüssig ineinander greifen.

[0054] Zwischen dem Nockenring 50 und dem Ausrückring 36 ist ferner eine insgesamt mit der Ziffer 54 bezeichnete Trennkupplung gebildet, die aus ersten Klauenelementen 51 mit geraden, achsparallelen Flanken am Nockenring 50 und aus zweiten Klauenelementen 37 mit entsprechend geformten, geraden Flanken am Ausrückring 36 besteht.

[0055] Die axialen Führungsstege 33 an der Werkzeugantriebswelle 30 weisen ein erstes, werkzeugseitiges Ende 34 und ein zweites, dem Antriebsrad 72 zugewandtes Ende 35 auf. Zwischen dem zweiten Ende 35 und dem Nockenring 50 ist ein erstes Federelement 45 in Form einer die Werkzeugantriebswelle 30 umschließenden Spiralfeder angeordnet, die die Werkzeugantriebswelle 30 in eine vom Nockenring 50 abgewandte Richtung vorspannt. Das zweite Federelement 46 in Form der Tellerfeder ist - wie bereits erwähnt - zwischen dem Antriebsrad 72 und einem Radiallager 76 angeordnet.

[0056] Ein drittes Federelement 47, das gleichfalls als die Werkzeugantriebswelle umschließende Spiralfeder ausgebildet ist, ist zwischen dem ersten werkzeugseitigen Ende 34 der axialen Führungsstege 33 und dem Axialanschlag 31 eingespannt, um den Ausrückring 36 in Richtung auf das Antriebsrad 72 vorzuspannen.

[0057] Der Ausrückring 36 kann durch eine Sperreinrichtung, die insgesamt mit der Ziffer 43 bezeichnet ist,

in einer entgegen der Kraft des dritten Federelementes 47 in Richtung auf die Werkzeugaufnahme 26 vorgeschobenen Position verriegelt werden, so daß ein Zurückgleiten des Ausrückrings 36 in Richtung auf das Antriebsrad 72 verhindert ist. Diese Sperreinrichtung 43 ist als Kugelgesperre ausgebildet, das insgesamt drei kleine Kugeln 39 aufweist, die in Querböhrungen der Werkzeugantriebswelle 30 in Radialrichtung geführt sind, sowie eine zentrale große Kugel 40 aufweist, die durch ein viertes Federelement 48, das in einer Sacklochbohrung 49 am werkzeugseitigen Ende der Antriebswelle 70 aufgenommen ist, in Richtung auf die Werkzeugaufnahme 26 und in Richtung auf die in den Querböhrungen 38 geführten kleinen Kugeln 39 vorgespannt ist. Die Bohrung 41 ist am werkzeugseitigen Ende durch eine Sacklochbohrung 32 in Richtung auf die Werkzeugaufnahme 26 verlängert, wobei durch einen geringeren Durchmesser der Sacklochbohrung 32 eine Sitzfläche 42 zur paßgenauen Aufnahme der zentralen Kugel 40 gebildet ist.

[0058] Durch die Spannung des vierten Federelementes 48 sind die kleinen Kugeln 39 über die zentrale Kugel 40 nach außen in Radialrichtung vorgespannt. Wird nun der Ausrückring 36 so weit in Richtung auf die Werkzeugaufnahme 26 bewegt, daß die kleinen Kugeln 39 nicht mehr von der Innenfläche des Ausrückrings 36 an einem Austreten nach außen gehindert sind, so können sich die kleinen Kugeln 39 unter der Wirkung der Federkraft des vierten Federelementes 48 in den Radialbohrungen 38 nach außen bewegen, bis sie von den darüber angeordneten zweiten Klauenelementen 37 des Ausrückrings 36 an einem weiteren Austreten gehindert sind. In dieser Stellung ist der Ausrückring 36 an einem Zurückweichen in Richtung auf das Antriebsrad 72 gehindert. Diese Verriegelung ist so lange wirksam, bis das vierte Federelement 48 entlastet wird, so daß sich die kleinen Kugeln 39 unter Wirkung des dritten Federelementes 47 in ihren Radialbohrungen 38 wieder nach innen bewegen und somit der Ausrückring 36 freigegeben wird und sich unter Wirkung des dritten Federelementes 47 entgegen der Kraft des ersten Federelementes 45 in Richtung auf das Antriebsrad 72 bewegt.

[0059] Das Auslösemoment der Auslösekupplung 62, die durch die Nockenelemente des Antriebsrads 72 und des Zwischenrings 55 gebildet ist, ist natürlich von der Form und insbesondere von dem Flankenwinkel der Nockenelemente 57, 61 abhängig. Des weiteren wird das Auslösemoment durch die Federkonstante und Länge des zweiten Federelementes 46 beeinflußt.

[0060] Um eine einfache Einstellung des Auslösemomentes zu erreichen, sind verschiedene Maßnahmen denkbar. Eine besonders einfache Konstruktion ergibt sich, wenn lediglich die Überdeckung der Flanken der ersten Nockenelemente 61 und der zweiten Nockenelemente 57 verändert wird. Hierzu kann der Zwischenring 55 mit Hilfe einer Steilhülse 13 über ein Radiallager 60, das zwischen Sicherungsringen am Zwischenring 55

und der gehäuseseitig festgelegten Steilhülse 13 eingeschlossen ist, in Richtung auf das Antriebsrad 72 verstellt werden. Die Steilhülse 13 ist über ein Gewinde 12 mit dem Gehäuse 11 verbunden und kann so durch Verdrehen in Axialrichtung verstellt werden.

[0061] Um eine manuelle Einstellung von außen zu ermöglichen, ist ein Rastring 14 vorgesehen, der entgegen der Spannung einer Spiralfeder 18 in Richtung auf die Werkzeugaufnahme 26 gezogen werden kann und über eine Axialführung 17 drehtest mit der Steilhülse 13 verbunden ist. Am gehäuseseitigen Ende des Rastrings 14 ist in Umfangsrichtung eine Mehrzahl von Rastnocken 15 vorgesehen, die zwischen entsprechenden Ausnehmungen am Gehäuse 11 in verschiedenen Winkelpositionen einrastbar sind, um den Rastring 14 so verdrehgesichert in einer gewünschten Winkelposition festzulegen. Zur Verdrehung der Steilhülse 13 muß daher somit nur der Rastring 14 entgegen der Spannung der Spiralfeder 18 in Richtung auf die Werkzeugaufnahme 26 gezogen werden und sodann verdreht werden und schließlich in einer neuen vorgegebenen Winkelposition wieder über die Rastnocken 15 gegen ein weiteres Verdrehen gesichert gehalten werden. Die Spiralfeder 18 ist in einer geeigneten hohlzylindrischen Ausnehmung des Rastrings 14 eingeschlossen und am äußeren Ende des Rastrings 14 durch einen Sicherungsring 16 gehalten, der an einer Hülse 19 festgelegt ist, die in diesem Bereich mit der Werkzeugantriebswelle 30 fest verpreßt ist. Durch einen weiteren vorgelagerten Sicherungsring 20 wird der innere Sicherungsring 16 nach dem Einbau der Spiralfeder 18 auf der Hülse 19 in Axialrichtung fixiert.

[0062] Bei dem als Ganzes mit der Ziffer 21 bezeichneten Tiefenanschlag handelt es sich um einen Tiefenanschlag bekannter Bauart, etwa gemäß der EP 0 401 548 B1, der lediglich auf das äußere Ende der Hülse 19 aufsteckbar ist, bis dieser an dem Sicherungsring 16 anliegt. Zur Fixierung dient ein eingelassener O-Ring 24. Der Tiefenanschlag 21 ist als mehrteiliges Kunststoffteil ausgebildet, bei dem über ein Gewinde 22 eine Axialverstellung der Stirnfläche 25 am äußeren Ende des Tiefenanschlages ermöglicht. Dabei kann eine innere Verstellhülse 28 des Tiefenanschlages gegenüber einer äußeren Anschlaghülse 29 des Tiefenanschlages 21 in verschiedenen Winkelpositionen verrastbar fixiert werden, wozu zwei Kugeln 29a vorgesehen sind, die unter der Wirkung von elastischen O-Ringen 23 in verschiedenen Winkelpositionen in entsprechend geformte Nuten an der Anschlaghülse 29 eingreifen.

[0063] Wie bereits erwähnt, kann der Tiefenanschlag 21 als Ganzes von der Hülse 19 abgezogen werden.

[0064] Die Funktionsweise des Schraubers bei abgezogenem Tiefenanschlag mit geräuschloser drehmomentabhängiger Abschaltung wird im folgenden an Hand der Figuren 2a bis 2d erläutert. Die Funktionsweise des Schraubers bei aufgestecktem Tiefenanschlag 21 wird sodann an Hand der Figuren 3a bis 3d erläutert.

[0065] In die Werkzeugaufnahme ist beispielsweise ein Werkzeug 105 in Form eines Schraubendreher-Bits eingesetzt, um eine Schraube 102 in eine Oberfläche 104 einzuschrauben.

[0066] Bei abgenommenem Tiefenanschlag wird der Schrauber zunächst gemäß Fig. 2a mit dem Werkzeug 105 auf den Kopf 103 der Schraube 102 aufgesetzt und angedrückt, so daß sowohl die Auslösekupplung 62, als auch die Mitnahmekupplung 65 und die Trennkupplung 54 geschlossen sind, um bei einem nachfolgenden Einschalten der Maschine das Drehmoment vom Antriebsrad 72 auf die Werkzeugantriebswelle 30 zu übertragen und um somit die Schraube 102 eindrehen zu können.

[0067] Nach dem Einschalten stellt sich während des Schraubvorgangs die in Fig. 2b gezeichnete Stellung ein, da infolge der relativ geringen Steigung der Nockenringe 52 der Zwischenring 55 und der Nockenring 50 auseinandergleiten, bis schließlich die Mitnahmeelemente 100, 101 in Eingriff gelangen und somit eine formschlüssige Mitnahme des Nockenrings 50 durch den Zwischenring 55 gewährleistet ist. Gleichzeitig wird der Nockenring 50 unter der Wirkung des Andrucks und des Drehmomentes so weit in Richtung auf das Werkzeug 105 verschoben, daß der Ausrückring 36 in seiner vorgeschobenen Position durch die Sperreinrichtung 43 gehalten ist.

[0068] In Fig. 2a ist das erste Federelement 45 zwischen dem Nockenring 50 und dem Ausrückring 36 zusammengedrückt, das dritte Federelement 47 befindet sich in einer ausgefahrenen Stellung, und das vierte Federelement 48 ist zusammengedrückt.

[0069] In der Stellung gemäß Fig. 2b ist das dritte Federelement 47 durch den vorgeschobenen Ausrückring 36 etwas verkürzt, das erste Federelement 45 weiterhin zusammengedrückt, während das vierte Federelement 48 durch den verschobenen Nockenring 50 etwas verlängert ist.

[0070] Ist die Schraube 102 praktisch vollständig in die Oberfläche 104 eingedreht, so steigt gegen Ende des Schraubvorgangs das Drehmoment stark an, so daß das Auslösemoment der Auslösekupplung 62 überschritten wird und das Antriebsrad 72 entgegen der Wirkung des zweiten Federelementes 46 verschoben wird, bis die Nockenelemente 57, 61 gemäß Fig. 2c auseinander geraten und somit das übertragene Drehmoment auf einen Wert von null abfällt. Infolgedessen wird der Nockenring 50 unter der Wirkung des ersten Federelementes 45 in Richtung auf den Zwischenring 55 verschoben, so daß die Trennkupplung 54 auslöst, so daß sich die Stellung gemäß Fig. 2d ergibt, in der sich der Nockenring 50 und der Zwischenring 55 gemeinsam mit dem Antriebsrad 72 weiterdrehen können, ohne daß die Klauenelemente 51 des Nockenrings 50 und die Klauenelemente 37 des Ausrückrings 36 in Eingriff gelangen können, was durch die in der vorgeschobenen Position verriegelte Stellung des Ausrückrings 36 gewährleistet ist.

[0071] Wird nunmehr der Schraubvorgang beendet

und der Schrauber axial entlastet, so entspannt sich das vierte Federelement 48, was zur Freigabe der Sperreinrichtung 43 führt. Da nunmehr die Federkraft des vierten Federelementes 48 geringer als die Federkraft des dritten Federelementes 47, wird der Ausrückring 36 in seine Ausgangslage zurückgedrückt und somit die Trennkupplung 54 "geladen".

[0072] Nunmehr kann ein neuer Schraubvorgang beginnen.

[0073] Wird mit aufgesetztem Tiefenanschlag gearbeitet, so ergibt sich zunächst gemäß Fig. 3a beim Aufsetzen des Schraubers mit dem Werkzeug 105 auf den Kopf der Schraube 103 eine Position, in der wie bei Fig. 2a das Antriebsrad 72, der Zwischenring 55, der Nockenring 50 und der Ausrückring 36 zusammengedrückt sind, so daß bei einem anschließenden Einschalten der Maschine ein Drehmoment auf das Werkzeug 105 übertragen wird.

[0074] Beim Einschalten der Maschine bewegt sich wiederum gemäß Fig. 3b der Nockenring 50 unter Wirkung des Drehmomentes in Richtung auf den Ausrückring 36, wobei dieser gleichzeitig in einer in Richtung auf das Werkzeug 105 vorgeschobenen Position verriegelt wird.

[0075] Läuft nun der Tiefenanschlag 21 mit seiner Stirnfläche 25 auf der Oberfläche 104 auf, kurz bevor die Schraube 102 vollständig eingedreht ist, so folgt die Werkzeugantriebswelle 30 weiterhin der einzudrehenden Schraube 102. Beim Einsenken des Schraubkopfes 103 gelangen die Klauenelemente 37, 51 außer Eingriff, so daß das Drehmoment kurzfristig abfällt. Das erste Federelement 45 drückt nunmehr den Nockenring 50 in Richtung auf den Zwischenring 55, wodurch die Trennkupplung 54 vollständig getrennt ist und auch ein Weiterlaufen des Antriebsstranges nicht zum Rattern führt, da der Abstand zwischen den Klauenelementen 37 und 51 durch die Zurückbewegung des Nockenrings 50 entlang der schrägen Nockenelemente 52, 56 ausreichend vergrößert ist.

[0076] Dieser Zustand ist in Fig. 3d dargestellt.

[0077] In Fig. 3c ist der Zustand kurz vor dem Auslösen der Trennkupplung 54 dargestellt, bei dem noch eine gewisse Überdeckung zwischen den Klauenelementen 37, 51 vorliegt, die mit S_2 bezeichnet ist, während der Schraubkopf 103 noch um einen entsprechenden Betrag, der mit S_1 bezeichnet ist, eingedreht werden kann. Sobald die Überdeckung S_2 null wird, löst die Trennkupplung 54 aus, was dann, wie bereits beschrieben, zur geräuschlosen Trennung führt.

[0078] Die Federkonstanten und die Länge der Federelemente 45, 47 und 48 sollten sinnvollerweise aufeinander abgestimmt werden. In entsprechender Weise sollte die Form und Anordnung der Nockenelemente und der Mitnahmeelemente aufeinander abgestimmt werden. Dabei sollten die Nockenelemente 52, 56 eine geringere Steigung als die Nockenelemente 57, 61 aufweisen, um ein Vorrücken des Nockenrings 50 in Richtung auf den Ausrückring 36 zu ermöglichen, bevor die

Auslösekupplung 62 auslöst.

[0079] Wenn der Schrauber mit Tiefenanschlag verwendet wird, so wird vorzugsweise die Auslösekupplung 62 auf ein hohes Auslösemoment eingestellt, so daß keine drehmomentabhängige Abschaltung erfolgt, bevor eine Abschaltung über den Tiefenanschlag erreicht wird.

Patentansprüche

1. Kraftgetriebener Schrauber umfassend:

- ein Gehäuse (11), an dem ein Tiefenanschlag (21) festlegbar ist,
- eine in Richtung ihrer Drehachse (27) verschiebbare Werkzeugantriebswelle (30), an der eine Werkzeugaufnahme (26) gehalten ist, eine Antriebswelle (70),
- ein auf der Antriebswelle (70) drehbar und axial verschieblich aufgenommenes Antriebsrad (72), das motorisch angetrieben ist,
- einen Zwischenring (55), der auf der Antriebswelle (70) drehbar gelagert ist und eine erste, dem Antriebsrad (72) zugewandte Seite und eine zweite Seite aufweist,
- einen Nockenring (50), der auf der Werkzeugantriebswelle (30) drehbar gelagert ist und eine erste, dem Zwischenring (55) zugewandte und eine zweite Seite aufweist,
- erste Nockenelemente (61) auf dem Antriebsrad (72), die mit zugeordneten zweiten Nockenelementen (57) auf der ersten Seite des Zwischenrings (55) eine Auslösekupplung (62) bilden,
- dritte Nockenelemente (56) auf der zweiten Seite des Zwischenrings (55), die mit zugeordneten vierten Nockenelementen (52) auf dem Nockenring (50) zusammenwirken,
- erste Mitnahmeelemente (100) am Zwischenring (55), die mit zugeordneten zweiten Mitnahmeelementen (101) am Nockenring (50) zusammenwirken und gemeinsam mit den dritten (56) und vierten (52) Nockenelementen eine Mitnahmekupplung (65) bilden,
- ein erstes Federelement (45) zur geräuschlosen Trennung beim Auslösen der Auslösekupplung, dadurch gekennzeichnet, daß
- ein Ausrückring (36) vorgesehen ist, der auf der Werkzeugantriebswelle (30) gegen einen Widerstand gelagert ist,
- das erste Federelement (45) zwischen dem Nockenring (50) und dem Ausrückring (36) angeordnet ist, um den Nockenring (50) in Richtung auf das Antriebsrad (72) vorzuspannen,
- auf der den ersten Nockenelementen (61) abgewandten Seite des Antriebsrades (72) ein

zweites gehäuseseitig abgestütztes Federelement (46) vorgesehen ist,

- erste Klauenelemente (51) an der zweiten Seite des Nockenrings (50) vorgesehen sind, die mit zweiten Klauenelementen (37) am Ausrückring (36) zusammenwirken, um eine Trennkupplung (54) zu bilden.

2. Schrauber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausrückring (36) auf der Werkzeugantriebswelle verdrehgesichert angeordnet und gegen den Widerstand axial verschiebbar ist, und daß eine Sperreinrichtung (43) vorgesehen ist, um den Ausrückring (36) in einer axial in Richtung auf die Werkzeugaufnahme (26) vorgeschobenen Position zu halten, wenn sich der Ausrückring (36) im Betrieb unter Last axial in Richtung der Werkzeugaufnahme (26) verschiebt, und um den Ausrückring (36) nach einem Auslösen der Trennkupplung (54) und anschließender Entlastung wieder freizugeben.

3. Schrauber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Werkzeugantriebswelle (30) ein Axialanschlag (31) vorgesehen ist, an dem sich ein drittes Federelement (47) abstützt, gegen das der Ausrückring (36) axial in Richtung auf die Werkzeugaufnahme (26) verschiebbar ist.

4. Schrauber nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Federelement (45) zwischen dem Nockenring (50) und einem Axialanschlag der Werkzeugantriebswelle (30) eingespannt ist.

5. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugantriebswelle (30) mit einem Ende an der Antriebswelle (70) axial verschieblich geführt ist.

6. Schrauber nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperreinrichtung (43) als Kugelgesperre ausgebildet ist, das über ein viertes Federelement (48) verriegelbar ist, das zwischen der Werkzeugantriebswelle (30) und der Antriebswelle (70) angeordnet ist.

7. Schrauber nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperreinrichtung (43) axiale Führungsstege (33) an der Werkzeugantriebswelle (30) aufweist, die mit zugeordneten Nuten am Ausrückring (36) zur Führung desselben zusammenwirken.

8. Schrauber nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die axialen Führungsstege (33) als von der Werkzeugantriebswelle (30) nach außen hervorstehende Stege ausgebildet sind, deren

- erstes werkzeugseitiges axiales Ende (34) zur Abstützung des dritten Federelementes (47) auf seiner dem Ausrückring (36) zugewandten Seite dient, und deren zweites Ende zur Abstützung des ersten Federelementes (45) auf seiner der Werkzeugaufnahme (26) zugewandten Seite dient. 5
9. Schrauber nach Anspruch 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Kugeln (39) in Querbohrungen (38) der Werkzeugantriebswelle (30) beweglich geführt sind, die über eine zentrale Kugel (40) durch das vierte Federelement (48) zur Verriegelung der Sperreinrichtung (43) beaufschlagbar sind. 10
10. Schrauber nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugantriebswelle (30) auf der Seite der Antriebswelle (70) eine zentrale Bohrung (41) aufweist, in der die Antriebswelle (70) mit einem ersten Ende axial verschieblich geführt ist. 20
11. Schrauber nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß am ersten Ende der Antriebswelle (70) eine Sacklochbohrung (49) vorgesehen ist, in der ein erstes Ende des vierten Federelementes (48) aufgenommen ist, und daß ein zweites Ende des vierten Federelementes (48) an der zentralen Kugel (40) anliegt, die in der Bohrung (41) der Werkzeugantriebswelle (30) axial verschieblich geführt ist. 30
12. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (46) als Tellerfeder ausgebildet ist, die sich zwischen dem Antriebsrad (72) und einem Axialanschlag auf der der Werkzeugaufnahme (26) abgewandten Seite des Antriebsrads (72) abstützt. 35
13. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiefenanschlag (21) am Gehäuse (11) abnehmbar befestigt ist. 40
14. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Stellhülse (13) zur axialen Verstellung des Zwischenrings (55) in Richtung auf das Antriebsrad (72) vorgesehen ist. 50
15. Schrauber nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß an der Stellhülse (13) ein Rastring (14) axial verschiebbar und gegenüber dieser verdrehgesichert festgelegt ist, der gegenüber dem Gehäuse (11) verdrehbar und in verschiedenen Winkelpositionen verrastbar festgelegt ist. 55
16. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mitnahmeelemente (100, 101) als gerade, in Axialrichtung verlaufende Flanken am äußeren Ende der dritten und vierten Nockenelemente (56, 52) ausgebildet sind.
17. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Klauenelemente (51, 37) als Klauen mit geraden, in Axialrichtung verlaufenden Flächen oder als Nocken mit schrägen Flächen ausgebildet sind, die steiler in Bezug auf die Axialrichtung geneigt sind als die ersten bis vierten Nockenelemente (61, 57, 56, 52).
18. Schrauber nach einem der Ansprüche 3 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das erste bis vierte Federelement (45, 46, 47, 48) so aufeinander abgestimmt sind, daß die Sperreinrichtung (43) nach einer Abschaltung des Schraubers (10) und anschließenden Entlastung wieder entriegelt und in ihre Ausgangslage zurückgeschoben wird.
19. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten, zweiten, dritten und vierten Nockenelemente schräge Nockenflächen aufweisen, wobei die Steigung der Nockenflächen der ersten und zweiten Nockenelemente (61, 57) größer ist als die Steigung der dritten und vierten Nockenelemente (56, 52).

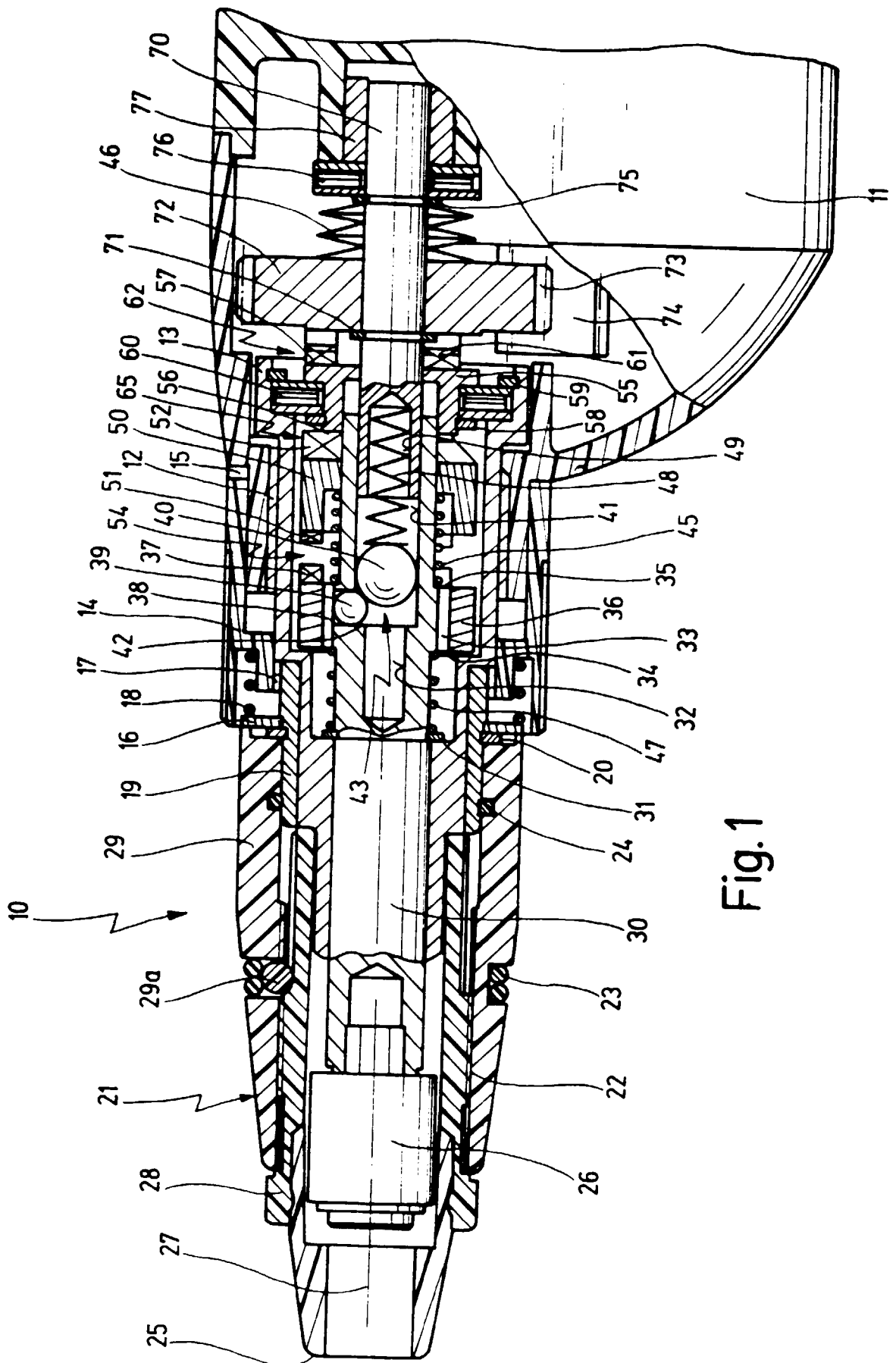


Fig.1

Fig. 2a

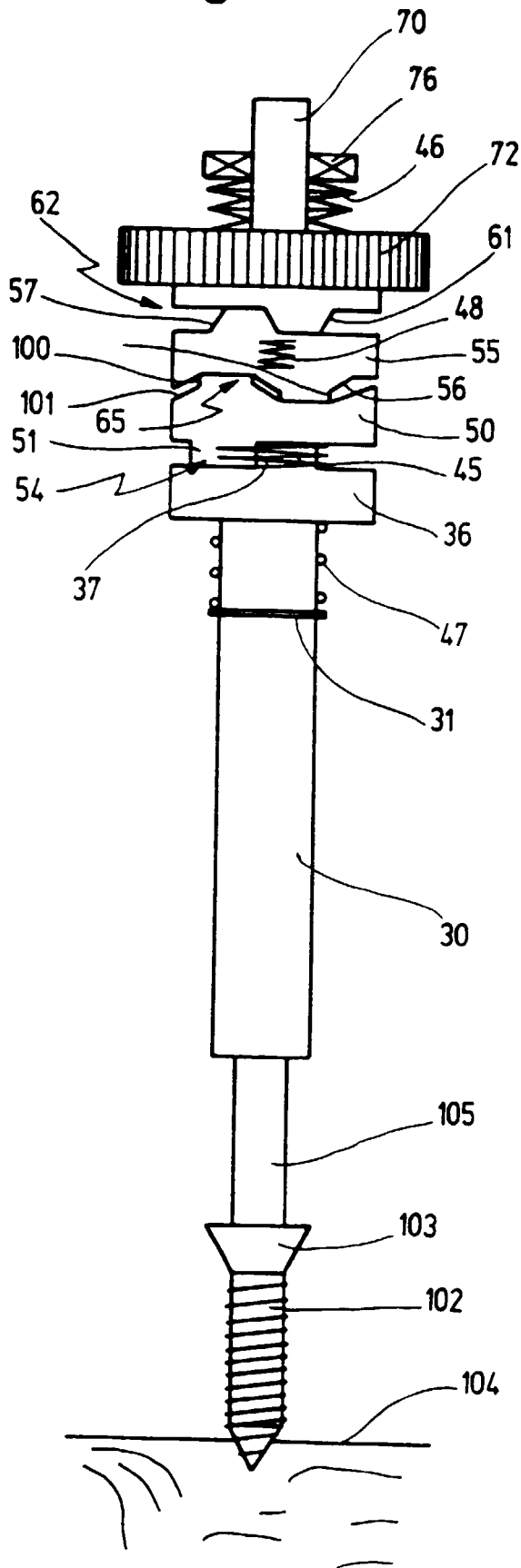


Fig. 2b

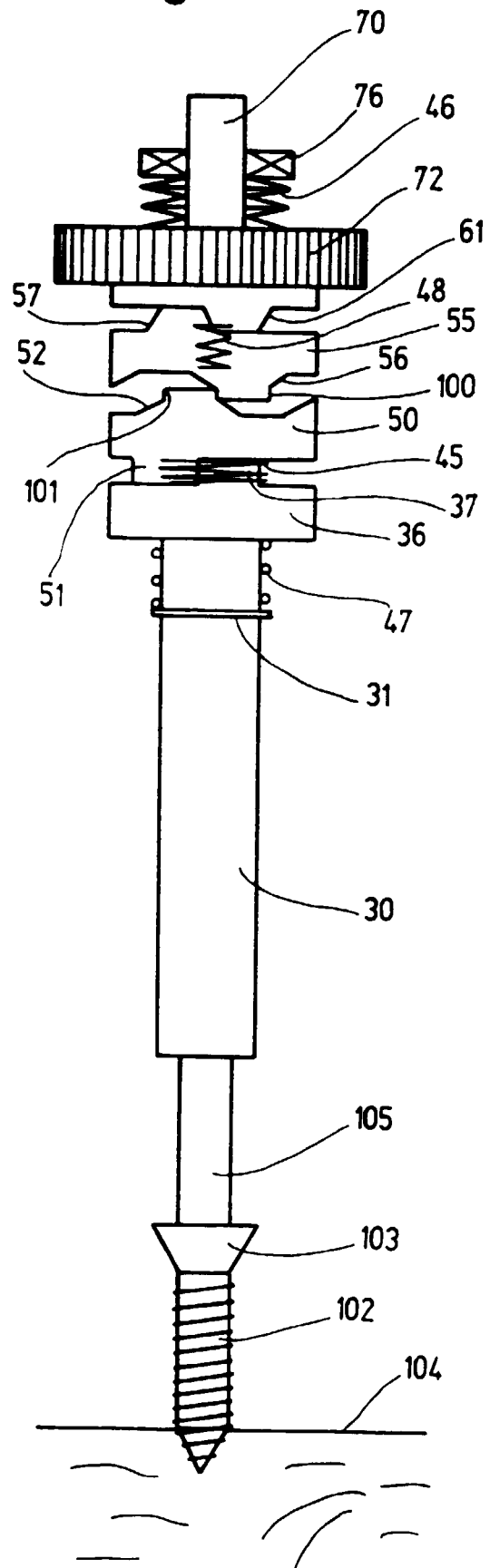


Fig. 2c

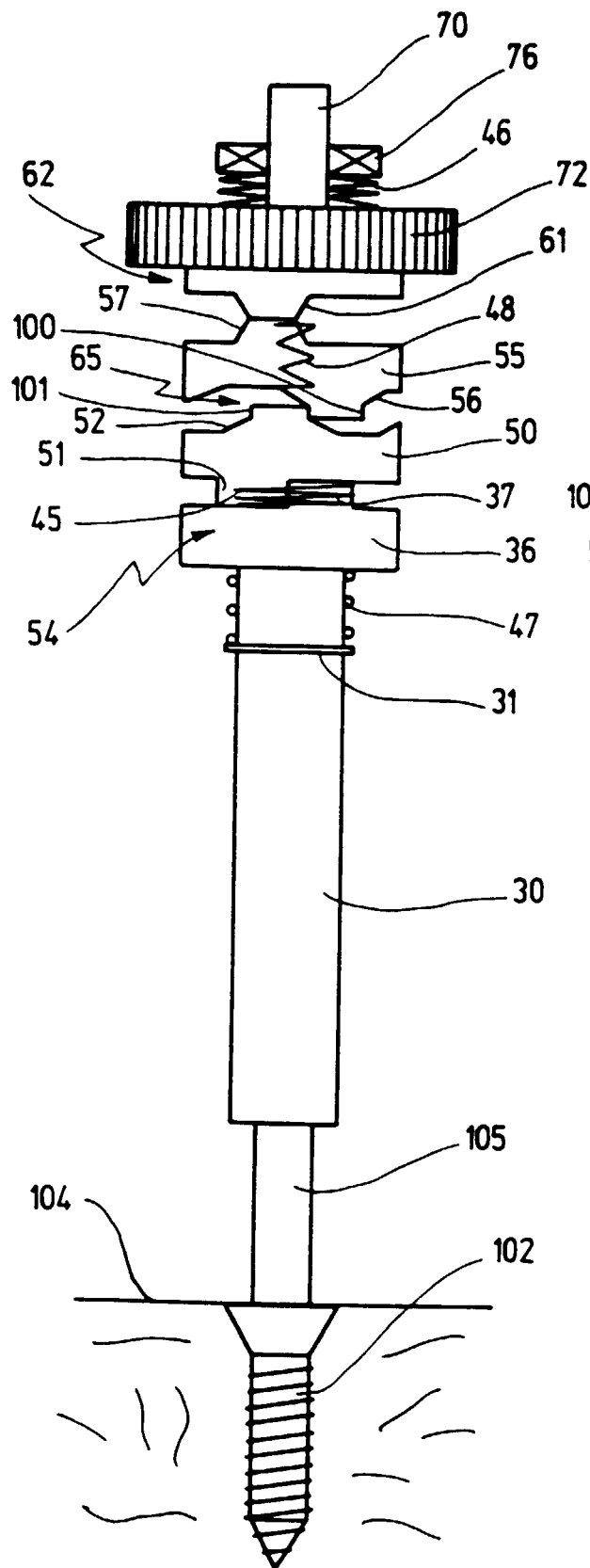


Fig. 2d

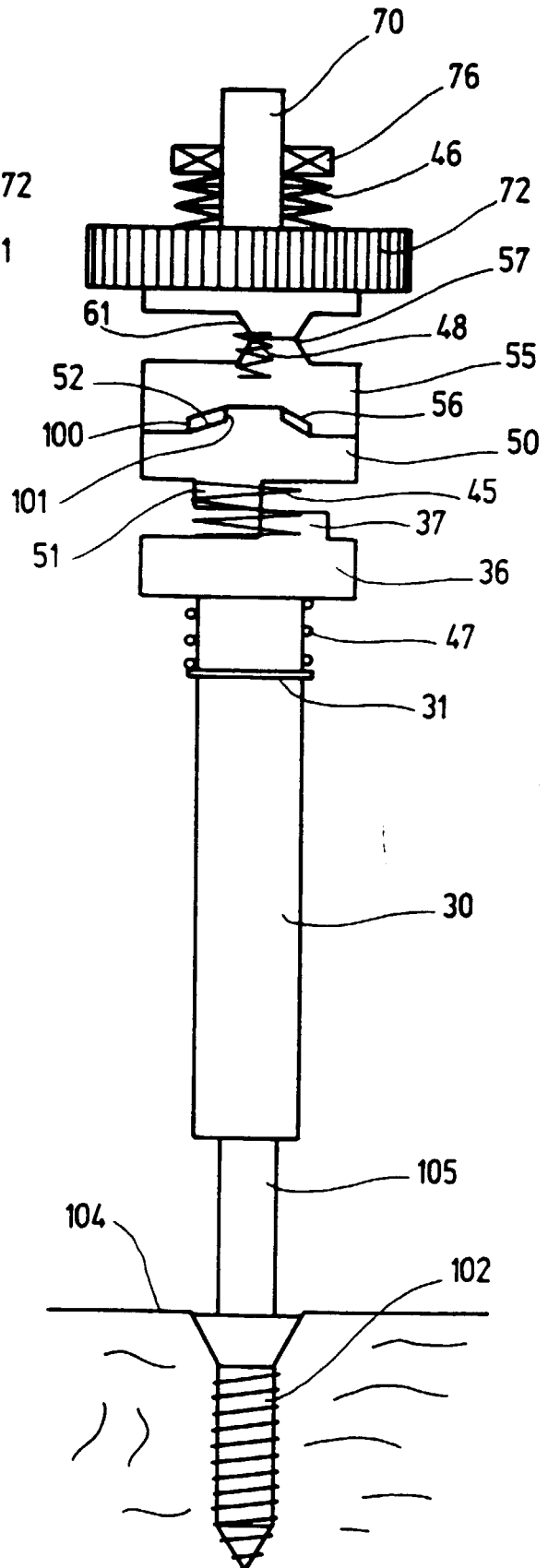


Fig. 3a

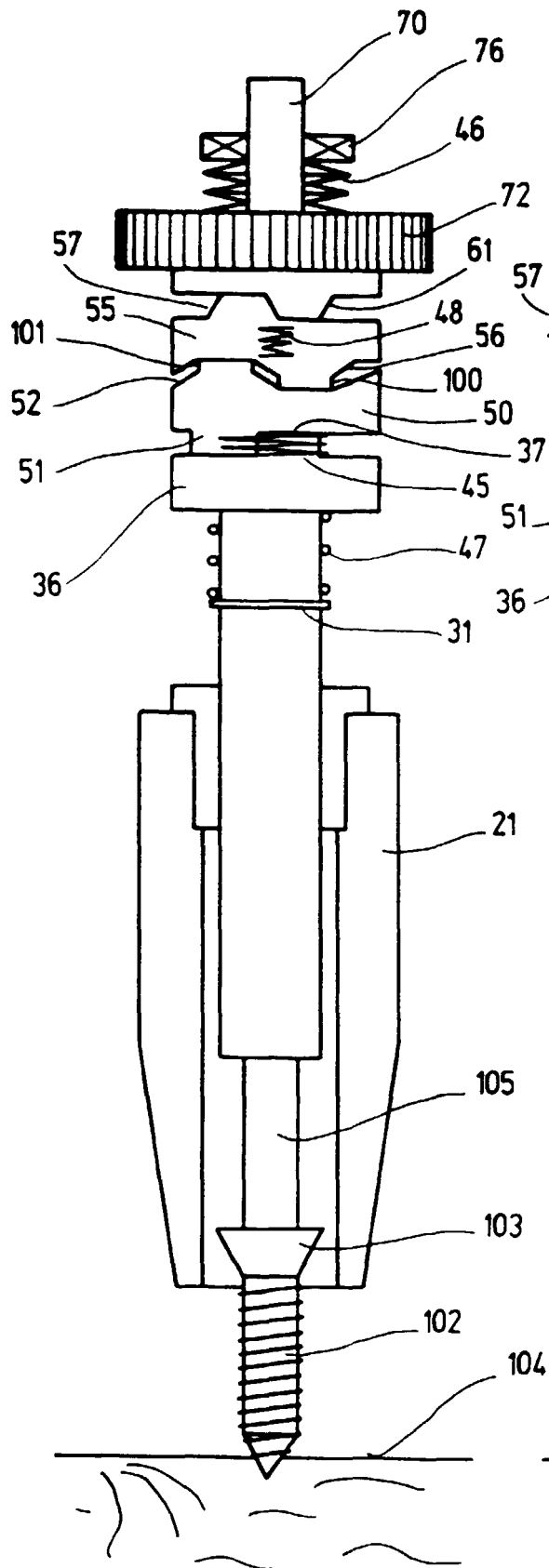


Fig. 3b

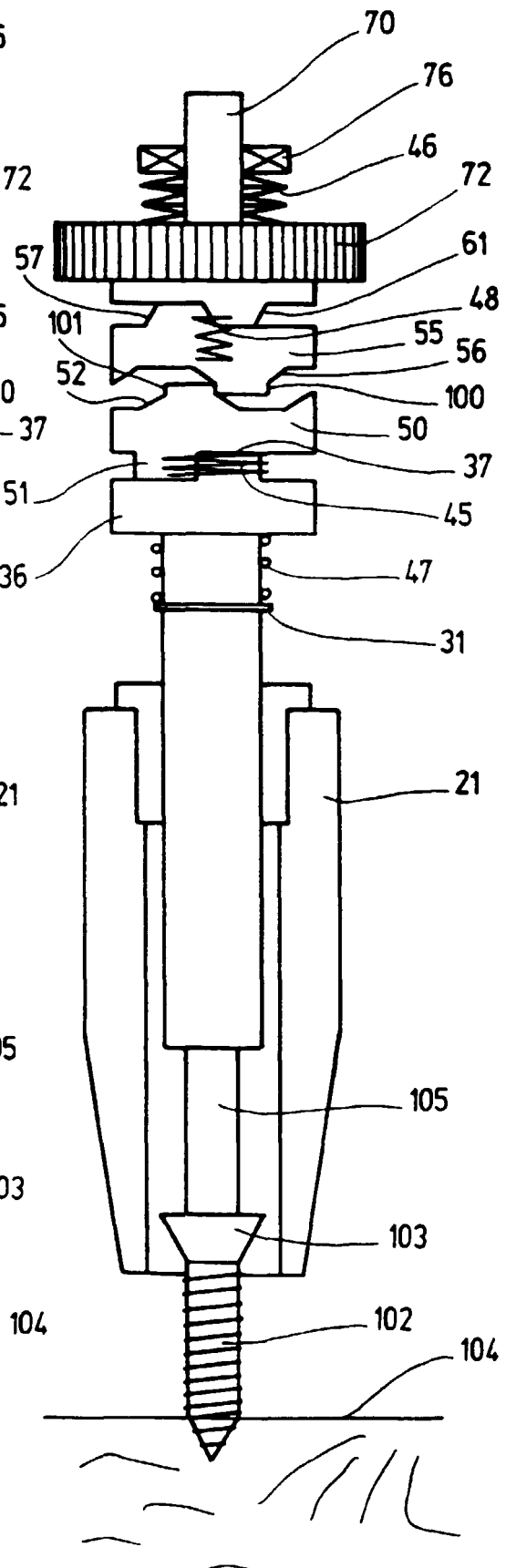


Fig. 3c

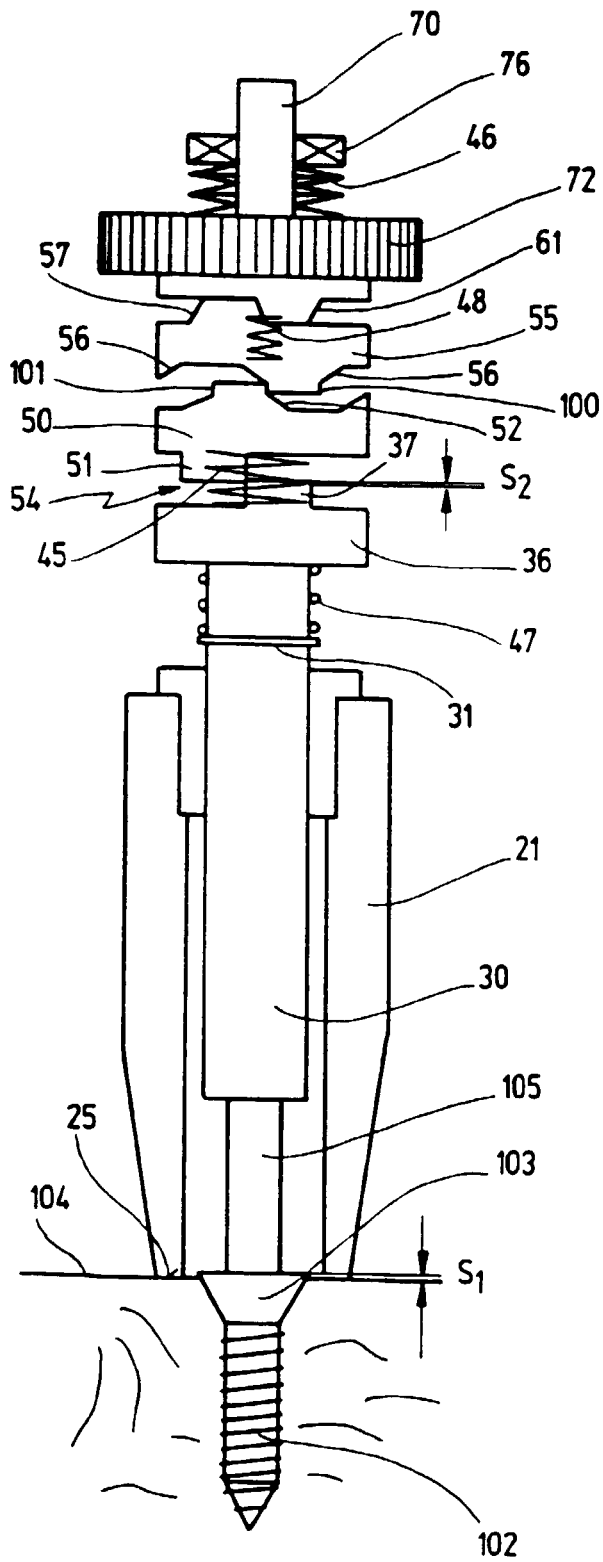


Fig. 3d

