



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 409 527 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1062/99  
(22) Anmeldetag: 16.06.1999  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2002  
(45) Ausgabetag: 25.09.2002

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **E21B 11/02**

(56) Entgegenhaltungen:  
US 4193461A US 4100979A DE 3724619A1

(73) Patentinhaber:  
PAHR REINHARD  
A-8605 KAPFENBERG, STEIERMARK (AT).

(54) RAMME

**AT 409 527 B**

(57) Rammvorrichtung zum Rammen bzw. Schlagen von Löchern im Erdboden, insbesondere zur Nutzbarmachung geothermischer Energie, wobei die Ramme stirnseitig abgestuft und/oder pseudokegelig ausgebildet ist. Die Rammvorrichtung weist an der Stirnseite eine Mehrzahl axial hintereinander angeordneter Verschleißkronen (11,11a,12,12a) auf, wobei ein Satz zentrisch angeordneter Verschleißkronen (12,12a) und zumindest ein weiterer Satz, einen ringförmigen Querschnitt aufweisender Verschleißkronen (11,11a) vorgesehen sind.

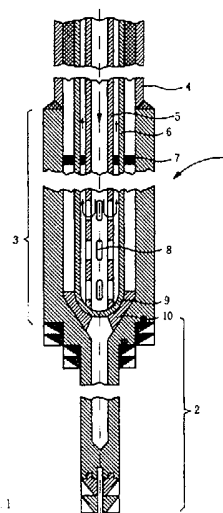


FIG 1

Die Erfindung betrifft eine Rammvorrichtung zum Rammen bzw. Schlagen von Löchern im Erdboden, insbesondere zur Nutzbarmachung geothermischer Energie, wobei die Ramme stirnseitig abgestuft und/oder pseudokegelig ausgebildet ist.

Eine derartige Rammvorrichtung ist aus der US 4 193 461 A bekannt. Diese Druckschrift offenbart ein Bohrwerkzeug mit abgestuft-kegeliger Spitze und rotierendem Zentrum. Der Boden wird durch den Kegel im wesentlichen radial verdrängt und verdichtet. Mittels Hydraulikzylindern ist es möglich, Teile des abgestuften Kegels radial nach außen zu drücken, um die Verdichtung des Erdreichs zu erhöhen. Wenn das Bohrwerkzeug stumpf geworden ist, ist es notwendig, es aus dem bereits gerammten Loch zu heben und zu ersetzen.

Ein ähnliches Bohrwerkzeug ist aus der US 4 100 179 A bekannt, nämlich eine einstückige Krone, die mit Einzelzähnen bzw. Schneiden versehen ist, deren Kanten entlang konischer Erzeugender angeordnet sind. Auch dieses Bohrwerkzeug muß, wenn die Zähne bzw. Schneiden stumpf geworden sind, aus dem bereits geschaffenen Loch gezogen werden und durch ein neues Werkzeug ersetzt werden.

Aus der DE 37 24 619 A ist ein Rammbohrgerät bekannt, dessen Schlagspitze Schrägstellungen gegenüber der Achse der Bohrkronen zuläßt, wodurch es möglich wird, Bohrlöcher herzustellen, die nicht geradlinig verlaufen. Wenn die Schlagspitze oder allgemein die Bohrkronen stumpf geworden ist, ist es auch bei diesem Werkzeug notwendig, es zum Ersatz aus dem geschaffenen Loch zurückzuziehen und durch eine neue zu ersetzen.

Üblicherweise werden tiefreichende Löcher im Erdboden durch Bohren hergestellt. Beispiele dafür sind die Erdöl- bzw. Erdgasbohrungen, die mehrere Kilometer Tiefe erreichen können.

Es gibt auch kurze Bohrungen, beispielsweise bei der Schaffung von Stützwänden im U-Bahnbau u.dgl., die durch das Einrammen von Rohren geschaffen werden. Dabei wird das im Rohrrinnen verbleibende Erdreich ausgespült und es wird in der Folge eine Stahlarmierung in das Loch eingebracht und, mit dem umgebenden Erdreich als verlorener Schalung, mit Beton gefüllt. In der Folge wird auf einer der Seiten der dicht an dicht gesetzten ausbetonierten Kerne, die so eine Wand schaffen, das Erdreich abgetragen, wobei diese zuvor im vollen betonierten Wand das Nachrutschen des benachbarten Erdreiches verhindert.

Bei der Schaffung von Bohrungen nach herkömmlicher Methode für die Nutzung geothermischer Wärme ergibt sich das Problem, daß durch den Abtragungsvorgang des Materials mit Hilfe des Bohrmeißels die umliegenden Schichten so gestört werden, daß in der Folge die Wärmeleitung zum Bohrloch gestört ist.

Bei gerammten Löchern könnte dies durch die eintretende Materialverdichtung im Bereich des Bohrloches nicht oder nur in wesentlich geringerem Maß erfolgen, weshalb derartige Bohrwandungen auch als verlorene Schalung verwendet werden könnten. Zur Schaffung von den für die Gewinnung von geothermaler Energie notwendigen tiefen Löchern gibt es derzeit aber keine Methode der Herstellung durch Rammung. Es wird daher mangels existierender Fachausdrücke im folgenden auch dieser Herstellungsvorgang als "Bohren" bezeichnet und das so geschaffene Loch auch als "Bohrung".

Die Erfindung bezweckt diese Lücke zu schließen und eine Rammvorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, derartige Löcher zu schaffen.

Erfindungsgemäß ist eine Ramme zum Erreichen des Ziels dadurch gekennzeichnet, daß sie an der Stirnseite eine Mehrzahl axial hintereinander angeordneter Verschleißkronen aufweist und daß ein Satz zentrisch angeordneter Verschleißkronen und zumindest ein weiterer Satz einen ringförmigen Querschnitt aufweisenden Verschleißkronen vorgesehen sind.

Auf diese Weise erreicht man es, daß die jeweils vorderste Verschleißkrone, die die Verdichtungs- und Verdrängungsarbeit im Erdreich leistet, wenn ihre Kanten bzw. Zähne stumpf geworden sind, durch die dann folgende Überbeanspruchung rasch bricht und von der nachfolgenden Verschleißkrone die einzelnen Bruchstücke, so wie das Gestein, radial nach außen verdrängt werden und einen weiteren Vortrieb erlauben, ohne daß es notwendig ist, die Krone aus dem Bohrloch zu nehmen.

Die Erfindung betrifft auch eine Verschleißkrone zur Verwendung mit einer erfindungsgemäßen Rammvorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß sie Schneidkanten aufweist, die im wesentlichen in Ebenen normal zur Vortriebsachse verlaufen und daß im wesentlichen trapezförmige bzw. dreieckige, bevorzugt ebene Flankenräumruten bilden, die ihren Grundkanten kegelig bezüglich

der Vortriebsachse verlaufen.

Mit einer solchen Verschleißkrone ist es besonders leicht und effizient möglich, nicht nur das jeweils anstehende Erdreich zu verdrängen und zu verdichten, sondern auch beim Übergang der Schneidleistung von einer bereits stumpf gewordenen Verschleißkrone, deren Zerbrechen zu fördern und sie ebenfalls in die Wand des Bohrloches zu drücken.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Verschleißkronen einen ringförmigen Querschnitt aufweisen. Damit erreicht man eine Verbesserung der Brucheigenschaften beim Stumpfwerden der Verschleißkrone.

In einer bevorzugten Variante ist vorgesehen, daß die Verschleißkronen zumindest im Bereich ihrer Druckseite gehärtet sind. Dadurch wird die Fähigkeit zur Übertragung der Rammkräfte erhöht und es wird das Brechen einer abgenutzten Krone durch diese Härtung auf der Druckseite leichter initiiert.

In einer Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Verschleißkronen im Bereich ihrer Schneidkanten mit Hartmetall-, Keramik- oder Diamantpartikeln armiert sind. Auf diese Weise wird Standzeit und Leistungsfähigkeit der einzelnen Verschleißkronen erhöht und so die Gesamtzahl der zum Erreichen einer vorbestimmten Abteuftiefe notwendigen Verschleißkronen verringert.

In der beiliegenden Zeichnung ist die Erfindung näher dargestellt. Dabei zeigt die Fig. 1 eine schematische Skizze des Rammstückes, d.i. die am unteren Ende des eingebrachten Vortriebsrohres befindliche und die eigentliche Rammarbeit leistende Spitze der Vorrichtung,

die Figa. 2 und 3 zeige mehrere Varianten von Verschleißkronen und

die Fig. 4 zeigt die Arbeitsplattform.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, besteht das in seiner Gesamtheit mit 1 bezeichneten Rammstück aus einer stufenförmig ausgebildeten Spitze 2 und einem im wesentlichen zylindrischen Hohlkörper 3. Am oberen, der Stirn abgewandten Seite des Körpers 3 ist das Rammstück 1 mit dem untersten Vortriebsrohr 4 verbunden, bevorzugt verschweißt.

Im hohlen Inneren des Rammstückes 1 und des Vortriebsrohres 4 sind verschiedene Einbauten dargestellt, die aber während des Niederbringens der Bohrung noch nicht vorhanden sind und daher erst weiter unten erläutert werden.

Die Stirne 2 des Rammstückes 1 ist im Querschnitt stufenförmig ausgebildet, so daß sich ringförmige Absätze ergeben, auf die ebenfalls ringförmige bzw. ganz an der Front kreisförmige Verschleißkronen aufgebracht sind. Diese Verschleißkronen weisen bevorzugt kegelige Verdichtungsschrägen bzw. Verdichtungskanten auf, durch die das anstehende Material radial nach außen gedrängt und dabei verdichtet wird.

Die zum Erdreich hin gewandte Oberfläche der Verschleißkronen ist gehärtet, die dem Erdreich abgewandte Seite ist so ausgebildet, daß sie auf der Verschleißseite der nächsten Rammkrone sicher und mit so großer Fläche anliegt, daß die Rammkräfte zuverlässig übertragen werden können.

Wenn es zum Verschleiß der gehärteten Bereiche gekommen ist, wird durch die Belastung die restliche Krone rasch zerstört und in das umliegende Erdreich gepreßt, wobei die nächste Rammkrone mit ihrem dem Erdreich zugewandte und nunmehr direkt mit dem Erdreich bzw. den Resten der vorderen Rammkrone in Kontakt kommenden Stellen, ihre Arbeit aufnimmt.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, weist das Rammstück 1 einen größeren Durchmesser auf als das nachfolgende Vortriebsrohr 4. Dies ist zur Verringerung der Mantelreibung und zur Verhinderung des Verschleißes der Vortriebsrohre günstig. Es wird damit sichergestellt, daß im wesentlichen die gesamte aufgebrachte Vortriebskraft für die Verdrängung des Erdreiches zur Verfügung steht. Es können die nachfolgenden Vortriebsrohre in gewissen Abständen mit Stützringen, oder, wegen der geringeren Reibung vorteilhafterweise mit axial verlaufenden Rippen, versehen sein, um ein Durchbiegen der Vortriebsrohre unter der Vortriebskraft zu verhindern und sicherzustellen, daß der Vortrieb ordnungsgemäß erfolgt.

Der Vortrieb selbst erfolgt bevorzugt auf folgende Weise: Es wird, wie in Fig. 3 ersichtlich ist, das Rammstück 1 auf einer Arbeitsplattform 17 in Position gebracht und es wird das erste Vortriebsrohr 4 angeschweißt. An das obere Ende des Vortriebsrohres 4 wird die hydraulische Vibrationsvorrichtung 18 angebracht und es wird ein statischer Vortriebsdruck mit einer oszillierenden Druckschwankung überlagert. Unter der Wirkung dieser Vortriebskraft wird das Rammstück 1 in

den Boden getrieben und das obere Ende des ersten Vortriebsrohres sinkt auf der Arbeitsplattform innerhalb des Gerüsts 19 tiefer und tiefer bis der maximale Hub der Hydraulikvorrichtung erreicht ist. Es wird sodann die Hydraulik 18 von der Rückseite des Vortriebsrohres abgehoben und in die oberste Position gehoben und es wird das nächste Vortriebsrohr 4' am oberen, freien, Ende des vorhergehenden Vortriebsrohres 4 angeschweißt.

Die hydraulische Vortriebsvorrichtung 18 wird sodann abgesenkt, mit dem obersten Vortriebsrohr verbunden und wieder aktiviert bis auch der nächste Schuß 4' des Vortriebsrohres so tief abgesenkt ist, daß die Hydraulik 18 ihren maximalen Hub erreicht hat. Es wird auf diese Weise fortgeföhren, bis die geothermale Zone erreicht ist und die zur Gewinnung der geothermischen Energie notwendigen Einbauten niedergebracht werden können.

Die wesentlichsten dieser Einbauten sind aus Fig. 1 ersichtlich und sind mit ihrem unteren Ende, das im Hohlraum des Rammstückes 1 liegt, dargestellt:

Es handelt sich im wesentlichen um zwei konzentrisch zueinander angeordnete Rohre 5, 6, die auf passende Weise mit Abstandsstücken 7 versehen sind, um ihre konzentrische Lage zu behalten und die an der Außenseite des Außenrohres eine an der Innenseite der Vortriebsrohre anliegende Isolierung aufweisen, die bis in die Bereiche reicht, in denen genügend geothermale Energie auftritt, um eine Isolierung überflüssig zu machen.

Es wird kaltes Wärmetauschermedium im Inneren des inneren Rohres 5 niedergebracht, gelangt durch die am unteren Ende des inneren Rohres vorgesehenen Perforierungen 8, die in den Ringspalt zwischen dem inneren Rohr 5 und dem äußeren Rohr 6 und strömt durch diesen Ringspalt zurück an die Oberfläche.

Im Bereich des Rammstückes 1 wird vor dem Niederbringen der beiden konzentrischen Rohre 5, 6 eine gutwärmeleitende Flüssigkeit eingebracht, durch die die außen das Rammstück 1 erwärmende geothermische Wärme zügig und möglichst ohne Widerstand zum äußeren Rohr 6 transportiert wird.

Das untere Ende des äußeren Rohres 6 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel durch eine im wesentlichen halbkugelförmige Kalotte geschlossen, wobei das untere Ende des inneren Rohres 5 bis zur Kalotte reicht und dort passend fixiert ist. Da es sich in diesem Bereich bereits um den Wärmetauschbereich handelt, muß an dieser Stelle die Verbindung zwischen dem inneren Rohr 5 und der Kalotte des äußeren Rohres 6 nicht dicht sein, doch wird selbstverständlich eine ausreichend starke mechanische Verbindung bevorzugt, um den auftretenden, durch die strömende Flüssigkeit bewirkten, Kräften widerstehen zu können.

Die Kalotte 9 liegt auf Stützblechen 10 auf, die bereits während des Niederbringens der Bohrung im Rammstück 1 angeordnet waren. Diese Stützbleche 10 weisen ausreichenden Abstand voneinander auf, um auch aus dem Stirnbereich 2 des Rammstückes 1, das bei der dargestellten Ausführungsform hohl ausgebildet ist, die dort in die Wärmetauscherflüssigkeit gelangte Wärme zirkulieren zu lassen.

Es ist selbstverständlich möglich, auch die Innen- und/oder Außenseite des inneren Rohres 5 mit einem isolierenden Überzug zu versehen, um zu verhindern, daß während des einander Entgegenströmens der bereits erwärmten und der noch kalten Wärmetauscherflüssigkeit das Innenrohr 5 als Wärmetauscher wirkt und so die Wirksamkeit des Energietransportes herabsetzt.

Mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen ist es möglich, in einem Zug durch Rammen eine Bohrung niederzubringen und entsprechend auszukleiden, die durch das im Bereich der Bohrung verdichtete Erdreich über hervorragende Wärmetauscheigenschaften verfügt und so insbesondere zur Gewinnung geothermischer Energie geeignet ist.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern kann verschiedentlich abgewandelt werden. So ist die Anzahl der hintereinander aufgesetzten Verschleißkronen vom zu erwarteten Erdreich und von der geplanten Absenktiefe zu wählen. Es ist beim erfindungsgemäßen Vortrieb nahezu ausgeschlossen, auf wirtschaftlich vertretbare Weise das einmal abgesenkte Rohr wieder einzuholen und am Rammstück 1 neue Verschleißkronen aufzusetzen. Dazu wäre ein Abtrennen der Vortriebsrohre in passendem Abstand notwendig, wobei dieser Abstand durch die Notwendigkeit auf die maximale Hubhöhe der Hydraulikzylinder Rücksicht zu nehmen, deutlich geringer ist als bei Bohrungen gemäß dem Stand der Technik.

Dieser Nachteil ist aber durch die erfindungsgemäße Verwendung aufeinanderfolgend sich abnutzender und ersetzender Verschleißkronen kein ins Gewicht fallender Nachteil, da es möglich ist,

eine nahezu unbegrenzte Anzahl solcher Verschleißkronen vorzusehen.

Beispiele solcher Verschleißkronen sind in den Figs. 2 und 3 dargestellt: Dabei zeigt die Fig. 2 zwei ringförmige und die Fig. 3 zwei zylinderförmige Verschleißkronen jeweils in Draufsicht von vorne und im Schnitt.

5 Die Schneidkanten 14 der Verschleißkronen 11, 12 verlaufen im wesentlichen in Ebenen normal zur Vortriebsachse 15, trapezförmige bzw. dreieckige ebene Flanken bilden Räumnuten, deren Grundkanten 13 kegelig bezüglich der Vortriebsachse 15 verlaufen.

Auf diese Weise wird die gerade Führung des Vortriebes verbessert und dabei doch das zerkleinerte Material nach Außen gedrängt, wodurch auch die Lochwand verdichtet wird.

10 Die Verschleißkronen 11a, 12a, die dem Rammstück 1 am nächsten liegt, weisen jeweils einen ebenen Boden 16 auf, der möglichst voll an einer ebenfalls ebenen Gegenfläche des Rammstückes 1 anliegt. Es können diese Verschleißkronen auch als Zwischenstücke ausgebildet sein, die keine Rammeigenschaften haben, um zu einem System zu kommen, bei dem alle (eigentlichen) Verschleißkronen 11, 12 untereinander identisch sind.

15 Die weiteren Verschleißkronen 11, 12 weisen auf ihren vom Rammstück 1 weg gerichteten Rammseiten, die beschriebenen Rammelemente auf, ihre zum Rammstück 1 hin gerichteten Druckseiten sind komplementär zur Rammseite ausgebildet und übertragen den Rammdruck auf die jeweils vorderste Verschleißkrone weiter.

Im Zuge des Vortriebes wird die jeweils vorderste Verschleißkrone abgenutzt und, insbesondere wenn ihre Rammseite gehärtet ist, wird sie nach der Abnutzung der gehärteten Schichte relativ rasch zerstört, sodaß die bis dahin ihr zunächst liegende Verschleißkrone die nunmehr aktive Verschleißkrone wird. Um hier Verschleiß zwischen den einzelnen Verschleißkronen zu vermeiden, ist ein möglichst großflächiges Aufeinanderliegen und damit ein möglichst geringer Anpreßdruck und das Vermeiden von punktueller Kraftereinleitung entscheidend.

20 Letzteres kann vermieden werden, wenn beispielsweise die Kanten 13' auf der Druckseite, die im Bereich der Grundkanten 13 zu liegen kommen, abgerundet oder stark gebrochen sind, um das Ausbilden keilförmiger Kräfte im Bereich der Grundkanten 13 zu verhindern.

Es ist nicht notwendig, daß die Schneidkanten 14 genau in einer Normalebene zur Vortriebsachse 15 liegen, eine leicht konische Ausbildung ist durchaus denkbar. Es ist auch möglich, die Schneidkanten 14 nur oder zusätzlich zur konischen Anordnung nicht genau radial zur Vortriebsachse 15 verlaufen zu lassen, um bei jedem Stoß zu einem Versatz in Drehrichtung zu kommen.

Es muß dabei auf eine möglichst freie Drehbarkeit zwischen den Verschleißkronen und dem Vortriebsrohr 4, das ja im Erdreich nicht drehbar ist, gesorgt werden. Der Vorteil dabei ist, daß besonders bei schwer zerkleinerbarem Gestein, der Angriff immer wieder leicht versetzt erfolgt, sodaß ein Losbrechen von Steinen erleichtert wird.

Es ist selbstverständlich möglich, die Schneidkanten 14 mit Hartmetallelementen oder Diamant zu bestücken, dies kann in Kenntnis des zu erwartenden Untergrundes auch nur bei solchen Verschleißkronen erfolgen, die in besonders anspruchsvollen Schichten zum Einsatz kommen.

40

#### PATENTANSPRÜCHE:

- 45 1. Rammvorrichtung zum Rammen bzw. Schlagen von Löchern im Erdboden, insbesondere zur Nutzbarmachung geothermischer Energie, wobei die Ramme stirnseitig abgestuft und/oder pseudokegelig ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß sie an der Stirnseite eine Mehrzahl axial hintereinander angeordneter Verschleißkronen (11,11a,12,12a) aufweist, und daß ein Satz zentrisch angeordneter Verschleißkronen (12,12a) und zumindest ein weiterer Satz, einen ringförmigen Querschnitt aufweisender Verschleißkronen (11,11a) vorgesehen sind.
- 50 2. Verschleißkrone zur Verwendung mit einer Ramme nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißkrone (11,11a,12,12a) Schneidkanten (14) aufweist, die im wesentlichen in Ebenen normal zur Vortriebsachse (15) verlaufen, und daß im wesentlichen trapezförmige bzw. dreieckige, bevorzugt ebene, Flanken Räumnuten bilden, deren Grundkanten (13) kegelig bezüglich der Vortriebsachse (15) verlaufen.

55

3. Verschleißkrone nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen ringförmigen Querschnitt aufweist.
4. Verschleißkrone nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie zumindest im Bereich ihrer Druckseite gehärtet ist.
5. Verschleißkrone nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie im Bereich ihrer Schneidkanten (14) mit Hartmetall-, Keramik- oder Diamantpartikeln armiert ist.

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

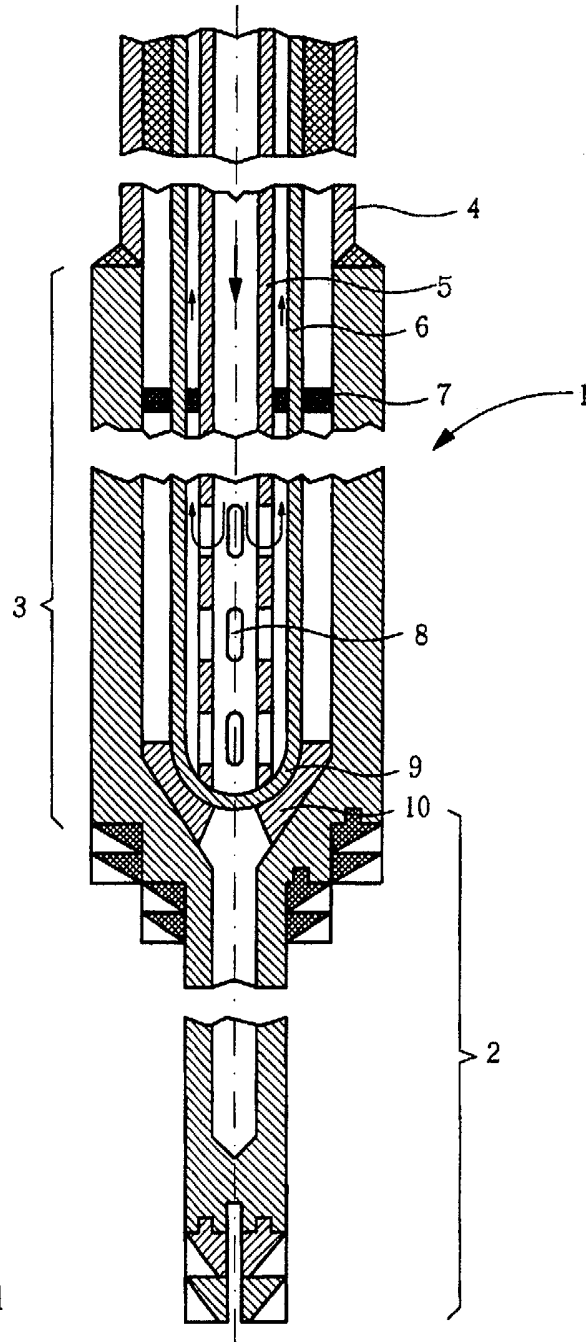
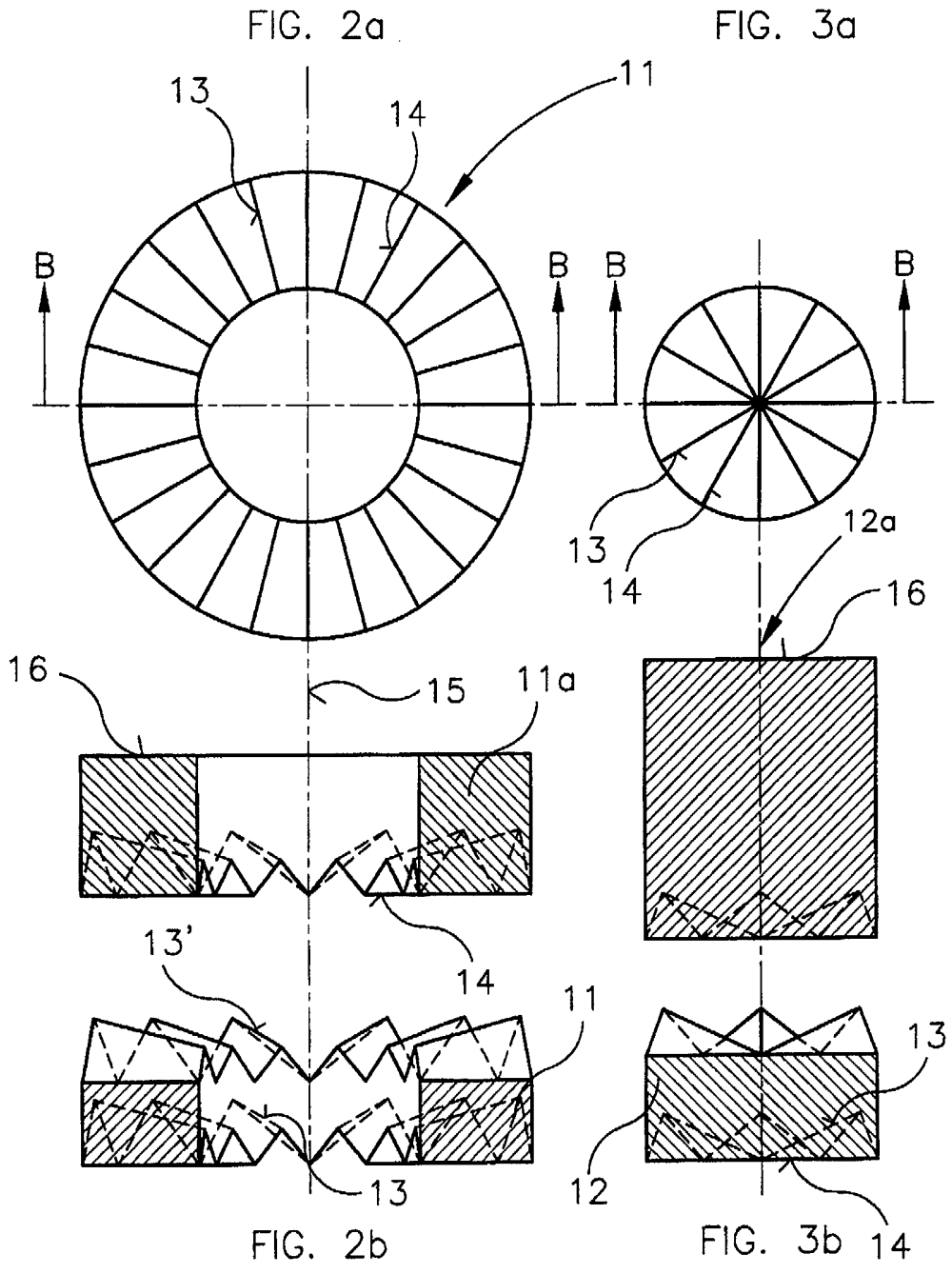


FIG. 1



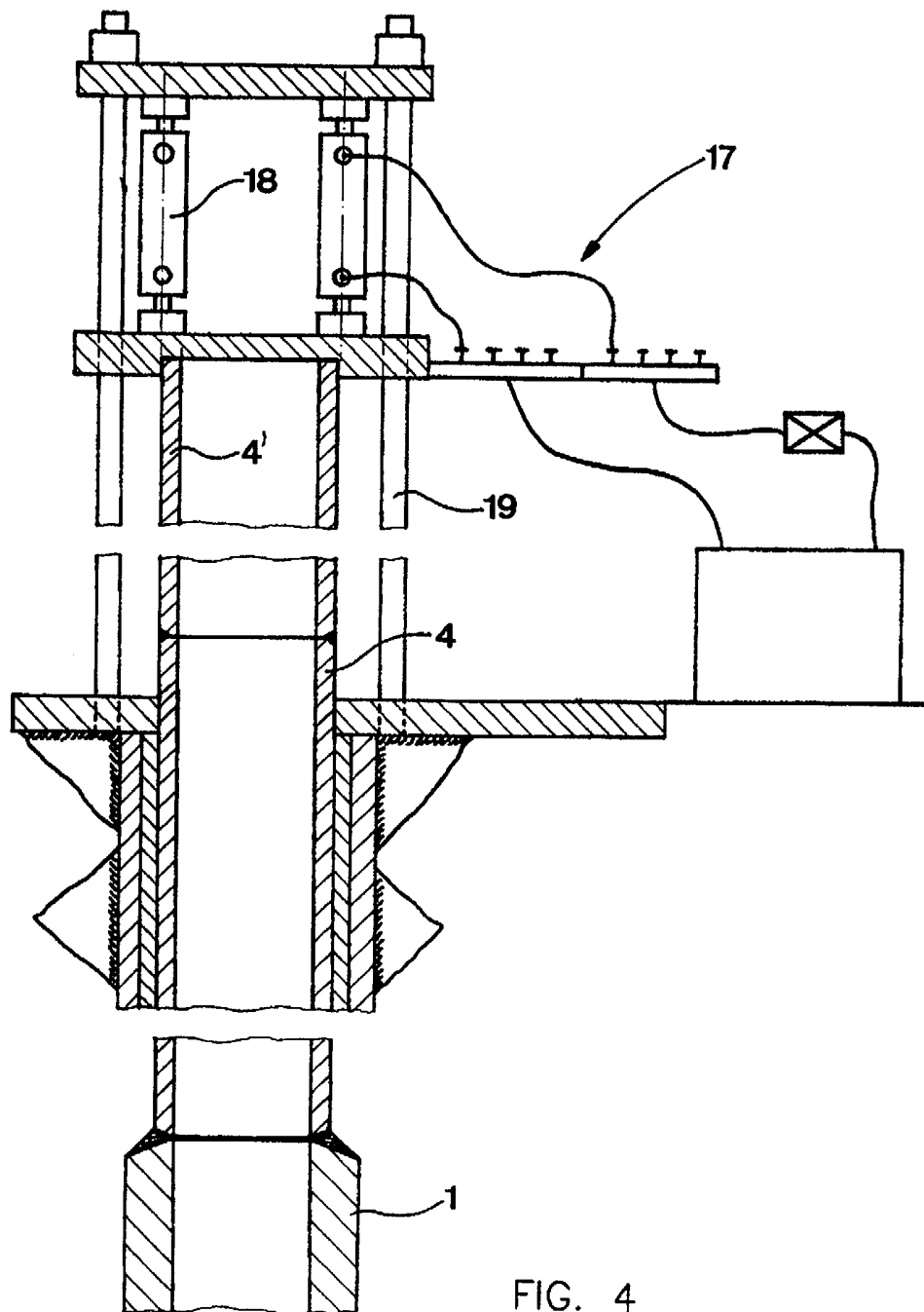


FIG. 4