



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 461 565 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 91109395.3

(51) Int. Cl.⁵: **B25D 9/26**

(22) Anmeldetag: 07.06.91

(30) Priorität: 14.06.90 DE 4019019

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.12.91 Patentblatt 91/51

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **KRUPP MASCHINENTECHNIK
GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER
HAFTUNG**

Helenenstrasse 149
W-4300 Essen 1(DE)

(72) Erfinder: **Arndt, Friedrich-Karl, Dr.-Ing.**
Lehnsgrund 70
W-4300 Essen 1(DE)
Erfinder: **Fritz, Karl-Heinz, Dipl.-Ing.**
Hibbelweg 79
W-4322 Sprockhövel(DE)

(54) **Verfahren zur Ermittlung charakteristischer Kenngrößen eines Schlagwerks und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

(57) Zur Ermittlung von Kenngrößen, anhand welcher sich das Betriebsverhalten eines Schlagwerks beeinflussen läßt, wird vorgeschlagen, die Auftreffgeschwindigkeit des Schlagkolbens (26) kurz vor und seine Rückfluggeschwindigkeit kurz nach dem Aufschlag dadurch zu bestimmen, daß durch eine der Schlagkolbenbewegung entsprechende Relativbewegung jeweils mehrere einem Arbeitshub- bzw. Rückhubwegabschnitt (Δs) zugeordnete, mit Zeitabstand aufeinanderfolgende Zeitmarken (t_1 , t_2 bzw. t_3 , t_4)

ausgelöst und die Zeitabstände zwischen den aufeinanderfolgenden Zeitmarken des Arbeits- und des Rückhubes ermittelt werden. Aufgrund der Werte der Zeitabstände zwischen den betreffenden Zeitmarken wird zumindest eine der weiteren charakteristischen Kenngrößen - Schlagzahl, Aufschlagenergie, Schlagleistung, Reflexionsenergie, Reflexionsfaktor, Lage der Aufschlagebene und zeitliche Änderung der Lage der Aufschlagebene - fortlaufend bestimmt und auswertbar gemacht.

FIG. 2a

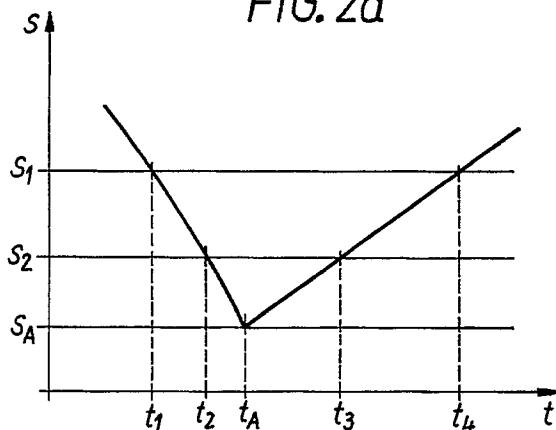
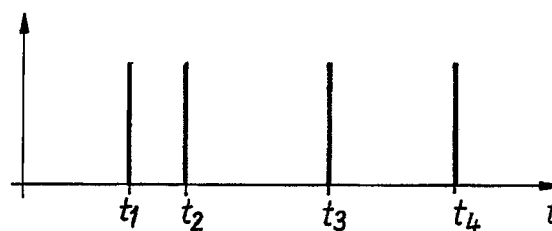


FIG. 2b



EP 0 461 565 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung charakteristischer Kenngrößen zum Zwecke der Beeinflussung des Betriebsverhaltens eines Schlagwerks mit einem Schlagkolben, der unter Beaufschlagung durch ein fluides Antriebsmittel wechselweise einen Arbeitshub in Schlagrichtung und einen Rückhub ausführt. Die Erfindung bezieht sich außerdem auf eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Einrichtung an einem Schlagwerk mit einem Zylinder und einem in diesem geführten Schlagkolben, der unter Einwirkung eines fluiden Antriebsmittels - welches über eine Steuerung wechselweise an eine Druckquelle sowie an einen drucklosen Rücklauf anschließbar ist - abwechselnd einen Arbeitshub in Schlagrichtung und einen Rückhub ausführt.

Es ist bereits vorgeschlagen worden, das Betriebsverhalten von Schlagwerken durch gegenseitige Abstimmung der vom Schlagkolben übertragenen Einzelschlagenergie und seiner Schlagzahl an das zu bearbeitende Material anzupassen. Dies geschieht durch Veränderung des Schlagkolbenhubes und/oder des Druckes des inkompressiblen Antriebsmittels von Hand oder ferngesteuert (DE-PS 17 03 061 bzw. DE-A1-26 58 455).

Weiterhin sind Verfahren bzw. Regeleinrichtungen bekannt, welche die durch das Bearbeitungsmaterial bedingten Störfaktoren in Regelgrößen zur Anpassung des Betriebsverhaltens eines Schlagwerks bzw. eines Bohrhammers umsetzen. Die DE-A1-35 18 370 beschreibt ein Verfahren zur Optimierung des Schlagbohrens, bei dem die anlässlich eines Schlages an der Bohrstange entstehende Spannungswelle gemessen und die Bohreinrichtung auf der Basis der gemessenen Spannungswelle geregelt wird. Dabei klingt die Spannungswelle schneller ab, falls die die Bohreinrichtung in das Bearbeitungsmaterial schiebende Kraft zunimmt.

Nach der Lehre der EP-A1-02 14 064 wird bei jedem Aufschlagvorgang die Verweilzeit des Schlagkolbens in der Nähe seiner theoretischen Schlagposition gemessen und in Abhängigkeit von diesem Meßwert auf die Reguliereinrichtung für die Schlagparameter (Schlaggeschwindigkeit, Schlagfrequenz des Schlagkolbens) eingewirkt. Das Meßsignal wird dabei auf hydraulischem Wege aus der Verweilzeit des Schlagkolbens abgeleitet; diese ist jedoch nicht nur von den Eigenschaften des Bearbeitungsmaterials abhängig, so daß eine optimale Anpassung des Betriebsverhaltens des Schlagwerks die Berücksichtigung weiterer Einflußgrößen erforderlich macht.

Auch beim Gegenstand der EP-A1-02 56 955 werden die Schlagparameter (Hydraulikdruck, Schlagkolbenhub) hydraulisch in Abhängigkeit von den Druckschwankungen beeinflusst, die in den vom Schlagkolben mitgebildeten Kammern infolge des Rückpralls des Schlagkolbens auftreten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Ermittlung charakteristischer Kenngrößen anzugeben, die es gestatten, mit vertretbarem technischem Aufwand das Betriebsverhalten eines Schlagwerks ggf. unter Berücksichtigung einer größeren Anzahl Kenngrößen zu beeinflussen, und zwar über eine Steuerung (ggf. auch von Hand) und/oder über eine Regelung zumindest eines Teilbereiches des Arbeitsablaufs.

Die gestellte Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der Grundgedanke der Erfindung besteht danach darin, die Ermittlung unterschiedlicher charakteristischer Kenngrößen, welche für das Betriebsverhalten eines Schlagwerks charakteristisch sind (insbesondere Aufschlagenergie, Schlagleistung, Reflexionsenergie, Reflexionsfaktor, Lage der Aufschlagebene und zeitliche Änderung der Lage der Aufschlagebene), auf die angenäherte Bestimmung der Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit des Schlagkolbens zurückzuführen, d. h. auf die Arbeitshubgeschwindigkeit des Schlagkolbens kurz vor und seine Rückhubgeschwindigkeit kurz nach dem Aufschlag. Durch eine der Schlagkolbenbewegung entsprechende Relativbewegung (beispielsweise zwischen dem Schlagkolben und dem diesen umschließenden Zylinder selbst) werden während jedes Arbeitszyklus jeweils mehrere einem Arbeitshub- bzw. Rückhubwegabschnitt zugeordnete, mit Zeitabstand aufeinanderfolgende Zeitmarken ausgelöst und die Zeitabstände zwischen den aufeinanderfolgenden Zeitmarken des Arbeits- und des Rückhubes ermittelt. Das Verfahren kann dabei beispielsweise (gemäß Anspruch 2) derart ausgestaltet sein, daß während jedes Arbeitszyklus vier Zeitmarken ausgelöst werden, nämlich zwei während des Arbeitshubes kurz vor und zwei während des Rückhubes kurz nach dem Aufschlag des Schlagkolbens. Da die im Normalfall hinsichtlich ihrer Größe übereinstimmenden Hubwegabschnitte bekannt sind (und üblicherweise eine konstante Größe aufweisen), welche der Schlagkolben während des Arbeits- und des Rückhubes in der jeweils zugehörigen Zeitspanne durchlaufen hat, entspricht die Größe der Zeitabstände zwischen den aufeinanderfolgenden Zeitmarken des Arbeits- und des Rückhubes mit ausreichender Annäherung der Größe der Auftreffgeschwindigkeit und der Rückfluggeschwindigkeit: Die Geschwindigkeit des Schlagkolbens ändert sich nämlich erfahrungsgemäß während des Arbeits- und des Rückhubes in der Nähe des Aufschlagpunktes allenfalls in vernachlässigbarem Umfang.

Aus der ermittelten Größe der Auftreff- und/oder Rückfluggeschwindigkeit lassen sich (beispielsweise mittels eines Rechners) nach Belieben weitere charakteristische Kenngrößen fortlau-

fend bestimmen, wie beispielsweise die Aufschlage-
energie, die Schlagleistung, die Reflexionsener-
gie, der Reflexionsfaktor und die Lage der Auf-
schlagebene des Schlagkolbens.

Die Zeitmarken können in der Weise erzeugt wer-
den, daß sie entweder ein kurzes, impulsartiges
Signal darstellen oder Bestandteil eines länger an-
dauernden Signals sind, d. h. dessen Anfangs- und
Endbereich bilden. Falls während eines vorgegeben-
en Arbeitshub- bzw. Rückhubwegabschnitts je-
weils nur ein einziges Signal erzeugt wird, läßt sich
aus dessen Zeitdauer allein oder durch Vergleich
mit der Zeitdauer des jeweils zugehörigen anderen
Signals jedes Arbeitszyklus eine Aussage darüber
gewinnen, wie hoch die Arbeitshubgeschwindigkeit
kurz vor bzw. die Rückhubgeschwindigkeit kurz
nach dem Aufschlag ist und welche Größe dement-
sprechend die Auftreff- bzw. Rückfluggeschwindig-
keit angenähert aufweist.

Im einfachsten Fall ist der Zeitabstand zwischen
der ersten und der zweiten Zeitmarke des Arbeits-
hubes sowie der ersten und zweiten Zeitmarke des
Rückhubes angenähert proportional zur Größe der
Auftreff- bzw. Rückfluggeschwindigkeit (vgl. dazu
Anspruch 2). Aus diesem Größenverhältnis können
Rückschlüsse auf die Arbeitsbedingungen des
Schlagwerks gezogen werden mit der Folge, daß
sein Betriebsverhalten - beispielsweise an sich ab-
zeichnende Änderungen des genannten Größen-
verhältnisses - von Hand oder über eine Regelung
angepaßt werden kann.

Das Verfahren kann ggf. auch in der Weise ausge-
führt werden, daß die Zeitmarken Bestandteil sich
zeitlich überlappender Signale sind und während
jedes Arbeitszyklus die Zeitabstände zwischen den
Zeitmarken ermittelt werden, welche die Anfangs-
bzw. die Endbereiche der Signale bilden.

Vorzugsweise werden die Zeitmarken durch
eine Relativbewegung zwischen zumindest einem
Sensorkopf und zumindest einer von diesem abge-
tasteten Markierung ausgelöst (Anspruch 3); der
zumindest eine Sensorkopf und die zumindest eine
Markierung sind also zumindest mittelbar Bestand-
teil entweder des Schlagkolbens oder des Zylin-
ders.

Die Zeitmarken können dabei dadurch ausgelöst
werden, daß während des Arbeits- und des Rück-
hubes jeweils zwei Markierungen abgetastet wer-
den (Anspruch 4).

Im Rahmen der Erfindung kann das Verfahren
jedoch auch derart ausgestaltet sein, daß während
des Arbeits- und des Rückhubes jeweils eine Mar-
kierung jeweils zweifach bzw. eine Markierung ab-
getastet wird; dies setzt voraus, daß die zumindest
eine Markierung mit einem Sensorkopf bzw. mit
zwei Sensorköpfen zusammenwirkt.

Die Zeitmarken lassen sich insbesondere dadurch
erzeugen, daß der Schlagkolben optisch abgetastet

wird oder die Zeitmarken auf induktivem Wege
gewonnen werden. Eine andere vorteilhafte Ausführ-
ungsform des Verfahrens besteht darin, die Zeit-
marken auf hydraulischem Wege dadurch zu er-
zeugen, daß die bereits erwähnte Relativbewegung
(beispielsweise zwischen dem Schlagkolben und
dem Zylinder) eine Drucksignaländerung hervorruft,
die von zumindest einem Sensorkopf in Form eines
Druckmeßgebers erfaßt wird.

Die mit den charakteristischen Kenngrößen er-
mittelten Informationen können von einer Bedie-
nungsperson dazu eingesetzt werden, das Be-
triebsverhalten des Schlagwerks unmittelbar von
Hand oder durch Verstellung einer Reglerkennlinie
von Hand zu beeinflussen. Es besteht jedoch auch
die Möglichkeit, die charakteristischen Kenngrößen
zumindest teilweise als Eingangsgrößen für die Re-
gelung des Schlagwerks einzusetzen; dies kann in
der Weise geschehen, daß unmittelbar in die Rege-
lung des Schlagwerks und/oder in die Regelung
des Hydraulikaggregats eingegriffen wird, welches
die Energiequelle für den Betrieb des Schlagwerks
bildet.

Der Zeitabstand zwischen einer Zeitmarke und der
entsprechenden Zeitmarke des nachfolgenden
Arbeits- bzw. Rückhubes ist gleichbedeutend mit
der Periodendauer des Arbeitszyklus; deren Kehrwert
entspricht der vom Schlagkolben in der Zeit-
einheit ausgeführten Schlagzahl.

Durch die fortlaufende Bestimmung der charak-
teristischen Kenngrößen, die aus der Schlagzahl
und den Geschwindigkeitswerten des Schlagkol-
bens abgeleitet sind, erhält die Bedienungsperson
des Schlagwerks wichtige Hinweise über die Mate-
rialbeschaffenheit, den Verschleiß der mittels des
Schlagkolbens angetriebenen Meißelspitze, die
Führung des Schlagwerks, die Lage der Aufschla-
geebene, den Verschleiß der die Aufschlagebene
bestimmenden Zubeihörteile und die Leistung des
Schlagwerks:

Materialbeschaffenheit

Ziel des Einsatzes von Schlagwerken ist die
Gewinnung, Zerkleinerung oder Zerstörung von
Materialien, die aufgrund ihrer Härte und/oder Zäh-
igkeit mittels anderer Verfahren nicht oder nicht
wirtschaftlich bearbeitbar sind.

Während mit zunehmender Materialhärte die für
die Zerstörung benötigte Aufschlagenenergie E_0 zu
erhöhen ist, sollte bei der Bearbeitung weicherer
Materialien die Aufschlagenenergie herabgesetzt und
die Schlagzahl z erhöht werden.

Die Anzeige der augenblicklichen Größe auch der
Schlagleistung N ermöglicht die Anpassung an un-
terschiedliche Arbeitsbedingungen durch Verände-
rung der Aufschlagenenergie und Schlagzahl. Aus der
Größe des Reflexionsfaktors R lassen sich Anhalts-

punkte über die Beschaffenheit des Bearbeitungsmaterials gewinnen: Mit dessen Härte nimmt auch die Größe des Reflexionsfaktors zu. Damit stellt der fortlaufend ermittelte Wert der charakteristischen Kenngröße R eine wichtige Beurteilungsgrundlage für die Beeinflussung des Betriebsverhaltens des Schlagwerks (durch Veränderung der Kenngrößen E_0 und z) im Sinne einer vorteilhaften Anpassung dar.

Verschleiß der Meißelspitze

Unter "Meißelspitze" ist hier die Anfangsform des Meißelendes zu verstehen, die unterschiedlich ausgebildet sein kann und durch Verschleiß eine Änderung erfährt.

Die Größe des Reflexionsfaktors R wird auch durch die Beschaffenheit der Meißelspitze beeinflusst: Bei gleichbleibender Materialbeschaffenheit über einen längeren Zeitraum weist eine langsame Änderung der Größe des Reflexionsfaktors auf eine Änderung der Anfangsform hin, d. h. auf einen Verschleiß der Meißelspitze.

Führung des Schlagwerks

Bei der Bearbeitung harten Materials bildet sich unter der Meißelspitze nach kurzer Zeit ein Staubpolster, welches die Aufschlagenergie teilweise absorbiert. Auf die im Laufe einer Schlagfolge rasche Änderung der Größe des Reflexionsfaktors kann die Bedienungsperson mit einer Verschiebung des Schlagwerks reagieren. Falls sich die Größe des Reflexionsfaktors rasch ändert, kann diese nachteilige Entwicklung - beispielsweise über einen Rechner - auch in Form eines Warnsignals erkennbar gemacht werden.

Lage der Aufschlagebene

Die Lage der Aufschlagebene, in welcher der Schlagkolben auf den Meißel auftrifft, läßt sich bezüglich des Zylinders durch ein Maß a_0 festlegen. Die Erfindung gestattet es dabei, die Lage der Aufschlagebene fortlaufend zu bestimmen und anzuzeigen. Falls die Kenngröße Δa (bei $a = a_0$) den Wert Null aufweist, ist die Arbeitsweise des Schlagwerks als normal anzusehen. Der rasche Anstieg des Wertes a - und damit die rasche Abnahme der Kenngröße Δa - deutet auf eine starke Verspannung zwischen Schlagwerk und Meißel hin, die eine Verschiebung des Schlagwerks bezüglich des Meißels zur Folge hat. Diesem ungünstigen Betriebsverhalten kann durch eine geeignete Verschiebung in der Weise entgegengewirkt werden, daß der Meißel wieder seine Sollstellung einnimmt und der Schlagkolben somit seine Soll-Aufschlagenergie übertragen kann.

Verschleiß

Eine langsame Veränderung des Wertes $\Delta a = a_0 - a$ über eine längere Zeitspanne läßt auf einen Verschleiß an der Schlagfläche des Schlagkolbens und/oder des Meißels im Schlagwerks schließen.

Leistungskontrolle des Schlagwerks

Die Anzeige der Schlagleistung N des Schlagwerks macht erkennbar, ob dieses noch arbeitsfähig ist. Durch Vergleich zwischen der Schlagleistung und der aufgenommenen Hydraulikleistung läßt sich eine Aussage darüber gewinnen, ob eine Minderleistung des Schlagwerks durch dieses oder die hydraulische Energiequelle begründet ist.

Die Art Und Weise, in welcher sich die charakteristischen Kenngrößen gewinnen lassen, wird später anhand der Zeichnung im einzelnen erläutert. Sie können als Ist-Wert in zumindest einen Regler eingegeben werden und somit die Bedienungsperson zumindest teilweise entlasten. Die Erfindung gestattet es, die Auswertung, den Rechner und den zumindest einen Regler beispielsweise in der Kabine des Trägergerätes anzuordnen und die Kennlinie des Reglers - zur Anpassung des Betriebsverhaltens des Schlagwerks an das zu bearbeitende Material durch Veränderung der Aufschlagenergie und Schlagzahl - verstellbar auszubilden. Dies ist insofern von Vorteil, als die Spaltbarkeit des Bearbeitungsmaterials in komplexer Weise von mehreren Faktoren abhängt, die nicht durch eine einzige Reglerkennlinie in optimaler Weise erfassbar sind. Über den Rechner können zusätzlich Programme vorgegeben werden, die beispielsweise den Anlauf des Schlagwerks steuern und/oder eine nutzlose bzw. schädliche Arbeitsweise des Schlagwerks zumindest anzeigen oder auch unterbinden.

Die gestellte Aufgabe wird ferner durch eine Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst. Diese ist mit einer Sensoreinheit (mit mindestens einem Sensorkopf) ausgestattet, die im Zusammenwirken mit mindestens einer am Schlagkolben angeordneten Markierung kurz vor und kurz nach dem Aufschlag des Schlagkolbens jeweils mehrere Zeitmarken auslöst, anhand derer die für den zugehörigen Arbeitshub- bzw. Rückhubwegabschnitt benötigte Zeitspanne mittels einer Auswertung bestimmbar ist. Dieser ist ein Rechner nachgeschaltet, mit dem anhand der ermittelten Zeitabstände zwischen den Zeitmarken des Arbeits- bzw. des Rückhubes unter Berücksichtigung der Größe des zugehörigen Hubwegabschnitts außer der Größe der Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit zumindest eine der charakteristischen Kenngrößen - Schlagzahl, Aufschlagenergie, Schlagleistung, Reflexionsenergie, Reflexionsfaktor, Lage der Aufschlagebene und zeitliche Änderung der Lage der

Aufschlagebene - fortlaufend bestimmt wird.

In der einfachsten Ausführungsform sind die Sensoreinheit und die zumindest eine von dieser abgetastete Markierung in der Weise ausgebildet und einander zugeordnet, daß während des Arbeits- und des Rückhubes insgesamt vier Zeitmarken erzeugt werden. Aus dem Zeitabstand zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Zeitmarken des Arbeits- und des Rückhubes ergibt sich ohne nennenswerte Zeitvergrößerung angenähert die Größe der Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit des Schlagkolbens.

Eine Ausführungsform der Einrichtung, mit der sich im Laufe des Arbeits- und des Rückhubes jeweils zwei mit zeitlichem Abstand aufeinanderfolgende Zeitmarken erzeugen lassen, weist eine Sensoreinheit mit einem in Richtung auf die Zylinderbohrung wirksamen Sensorkopf auf, an dem vorbei zwei Markierungen hin- und herbewegbar sind, die in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens mit Abstand aufeinanderfolgen (Anspruch 6); die Markierungen selbst weisen dabei in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens nur eine verhältnismäßig geringe Ausdehnung auf.

Jede Markierung kann insbesondere aus einer quer zur Schlagkolben-Längsachse angeordneten Ringut oder auch aus einer Umlaufkante des Schlagkolbens bestehen. Der zumindest eine Sensorkopf der Sensoreinheit ist vorzugsweise im Zylinder angeordnet bzw. Bestandteil des Zylinders.

Die paarweise zusammengehörigen Zeitmarken lassen sich auch mittels einer Sensoreinheit mit zwei Sensorköpfen erzeugen, die in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens mit Abstand voneinander angeordnet sind (Anspruch 7).

Unter der Voraussetzung, daß der rückwärtige Endabschnitt des Schlagkolbens als Hohlkolbenabschnitt ausgebildet ist, kann die Einrichtung auch in der Weise ausgebildet sein, daß in den Hohlkolbenabschnitt ein parallel zur Schlagkolben-Längsachse ausgerichteter Haltebolzen hineinragt, der an dem Zylinder befestigt ist und die mit zumindest einem Sensorkopf ausgestattete Sensoreinheit trägt; die zumindest eine zugehörige Markierung ist dabei an der Bohrungswand des Hohlkolbenabschnitts angebracht (Anspruch 8). Die in Rede stehende Ausführungsform weist also eine Sensoreinheit auf, die lediglich mittelbar (nämlich über den Haltebolzen) Bestandteil des Zylinders ist.

Eine Ausführungsform der Einrichtung zur Erzeugung jeweils eines länger andauernden Arbeitshub- und Rückhub-Signals - dessen Anfangs- und Endbereich jeweils von einer Zeitmarke gebildet wird - weist lediglich einen Sensorkopf auf, an dem vorbei eine Markierung mit einer in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens der Größe des Hubabschnitts entsprechenden Längserstreckung hin- und herbewegbar ist; der Sensor-

kopf oder die Markierung ist dabei derart angeordnet und seine bzw. ihre Länge in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens derart bemessen, daß die Markierung außerhalb des Wirkbereichs des Sensorkopfes liegt, bevor der den Arbeitshub bzw. den Rückhub ausführende Schlagkolben den Aufschlagpunkt bzw. den oberen Umkehrpunkt erreicht hat (Anspruch 9). Der zeitliche Abstand der beiden aufeinanderfolgenden Zeitmarken des Arbeits- und des Rückhubes entspricht dabei der Zeitspanne, während welcher das Signal anliegt.

Der dem Anspruch 9 zugrundeliegende allgemeinere Lösungsgedanke besteht darin, eine der beiden bei der Abtastung der Kolbenbewegung zusammenwirkenden Vorrichtungen - nämlich den Sensorkopf oder die Markierung - mit einer in Richtung der Kolbenbewegung größeren Längserstreckung auszustatten; diese hat zur Folge, daß auf einem durch die Längserstreckung vorgegebenen Hubwegabschnitt während des Arbeits- und des Rückhubes über eine längere Zeitspanne jeweils nur ein Signal anliegt, dessen Anfangs- und Endbereich jeweils von zwei Zeitmarken gebildet wird.

Die Sensoreinheit kann jedoch auch zwei Sensorköpfe aufweisen, an denen vorbei eine Markierung in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens hin- und herbewegbar ist. Die Markierung weist dabei eine Länge auf, die zumindest um den Schlagkolbenweg zwischen dem Endpunkt des Arbeitshubwegabschnitts bzw. dem Anfangspunkt des Rückhubwegabschnitts und dem theoretischen Aufschlagpunkt größer ist als der gegenseitige Abstand der Sensorköpfe in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens (Anspruch 10). Solange der Schlagkolben in dem theoretischen Aufschlagpunkt auf das zu bearbeitende Material auftrifft, hat dies die Entstehung zweier Signale zur Folge, deren Zeitdauer durch den Zeitabstand zwischen der ersten Zeitmarke des Arbeitshubes und letzten Zeitmarke des Rückhubes bzw. zwischen der zweiten Zeitmarke des Arbeitshubes und der ersten Zeitmarke des Rückhubes festgelegt ist; das erstgenannte Signal liegt dabei an dem Sensorkopf an, welcher durch die Bewegung des Schlagkolbens in Schlagrichtung zuerst mit der Markierung in Wechselwirkung tritt.

Falls der Schlagkolben später als theoretisch vorgesehen auf das zu bearbeitende Material auftrifft (also eine Verschiebung der Aufschlagebene vorliegt), hat diese Abweichung einen geänderten Zeitverlauf der an den Sensorköpfen anliegenden Signale zur Folge. Sollte das Signal an dem in Schlagrichtung ersten Sensorkopf entfallen, solange das Signal am zweiten Sensorkopf noch anliegt, ist dies ein Anzeichen dafür, daß die Lage der Aufschlagebene eine Änderung erfahren hat.

Eine Verschiebung der Aufschlagebene in Richtung auf einen größeren Schlagkolbenweg

führt dabei dazu, daß das betreffende Signal bei anliegendem zweiten Signal unmittelbar vor dem Aufschlag verschwindet und unmittelbar nach dem Aufschlag erneut anliegt. Der in diesem Zusammenhang interessierende Zeitabstand zur Ermittlung der Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit entspricht dabei dem Zeitabstand zwischen der ersten Zeitmarke bzw. zwischen der letzten Zeitmarke der beiden Signale.

Jeder Sensorkopf kann insbesondere aus zu- und rückführenden Lichtfasern bestehen - deren in einer Ebene quer zur Schlagkolben-Längsachse angeordnete Endabschnitte mit dem Zylinderraum in Verbindung stehen und die an die Auswertung angeschlossen sind - oder als Druckmeßgeber ausgebildet sein. Die letztgenannte Ausführungsform ist dabei so beschaffen, daß jede Relativbewegung zwischen dem zumindest einen Druckmeßgeber und der zumindest einen Markierung in eine kurzzeitige oder eine verhältnismäßig länger andauernde Druckänderung umgewandelt und dadurch auswertbar gemacht wird.

Der Erfindungsgegenstand kann auch eine Sensoreinheit aufweisen, die auf der Grundlage der elektrischen Entladung arbeitet. Dabei sind jeder Sensorkopf und jede Markierung als Elektroden ausgebildet, zwischen denen anlässlich der größtmöglichen gegenseitigen Annäherung eine elektrische Entladung stattfindet, wobei jeder Sensorkopf an eine ihn beaufschlagende Spannungsquelle angeschlossen ist (Anspruch 11). Die elektrische Entladung tritt dabei zwischen Elektroden auf, die an dem Schlagkolben angebracht bzw. Bestandteil des Zylinders sind. Im Gegensatz zu der den Sensorkopf bildenden Elektrode liegen der Schlagkolben und der Zylinder bzw. der den Sensorkopf aufnehmende Bestandteil des Zylinders elektrisch auf Erdpotential. Der bei der Bewegung des Schlagkolbens ausgelöste Entladungsstrom erzeugt an einem Widerstand einen im Sinne der Erfindung auswertbaren Spannungsimpuls.

Die Einrichtung zur Ermittlung der charakteristischen Kenngrößen kann auch gemäß Anspruch 12 ausgebildet sein. Dabei ist jeder Sensorkopf als nach dem magnetoresistiven Prinzip arbeitender Feldplatten-Geber mit zumindest einem Halbleiterwiderstandselement aufgebaut, dessen Widerstand sich mit dem Vorbeilauf der zumindest einen Markierung ändert. Bei dieser Ausführungsform wird von der Erkenntnis Gebrauch gemacht, daß der elektrische Widerstand bestimmter Halbleiterwerkstoffe sich erheblich ändert, falls das den Halbleiterwerkstoff durchflutende Magnetfeld eine Änderung erfährt. Diese kann in einfacher Weise durch eine Ringnut hervorgerufen werden, welche relativ zu dem (vorzugsweise mittels eines Dauermagneten erzeugten) Magnetfeld bewegt wird. Die Widerstandsänderung im Halbleiterwiderstandselement

läßt sich in Form einer Spannungsänderung bzw. eines Spannungsimpulses erkennbar machen bzw. auswerten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung im einzelnen erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1

aufgetragen in einem Weg-Zeit-Diagramm die Bewegung des Schlagkolbens,

Fig. 2 a, b

in gegenüber Fig. 1 vergrößerter Darstellung einen Ausschnitt des Weg-Zeit-Diagramms im Bereich des Kolben-Aufschlagpunktes bzw. ein Diagramm mit den zugehörigen, über der Zeit aufgetragenen Zeitmarken

Fig. 3

ein Schemabild, aus dem der Verlauf der Information zwischen dem Schlagwerk und den zugehörigen Zusatzeinrichtungen ersichtlich ist,

Fig. 4

stark schematisiert eine Gesamtansicht des Schlagwerks nebst Trägergerät,

Fig. 5

als Schemabild einen Schnitt durch ein Schlagwerk mit Sensoreinheit und Steuerung,

Fig. 6a

einen gegenüber Fig. 5 vergrößerten Teilausschnitt des Schlagwerks im Bereich der Sensoreinheit,

Fig. 6b, c

in vergrößertem Maßstab eine in Fig. 6a mit B bzw. C bezeichnete Einzelheit,

Fig. 7

stark schematisiert eine Sensoreinheit mit einem Sensorkopf, dem zwei am Schlagkolben angeordnete Ringnuten als Markierungen zugeordnet sind,

Fig. 8

stark schematisiert eine mit zwei Sensorköpfen ausgestattete Sensoreinheit, der als Markierung eine Umlaufkante des Schlagkolbens zugeordnet ist,

Fig. 9, 10

in vergrößertem Maßstab einen Teilausschnitt des Schlagwerks in der Ausführungsform gemäß Fig. 6a bzw. 7,

Fig. 11a, b

einen Ausschnitt des Weg-Zeit-Diagramms bzw. ein Diagramm mit den über der Zeit aufgetragenen Zeitmarken, die sich bei der Ausführungsform gemäß Fig. 9 und 10 ergeben,

Fig. 12

in vergrößertem Maßstab ei-

Fig. 13	nen Teilausschnitt einer Ausführungsform, die derjenigen gemäß Fig. 6a ähnlich ist mit der Maßgabe, daß eine Ringnut 40 von zwei Sensorköpfen 38a und 38b abgetastet wird, in vergrößertem Maßstab einen Teilausschnitt einer Ausführungsform, die derjenigen gemäß Fig. 7 ähnlich ist mit der Maßgabe, daß lediglich eine Ringnut von zwei mit Abstand voneinander angeordneten Sensorköpfen abgetastet wird,	5	Fig. 21, 22	Schlagkolbens in der theoretisch angenommenen Aufschlagebene liegt, in vergrößertem Maßstab einen Teilausschnitt einer Ausführungsform, die derjenigen gemäß Fig. 18 bzw. 19 ähnlich ist mit der Maßgabe, daß der Aufschlagpunkt des Schlagkolbens von der theoretisch vorgegebenen Aufschlagebene abweicht,
Fig. 14a bis c	einen Ausschnitt des Weg-Zeit-Diagramms bzw. Diagramme mit den über der Zeit aufgetragenen Zeitmarken, die bei der Ausführungsform gemäß Fig. 12 und 13 von dem - in Schlagrichtung des Schlagkolbens gesehen - zweiten bzw. ersten Sensorkopf erzeugt werden,	10	Fig. 23a bis c	einen Ausschnitt des Weg-Zeit-Diagramms bzw. Diagramme mit den über der Zeit aufgetragenen Signalen und Zeitmarken, die von den Ausführungsformen gemäß Fig. 21 bzw. 22 erzeugt werden,
Fig. 15, 16	in vergrößertem Maßstab einen Teilausschnitt einer Ausführungsform, die derjenigen gemäß Fig. 6a bzw. 7 ähnlich ist mit der Maßgabe, daß ein einziger Sensorkopf eine Ringnut mit größerer Längserstreckung Δs in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens abtastet,	20	Fig. 24a	einen Teilausschnitt des Schlagwerks nebst Sensoreinheit mit einem Sensorkopf, welcher auf der Grundlage der elektrischen Entladung arbeitet,
Fig. 17a, b	einen Ausschnitt des Weg-Zeit-Diagramms bzw. ein Diagramm mit den Signalen und Zeitmarken, welche durch die Ausführungsform gemäß Fig. 15 bzw. 16 erzeugt werden,	25	Fig. 24b	ein elektrisches Schaltschema zur Ausführungsform gemäß Fig. 24a,
Fig. 18, 19	in vergrößertem Maßstab einen Teilausschnitt einer Ausführungsform, die derjenigen gemäß Fig. 6a bzw. 7 ähnlich ist mit der Maßgabe, daß zwei mit Abstand Δs voneinander angeordnete Sensorköpfe eine Ringnut mit größerer Längserstreckung abtasten,	30	Fig. 25a	schematisiert einen Teilausschnitt eines Schlagwerks im Bereich einer Sensoreinheit, welche nach dem magnetoresistiven Prinzip arbeitet, und
Fig. 20a bis c	einen Ausschnitt des Weg-Zeit-Diagramms bzw. Diagramme mit den über der Zeit aufgetragenen, von den Ausführungsformen gemäß Fig. 18 bzw. 19 erzeugten Signalen und Zeitmarken für den Fall, daß der Aufschlagpunkt des	35	Fig. 25b	ein elektrisches Schaltschema zu der Ausführungsform gemäß Fig. 25a.
Aus Fig. 1 ist die Bewegung des Schlagkolbens während des Arbeitshubes in Schlagrichtung, d. h. zwischen dem oberen Totpunkt s_0 und dem Aufschlagpunkt s_A, sowie während des Rückhubes, d. h. zwischen dem Aufschlagpunkt und dem oberen Totpunkt, ersichtlich. Die den Arbeitshub und den Rückhub beschreibenden Linienzüge verlaufen in der Nähe des Aufschlagpunktes annähernd geradlinig.				
Durch die Bewegung des Schlagkolbens werden kurz vor und kurz hinter dessen Aufschlagpunkt s_A - nach Zurücklegen jeweils eines vorgegebenen Hubwegabschnitts ($s_1 - s_2$) - jeweils zwei Zeitmarken t_1, t_2 bzw. t_3, t_4 ausgelöst, deren Zeitabstand $\Delta t_1 = t_2 - t_1$ bzw. $\Delta t_3 = t_4 - t_3$ ermittelt wird (vgl. dazu Fig. 2a und 2b).				
Weiterhin wird der Zeitabstand T (entsprechend der Periodendauer) zwischen einer Zeitmarke (beispielsweise $t_{1,n}$) und der entsprechenden Zeitmarke des nachfolgenden Arbeits- bzw. Rückhubes (beispielsweise $t_{1,n+1}$) gemessen, aus dessen Kehrwert sich die Schlagzahl z des Schlagwerks be-				

stimmen läßt ($z = 1/T$).

Unter Verwendung der Zeitabstandsgleichungen

$$t_3 - t_2 = \Delta t_2; t_A - t_2 = t_x; t_3 - t_A = t_y$$

lassen sich die weiteren charakteristischen Kenngrößen des Schlagwerks wie folgt berechnen:

Aufschlaggeschwindigkeit des Schlagkolbens:

$$V_A \approx \Delta s / \Delta t_1 = (s_2 - s_1) / (t_2 - t_1)$$

Rückfluggeschwindigkeit des Schlagkolbens:

$$V_R \approx \Delta s / \Delta t_3 = (s_2 - s_1) / (t_4 - t_3)$$

Aufschlagenergie:

$$E_O = m \times v_A^2 / 2 = C / (t_2 - t_1)^2$$

Schlagleistung:

$$N = E \times z$$

Reflexionsenergie:

$$E_R = m \times v_R^2 / 2 = C / (t_4 - t_3)^2$$

Reflexionsfaktor:

$$R = E_R / E_O = ((t_2 - t_1) / (t_4 - t_3))^2$$

Lage der Aufschlagebene:

Der Abstand zwischen der Aufschlagebene bei $s = s_A$ und der Stellung des Schlagkolbens bei $s = s_2$ wird mit a_0 bezeichnet; daraus ergibt sich $s_A - s_2 = a_0$.

Falls der Schlagkolben den Meißel nicht an der Stelle $s = s_A$, sondern an einer beliebigen Stelle trifft, so ergibt sich daraus die Abweichung:

$$\Delta a = a_0 \pm a = a_0 \pm \Delta s \times \Delta t_2 / (\Delta t_1 + \Delta t_3)$$

Im einzelnen läßt sich die Größe a dabei errechnen unter Benutzung der Gleichungen:

$$v_A \approx \Delta s / \Delta t_1 \approx (\Delta s + a) / (\Delta t_1 + t_x)$$

$$v_R \approx \Delta s / \Delta t_3 \approx (\Delta s + a) / (\Delta t_3 + t_y)$$

$$t_x + t_y = \Delta t_2 \text{ (d.h. } t_x = \Delta t_2 - t_y)$$

$$a = \Delta s \times \Delta t_2 / (\Delta t_1 + \Delta t_3)$$

Unter den zuvor genannten Voraussetzungen lassen sich also alle genannten charakteristischen Kenngrößen des Schlagwerks ermitteln, falls die in Frage kommenden Zeitabstandswerte bekannt sind.

Die Größe m (entsprechend der Masse des Schlagkolbens) stellt dabei ebenso eine konstruktive vorgegebene Konstante dar wie der Abstandswert Δs , dem die Zeitmarken t_1 , t_2 bzw. t_3 , t_4 zugeordnet sind.

Diese werden - ausgelöst durch die Bewegung des mit zumindest einer Markierung versehenen Schlagkolbens - von einer noch zu beschreibenden Sensoreinheit erzeugt.

Der grundsätzliche Aufbau und die Arbeitsweise des Erfindungsgegenstandes sind der Fig. 3 entnehmbar. Ein Hydraulikaggregat 1 als Energiequelle erzeugt die Hydraulik-Leistung, die im Schlagwerk 2 in Schlagleistung dadurch umgesetzt wird, daß ein durch das Schlagwerk angetriebener Meißel 3 in einer Folge von Einzelschlägen mit der Energie (Aufschlagenergie) E_O auf das zu bearbeitende Material 4 einwirkt. Abhängig von den Betriebsverhältnissen wird ein Teil der Aufschlagenergie als Reflexionsenergie E_R vom Material 4 über den Meißel 3 auf das Schlagwerk 2 zurückübertragen.

Die Lage des Schlagwerks 2 bezüglich des Materials 4 läßt sich mittels einer Führungseinheit 5 verändern und an die Betriebsverhältnisse anpassen.

Die Bewegung des mit dem Meißel 3 zusammenwirkenden, beispielsweise in Fig. 5 dargestellten Schlagkolbens 26 während des Arbeitshubes (d.h. in Schlagrichtung) löst kurz vor und während des Rückhubes kurz nach dem Aufschlag (hervorgerufen durch das Zusammenwirken einer Sensoreinheit 38 mit mindestens einer Markierung 40 bzw. 41, dargestellt beispielsweise in Fig. 5, jeweils zwei Zeitmarken aus, aus denen in einer Auswertung 6 die Periodendauer des Arbeitszyklus und der Zeitabstand zwischen den beiden Zeitmarken sowohl des Arbeitshubes als auch des Rückhubes ermittelt werden.

Der Auswertung 6 ist ein Rechner 7 nachgeschaltet, mit dem unter Berücksichtigung der Größe des Hubwegabschnitts - welcher den Zeitmarken zugeordnet ist - die bereits zuvor erwähnten charakteristischen Kenngrößen (Schlagzahl, Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit des Schlagkolbens, Auf-

schlagenergie, Schlagleistung, Reflexionsenergie, Reflexionsfaktor, Lage der Aufschlagebene und zeitliche Änderung der Lage der Aufschlagebene) fortlaufend bestimmt und (abgesehen allenfalls von der Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit des Schlagkolbens) mittels einer Anzeigeeinheit 8 erkennbar und auswertbar gemacht werden.

Über die Anzeigeeinheit erhält die Bedienungsperson 9 wichtige Hinweise über die Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials 4, den Verschleiß an der Spitze 3 a des Meißels 3, die Führung des Schlagwerks, die Lage und Verschiebung der Aufschlagebene, den Verschleiß der die Aufschlagebene bestimmenden Komponenten und die Leistung des Schlagwerks.

Abhängig von den erkennbar gemachten Werten der Kenngrößen kann die Bedienungsperson 9 über die Führungseinheit 5 auf die Stellung des Schlagwerks 2 bezüglich des Materials 4 einwirken.

Das Hydraulikaggregat 1 ist mit einem Regler 10 ausgestattet, der es gestattet, beispielsweise durch Veränderung des Hydraulikdrucks die Aufschlagenergie des Schlagwerks zu verändern. Diesem ist außerdem ein Regler 11 zugeordnet, über welchen sich in bekannter Weise die Schlagzahl beeinflussen läßt.

Die mittels des Rechners 7 fortlaufend ermittelten Werte können - zumindest teilweise - unmittelbar als Eingangsgrößen den Reglern 10, 11 zugeführt werden. Zusätzlich oder statt dessen kann die Bedienungsperson auf Grund der mittels der Anzeigeeinheit 8 erkennbar gemachten Werte der Kenngrößen - durch Verstellung der jeweiligen Reglerkennlinie - auf die Regler 10 und 11 einwirken und damit das Betriebsverhalten des Schlagwerks 2 verbessern bzw. optimieren.

Das Trägergerät, an dem das Schlagwerk 2 über die zuvor erwähnte Führungseinheit 5 lageeinstellbar befestigt ist, besteht bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 aus einem Raupenfahrzeug 12 mit einer schwenkbaren Plattform 13; auf dieser ist einerseits das als Energiequelle dienende Hydraulikaggregat 1 und andererseits eine Kabine 14 nebst Steuerstand 14a für die Bedienungsperson angeordnet.

Die Führungseinheit 5 weist mehrere Schwenkarme 15, 16, 17 a/b auf, die über an ihnen angreifende Hydraulik-Zylinderaggregate 18, 19 und 20 bewegbar sind, sowie eine mit dem Schlagwerk 2 verbundene Halterung 21. Diese ist gleichzeitig an die Schwenkarme 16 und 17b angelenkt. Der Schwenkarm 15 stützt sich drehbar an einem Tragteil 22 ab, das seinerseits mittels eines Hydraulik-Zylinderaggregats 23 bezüglich der Plattform 13 höhenverstellbar ist.

Der Steuerstand 14a steht über ein Leitungsbündel 24 - welches Schläuche für die Energieversorgung sowie Meß- und Steuerleitungen enthält

- mit dem Schlagwerk 2 in Verbindung. Ein zweites Leitungsbündel 25 führt vom Steuerstand 14 a zum Hydraulikaggregat 1; es enthält neben den Druck- und Rücklaufschläuchen auch eine Steuerleitung.

Der Steuerstand 14 a umfaßt die (anhand der Fig. 3 erläuterten) Geräte, die eine Optimierung des Betriebsverhaltens des Schlagwerks 2 ermöglichen, nämlich die Anzeigeeinheit 8 nebst Rechner 7 und Auswertung 6 sowie die Regler 10 und 11.

Das in Fig. 5 beispielhaft dargestellte Schlagwerk 2 weist einen Schlagkolben 26 mit einer Schlagkolbenspitze 26 a auf, welche dem Meißel 3 zugewandt ist und während des Betriebes des Schlagwerks in der Aufschlagebene S-S auf den Meißel auftrifft. Der Schlagkolben 26 selbst ist in einem an seiner Rückseite 27 a verschlossenen Zylinder 27 im Sinne des Doppelpfeils 28 in Längsrichtung hin und her beweglich geführt.

Der von der Schlagkolbenspitze 26 a abgewandte antriebsseitige Endabschnitt des Schlagkolbens ist als Hohlkolbenabschnitt 26 b ausgebildet, welcher teilweise in einen mit Druckgas gefüllten Gasraum 29 hineinragt, dieser ist über eine nicht dargestellte Leitung an einen Druckgasspeicher oder eine Druckgasquelle anschließbar und kann dadurch nachgefüllt werden kann.

Unter der Einwirkung des Druckgases wird der Schlagkolben 26 einerseits während des Arbeitshubes in Schlagrichtung (Pfeil 28 a) beschleunigt und andererseits während des Rückhubes (Pfeil 28 b) abgebremst.

Im Anschluß an den Hohlkolbenabschnitt 26 b weist der Schlagkolben zwei Absätze 26 c und 26 d auf, die in axialer Richtung mit dem Zylinder zwei Ölräume 30 und 31 begrenzen. Der von dem Hohlkolbenabschnitt 26 b mitbegrenzte Ölraum 30 liegt dabei - im Gegensatz zum Ölraum 31 - in der Nähe des Gasraums 29.

Die beiden Ölräume stehen jeweils über eine ringförmige Aussparung 30 a bzw. 31 a und eine sich daran anschließende Leitung 32 bzw. 33 mit einer Steuerung 34 in Verbindung. Diese erzeugt in an sich bekannter Weise die periodische Bewegung des Schlagkolbens 26 im Sinne des Doppelpfeils 28 dadurch, daß sie über eine Druckleitung 35 a die Verbindung mit einer Druckölquelle (d.h. mit dem in Fig. 3 und 4 dargestellten Hydraulikaggregat 1) oder mit einer drucklosen Rücklaufleitung 35 b herstellt.

Die Steuerung 34 steht weiterhin über eine Steuerleitung 36 mit dem in Fig. 3 dargestellten Regler 11 in Verbindung. Mittels der von diesem erzeugten Regelsignale läßt sich die Schlagzahl und die Einzelschlagenergie des Schlagkolbens 26 verändern.

An der Rückseite 27 a des Zylinders 27 ist ein Haltebolzen 37 befestigt, der in den Hohlkolbenabschnitt 26 b hineinragt und dessen dem Schlagkol-

ben zugewandter Endabschnitt 37 a eine berührungslos arbeitende Sensoreinheit 38 mit einem (hier nicht dargestellten) Sensorkopf trägt. Die Sensoreinheit steht über eine durch den Haltebolzen 37 hindurchgeführte Meßleitung 39 mit der in Fig. 3 dargestellten Auswertung 6 in Verbindung.

Der Sensoreinheit 38 sind zwei in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens 26 mit Abstand voneinander angeordnete Markierungen zugeordnet; diese bestehen aus Ringnuten 40 und 41, die in der Bohrungswand 26 e des Hohlkolbenabschnitts 26 b angebracht sind.

Die quer zur Schlagkolben-Längsachse 45 ausgerichteten Ringnuten 40 und 41 sind bezüglich der Sensoreinheit 38 derart angeordnet, daß sie während des Arbeitshubes (Pfeil 28 a) kurz vor dem Auftreffen des Schlagkolbens auf den Meißel 3 und während des Rückhubes (Pfeil 28 b) kurz nach dem Aufschlagpunkt mit der Sensoreinheit in Wechselwirkung treten und dabei jeweils zwei zeitlich aufeinanderfolgende Zeitmarken (t_1 , t_2 bzw. t_3 , t_4 in Fig. 2 a, b) erzeugen; diese werden über die Meßleitung 39 der Auswertung 6 (vgl. Fig. 3) zugeführt. Der gegenseitige Abstand der Ringnuten 40 und 41 ($\Delta s = s_1 - s_2$; Fig. 2 a, b) stellt eine Konstante dar, deren Größe bekannt ist und bei der fortlaufenden Ermittlung der charakteristischen Kenngrößen des Schlagwerks mitberücksichtigt wird.

Bei der in Rede stehenden Ausführungsform ist also die Meßeinheit zur Ermittlung der Zeitabstände zwischen den hier interessierenden Zeitmarken in der Weise ausgebildet, daß die lediglich einen Sensorkopf aufweisende Sensoreinheit 38 die Bewegung des Schlagkolbens 26 während des Arbeits- und des Rückhubes über zwei an ihr vorbei bewegte Markierungen (Ringnuten 40 und 41) berührungsfrei abtastet und in impulsartig ausgebildete Zeitmarken umsetzt.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 a bis c werden die Zeitmarken durch optische Abtastung der Bewegung des Schlagkolbens 26 in Richtung des Doppelpfeiles 28 erzeugt. An der Bohrungswand 26 e des Hohlkolbenabschnitts 26 b sind dabei als Markierungen die bereits erwähnten Ringnuten 40 und 41 angebracht. Die Sensoreinheit 38 weist einen Sensorkopf 38 a bestehend aus zu- und rückführenden Lichtfasern 42 bzw. 43 auf, deren Endabschnitte 42 a bzw. 43 a in einer Ebene quer zur Schlagkolben-Längserstreckung angeordnet sind und in den Hohlkolbenabschnitt 26 b hineinragen.

Die Meßleitung 39, welche die Lichtfasern 42 und 43 aufnimmt (vgl. Fig. 6 c) mündet in die Auswertung 6 ein (vgl. dazu Fig. 3). Diese umfaßt im vorliegenden Fall zusätzlich eine Lichtquelle, welche die zuführenden Lichtfasern 42 beaufschlagt. Das an den Endabschnitten 42 a austretende Licht

trifft auf die Bohrungswand 26 e auf, wird dort reflektiert, von den Endabschnitten 43 a erfaßt und über die Lichtfaser 43 in die Auswertung zurückgeführt; in dieser können etwa auftretende Abweichungen durch Vergleich der zurückgeführten Lichtmenge mit einem vorgegebenen Lichtmengen-Sollwert fortlaufend festgestellt werden. Sobald anläßlich der Bewegung des Schlagkolbens 26 eine der beiden Ringnuten 40 bzw. 41 von dem Sensorkopf 38 a erfaßt wird, ändert sich der Wert der in die Auswertung 6 zurückgeführten Lichtmenge, d.h. der augenblickliche Istwert weicht von dem vorgegebenen Sollwert ab. Diese kurzzeitige Störung stellt eine der weiterzuverarbeitenden Zeitmarken dar (vgl. dazu Fig. 2 b).

Die Wirkung der Ringnuten 40 und 41 - die, in Schlagkolben-Längserstreckung gesehen, vorzugsweise eine geringe Breite aufweisen - läßt sich erforderlichenfalls durch geeignete Einfärbung, Beschichtung oder Auskleidung unterstützen bzw. verbessern.

Wie Fig. 6 b erkennen läßt, sind die Endabschnitte 42 a und 43 a der Lichtfasern vorteilhaft über den gesamten Umfang des Sensorkopfes 38 a angeordnet, wobei die Endabschnitte 42 a bzw.

43 a miteinander abwechseln. Deren Durchmesser und damit die Länge des Sensorkopfes in Richtung der Schlagkolben-Längserstreckung sollte im Hinblick auf eine möglichst hohe Auflösengenauigkeit möglichst gering sein.

Die mit dem Sensorkopf zusammenwirkenden Markierungen können auch andersartig ausgebildet sein. Insbesondere können die Ringnuten 40 und 41 jeweils durch einen Einsatzkörper ersetzt werden, welcher einen anderen Reflexionsgrad aufweist als die Bohrungswand 26 e außerhalb dieser Einsatzkörper.

Die Meßeinheit zur Erzeugung der erforderlichen Zeitmarken kann auch in der Weise ausgebildet sein, daß der Sensorkopf 38 a in einer Aussparung 44 des Zylinders angeordnet ist und in der Umfangsfläche des Kolbenabsatzes 26 c - quer zur Schlagkolben-Längsachse 45 liegend - zwei Ringnuten 46, 47 angebracht sind (Fig. 7).

Die beiden Zeitmarken während des Arbeitshubes und während des Rückhubes werden dadurch ausgelöst, daß sich zeitlich nacheinander die Ringnut 47 und 46 bzw. 46 und 47 an dem Sensorkopf 38 a vorbeibewegen.

Dieser kann in der zuvor beschriebenen Weise (vgl. dazu Fig. 6 a bis c) aus mehreren Lichtfasern oder auch aus einer Vielzahl Lichtfasern aufgebaut sein, deren in der Bohrung 44 liegende Endabschnitte dem Schlagkolben 26 zugewandt sind. Abhängig von der Anzahl nebeneinanderliegender Lichtfaser-Endabschnitte (vgl. Fig. 6 a bis c) erstreckt sich der Sensorkopf 38 a über einen kleineren oder größeren Teil des Umfangs des Schlag-

kolbens.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 8 werden die Zeitmarken durch eine Sensoreinheit mit zwei Sensorköpfen 38 a, 38 b hervorgerufen, denen eine einzige am Schlagkolben 26 angebrachte Markierung zugeordnet ist (Fig. 8). Diese besteht aus der Umlaufkante 26 f des Absatzes 26 c, welche dem Gasraum 29 zugewandt ist.

Die Bewegung des Schlagkolbens während des Arbeitshubes (Pfeil 28 a) hat zur Folge, daß die Umlaufkante 26 f zunächst im Zusammenwirken mit dem Sensorkopf 38 a und anschließend mit dem Sensorkopf 38 b nacheinander zwei Zeitmarken auslöst; während des Rückhubes (Pfeil 28 b) werden die Sensorköpfe im Zusammenwirken mit der Umlaufkante in umgekehrter Reihenfolge wirksam.

Abweichend von der Darstellung kann den Sensorköpfen 38 a und 38 b auch eine andersartig ausgebildete Markierung, insbesondere in Form einer Ringnut oder eines Einsatzkörpers mit abweichendem Reflexionsgrad, zugeordnet sein.

Die Ausstattung des Hohlkolbenabschnitts 26b (Fig. 9) bzw. des Schlagkolbens 26 (Fig. 10) mit zwei Ringnuten 40, 41 bzw. 46, 47 - die in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens mit einem Abstand $\Delta s = s_1 - s_2$ voneinander angeordnet sind - hat zur Folge, daß über den zugehörigen einzigen Sensorkopf 38a während des Arbeitshubes und des Rückhubes kurz vor und kurz nach dem Aufschlag (Zeitpunkt t_A in Fig. 11a) zwei Zeitmarken t_1 und t_2 bzw. t_3 und t_4 ausgelöst werden (Fig. 11b); deren gegenseitiger Zeitabstand $t_2 - t_1$ bzw. $t_4 - t_3$ ist proportional zur Kolbengeschwindigkeit auf dem Hubwegabschnitt Δs und gibt angenähert die Auftreff- bzw.

Rückfluggeschwindigkeit wieder.

Bedingt dadurch, daß sowohl die Ringnuten 40, 41 bzw. 46, 47 als auch der Sensorkopf 38a in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens eine geringe Längserstreckung aufweisen, stellen die Zeitmarken t_1 bis t_4 impulsartige Signale dar, die kurzzeitig am Ausgang des Sensorkopfes 38a anliegen.

Die Einrichtung zur Ermittlung charakteristischer Kenngrößen kann auch derart ausgebildet sein, daß einer einzigen Ringnut 40 (Fig. 12) bzw. 46 (Fig. 13) im Endabschnitt 37a des Haltebolzens bzw. im Zylinder 27 selbst zwei Sensorköpfe 38a, 38b mit gegenseitigem Abstand Δs steuerungs-technisch zugeordnet sind. Dies hat zur Folge, daß über den in Schlagrichtung des Schlagkolbens ersten Sensorkopf 38a die in Fig. 14c und über den zweiten Sensorkopf 38b die in Fig. 14b dargestellten Zeitmarken t_1 , t_4 bzw. t_2 , t_3 ausgelöst werden. Die Größe des Zeitabstandes zwischen den Zeitmarken t_2 und t_1 bzw. t_4 und t_3 gibt dabei wiederum angenähert die Größe der Auftreff- bzw. Rückfluggeschwindigkeit des Schlagkolbens wieder.

Die Zeitmarken t_1 bis t_4 lassen sich auch dadurch erzeugen, daß einem einzigen Sensorkopf 38a im Endabschnitt 37a des Haltebolzens (Fig. 15) bzw. im Zylinder 27 (Fig. 16) eine einzige Ringnut 48 bzw. 49 gegenüberliegt, deren Längserstreckung in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens mit dem Hubwegabschnitt Δs (vgl. dazu auch dazu Fig. 17a) übereinstimmt.

Eine derartige Ausgestaltung führt zur Erzeugung eines Arbeitshub-Signals AS 1 bzw. Rückhub-Signals RS 2, dessen Zeitdauer durch den Zeitabstand der zugehörigen Zeitmarken t_2 , t_1 bzw. t_4 , t_3 festgelegt ist (vgl. dazu Fig. 17b). Die Zeitmarken bilden dabei den Anfangs- bzw. Endbereich der Signale AS 1 und RS 2, d. h. deren Anstiegs- bzw. Abfall-Flanke.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 18 und 19 wirken zwei mit Abstand Δs voneinander angeordnete Sensorköpfe 38a, 38b mit einer einzigen Ringnut 50 bzw. 51 zusammen, deren Längserstreckung in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens zumindest um den Schlagkolbenweg a_0 zwischen dem Endpunkt s_2 des Arbeitshubwegabschnitts bzw. dem Anfangspunkt s_2 des Rückhubwegabschnitts und dem theoretischen Aufschlagpunkt s_A größer ist als der bereits erwähnte gegenseitige Abstand der Sensorköpfe (vgl. dazu Fig. 20a).

Die Relativbewegung zwischen den Sensorköpfen 38a, 38b und der entsprechend lang bemessenen Ringnut 50 bzw. 51 führt zur Erzeugung der in Fig. 20c und 20b dargestellten Signale MS 1 bzw. MS 2.

Die Zeitdauer des Signals MS 1, welches an dem in Schlagrichtung ersten Sensorkopf 38a (Fig. 18 bzw. 19) anliegt, entspricht dabei dem Zeitabstand zwischen den Zeitmarken t_4 und t_1 , die Zeitdauer des Signals MS 2 am zweiten Sensorkopf 38b dem Zeitabstand zwischen den Zeitmarken t_3 und t_2 .

Durch Gegenüberstellung der Signale MS 1 und MS 2 kann die Zeitdauer berechnet werden, welche der Schlagkolben für das Durchlaufen des Arbeitshub- bzw. Rückhubwegabschnitts Δs benötigt (vgl. dazu Fig. 20a).

Die Figuren 20a bis c gelten dabei für den Fall, daß der Aufschlagpunkt S_A des Schlagkolbens exakt in der theoretisch angenommenen Aufschlagebene liegt.

Die Darstellungen gemäß Fig. 21, 22 und 23a bis c beziehen sich auf die Ausführungsformen gemäß Fig. 18 und 19 mit der Besonderheit, daß der Schlagkolben zu einem einem späteren Zeitpunkt auf den Meißel 3 (vgl. dazu beispielsweise Fig. 5) auftrifft als durch den Schlagkolbenweg a_0 im Anschluß an den Hubwegabschnitt Δs festgelegt ist (Fig. 23a).

Diese Abweichung macht sich in einem grundsätzlich geänderten Verlauf des Signals am ersten Sen-

sorkopf 38a (Fig. 23c) bemerkbar; dieses zerfällt in die Teilsignale MS 1' und MS 1'', deren Anfangs- und Endbereich (entsprechend deren Anstiegs- und Abfall-Flanke) von den Zeitmarken t_1 , t_4 bzw. t'_1 , t'_4 gebildet wird. Der Zeitabstand zwischen den beiden Teilsignalen MS 1' und MS 1'' (also der Zeitunterschied zwischen den beiden Zeitmarken t'_1 und t'_4) nimmt mit größer werdender Abweichung des Aufschlagpunktes von der theoretischen Aufschlagebene zu (vgl. dazu Fig. 23a).

Die in Rede stehende Ausführungsform (gemäß Fig. 18, 19 und 21, 22) ermöglicht es also, Abweichungen von der theoretischen Aufschlagebene anhand des Verlaufs des Signals am ersten Sensor-kopf qualitativ zu erfassen und dementsprechend in den Arbeitsablauf einzugreifen:

Falls das Signal am ersten Sensorkopf 38a verschwindet, solange das Signal am zweiten Sensorkopf 38b noch anliegt, ist eine Abweichung a zwischen dem Aufschlagpunkt und der theoretischen Aufschlagebene vorhanden. Diese Information, die sich optisch erkennbar machen läßt, kann beispielsweise von einer Bedienungsperson dazu verwendet werden, die Stellung des Schlagwerks bezüglich des zu bearbeitenden Materials durch Verstellen der Führungseinheit in der Weise zu verändern, daß die zuvor erwähnte Abweichung des Aufschlagpunktes verschwindet.

Der Erfindungsgegenstand kann auch in der Weise ausgebildet sein, daß durch eine Entladung zwischen sich mit Abstand gegenüberliegenden Elektroden geeignete Zeitmarken gewonnen werden können (Fig. 24a, b).

Die Sensoreinheit weist dabei einen Sensorkopf 38a in Gestalt einer Elektrode auf, die am Endabschnitt 37a des Haltebolzens 37 angebracht ist und unter Bildung einer umlaufenden Kante seitlich über diesen hinaus in Richtung auf den Hohlkolbenabschnitt 26b des Schlagkolbens 26 vorkragt. Der Sensorkopf 38a steht über einen elektrisch leitenden Draht 52, welcher durch den nicht leitenden Haltebolzen 37 hindurchgeführt ist, mit der Seele 53a eines Hochspannungskabels 53 in Verbindung. Dessen metallischer Außenmantel 53b ist durch eine Isolierung 53c gegen die Seele 53a abgeschirmt. Der der elektrischen Rückführung dienende Außenmantel 53b ist einerseits über eine Leitung 54 mit der Rückseite 27a des Zylinders 27 und andererseits mit dem Erdpotential einer (in Fig. 24b schematisch dargestellten) Hochspannungsquelle 55 verbunden.

Die elektische Verbindung zwischen dem Zylinder 27 und dem Hohlkolbenabschnitt 26b ist durch einen im Zylinder angebrachten, leitenden Kolbenring 56 hergestellt; dieser weist ggf. Öffnungen auf, über welche die ringförmige Aussparung 30a an den Gasraum 29 angeschlossen ist.

An der Bohrungswand 26e des Hohlkolbenab-

schnitts sind als Markierungen zwei ringförmige Vorsprünge 57, 58 ausgebildet, die - in Längsrichtung des Schlagkolbens 26 gesehen - um den Abstand Δs voneinander entfernt liegen.

Die Vorsprünge 57, 58 stellen Elektroden dar, welche eine elektrische Entladung auslösen, falls Ihnen der Sensorkopf 38a - ausgelöst durch die Bewegung des Schlagkolbens 26 - gegenüberliegt.

Die Hochspannungsquelle 55 weist als wesentliche Bestandteile einen Hochspannungsgenerator 59, zwei Arbeitswiderstände 60 und einen dazu parallel geschalteten Kondensator 61 auf; letzterer steht gleichzeitig mit einem der beiden Ausgänge 62a, b der Hochspannungsquelle in Verbindung. Einer der Arbeitswiderstände 60 ist außerdem über eine Leitung 63 an die Seele 53a des Hochspannungskabels 53 angeschlossen.

Die Energieversorgung des Hochspannungsgenerators 59 erfolgt (beispielsweise mittels eines nicht dargestellten Bordnetzes) über Anschlüsse 64a, b.

Falls sich die Elektroden 38a und 57 bzw. 58 im Verlaufe der Bewegung des Schlagkolbens 26 gegenüberliegen (vgl. dazu Fig. 24a), steigt das elektrische Potential zwischen Ihnen so stark an, daß eine Funkenentladung einsetzt. Der damit verbundene Stromfluß erzeugt an den Arbeitswiderständen 60 einen Spannungsabfall, welcher über den Kondensator 61 an den Ausgängen 62a, b abgenommen und in Gestalt einer Zeitmarke einer Auswertung zugeführt werden kann (vgl. dazu Fig. 3).

Der Vorteil dieser Ausführungsform ist darin zu sehen, daß sie im Bereich des Schlagwerks mit einfachen, wenig stör anfälligen Bauelementen ausgestattet ist, die im übrigen im oberen, wenig durch Schmutz gefährdeten Abschnitt des den Schlagkolben aufnehmenden Zylinders liegen.

Abweichend von der beispielsweise in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform kann die Sensoreinheit auch mit einem Sensorkopf 38a ausgestattet sein, der - nach Art einer Feldplatte aufgebaut - nach dem magnetoresistiven Prinzip arbeitet (Fig. 25a, b). Dabei kommen Halbleiterwerkstoffe zur Anwendung, welche ihren elektrischen Widerstand erheblich ändern, falls das sie durchflutende Magnetfeld sich ändert.

Bei der hier angesprochenen Ausführungsform sind - der Bohrungswand 26e des Hohlkolbenabschnitts 26b gegenüberliegend - in dem Endabschnitt 37a des Haltebolzens 37 zwei Halbleiterwiderstandselemente 65, 66 angebracht. Diese bilden miteinander einen Differentialwiderstand und werden von dem Magnetfeld (angedeutet durch die Feldlinien 67a, b) eines Dauermagneten 67 durchsetzt. Der Differentialwiderstand der nach Art einer Feldplatte angeordneten Halbleiterwiderstandselemente 65, 66 bleibt solange konstant, solange die zylindrische Bohrungswand 26e den Teilen 65, 66

gegenüberliegt. Beim Vorbeilauf der Ringnuten 40, 41 infolge der Bewegung des Schlagkolbens ändert sich mit dem Verlauf der Feldlinien die magnetische Durchflutung der Halbleiterwiderstandselemente 65, 66 und damit deren elektrischer Widerstand.

Die Anschlüsse 68a bis c der Halbleiterwiderstandselemente 65, 66 stehen über ein dreiadriges Kabel 69 (vgl. dazu Fig. 25b) - welches durch den Haltebolzen 37 nach außen geführt ist (vgl. dazu auch Fig. 5) - mit einer Schaltung 70 in Verbindung, die über Anschlußklemmen 71a, b mit Energie versorgt wird. An den Ausgängen 72a, b sind die Spannungsänderungen abgreifbar, die als Folge einer Widerstandsänderung in den Teilen 65, 66 auftreten.

Diese Spannungsänderungen, die während des Arbeits- und des Rückhubes des Schlagkolbens jeweils durch den Vorbeilauf der beiden Ringnuten 40, 41 ausgelöst werden, lassen sich in Zeitmarken umwandeln, wie sie beispielsweise in Fig. 2b dargestellt sind.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht darin, daß sich anhand einfacher Meßvorgänge, die kurz vor und kurz nach dem Aufschlag des Schlagkolbens durchgeführt werden, je nach Bedarf eine kleinere oder größere Anzahl charakteristischer Kenngrößen eines Schlagwerks fortlaufend bestimmen läßt, so daß die Möglichkeit besteht, das Betriebsverhalten des Schlagwerks wechselnden Betriebsverhältnissen im Sinne einer Optimierung anzupassen.

Die Erfindung läßt sich dabei unter Verwendung von Sensoreinheiten mit einem oder mehreren Sensorköpfen verwirklichen, die es gestatten, aus der Bewegung des Schlagkolbens während des Arbeits- und Rückhubes mit guter Annäherung unmittelbar und fortlaufend die Größe der Auftreff- und der Rückfluggeschwindigkeit des Schlagkolbens zu ermitteln.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung charakteristischer Kenngrößen zum Zwecke der Beeinflussung des Betriebsverhaltens eines Schlagwerks mit einem Schlagkolben, der unter Beaufschlagung durch ein fluides Antriebsmittel wechselweise einen Arbeitshub in Schlagrichtung und einen Rückhub ausführt, **gekennzeichnet** durch folgende Merkmale:

- die Auftreffgeschwindigkeit des Schlagkolbens kurz vor und seine Rückfluggeschwindigkeit kurz nach dem Aufschlag werden dadurch bestimmt, daß durch eine der Schlagkolbenbewegung entsprechende Relativbewegung jeweils mehrere einem Arbeitshub- bzw. Rückhubwegab-

schnitt zugeordnete, mit Zeitabstand aufeinanderfolgende Zeitmarken ausgelöst und die Zeitabstände zwischen den aufeinanderfolgenden Zeitmarken des Arbeits- und des Rückhubes ermittelt werden;

- aufgrund der Werte der Zeitabstände zwischen den aufeinanderfolgenden Zeitmarken des Arbeits- und des Rückhubes wird unter Berücksichtigung der Größe des jeweiligen Hubwegabschnitts außer der Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit zumindest eine der weiteren charakteristischen Kenngrößen - Schlagzahl, Aufschlagenergie, Schlagleistung, Reflexionsenergie, Reflexionsfaktor, Lage der Aufschlagebene und zeitliche Änderung der Lage der Aufschlagebene - fortlaufend bestimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Arbeits- und des Rückhubes jeweils zwei Zeitmarken ausgelöst werden.

3. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitmarken durch eine Relativbewegung zwischen zumindest einem Sensorkopf und zumindest einer von diesem abgetasteten Markierung ausgelöst werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der Zeitmarken während des Arbeits- und des Rückhubes jeweils zwei Markierungen abgetastet werden.

5. Einrichtung zur Ermittlung charakteristischer Kenngrößen zum Zwecke der Beeinflussung des Betriebsverhaltens eines Schlagwerks mit einem Zylinder und einem in diesem geführten Schlagkolben, der unter Einwirkung eines fluiden Antriebsmittels - welches über eine Steuerung wechselweise an eine Druckquelle sowie an einen drucklosen Rücklauf anschließbar ist - abwechselnd einen Arbeitshub in Schlagrichtung und einen Rückhub ausführt, zur Durchführung des Verfahrens nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch folgende Merkmale:

- der Zylinder (27) weist eine Sensoreinheit (38) auf, mit der zumindest eine an dem Schlagkolben (26) angebrachte Markierung (40, 41, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 26f bzw. 57, 58) in Wechselwirkung bringbar ist, wobei unter Einwirkung der Markierung auf die Sensoreinheit die Kolbenbewegung kurz vor und kurz nach

- dem Aufschlag des Schlagkolbens jeweils mehrere Zeitmarken (t_1 , t_2 bzw. t_3 , t_4) auslöst, anhand derer die für den zugehörigen Arbeitshub- bzw. Rückhubwegabschnitt (Δs) benötigte Zeitspanne mittels einer Auswertung (6) bestimmbar ist;
- der Auswertung (6) ist ein Rechner (7) nachgeschaltet, mit dem anhand der ermittelten Zeitabstände zwischen den Zeitmarken (t_1 , t_2 bzw. t_3 , t_4) des Arbeits- bzw. des Rückhubes unter Berücksichtigung der Größe des zugehörigen Hubwegabschnitts (Δs) außer der Größe der Auftreff- und Rückfluggeschwindigkeit (v_A bzw. v_R) zumindest eine der charakteristischen Kenngrößen - Schlagzahl (z), Aufschlagenergie (E_0), Schlagleistung (N), Reflexionsenergie (E_R), Reflexionsfaktor (R), Lage der Aufschlagebene (Δa) und zeitliche Änderung der Lage der Aufschlagebene ($\Delta a/\Delta t$) - fortlaufend bestimmt wird.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinheit (38) einen in Richtung auf die Zylinderbohrung wirksamen Sensorkopf (38a) aufweist, an dem vorbei zwei Markierungen (40, 41 bzw. 46, 47) hin- und herbewegbar sind, die in Bewegungsrichtung (Pfeil 28) des Schlagkolbens (26) mit Abstand (Δs) aufeinanderfolgen.
7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinheit (38) zwei Sensorköpfe (38a, 38b) aufweist, die in Bewegungsrichtung (Pfeil 28) des Schlagkolbens (26) mit Abstand (Δs) voneinander angeordnet sind.
8. Einrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 5 und 7, wobei der rückwärtige Endabschnitt des Schlagkolbens (26) als Hohlkolbenabschnitt (26b) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Hohlkolbenabschnitt ein parallel zur Schlagkolben-Längsachse (45) ausgerichteter Haltebolzen (37) hineinragt, der an dem Zylinder (27) befestigt ist und die mit zumindest einem Sensorkopf (38a bzw. 38b) ausgestattete Sensoreinheit (38) trägt, und daß die zumindest eine Markierung an der Bohrungswand (26e) des Hohlkolbenabschnitts (26b) angebracht ist.
9. Einrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 5 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinheit (38) einen Sensorkopf (38a) aufweist, an dem vorbei eine Markierung hin- und
- herbewegbar ist, wobei der Sensorkopf oder die Markierung derart angeordnet und seine bzw. ihre Länge in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens (26) derart bemessen ist, daß die Markierung außerhalb des Wirkbereichs des Sensorkopfes liegt, bevor der den Arbeitshub (Pfeil 28a) bzw. den Rückhub (Pfeil 28b) ausführende Schlagkolben (26) den Aufschlagpunkt (S_A) bzw. den oberen Umkehrpunkt (s_0) erreicht hat.
10. Einrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 5 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinheit (38) zwei Sensorköpfe (38a, 38b) aufweist, an denen vorbei eine Markierung (50 bzw. 51) in Bewegungsrichtung (Pfeil 28) des Schlagkolbens (26) hin- und herbewegbar ist, wobei die Markierung eine Länge aufweist, die zumindest um den Schlagkolbenweg (a_0) zwischen dem Endpunkt (s_2) des Arbeitshubwegabschnitts (Δs) bzw. dem Anfangspunkt (s_2) des Rückhubwegabschnitts (Δs) und dem theoretischen Aufschlagpunkt (s_A) größer ist als der gegenseitige Abstand (Δs) der Sensorköpfe in Bewegungsrichtung des Schlagkolbens.
11. Einrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Sensorkopf (38a) und die zumindest eine Markierung (57, 58) als Elektroden ausgebildet sind, zwischen denen anläßlich der größtmöglichen gegenseitigen Annäherung eine elektrische Entladung stattfindet, wobei jeder Sensorkopf an eine ihn beaufschlagende Spannungsquelle (55) angeschlossen ist.
12. Einrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Sensorkopf (38a) als nach dem magnetoresistiven Prinzip arbeitender Feldplatten-Geber mit zumindest einem Halbleiterwiderstandselement (65, 66) aufgebaut ist, dessen Widerstand sich mit dem Vorbeilauf der zumindest einen Markierung (40, 41) ändert.

FIG.1

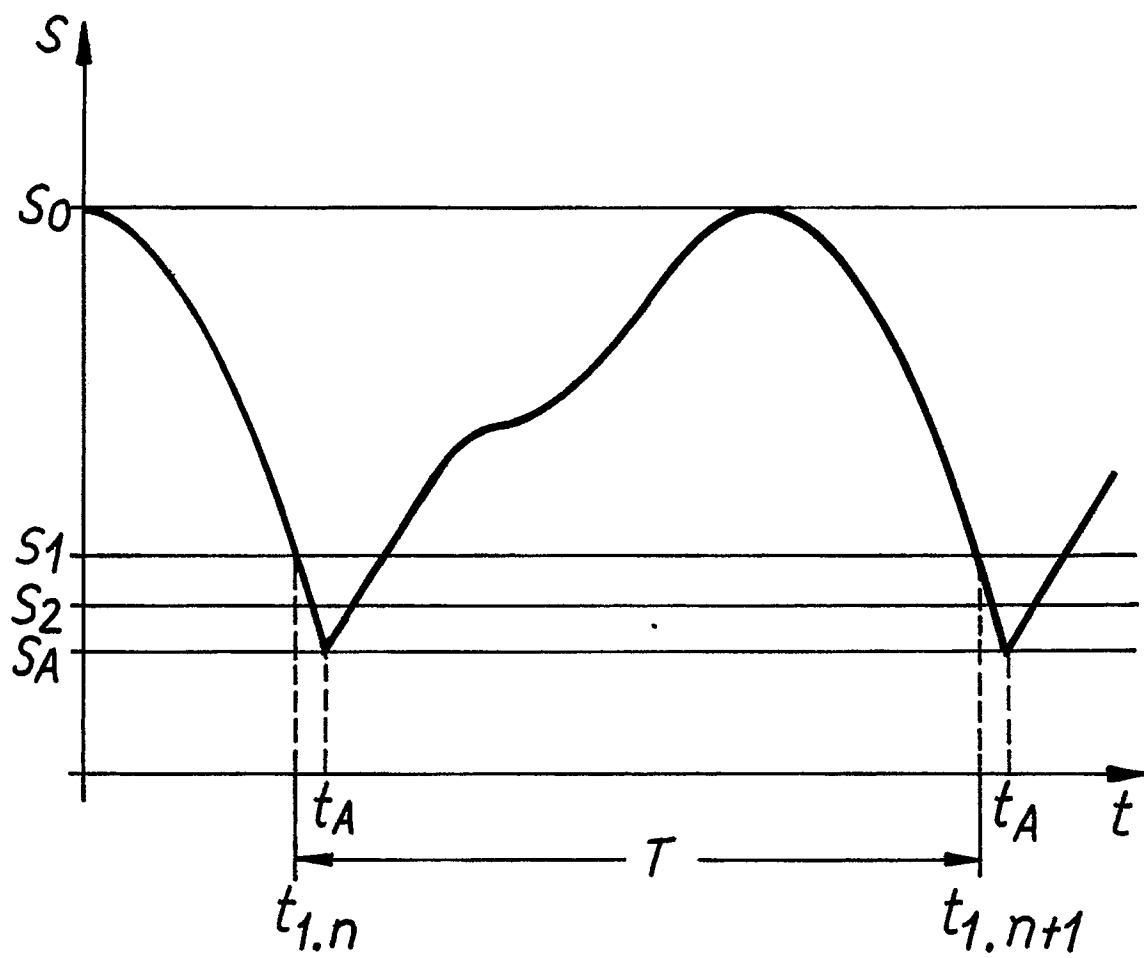


FIG. 2a

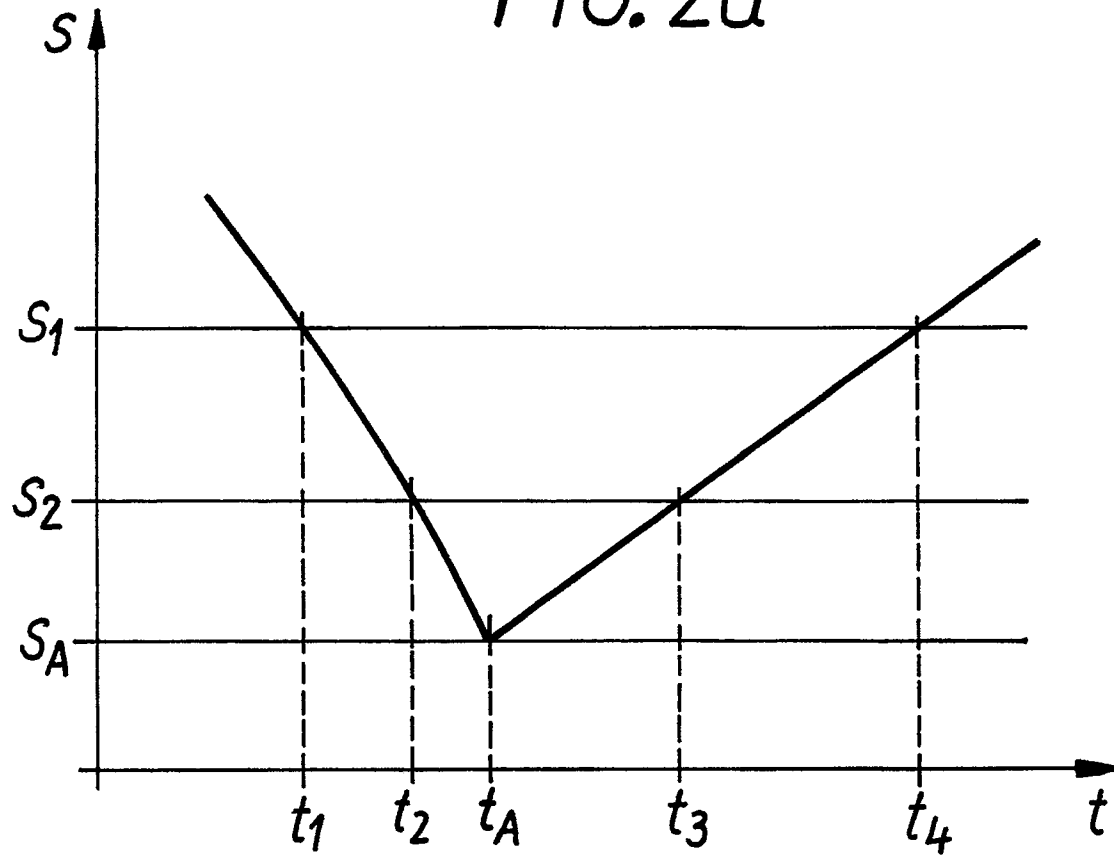


FIG. 2b

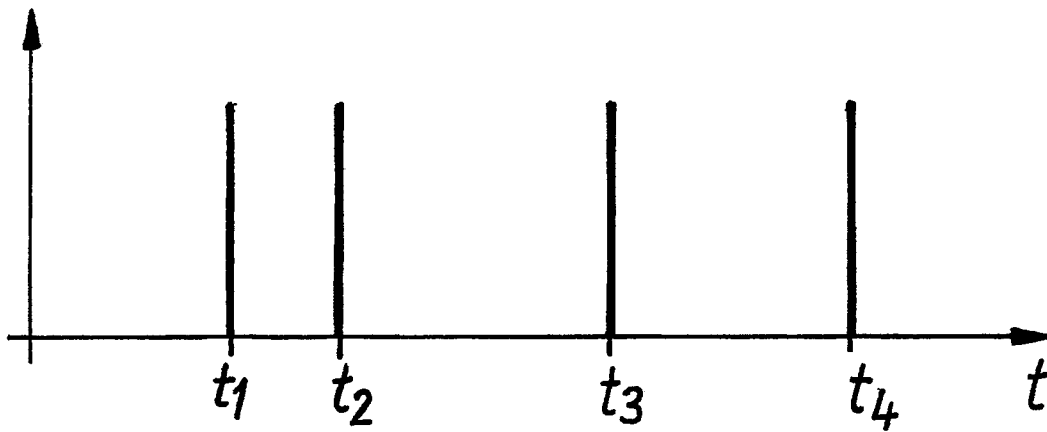


FIG. 3

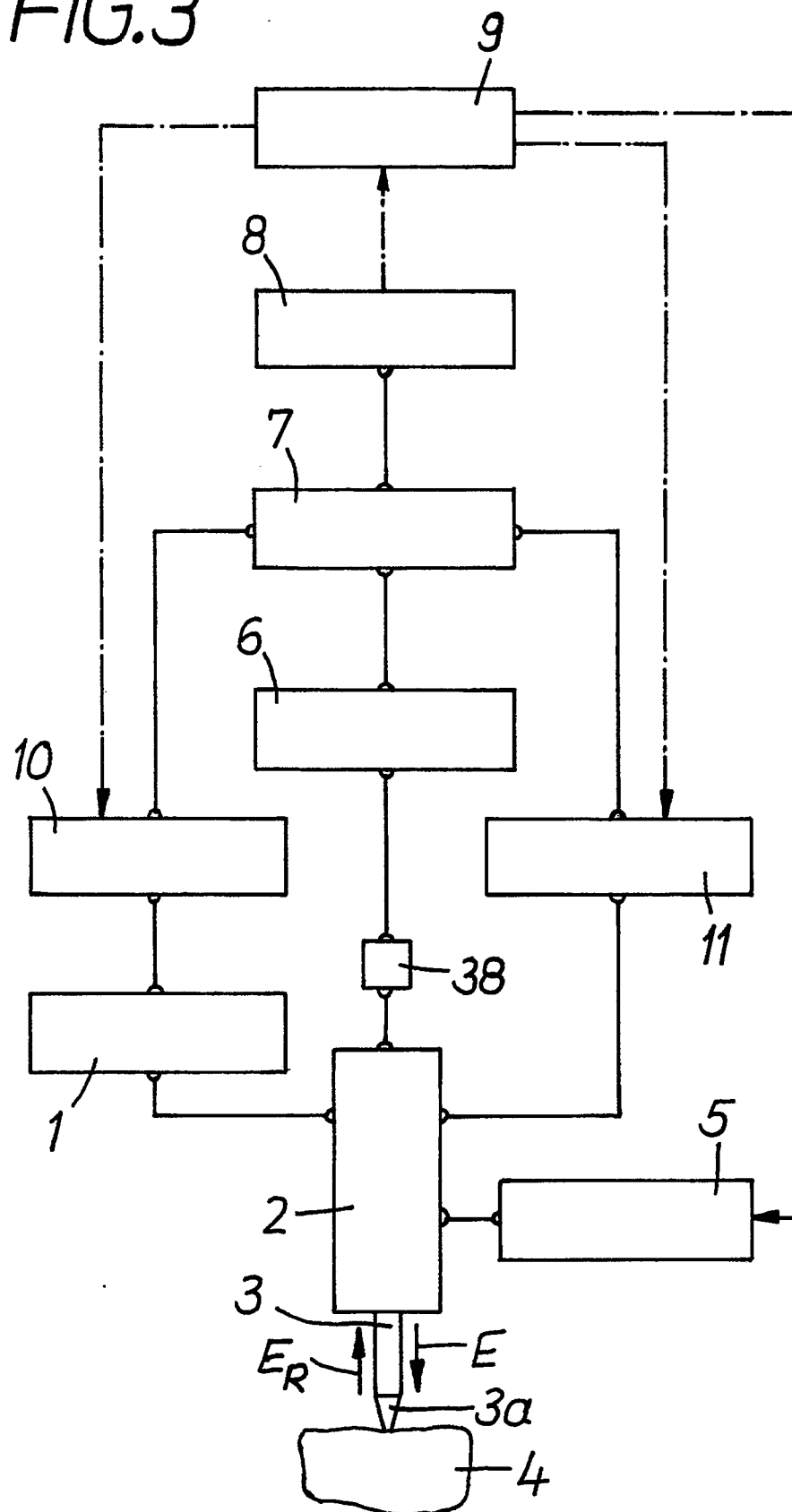


FIG. 4

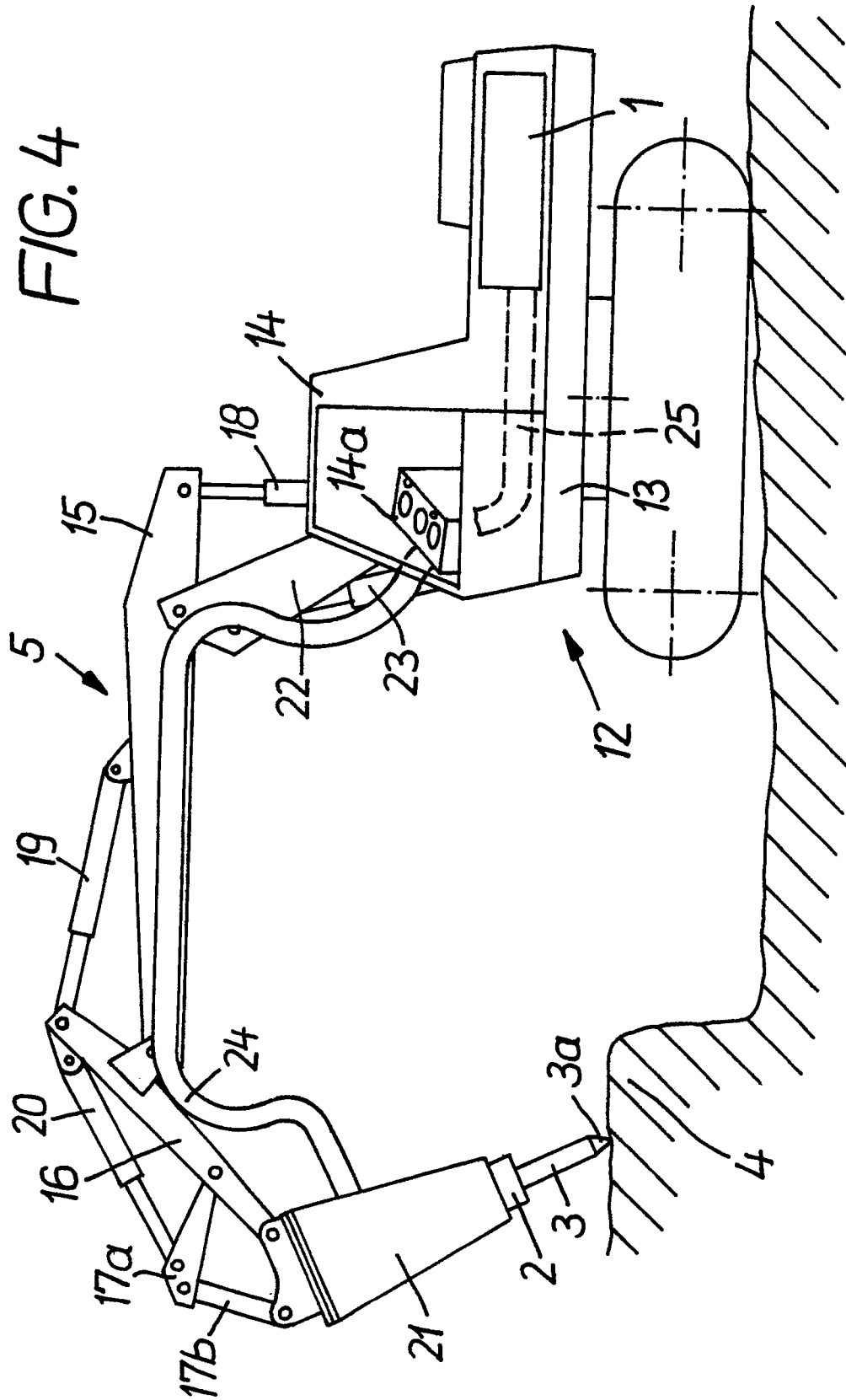
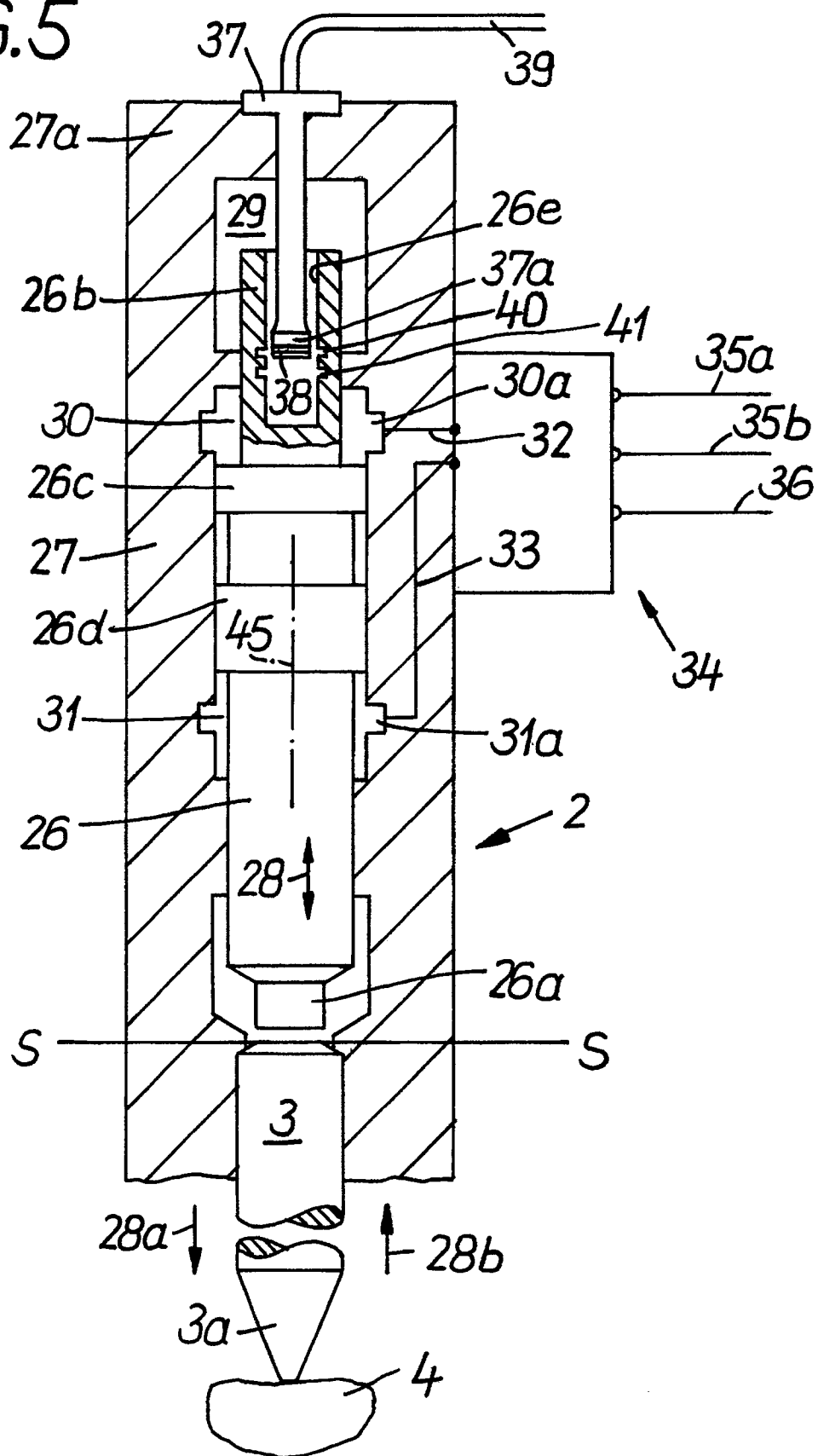


FIG. 5



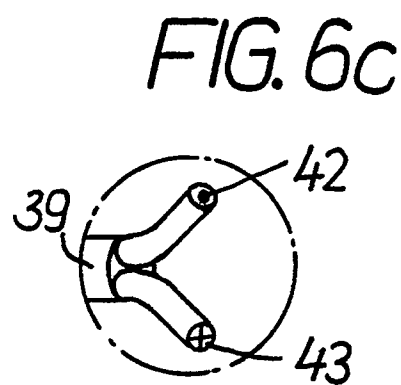
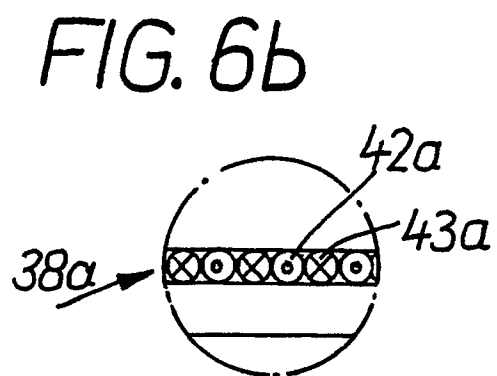
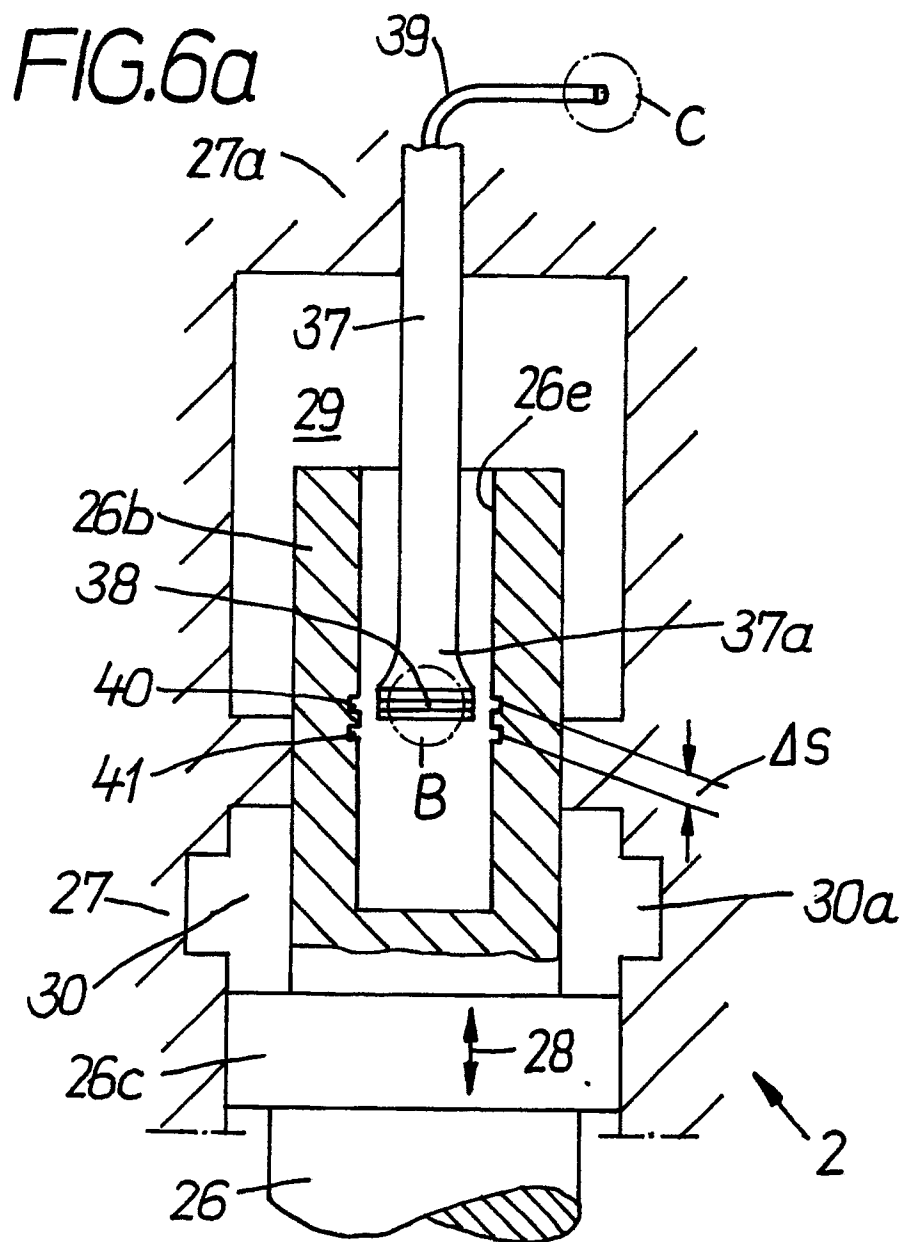


FIG. 7

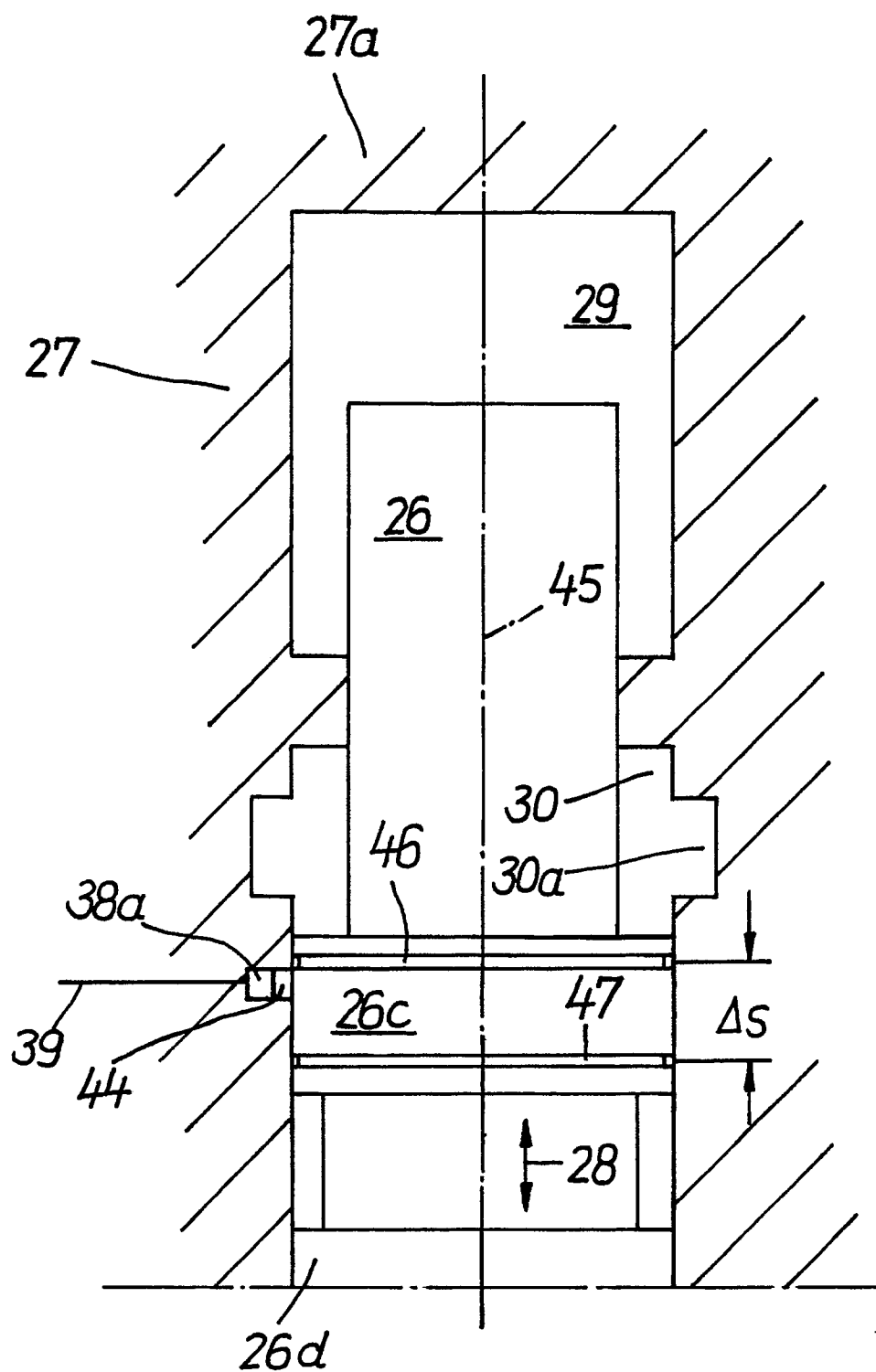


FIG. 8

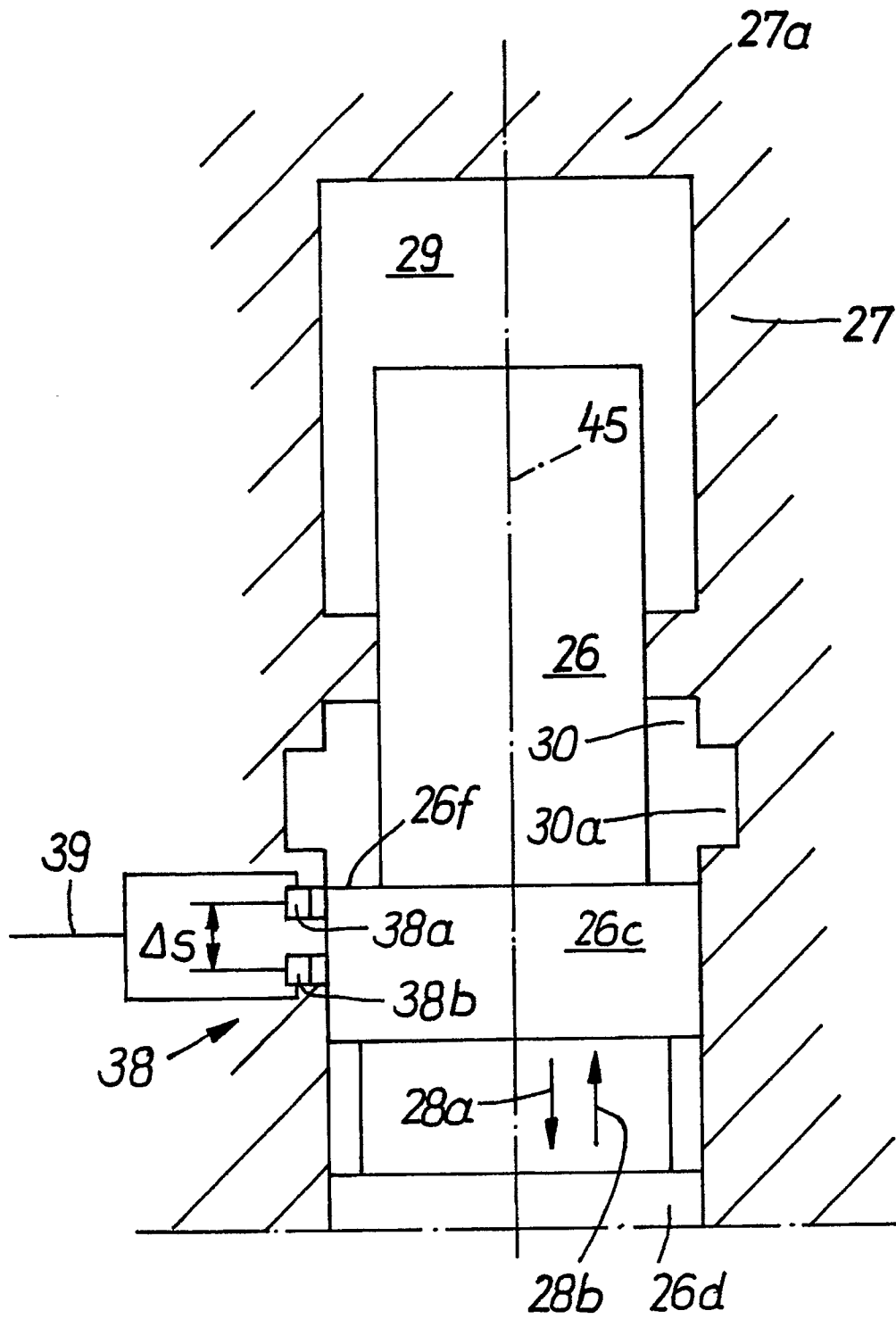


FIG. 10

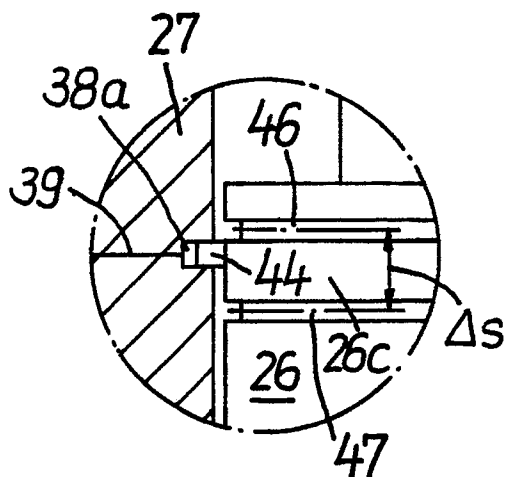


FIG. 9

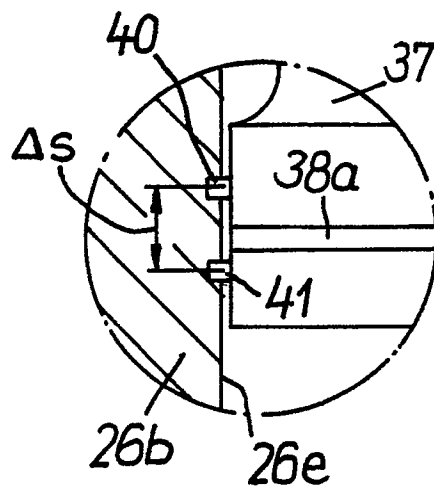


FIG. 11a

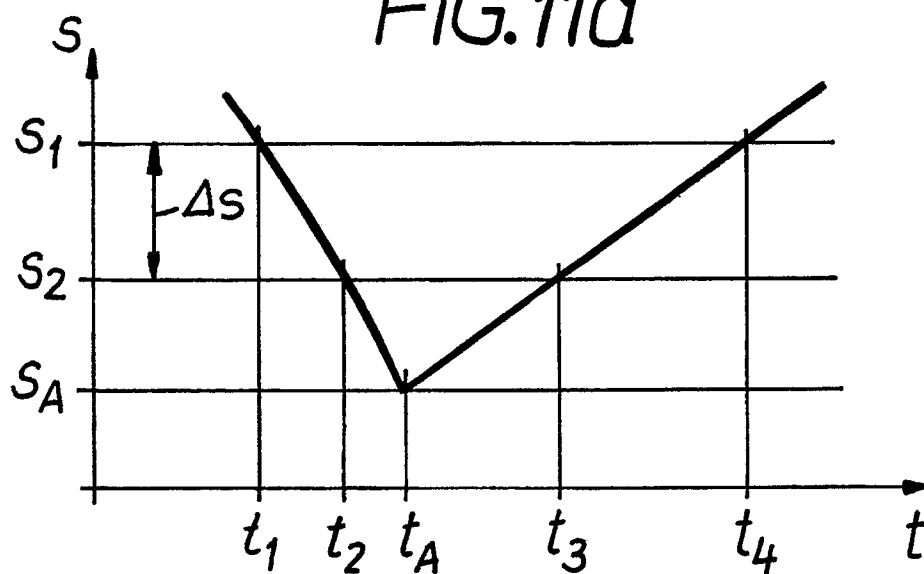


FIG. 11b

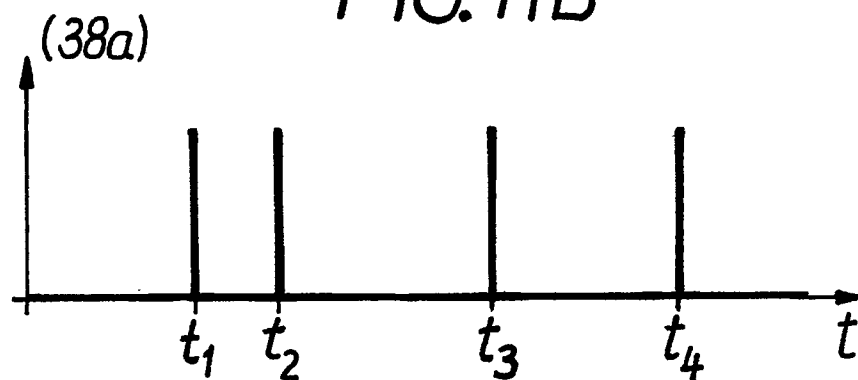


FIG. 13

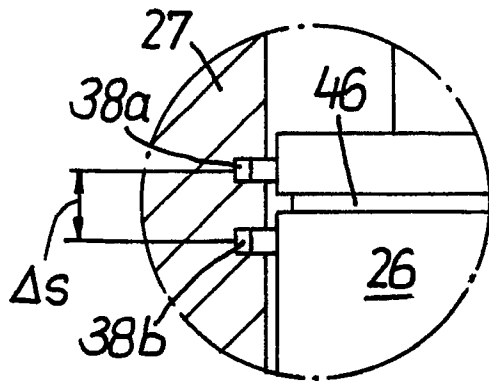


FIG. 12

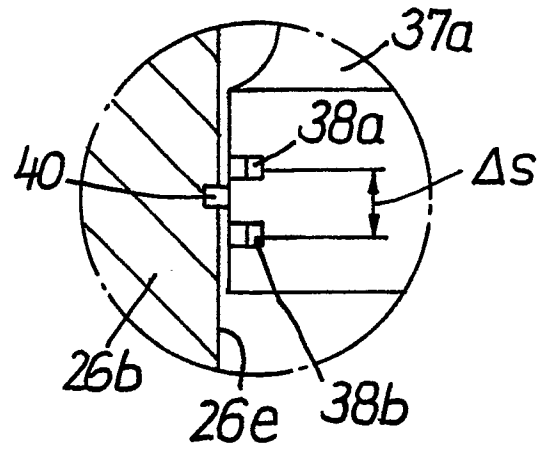
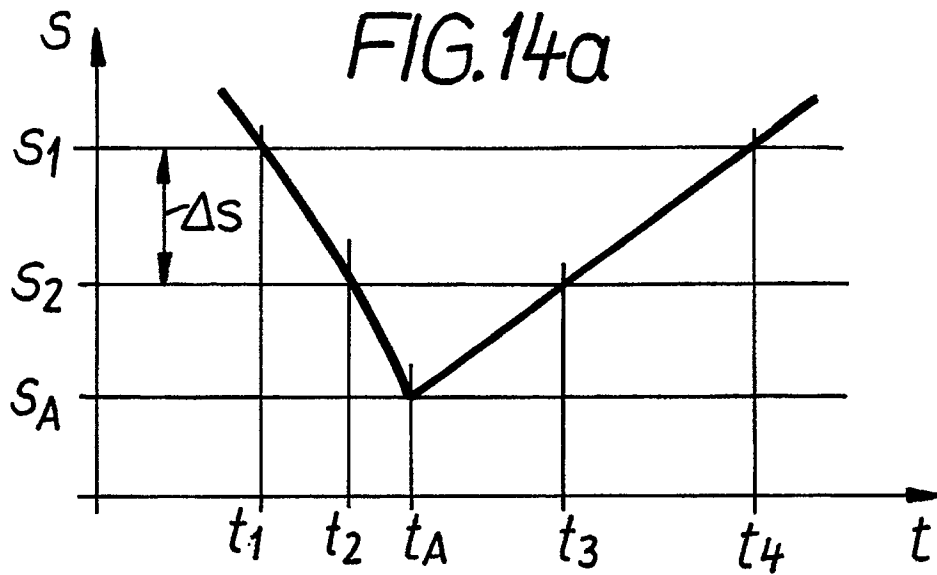


FIG. 14a



(38b)

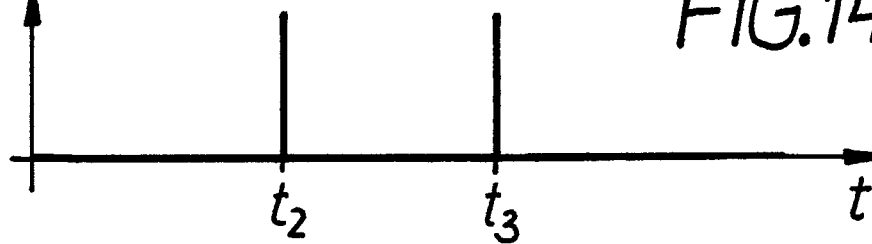


FIG. 14b

(38a)



FIG. 14c

FIG. 16

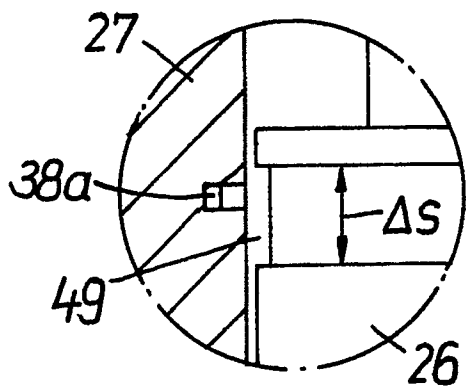


FIG. 15

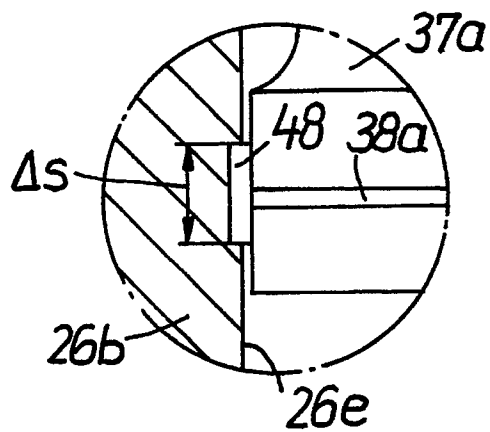


FIG. 17a

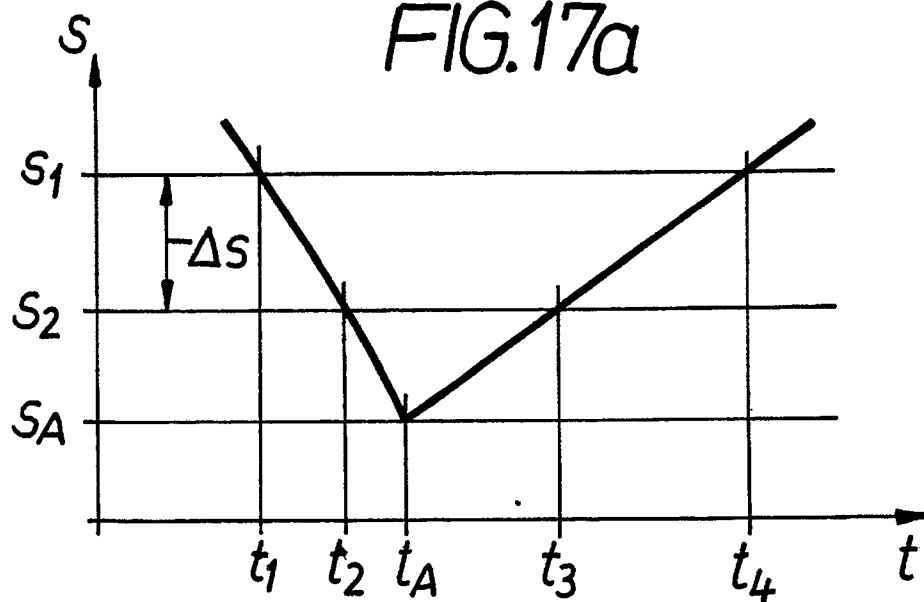
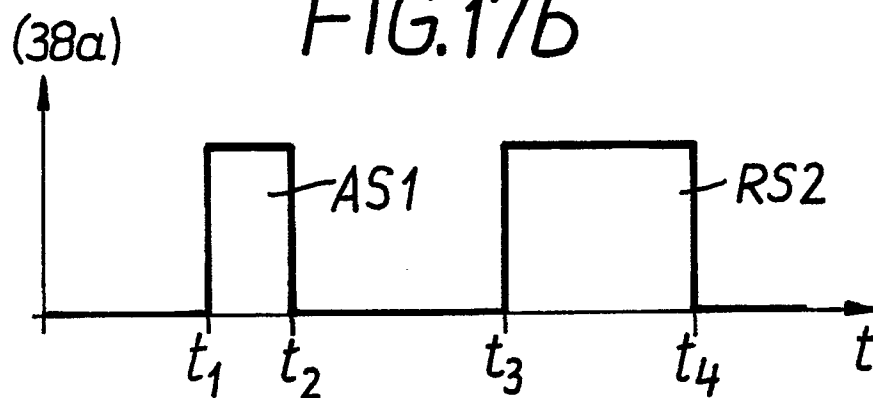
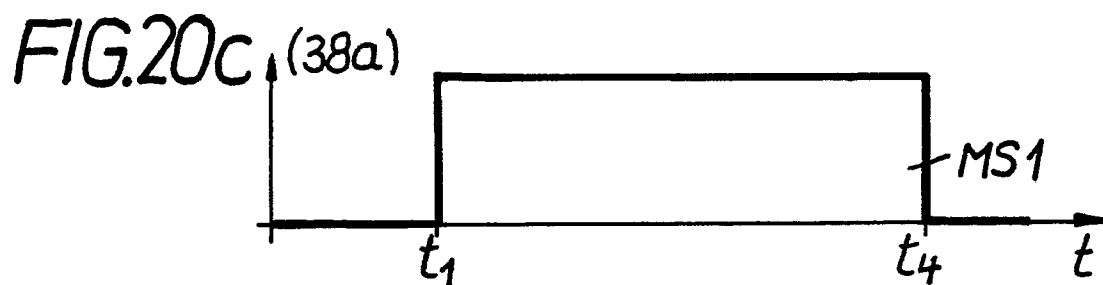
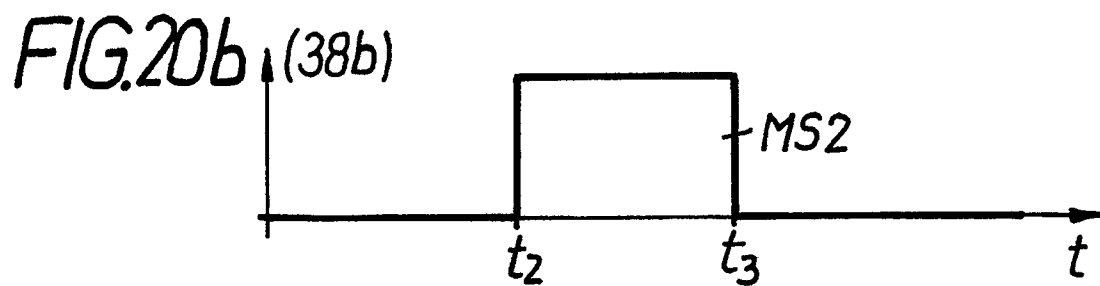
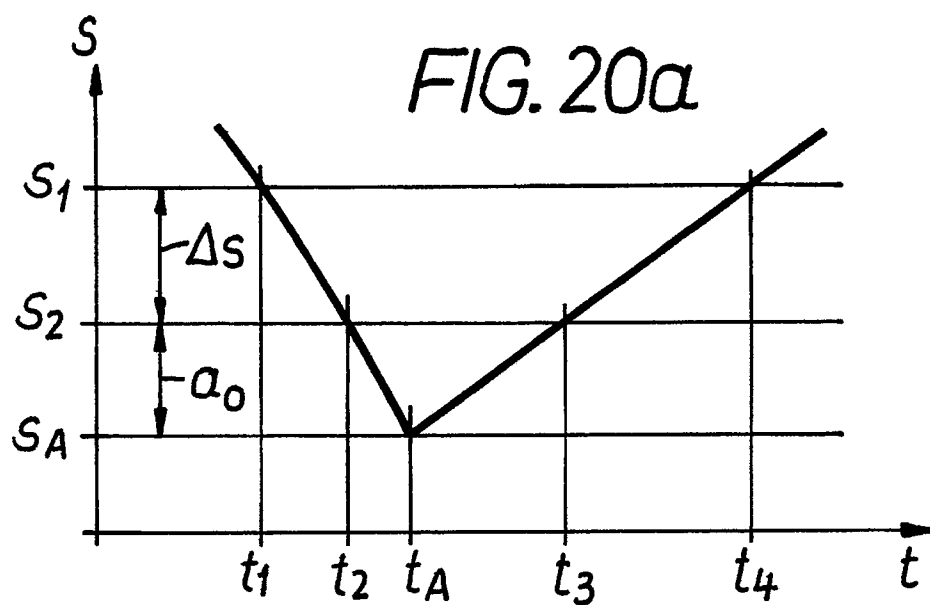
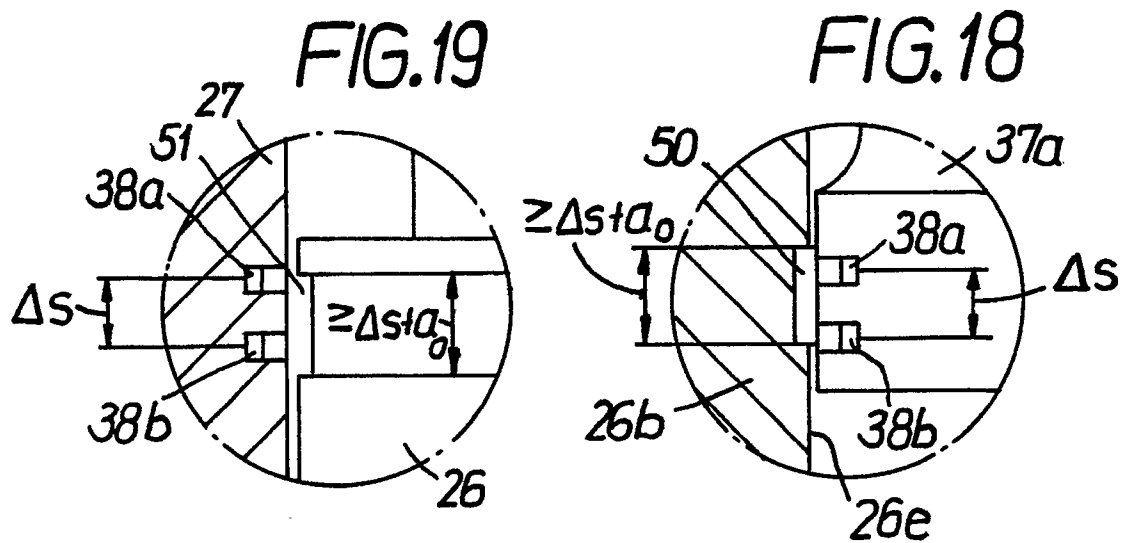
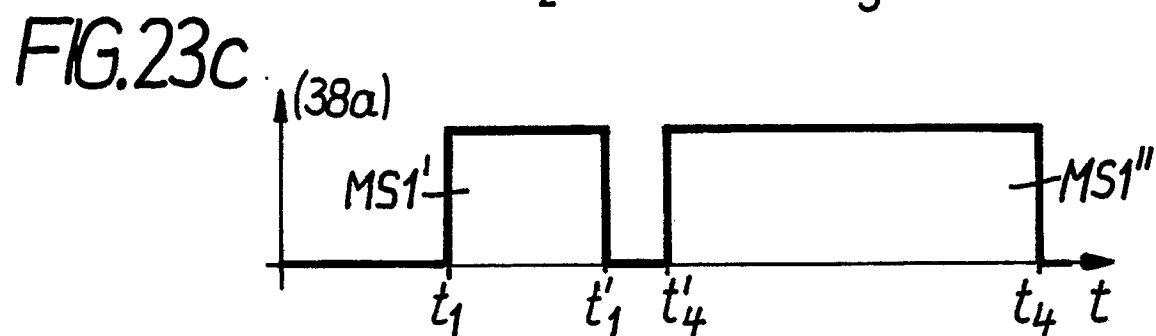
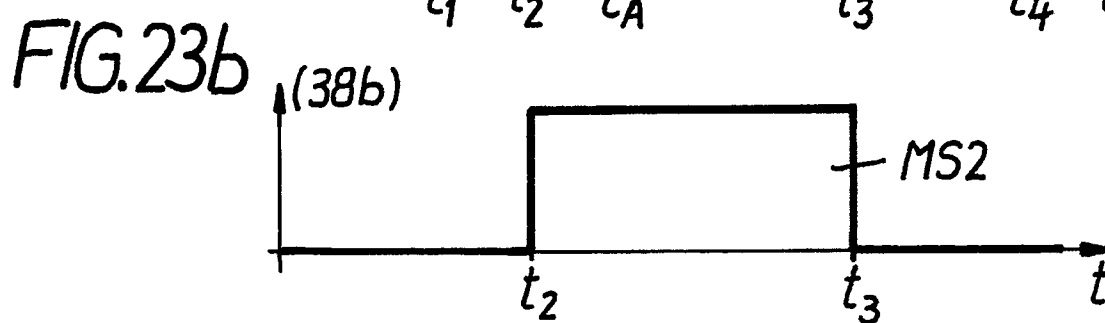
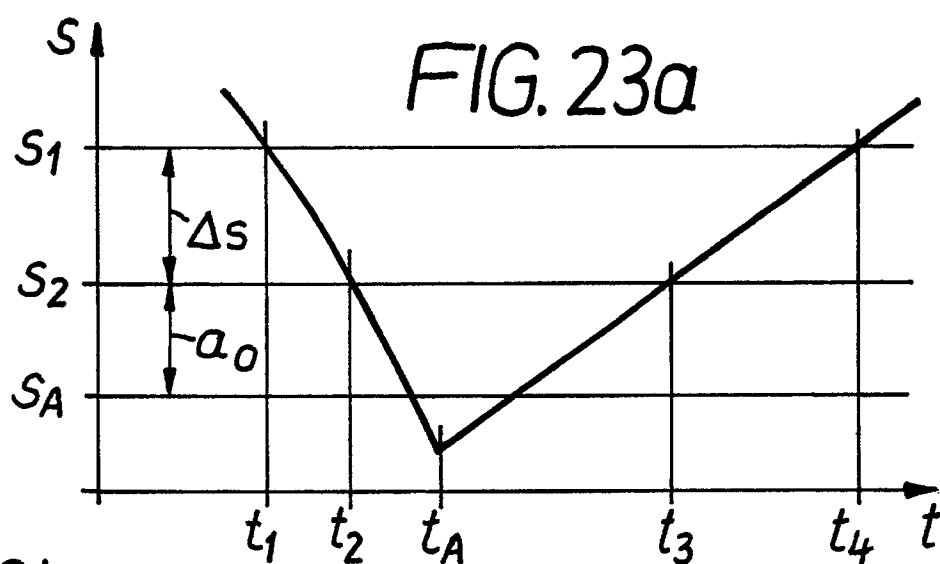
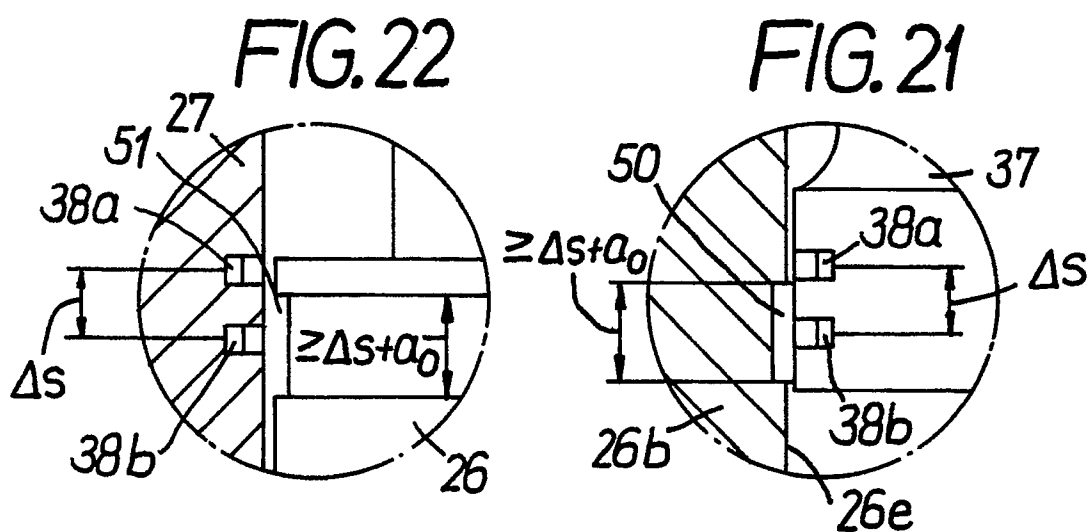
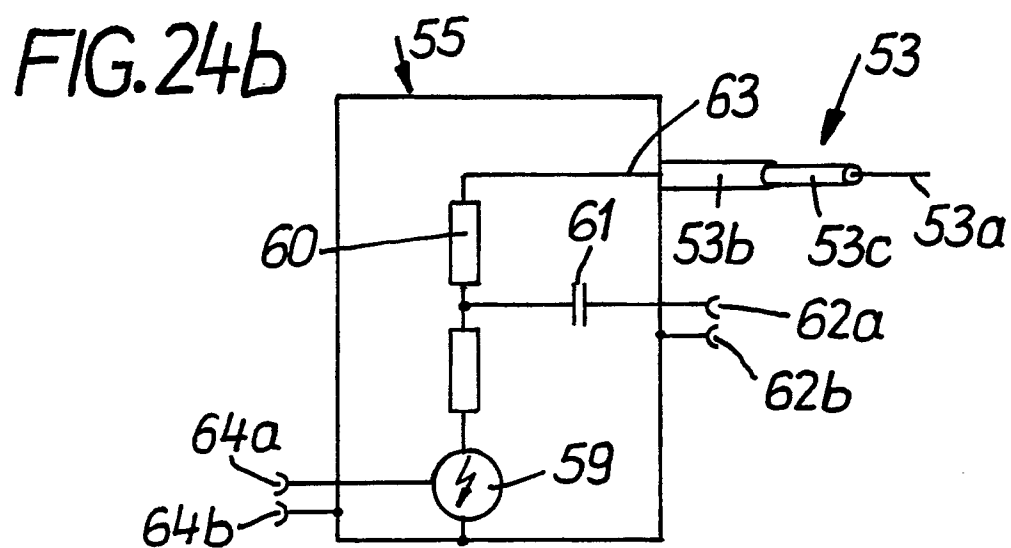
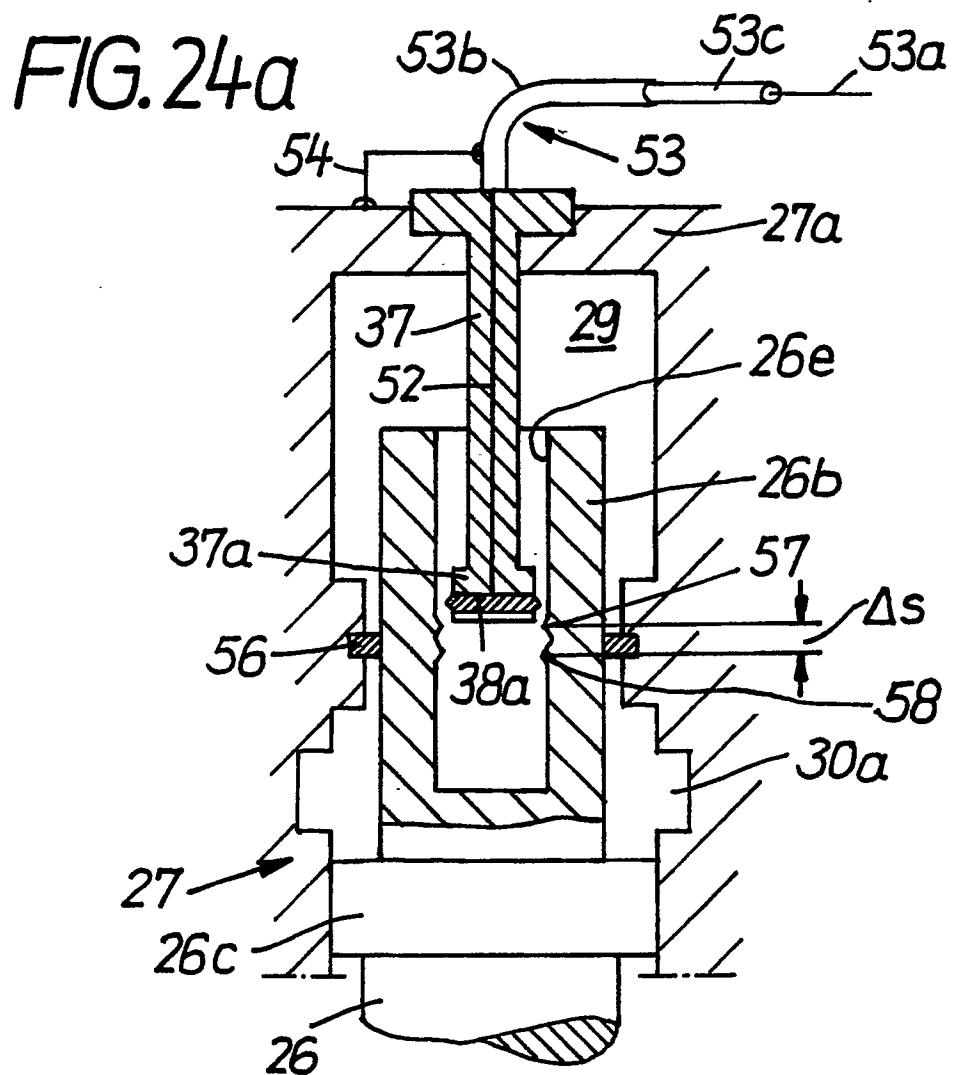


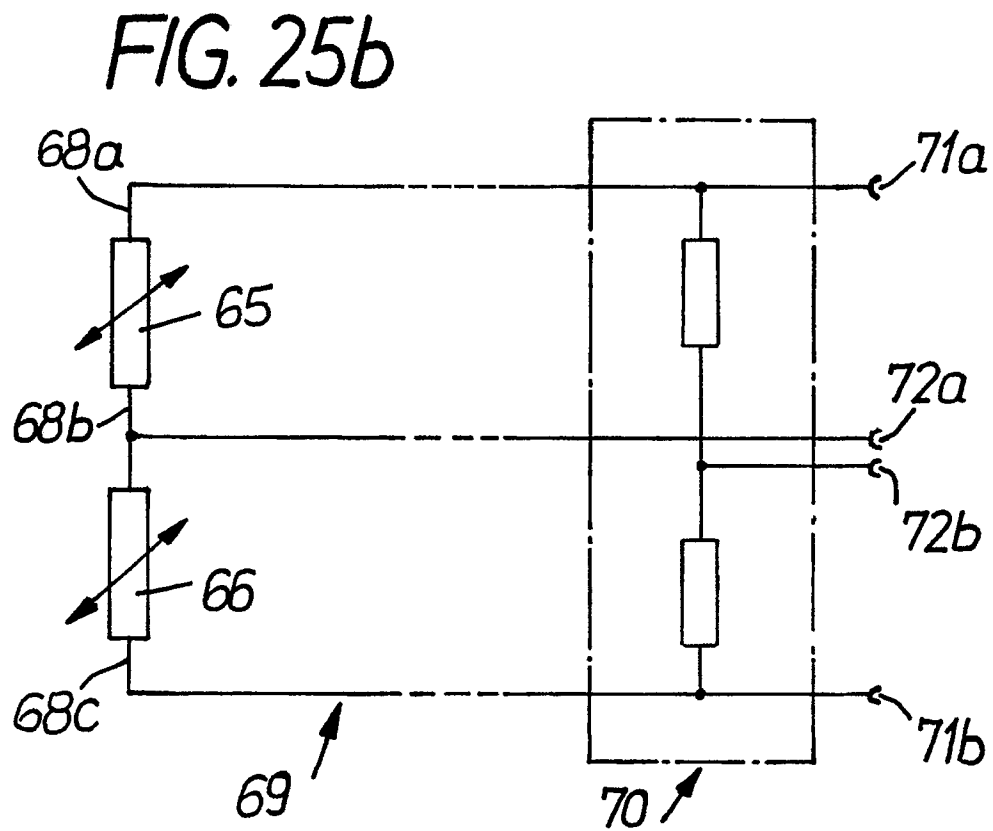
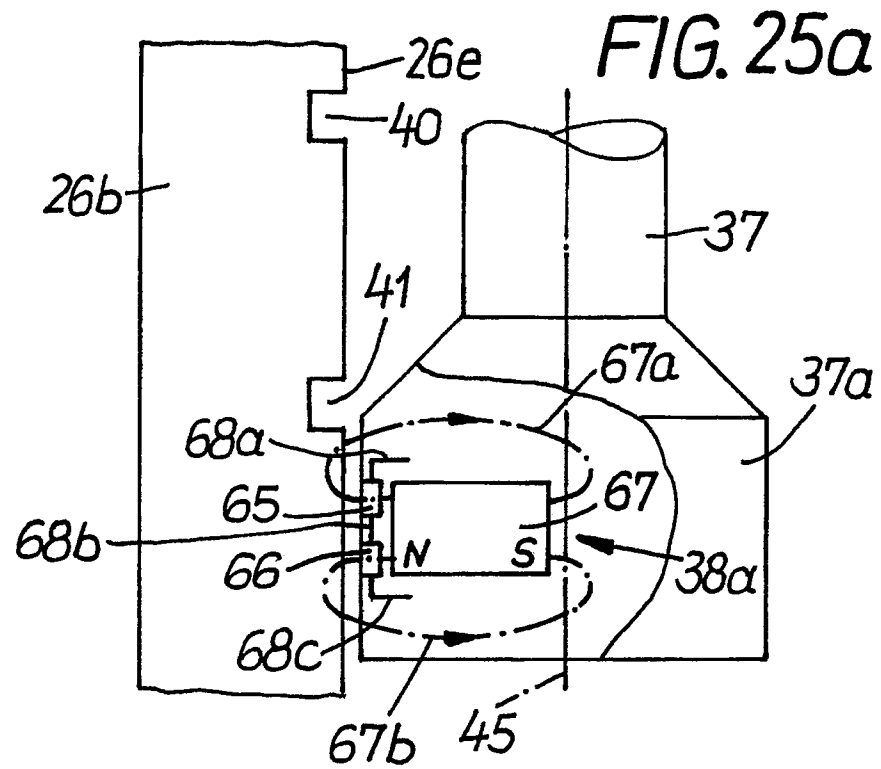
FIG. 17b













Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 10 9395

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A,D	DE-A-2 658 455 (KRUPP) * the whole document * - - -	1	B 25 D 9/26
A,D	DE-A-3 518 370 (TAMPELLA) * the whole document * - - -	1	
A,D	EP-A-0 214 064 (MONTABERT) * the whole document * - - -	1	
A,D	EP-A-0 256 955 (MONTABERT) * the whole document * - - -	1	
A,D	DE-A-1 703 061 (KRUPP) * the whole document * - - - - -	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B 25 D E 21 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		13 September 91	WEIAND T.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			