(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 30 424 T2** 2005.01.13

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 897 453 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 30 424.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE97/00754**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 922 273.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/042392**
(86) PCT-Anmeldetag: **06.05.1997**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **13.11.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.02.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.01.2005**

(51) Int Cl.[7]: **E21B 4/14**
B25D 17/06

(30) Unionspriorität:
9601762 **09.05.1996** **SE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Sandvik AB (publ), Sandviken, SE

(72) Erfinder:
BECCU, Rainer, Houston, US

(74) Vertreter:
Dr. Weber, Dipl.-Phys. Seiffert, Dr. Lieke, 65183 Wiesbaden

(54) Bezeichnung: **HAMMEREINRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hammereinrichtung, bevorzugt einen Inlochhammer, einschließlich eines Gehäuses, eines Kolbens, eines Bohrkopfes und einer Einrichtung zum Aktivieren des Kolbens, regelmäßig auf den Bohrkopf zu schlagen. Die Erfindung betrifft auch einen Kolben und einen Bohrkopf an sich.

[0002] Bei Inlochhammern wird die kinetische Energie des Kolbens durch elastische Wellen durch den Bohrkopf und schließlich auf das Gestein übertragen. Jedoch wird die Übertragung nicht auf optimale Weise ausgeführt, wenn der Kolben sich nicht im Hinblick auf Länge und Masse auf den Bohrkopf bezieht. Auch wirkt der Bohrkopf nicht auf die beste Weise mit dem Gestein zusammen.

[0003] Bei Inlochhammern nach dem Stand der Technik wurde nur sehr wenig Aufmerksamkeit auf die Anpassung des Kolbens an den Bohrkopf verwandt, wenn der Bohrkopf eine Massenkonzentration an dem dem Gestein zugewandten Ende hat.

[0004] In der US-A-5,305,841 wird aber die Wichtigkeit der Auswahl einer angemessenen Impedanz auf den zusammenwirkenden Bohrkopf und den Kolben beschrieben. Die Anmeldung beschreibt einen Lochbohrhammer, bei dem der Bohrkopf vordere und hintere Abschnitte unterschiedlicher Impedanz einschließt, und der Kolben vordere und hintere Abschnitte unterschiedlicher Impedanz einschließt. Bei dem Bohrkopf hat der vordere Abschnitt eine größere Impedanz als der hintere Abschnitt. Bei dem Kolben hat der hintere Abschnitt eine größere Impedanz als der vordere Abschnitt. Jedoch schließen der hintere Abschnitt des Bohrkopfs und der vordere Abschnitt des Kolbens relativ geringe Massen ein, was in negativer Weise den Effizienzgrad während des Bohrens beeinflußt. Darüber hinaus war die bekannte Hammereinrichtung schwierig herzustellen, und zwar aufgrund der Erfordernisse der Führung der länglichen Abschnitte des Bohrers und des Kolbens.

[0005] Die Ziele der vorliegenden Erfindung sind, die Energieübertragung von dem Koben auf das Gestein über den Bohrkopf weiter zu verbessern und die Herstellung der Hammereinrichtung zu erleichtern. Dies wird realisiert, indem man auch auf die Verteilung der Impedanz in dem Kolben und dem Bohrkopf einer Hammereinrichtung, wie in den anhängenden Ansprüchen definiert, achtet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006] Unten wird eine Ausführungsform eines der vorliegenden Erfindung entsprechenden Inlochhammers beschrieben, wobei Bezug auf die beigefügten Zeichnungen genommen wird, in denen

[0007] **Fig.** 1 schematisch den Kolben und den Bohrkopf eines der vorliegenden Erfindung entsprechenden Inlochhammers beschreibt,

[0008] **Fig.** 2 das Verhältnis zwischen der aufgewendeten Kraft gegen die Belastung eines Bohrkopfes, der eine Gesteinsoberfläche bearbeitet, beschreibt,

[0009] **Fig.** 3 in einer graphischen Darstellung das Verhältnis zwischen dem Effizienzgrad gegen das Verhältnis ZM/ZT beschreibt,

[0010] **Fig.** 4 in einer graphischen Darstellung das Verhältnis zwischen dem Effizienzgrad gegen das Verhältnis L_M/L_T oder T_M/T_T beschreibt,

[0011] **Fig.** 5 in einer graphischen Darstellung das Verhältnis zwischen dem Effizienzgrad gegen den Parameter β beschreibt, und

[0012] **Fig.** 6 eine graphische Darstellung zeigt, welche die Druck- und Dehnungsbeanspruchungen in dem Kolben und dem Bohrkopf wiedergibt.

[0013] In **Fig.** 1 werden der Kolben **10** und der Bohrkopf **11** schematisch gezeigt. Wie aus **Fig.** 1 ersichtlich, haben der Kolben **10** und der Bohrkopf **11** eine im wesentlichen umgekehrte Ausgestaltung im Verhältnis zueinander.

[0014] Der Kolben **10** hat zwei Abschnitte **10a** und **10b**. Der Abschnitt **10a** hat die Länge L_{M1} und die Impedanz Z_{M1}, während der Abschnitt **10b** die Länge L_{T1} und die Impedanz Z_{T1} hat. Der Bohrkopf **11** hat zwei Abschnitte **11a** und **11b**. Der Abschnitt **11a**, d.h. der Kopf des Bohrkopfes **11**, hat die Länge L_{M2} und die Impedanz Z_{M2}, während der Abschnitt **11b**, d.h. der Schaft des Bohrkopfes, die Länge L_{T2} und die Impedanz Z_{T2} hat.

[0015] Wenn Belastungswellenenergie durch die Kolben und die Bohrköpfe übertragen wird, wurde herausgefunden, daß der Einfluß durch Veränderungen in dem Querschnittsbereich A, dem Youngs-Modul E und der Dichte δ in einem Parameter Z namens Impedanz zusammengefaßt werden kann. Die Impedanz $Z = AE/c$, wobei $c = (E/\delta)^{1/2}$, d.h. die elastische Wellengeschwindigkeit. Alle Kombinationen von A, E und δ, die mit einem bestimmten Wert der Impedanz Z übereinstimmen, führen zu dem gleichen Ergebnis in Bezug auf die Übertragung der Belastungswellenenergie.

[0016] Es sollte herausgestellt werden, daß die Impedanz Z in einem bestimmten Querschnitt quer zu der axialen Richtung des Kolbens **10** und des Bohr-

kopfes **11** bestimmt wird, d.h. die Impedanz Z ist eine Funktion entlang der axialen Richtung des Kolbens **10** und des Bohrkopfes **11**.

[0017] Daher ist es innerhalb des Erfindungsgedankens der vorliegenden Erfindung natürlich möglich, daß die Impedanzen Z für die verschiedenen Abschnitte **10a**, **10b**, **11a** und **11b** geringfügig variieren können, d.h. Z_{M1}, Z_{T1}, Z_{T2} und Z_{M2} brauchen nicht einen konstanten Wert in jedem Abschnitt zu haben, sondern können in der axialen Richtung der Abschnitte **10a**, **10b**, **11a** und **11b** variieren. Bei der praktischen Ausgestaltung des Kolbens **10** und des Bohrkopfes **11** ist die Bereitstellung z.B. von umfänglichen Nuten und/oder Keilnuten recht häufig. Auch kann die Bereitstellung z.B. einer umfänglichen Schulter notwendig sein.

[0018] Es sollte auch herausgestellt werden, daß selbst dann, wenn z.B. die Abschnitte **10a** und **10b** unterschiedliche Impedanzen Z_{M1} beziehungsweise Z_{T1} haben müssen, es möglich ist, den Kolben **10** mit einem allgemein konstanten Querschnittsbereich unter Verwendung verschiedener Materialien in den Abschnitten **10a** und **10b** auszugestalten.

[0019] Es ist auch notwendig einen weiteren Parameter zu definieren, nämlich einen Zeitparameter T. Die Definition ist T = L/c, wobei L die Länge des fraglichen Abschnitts ist und c die elastische Wellengeschwindigkeit in dem fraglichen Abschnitt ist. Somit gilt für den Abschnitt **10a** $T_{M1} = L_{M1}/c_{M1}$, für den Abschnitt **11a** $T_{M2} = L_{M2}/c_{M2}$, für den Abschnitt **10b** $T_{T1} = L_{T1}/c_{T1}$, und für die Abschnitte **11b** $T_{T2} = L_{T2}/c_{T2}$. Der Grund dafür, warum es notwendig ist, den Zeitparameter T anstatt der Länge L zu haben, ist, daß verschiedene Abschnitte aus unterschiedlichen Materialien bestehen können, die verschiedene Werte bezüglich der elastischen Wellengeschwindigkeit c haben.

[0020] Innerhalb des Erfindungsgedankens der vorliegenden Erfindung ist es auch möglich, daß z. B. der Abschnitt **10a** aus mehreren Unterabschnitten mit unterschiedlicher elastischer Wellengeschwindigkeit bestehen kann. In einem solchen Fall wird der Zeitparameter T für jeden Unterabschnitt berechnet und der Gesamtwert des Zeitparameters T für den gesamten Abschnitt **10a** ist die Summe der Zeitparameter T für jeden Unterabschnitt.

[0021] **Fig.** 2 zeigt das Verhältnis zwischen der auf den Fels ausgeübten Kraft F gegen das Eindringen u in den Fels hinein. Die Linie k_1 stellt das Verhältnis zwischen der Kraft F und dem Eindringen u dar, wenn eine Kraft F an den Fels abgegeben wird. So beträgt $k_1 = F/u$ während der Entladesequenz und k_1 ist eine Konstante. Die Kraft F_1 entspricht dem Eindringen u_1. Die Abgabe der Kraft F wird durch die Linie k_2 dargestellt. So beträgt $k_2 = F/u$ während der Abgabesequenz und k_2 ist eine Konstante. Wenn die vollständige Abgabe stattgefunden hat, gibt es ein restliches Eindringen u_2, was bedeutet, daß eine bestimmte Arbeit auf dem Fels ausgeführt wurde, wobei die Arbeit durch den dreieckig gepunkteten Bereich dargestellt wird. Die Arbeitsmenge, die dieser Bereich wiedergibt, wird als W definiert.

[0022] Die kinetische Energie des Kolbens **10** bei der Bewegung zu dem Bohrkopf **11** hin wird als W_k definiert.

[0023] Wie oben erwähnt, ist es das Ziel der vorliegenden Erfindung, den Effizienzgrad zu maximieren, welcher als das Verhältnis W/W_k definiert wird.

[0024] Die vorliegende Erfindung beruht auf der Idee, daß die Masseverteilung des Kolbens **10** so ist, daß anfangs eine geringere Masse, d.h. der Abschnitt **10b** mit dem Bohrkopf **11** in Kontakt kommt. Anschließend folgt eine größere Masse, d.h. der Abschnitt **10a**. Es hat sich gezeigt, daß durch eine solche Anordnung annähernd die gesamte kinetische Energie des Kolbens über den Bohrkopf in den Fels hinein übertragen wird.

[0025] Die wichtigsten Parameter sind die Impedanz-Verhältnisse Z_{M1}/Z_{T1} Und Z_{M2}/Z_{T2}. Diese Parameter sollten in einem bestimmten Intervall liegen. Um einen optimalen Effizienzgrad zu erhalten, ist es auch wichtig, daß die Zeitparameter-Verhältnisse T_{M1}/T_{T1} und T_{M2}/T_{T2} in einem bestimmten Intervall liegen.

[0026] In **Fig.** 3 zeigt eine graphische Darstellung das Verhältnis zwischen dem Effizienzgrad W/W_k gegen das Impedanz-Verhältnis ZM/ZT, wobei dieses Verhältnis sowohl für den Kolben **10** als auch für den Bohrkopf **11** gilt. Beim Aufbau der Darstellung in **Fig.** 3 gilt $T_M/T_T = 2$ und $\beta = 0{,}5$, wobei unten die Definition bezüglich β folgt. Wie **Fig.** 3 entnommen werden kann, liegt die Effizienzspitze in dem Intervall von 3,5 bis 5,8, bevorzugt 4,0 – 5,3 von ZM/ZT. Bei diesem bevorzugten Intervall ist der Effizienzgrad W/W_k höher als 96%. Der höchste Effizienzgrad W/W_k in diesem Intervall wird erreicht, wenn ZM/ZT etwa 4,6 beträgt.

[0027] Da der Effizienzgrad W/W_k seinen Höhepunkt hat, wenn ZM/ZT etwa 4,6 beträgt, kann daraus geschlossen werden, daß die theoretisch bevorzugte Ausgestaltung dann vorliegt, wenn die verschiedenen Abschnitte **10a**, **10b** und **11a**, **11b** des Kolbens **10** beziehungsweise des Bohrkopfes **11** jeweils eine konstante Impedanz Z in ihren axialen Richtungen haben. Auch sollten die Abschnitte **10a** und **11a** die gleiche Impedanz und die Abschnitte **10b** und **11b** die gleiche Impedanz haben. Jedoch wird dies bei den praktischen Ausführungsformen nicht häufig vorkommen, siehe oben. Daher sollte es erneut betont

werden, daß die Impedanzen Z_{M1}, Z_{T1}, Z_{T2} und Z_{M2} keine konstanten Werte zu haben brauchen, sondern in der axialen Richtung der entsprechenden Abschnitte **10a**, **10b**, beziehungsweise **11a** und **11b** variieren können. Die einzige Restriktion ist, daß die Verhältnisse Z_{M1}/Z_{T1} und Z_{M2}/Z_{T2} in den Intervallen liegen, die in den beigefügten Ansprüchen spezifiziert sind.

[0028] In **Fig.** 4 zeigt eine graphische Darstellung das Verhältnis zwischen dem Effizienzgrad W/W_k gegen das Längen-Verhältnis L_M/L_T oder das Zeit-Verhältnis T_M/T_T, wobei diese Verhältnisse sowohl für den Kolben **10** als auch für den Bohrkopf **11** gelten. Beim Aufbau der Darstellung in **Fig.** 4 gilt ZM/ZT = 4,6 und β = 1, wobei unten die Definition bezüglich β folgt. Wie **Fig.** 4 entnommen werden kann, liegt die erste Effizienzspitze in dem Intervall von 0,4 – 0,6 von L_M/L_T oder T_M/T_T. In diesem Intervall ist der Effizienzgrad deutlich über 90%. Der höchste Effizienzgrad W/W_k wird erreicht, um entsprechend unserem Patent nach dem Stand der Technik von dem ersten Höhepunkt A zu profitieren, wenn von L_M/L_T oder T_M/T_T. = 0,5.

[0029] Soweit stimmt die vorliegende Beschreibung mit dem in der US-A-5,305,841 beschriebenen Stand der Technik überein. Wir haben aber weiter geforscht und einen zweiten Peak B außerhalb der Grenzen der Graphik in Figur des früheren Patents gefunden. Der zweite Peak B kann etwas niedriger liegen als der erste Peak A, aber der Peak B ist sehr viel breiter als der Peak A. Die große Breite des Peaks B macht die Herstellung der der vorliegenden Erfindung entsprechenden Hammereinrichtung weniger empfindlich für die Bereitstellung von Nuten, einer Schulter und/oder Keilnuten. Wenn zum Beispiel die Effizienz 96% oder mehr betragen soll, kann das Verhältnis zwischen LM und LT (oder zwischen TM und TT) nur von 0,43 bis 0,60 für den Bereich des Peaks A variieren, während es für den Bereich des Peaks B zwischen 1,34 bis 2,61 variieren kann. Das bedeutet, der Bereich des Peaks B beträgt wenigstens das 7-fache des Bereichs des Peaks A bei einem Effizienzgrad von nicht weniger als 96%, was die Hammereinrichtung weniger empfindlich für störende Zusätze, wie etwa Nuten, etc. macht. Die optimale Ausgestaltung liegt vor, wenn T_M, gleich T_{M2} und T_{T1} gleich T_{T2} ist. Ein weiterer Vorteil beim Vergrößern der Längen der Abschnitte **10a** und **11a** ist, daß die gesamte kinetische Masse zunehmen wird, d.h. es mehr Kraft bei jedem Aufschlag geben wird im Vergleich zu der Hammereinrichtung nach dem Stand der Technik.

[0030] Bei Verwendung der Erkenntnisse gemäß dieser Erfindung im Hinblick auf das Impedanz-Verhältnis ZM/ZT und das Zeit-Verhältnis T_M/T_T ist es bei der Bemessungsarbeit auch notwendig, einen Parameter namens β einzuführen. Dieser Parameter $\beta = 2 L_H k_1 / A_{T2} E_{T2}$, wobei $L_H = L_{T2} + L_{M2}$; k_1 die in **Fig.** 2 dargestellte Konstante ist, A_{T2} der Querschnittsbereich des Abschnitts **11b**, und E_{T2} der Elastizitätsmodus für den Abschnitt **11b** ist.

[0031] In **Fig.** 5 wird das Verhältnis des Effizienzgrads W/W_k gegen den Parameter β gezeigt. Beim Aufbau der Graphik von **Fig.** 5 beträgt ZM/ZT = 4,6 und $T_M/T_T = 2$. Aus **Fig.** 5 ist zu entnehmen, daß der Effizienzgrad W/W_k bei einem zunehmenden Wert von β abnimmt. Daher ist es wichtig, daß aufeinander passende Werte für L_H und A_{T2} gewählt werden und ebenfalls, daß ein Material mit einem passenden Elastizitätsmodul E_{T2} gewählt wird. Aus praktischen Gründen ist es nicht möglich, β einen zu kleinen Wert zu geben, obwohl der Effizienzgrad W/W_k bei einem abnehmenden Wert von β zunimmt.

[0032] Ein sehr wichtiges hervorragendes Merkmal der vorliegenden Erfindung ist, daß der Kolben und der Bohrkopf einer der vorliegenden Erfindung entsprechenden Hammereinrichtung keinen erwähnenswerten Spannungsbelastungen während der Gesteinsbearbeitungszeit der Belastungswelle ausgesetzt sind. So kann die ursprüngliche Belastungswelle einige Male in dem System reflektiert werden, ohne irgendwelche erwähnenswerten Spannungsbelastungswellen zu erzeugen. In **Fig.** 6 werden die höchste positive (Dehnungs-)Belastung und die höchste negative (Kompressions-)Belastung in jedem Querschnitt des Kolbens **10** und des Bohrkopfes **11** gezeigt. In der graphischen Darstellung sind die Belastungen dimensionslos, da sie sich auf eine Referenzbelastung beziehen. Aus **Fig.** 6 ist zu ersehen, daß im allgemeinen nur der vordere Kolbenabschnitt **10b** und der hintere Bohrkopfabschnitt **11b** Dehnungsbelastungen ausgesetzt sind und daß die Werte dieser Belastungen vernachlässigbar sind. Es sollte herausgestellt werden, daß, da Dehnungsbelastungen in dem Kolben und dem Bohrkopf gemäß der vorliegenden Erfindung fast nicht vorhanden sind, diese Details eine längere Lebensdauer haben werden als entsprechende Details bei einem herkömmlichen Inlochhammer. Es sind die Spannungsbelastungen, die die Ermüdung der Details dieser Art anheben. Die Begriffe "vordere" und "hintere" beziehen sich auf die normale Arbeitsrichtung der Hammereinrichtung, des Kolbens und des Bohrkopfes.

[0033] Die graphischen Darstellungen gemäß den **Fig.** 3, 4, 5 und 6 wurden unter Verwendung eines Computerprogramms erstellt, das Gesteinsschlagbohren simuliert. Jedoch wurde das Computerprogramm nur dazu verwendet, die Theorien der vorliegenden Erfindung zu bestätigen, nämlich eine umgekehrte Ausgestaltung des Kolbens **10** und des Bohrkopfes **11** zu haben.

[0034] Es sollte herausgestellt werden, daß die vorliegende Erfindung keinesfalls auf einen Inlochhammer beschränkt ist, sondern auch z.B. bei so genann-

ten Schlagbrechern und Hartgesteinsbaggermaschinen anwendbar ist. Allgemein gesprochen, kann die Erfindung in einem Kolben-Bohrkopf-System verwendet werden, bei dem der Kolben direkt auf den Bohrkopf einwirkt. Auch gibt es keine Beschränkung hinsichtlich der Aktivierung des Kolbens. Dies bedeutet, daß die Aktivierung z.B. durch ein hydraulisches Medium, durch Luft oder ein anderes geeignetes Mittel bewirkt werden kann.

Patentansprüche

1. Inlochhammereinrichtung mit einem Bohrkopf (**11**), der an einem Vorderende der Einrichtung angeordnet ist, und einem Kolben (**10**), der längs hinter dem Bohrkopf (**11**) für die hin- und hergehende Bewegung in einer Längsrichtung angebracht ist, um wiederholt auf den Bohrkopf zu schlagen, der vordere (**11a**) und hintere (**11b**) Teile unterschiedlicher Impedanz hat, wobei der Kolben (**10**) vordere (**10b**) und hintere (**10a**) Teile unterschiedlicher Impedanz aufweist, wobei
Z_{M1}/Z_{T1} im Bereich von 3,5 bis 5,8 ist,
Z_{M2}/Z_{T2} im Bereich von 3,5 bis 5,6 ist,
wobei Z_{M1} die Impedanz des hinteren Kolbenteils (**10a**) ist,
wobei Z_{T1} die Impedanz des vorderen Kolbenteils (**10b**) ist,
wobei Z_{M2} die Impedanz des vorderen Bohrkopfteils (**11a**) ist und
wobei Z_{T2} die Impedanz des hinteren Bohrkopfteils (**11b**) ist,
dadurch gekennzeichnet, daß
L_{M1}/L_{T1} oder T_{M1}/T_{T1} im Bereich von 1,0 bis 3,0 liegt, vorzugsweise 1,5 bis 2,5 ist, und
L_{M2}/L_{T2} oder T_{M2}/T_{T2} im Bereich von 1,0 bis 3,0 liegt, vorzugsweise 1,5 bis 2,5 ist, wobei:
L_{M1} der Längen- und T_{M1} der Zeitparameter des hinteren Kolbenteils (**10a**) ist,
L_{T1} der Längen- und T_{T1} der Zeitparameter des vorderen Kolbenteils (**10b**) ist,
L_{M2} der Längen- und T_{M2} der Zeitparameter des vorderen Bohrkopfteils (**11a**) ist,
L_{T2} der Längen- und T_{T2} der Zeitparameter des hinteren Bohrkopfteils (**11b**) ist.

2. Inlochhammereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verhältnisse Z_{M1}/Z_{T1} Und Z_{M2}/Z_{T2} in dem Intervall 4,0 bis 5,3 liegen, vorzugsweise in der Größenordnung von 4,6, und daß der Verhältnis L_{M2}/L_{T2} oder T_{M2}/T_{T2} etwa 2 ist und daß Z_{M1} gleich Z_{M2} und Z_{T1} gleich Z_{T2} ist.

3. Inlochhammereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (**10**) und der Bohrkopf (**11**) bezüglich des Zeitparameters (T) oder des Längenparameters (L) einen umgekehrten Aufbau relativ zueinander haben.

4. Kolben für eine Inlochhammereinrichtung für eine hin- und hergehende Längsbewegung in Schlageingriff mit einem Bohrkopf, der vorn am Kolben angeordnet ist, welcher vordere (**10b**) und hintere (**10a**) Teile unterschiedlicher Impedanz hat, wobei
Z_{M1}/Z_{T1} im Bereich von 3,5 bis 5,8 liegt,
wobei Z_{M1} die Impedanz des hinteren Kolbenteils (**10a**) ist,
wobei Z_{T1} die Impedanz des vorderen Kolbenteils (**10b**) ist,
dadurch gekennzeichnet, daß
L_{M1}/L_{T1} oder T_{M1}/T_{T1} im Bereich von 1,3 bis 3,0 liegt, vorzugsweise 1,5 bis 2,5, wobei:
L_{M1} der Längen- und T_{M1} der Zeitparameter des hinteren Kolbenteils (**10a**) ist,
L_{T1} der Längen- und T_{T1} der Zeitparameter des vorderen Kolbenteils (**10b**) ist.

5. Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis L_{M1}/L_{T1} oder T_{M1}/T_{T1} etwa 2 ist.

6. Bohrkopf für eine Inlochhammereinrichtung, um wiederholt durch einen sich längs hin- und herbewegenden Kolben getroffen zu werden, der hinter dem Bohrkopf (**11**) angeordnet ist, welcher vordere (**11a**) und hintere (**11b**) Teile unterschiedlicher Impedanz hat, wobei
Z_{M2}/Z_{T2} im Bereich von 3,5 bis 5,8 liegt,
wobei Z_{M2} die Impedanz des vorderen Bohrkopfteils (**11a**) ist,
wobei Z_{T2} die Impedanz des hinteren Bohrkopfteils (**11b**) ist,
dadurch gekennzeichnet, daß
L_{M2}/L_{T2} oder T_{M2}/T_{T2} im Bereich von 1,0 bis 3,0 liegt, vorzugsweise 1,5 bis 2,5,
wobei:
L_{M2} der Längen- und T_{M2} der Zeitparameter des vorderen Bohrkopfteils (**11a**) ist
L_{T2} der Längen- und T_{T2} der Zeitparameter des hinteren Bohrkopfteils (**11b**) ist.

7. Bohrkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis L_{M2}/L_{T2} oder T_{M2}/T_{T2} etwa 2 ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

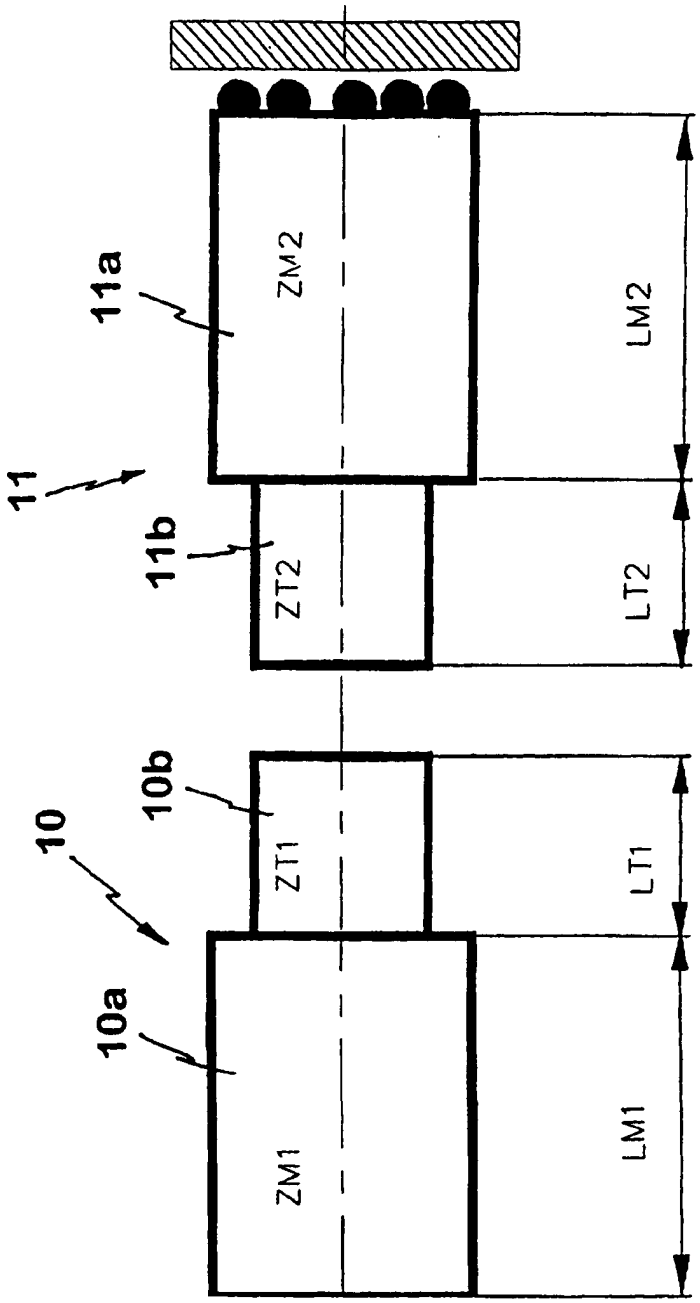


Fig. 1

Fig. 2

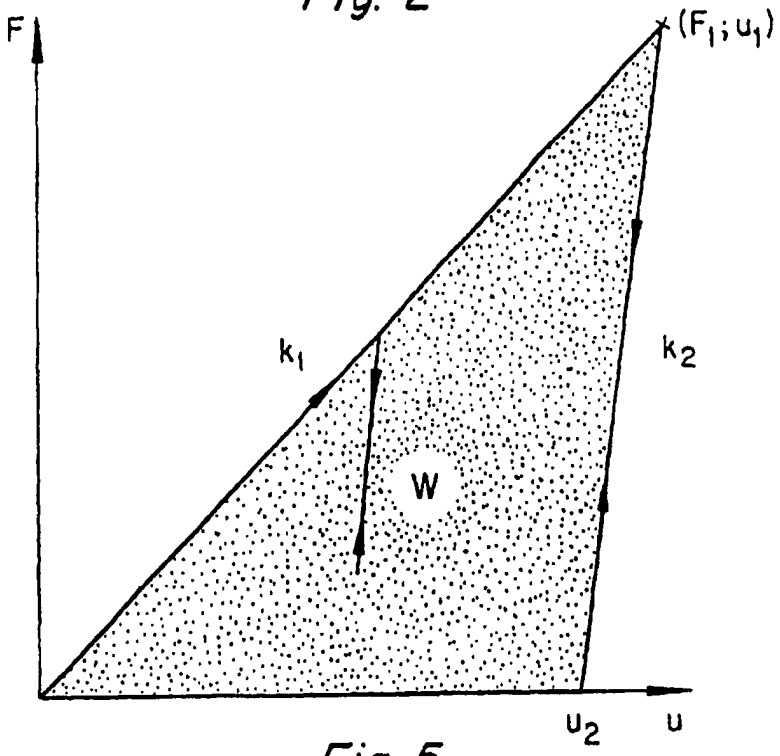
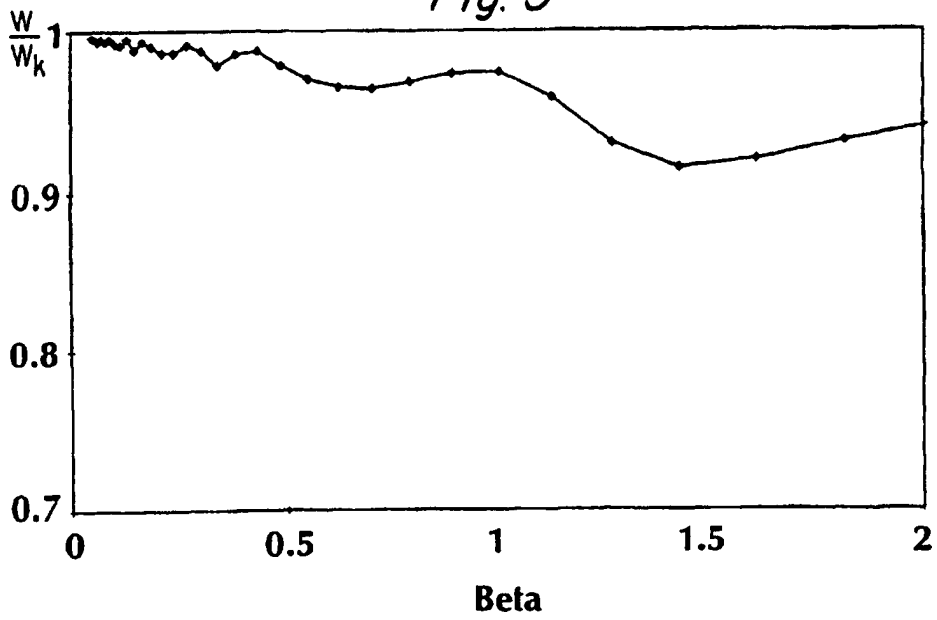


Fig. 5



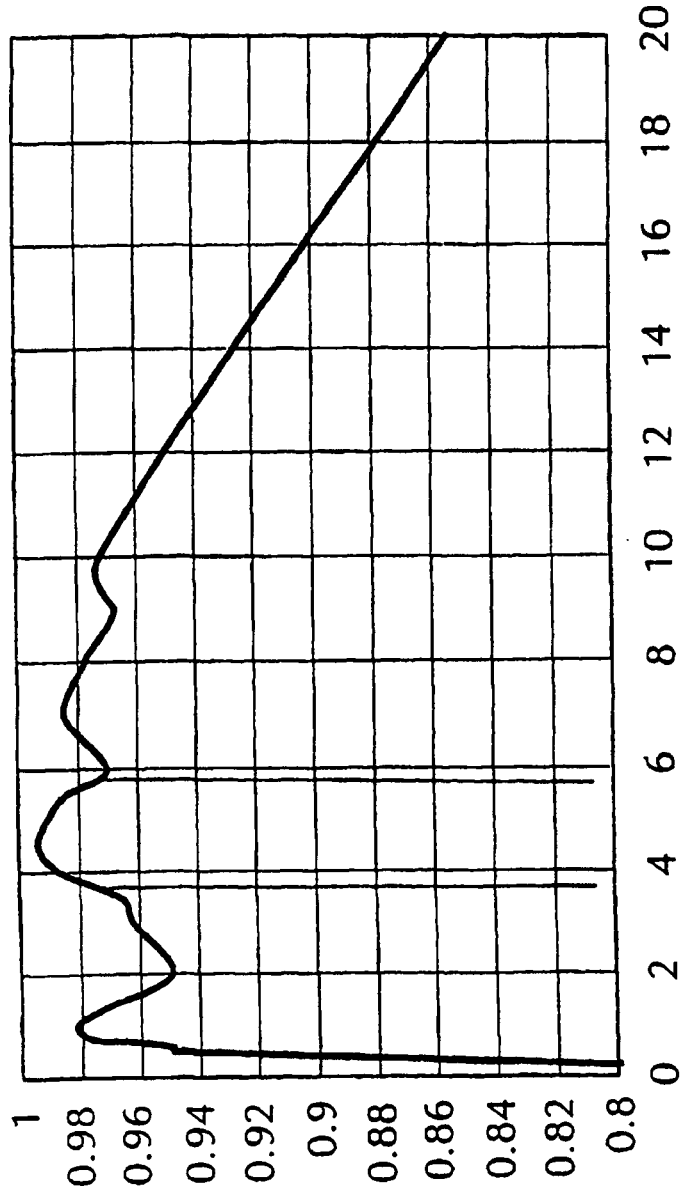

1
0.98
0.96
0.94
0.92
0.9
0.88
0.86
0.84
0.82
0.8
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
ZM/ZT

Fig. 3

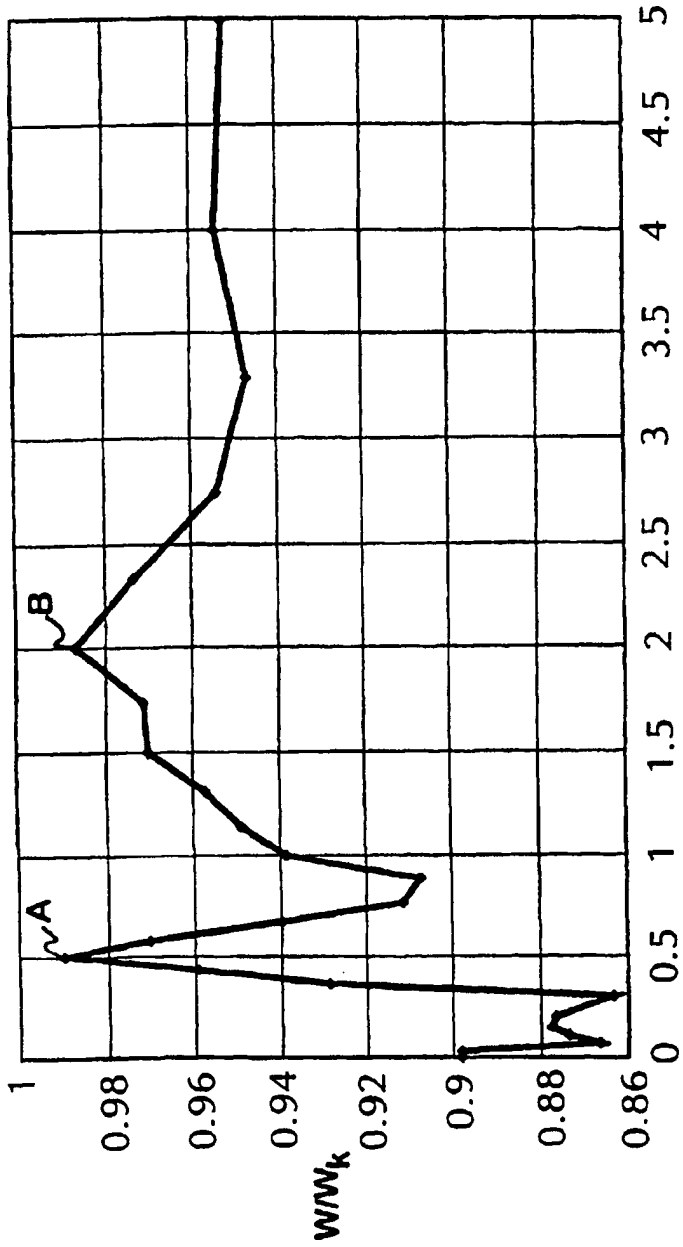

A
B
1
0.98
0.96
0.94
0.92
0.9
0.88
0.86
W/W_k
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
LM/LT or TM/TT

Fig. 4

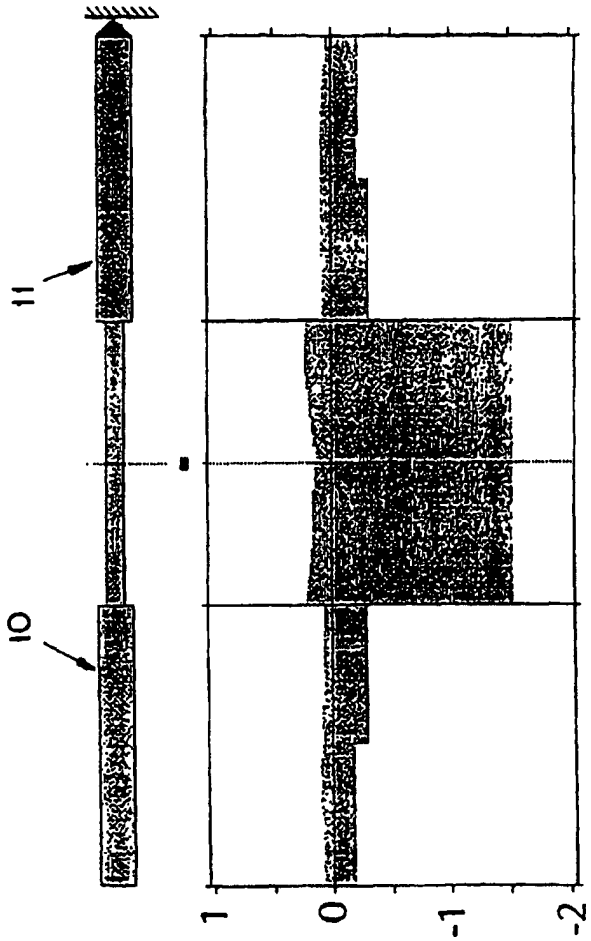


Fig. 6