

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 502 568 A1 2007-04-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer:

A 1587/2005

(22) Anmeldetag:

28.09.2005

(43) Veröffentlicht am:

15.04.2007

(51) Int. Cl.⁸: G01N 3/14 (2006.01),

G01N 3/30 (2006.01),

G01N 3/08 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

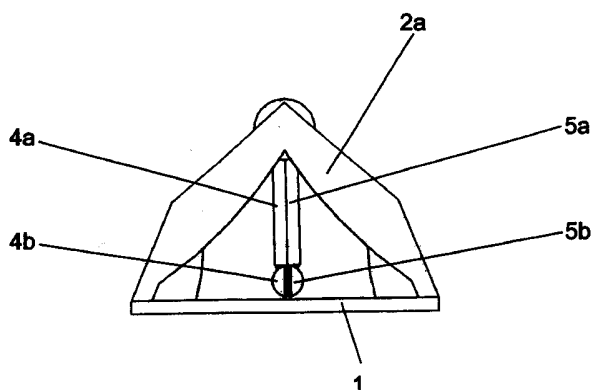
HAFELLNER REINHARD DIPL.ING.
A-8724 SPIELBERG (AT)

(72) Erfinder:

HAFELLNER REINHARD DIPL.ING.
SPIELBERG (AT)

(54) PENDELSCHLAGWERK

(57) Die Erfindung betrifft ein Pendelschlagwerk zur Werkstoffprüfung und Ermittlung von mechanischen Eigenschaften eines Materials, welches Schlagwerk einen Prüfkörper (8, 8', 8'') durch Aufeinanderprallen zweier Pendel (4, 5) belastet, wobei am Endstück (4b, 4'b, 4''b) des einen Pendels (4) der Prüfkörper (8, 8', 8'') befestigbar ist. Die beiden Pendel (4, 5) sind frei drehbar angeordnet und unter der Wirkung der Schwerkraft aufeinander zu bewegbar. Das Pendelschlagwerk weist daher eine einfache und kompakte Bauweise auf und ist als Tischgerät ausführbar.



AT 502 568 A1 2007-04-15

5 ZUSAMMENFASSUNG

10 Die Erfindung betrifft ein Pendelschlagwerk zur Werkstoffprüfung und Ermittlung von mechanischen Eigenschaften eines Materials, welches einen Prüfkörper (8, 8', 8'') durch Aufprall belastet.

15 Es sind zwei aufeinander zu bewegbare Pendel (4, 5) vorgesehen, wobei am Endstück (4b, 4'b, 4''b) des einen Pendels (4) der Prüfkörper (8, 8', 8'') befestigbar ist, derart, dass der Prüfkörper (8, 8', 8'') beim Aufeinanderprallen der beiden Pendel (4, 5) mit der Relativgeschwindigkeit der Pendel (4, 5) belastbar ist.

5 PENDELSCHLAGWERK

- 10 Die Erfindung betrifft ein Pendelschlagwerk zur Werkstoffprüfung und Ermittlung von mechanischen Eigenschaften eines Materials, welches einen Prüfkörper durch Aufprall belastet.

Es ist bekannt, dass die am häufigsten auftretende Belastungsart auf den meisten Gebieten der Technik eine Biegebelastung ist. Bei den meisten Werkstoffen, besonders jedoch bei Kunststoffen, unterscheiden sich die Eigenschaften an den Bauteiloberflächen sehr stark von jenen im Bauteilinneren, insbesondere in Folge der Herstellungsbedingungen. Dementsprechend unterscheiden sich daher die Biegeeigenschaften durch die deutlich höhere Randschichtbelastung von jenen der Zugeigenschaften. Biegeversuche sind daher meist Zugversuchen vorzuziehen. Prüfkörper die auf Biegung belastet werden, lassen sich zudem meist leichter herstellen und sie können in Folge ihrer einfachen Gestalt sehr gut Bauteilen entnommen werden.

- 25 Aus der US 2004/0103713 A1 ist ein Pendelschlagwerk bekannt, welches eine auf einer Betonplatte verankerte Basisplatte aufweist, auf welcher ein Rahmen bzw. ein Gerüst befestigt ist, an welchem ein Schlagpendel drehbar gelagert ist. Das sehr massiv ausgeführte Pendelschlagwerk ist zum Crashtesten von Fahrzeugkomponenten, beispielsweise kompletten Fahrzeugrädern, vorgesehen.
- 30 Dabei ist ein Datenerfassungssystem vorgesehen, welches insbesondere Beschleunigungen und Verzögerungen beim Aufprall erfasst.

Mit weiteren bekannten Pendelschlagwerken werden die Energien gemessen, die zur Zerstörung eines Prüfkörpers oder Bauteiles notwendig sind. Bei der einfachsten

Form eines Pendelschlagwerkes zur Ermittlung von Belastungen von Prüfkörpern wird der Prüfkörper durchschlagen, wobei das Pendel nach dem Durchschlagen des Prüfkörpers mit der restlichen Energie weiter schwingt. An dem Punkt, an dem das Pendel wieder zurückschwingt, wird der Winkel gemessen und mit dessen Hilfe die
5 zum Durchschlagen des Prüfkörpers verbrauchte Energie errechnet. Bei dieser Art von Pendelschlagwerken erfolgt daher eine messtechnische Erfassung der zur Zerstörung des Prüfkörpers notwendigen Energien.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Pendelschlagwerk zur Verfügung zu
10 stellen, welches als Tischgerät ausgeführt sein kann und mit welchem Prüfkörper aus unterschiedlichen Materialien wesentlich höheren Geschwindigkeiten bei der Belastung ausgesetzt werden können, als es mit den bekannten Pendelschlagwerken möglich ist.

15 Gelöst wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass zwei aufeinander zu bewegbare Pendel vorgesehen sind, wobei am Endstück des einen Pendels der Prüfkörper befestigbar ist, derart, dass der Prüfkörper beim Aufeinanderprallen der Pendel mit der Relativgeschwindigkeit der Pendel belastet wird.

20 Mit einem erfindungsgemäßen Pendelschlagwerk lässt sich mit Pendeln einer Pendelarmlänge von etwa 0,5 m antriebsfrei eine Belastungsgeschwindigkeit von etwa 9 m/s beim Aufeinanderprall der beiden Pendel erreichen. Ein Einfachpendel oder ein Fallturm würde für die gleiche Relativgeschwindigkeit eine Fallhöhe von 4 m erfordern. Mit der Erfindung, einem sehr einfachen und sehr kompakten Gerät,
25 lassen sich daher sehr hohe Belastungen und Belastungsgeschwindigkeiten an Prüfkörpern erreichen. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung im Vergleich zu herkömmlichen Pendelschlagwerken ist es, dass der Impuls beim Aufschlag zwischen den Pendelendstücken übertragen und nicht auf andere Massen, beispielsweise auf den Geräterahmen über entsprechende am Rahmen oder auf
30 einer Grundplatte befestigten Gegenlager übergeht und damit den Rahmen schwingend belastet.

Bei einer besonders einfachen Ausführung des Pendelschlagwerks sind die Pendel um eine gemeinsame Achse drehbar angeordnet.

- Mit einem erfindungsgemäßen Pendelschlagwerk können unterschiedlich ausgeführte Prüfkörper unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt werden. Bei einer dieser Möglichkeiten ist vorgesehen, dass der Prüfkörper derart an dem einen
- 5 Pendelendstück befestigbar ist, dass er beim Aufeinanderprallen der Pendel einer Biegebelastung ausgesetzt ist. In diesem Fall kann der Prüfkörper am betreffenden Pendelendstück auf einfache Weise mittels federnder Elemente gehalten werden, die eine Biegung des Prüfkörpers und damit eine Bewegung des Prüfkörpers relativ zu den federnden Elementen zulassen.
- 10 Bei einer weiteren Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Prüfkörper derart an dem einen Pendelendstück befestigbar ist, dass er beim Aufeinanderprallen der Pendel einer Druckbelastung ausgesetzt ist. Auch zum Durchführen einer Druckbelastung kann der Prüfkörper auf einfache Weise an dem betreffenden
- 15 Pendelendstück befestigt werden. Bei einer der möglichen Varianten wird der Prüfkörper auf einer Platte oder dergleichen aufliegend mittels Halteelementen, beispielsweise Federbügeln, gehalten.
- Für die Durchführung von Druck- und Zugbelastungen ist es von Vorteil, wenn das
- 20 Endstück des zweiten Pendels mit einem Schlagelement versehen ist.
- Es besteht auch die Möglichkeit, mit einem erfindungsgemäßen Pendelschlagwerk einen Prüfkörper einer Zugbelastung auszusetzen, indem eine entsprechende Befestigung des Prüfkörpers an dem einen Pendelendstück erfolgt. Dazu kann
- 25 beispielsweise vorgesehen sein, den Prüfkörper mit zumindest einem Zugelement zu versehen, welches beispielsweise am Prüfkörper befestigt ist und welches vom Pendelendstück des zweiten Pendels derart beaufschlagbar ist, dass der Prüfkörper auf Zug belastet wird.
- 30 Es vereinfacht die Bedienung des Pendelschlagwerks erheblich, wenn Bremseinrichtungen zum Halten der Pendel in den ausgewählten ausgelenkten Positionen vorgesehen sind, welche beispielsweise auf mechanische oder elektromagnetische Weise lösbar sind.

Zum Durchführen unterschiedlicher Belastungen der Prüfkörper ist es von Vorteil, wenn Endstücke unterschiedlicher Massen vorgesehen sind, die auf austauschbare Weise an den Pendelarmen befestigbar sind.

- 5 Um Verletzungen der das Pendelschlagwerk bedienenden Person auszuschließen, ist es von Vorteil, wenn die Aufprallzone der beiden Pendel mit Schutzvorrichtungen zumindest seitlich abdeckbar ist, wobei es günstig ist, wenn die Schutzvorrichtungen zur Seite bewegbar angeordnet sind, um einen ungehinderten Zugang zu den Pendelendstücken, insbesondere zum Befestigen und Entfernen der Prüfkörper, zu
- 10 ermöglichen.

- Um eine automatische Weiterverarbeitung der Versuchdaten und der Daten der Belastung in einem Rechner zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass das Pendelschlagwerk an geeigneten Stellen mit entsprechenden Sensoren,
- 15 beispielsweise Sensoren zur Beschleunigungsmessung, mit Weg- und/oder Winkelgebern, mit Piezokraftsensoren und/oder Dehnmessstreifen und dergleichen versehen ist.

- Mit einem erfindungsgemäßen Pendelschlagwerk können auch statische
- 20 Belastungen an Prüfkörpern durchgeführt werden. Zu diesem Zweck kann eine Zugvorrichtung vorgesehen sein, in welcher die beiden Pendelendstücke einspannbar sind. Zwischen den Pendelendstücken wird der Prüfkörper positioniert und über die Zugvorrichtung statisch auf Druck beansprucht.

- 25 Um einen Prüfkörper im Biegebelastfall gleichzeitig auch auf Zug oder Druck beanspruchen zu können, wird er auf besondere Weise ausgeführt. Eine streifenförmige Probe des prüfenden Materials wird dazu auf einem streifenförmigen, steifen Träger, beispielsweise aus Aluminium oder Stahl, aufgeklebt. Diese Kombination bildet dann den eigentlichen, mit dem
- 30 Pendelschlagwerk zu belastenden Prüfkörper.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der Zeichnung, die schematisch Ausführungsbeispiele darstellt, näher beschrieben. Dabei zeigen

Fig. 1 eine Seitensicht des erfindungsgemäßen Pendelschlagwerks in der Ruhelage,

- 5 Fig. 2 eine Schrägansicht des Pendelschlagwerks in einer möglichen Ausgangslage zur Durchführung einer Prüfkörperbelastung,

Fig. 3 und Fig. 4 Details der Prüfkörperanordnung und von Pendelendstücken zur Durchführung von Biegebelastungen,

10

Fig. 5 eine Variante einer Prüfkörperanordnung zur Durchführung von Druckbelastungen.

- 15 Fig. 6 und 6a eine Variante einer Prüfkörperanordnung zur Durchführung von Zugbelastungen,

Fig. 7 eine Zusatzeinrichtung zur Durchführung von statischen Belastungen,

- 20 Fig. 8 eine Möglichkeit der Anordnung eines Prüfkörpers und

Fig. 9 und Fig. 10 Ansichten eines Pendelschlagwerkes mit einer Schutzvorrichtung.

- Die Zeichnungsfiguren zeigen schematisch Ansichten und Details eines Pendelschlagwerks zur Werkstoffprüfung und zur nachfolgenden Ermittlung von mechanischen Werkstoffdaten. Das dargestellte Pendelschlagwerk weist eine Grundplatte 1 und einen aus zwei seitlichen, im Wesentlichen übereinstimmend ausgeführten Rahmenteilen 2a bestehenden Rahmen 2 auf. An V-förmig zusammenlaufenden Streben der Rahmenteile 2a ist ein Gelenk 3 zur drehbaren Lagerung von zwei Pendeln 4, 5 angeordnet, sodass diese um die gleiche Achse drehbar sind.
- 30 Seitlich des Gelenkes 3 sind Gehäuse 11 für Bremsscheiben bzw. – backen angeordnet, welche die Pendelarme 4, 5 in der gewählten ausgelenkten Position halten und die Pendel 4, 5 auf mechanische oder elektromagnetische Weise freigeben. Jedes Pendel 4, 5 besteht aus einem Pendelarm 4a, 5a und einer an dessen freien Ende befindlichen Pendelmasse, die hier als Endstück 4b, 5b

bezeichnet wird. Die beiden gleich lang ausgeführten Pendel 4, 5 sind am Gelenk 3 derart gelagert, dass sie bei einer gegengleichen Auslenkung, wie sie beispielsweise in Fig. 2 gezeigt ist, sich unter der Wirkung der Schwerkraft in Richtung Grundplatte 1 aufeinander zu bewegen und beim Erreichen der

5 Senkrechten auf die Grundplatte 1 ihre Endstücke 4b, 5b aufeinander prallen. Der Prüfkörper 8 wird an dem einen Pendel, bei der dargestellten Ausführung ist es das Pendel 4, am Endstück 4b derart angebracht, dass es vom Endstück 5b des zweiten Pendels 5 entsprechend belastet bzw. getroffen werden kann. Je nach Anordnung kann der Prüfkörper 8 auf Zug, Druck oder Biegen belastet werden.

10

Fig. 3 und Fig. 4 zeigen eine Ausführung der beiden Endstücke 4b, 5b, die eine Biegebelastung des Prüfkörpers 8 ermöglicht. Der insbesondere in Streifenform vorbereitete Prüfkörper 8 wird an dem Endstück 4b oberhalb einer Vertiefung 4c mit seinen äußeren Endabschnitten befestigt bzw. eingespannt, beispielsweise durch

15 nicht gezeigte Federbügel gehalten. In seiner befestigten Position liegt die eine Seite des Prüfkörpers 8 frei und kann vom Endstück 5b des zweiten Pendels 5 beim Aufprall belastet werden. Das Endstück 5b trägt an seiner mit dem Prüfkörper 8 in Kontakt kommenden Seite ein in Form einer Finne oder dergleichen ausgeführtes Schlagelement 6.

20

Das Pendelschlagwerk ist mit Beschleunigungssensoren ausgerüstet, die beispielsweise auf den Endstücken 4b, 5b angeordnet sein können, und vorzugsweise mit zumindest einem elektrischen Weg- oder Winkelgeber, welcher vorzugsweise am Gelenk 3 angeordnet ist und die Pendelstartposition sowie die

25 Pendelwinkel zu verschiedenen Zeitpunkten beim Ablauf der Prüfung ermittelt. Piezo-Kraftsensoren und/oder Dehnmessstreifen, welche beispielsweise auf den Einspannelementen für den Prüfkörper 8 oder am Schlagelement 6 des Endstückes 5b positioniert sein können, ermöglichen zusätzlich die Ermittlung des Kraftverlaufes während der Belastung des Prüfkörpers 8.

30

Die Arme 4a, 5a der Pendel 4, 5, sind höheren dynamischen Belastungen ausgesetzt und werden daher bevorzugt aus einem Kohlefaserverbundmaterial hergestellt oder enthalten ein derartiges Material. Die Pendelarme 4a, 5a erhalten derart ein geringes Gewicht und eine hohe Steifigkeit.

- An das Pendelschlagwerk ist ein Rechner 10, welcher über ein Programm Daten der Versuchsdurchführung bearbeitet und rechnerisch zumindest eine Simulation pro Prüfung durchführt, angeschlossen. Der Rechner 10 kann im Rahmen 2 eingebaut sein. Vor der Versuchsdurchführung werden den Prüfkörper, insbesondere sein Material, betreffende Daten eingegeben, zu welchen die Dimensionen des Prüfkörpers, Gewicht, Dichte, gegebenenfalls die Prüfbedingungen, wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur, aber auch Daten über das Pendelschlagwerk, wie die Massen der Pendeln 4, 5, die Pendellängen, die Auflagelänge des Prüfkörpers 8 im Endstück 4b etc. gehören. Gegebenenfalls können auch ein geschätzter E-Modul sowie die erwartete Bruchdehnung eingegeben werden, wobei vorgesehen ist, dass aus diesen Werten die voraussichtlich benötigte Energie für die Belastung bis zum Bruch durch das Programm errechnet wird. Anhand der Energie errechnet der Rechner die für das voraussichtliche Durchschlagen des Prüfkörpers 8 erforderliche Ausgangsposition der Pendel. Je nach Prüfkörper 8 kann es von Vorteil sein, an den Endstücken 4b, 5b verschieden hohe Massen zu verwenden und vorzusehen, dass an den Pendelarmen 4a, 5a Endstücke 4b, 5b unterschiedlicher Massen austauschbar befestigt werden können.
- Beim Durchschlagen des Prüfkörpers 8 durch das Schlagelement 6 beim Aufeinanderprallen der beiden Endstücke 4b, 5b – dies entspricht einem Aufeinanderprallen des Schlagelementes 6 auf dem Prüfkörper 8 – werden an den Rechner 10 die zur Erstellung eines Beschleunigung-Zeit-Diagrammes erforderlichen Messwerte übermittelt. Nun wird automatisch eine rechnerische Simulation gestartet, wobei ausgehend von Ausgangsdaten in Form einer Spannungs-Dehnungs-Kurve der Belastungsvorgang durch eine Simulation virtuell berechnet wird und schrittweise durch Änderung dieser Ausgangsdaten eine Annäherung der Ergebnisse der Simulation an die realen Messwerte erreicht werden soll. Die rechnerische Simulation erfolgt derart, dass der Prüfkörper 8 in eine Vielzahl von Teilen zerlegt wird, um die physikalischen Abläufe auf numerischem Weg zu ermitteln. Die zu Grunde gelegte numerische Methode ist bevorzugt die Methode der finiten Elemente, es eignen sich aber auch andere Methoden, beispielsweise die Methode der finiten Differenzen oder eine unterstützende Anwendung von neuronalen Netzen. Zu den Ausgangsdaten, die

herangezogen werden, gehören die eingegebenen, den Prüfkörper 8 betreffenden Daten und/oder die eingegebenen, geschätzten Daten (Werte, wie E-Modul) und/oder andere Daten (Werte, die bereits im Rechner zu vergleichbaren vorherigen Berechnungen vorhanden sind). Die Ausgangsdaten bzw. Ausgangswerte werden

5 im Rahmen der Simulation solange variiert, bis die rechnerischen Ergebnisse der Simulation den realen Messdaten des durchgeführten Versuches ausreichend nahe liegen bzw. fast eine Übereinstimmung oder sogar eine Übereinstimmung vorliegt. Das Ergebnis ist ein errechneter Spannungs-/Dehnungsverlauf, der die mechanischen Eigenschaften des seriennah hergestellten Prüfkörpers 8 unter der

10 realitätsnah durchgeführten Biegebelastung sehr genau wiedergibt. Diese Daten sind die Basis für die Weiterentwicklung oder vergleichende Bewertung von Materialien bzw. dienen wiederum als Eingangsparameter für Simulationen von komplexen Bauteilen. Ein Beispiel dafür ist die Berechnung eines Kopfaufpralles auf ein Armaturenbrett bei einem Verkehrsunfall. Das Bauteil (Armaturenbrett) wird auf

15 Biegung belastet und kann mit Hilfe der Erfindung sehr genau optimiert werden, sodass Schaden an Personen bei Unfällen möglichst gering gehalten werden können.

Auf analoge Weise erfolgen Eingabe und Auswertung von Daten, wenn ein

20 Prüfkörper mit dem erfindungsgemäßen Pendelschlagwerk auf Druck oder Zug belastet wird. Fig. 5 zeigt ein Endstück 4'b mit einer Befestigungseinrichtung für einen hier nicht dargestellten Prüfkörper, welcher auf Druck belastet werden kann. Der Prüfkörper wird von zwei federbelasteten Bügeln 9 gehalten und gegen eine Platte 10, auf welcher er aufliegt, gedrückt.

25 Fig. 6 und 6a zeigen schematisch eine Anordnung für eine Belastung eines Prüfkörpers 8' auf Zug. Der hier in der Form eines Schulterstabes ausgeführte Prüfkörper 8' ist an seinem einen Ende an zwei Befestigungsbacken 15 eingeklemmt, an seinem zweiten Ende sind beidseitig Zugelemente 14 befestigt,

30 beispielsweise verschraubt oder angeklebt. Die beiden Zugelemente 14 stehen hier in Form von Zapfen vom Prüfkörper 8' ab. Der derart vorbereitete Prüfkörper 8' wird in eine Halterung 16 eingesetzt, die am Endstück 4''b des in Fig. 6 ansonsten nicht dargestellten Pendels befestigt wird. Das Endstück 5''b des zweiten Pendels ist an seiner der befestigten Halterung 16 zugewandten Stirnfläche mit einer Öffnung 17

- versehen, die sich derart durch das Endstück 5''b erstreckt, dass die Halterung 16 mit befestigtem Prüfkörper 8' soweit in die Öffnung 17 eindringen kann, dass die Stirnfläche des Endstückes 5''b seitlich der Öffnung 17 in Kontakt mit den Zugelementen 14 treten kann. Zum Durchführen einer Zugbelastung werden beide Pendel ausgelenkt. Nach dem Lösen der Bremseinrichtungen schwingen die beiden Pendeln aufeinander zu bis ihre Endstücke 5''b und 4''b aufeinander treffen. Dabei tritt die Halterung 16 in die Öffnung 17 ein, die Stirnfläche des Endstückes 5''b drückt auf die beiden Zugelemente 14 und belastet den Prüfkörper 8' auf Zug.
- 10 Fig. 7 zeigt eine zusätzliche Möglichkeit der Verwendung des erfindungsgemäßen Pendelschlagwerkes zur statischen Belastung eines Prüfkörpers. Der in Fig. 7 nicht gezeigte Prüfkörper kann beispielsweise ein Block aus einem Schaumstoff sein, welcher zwischen den einander zugewandten Stirnflächen der Endstücke 4b, 5b eingeklemmt bzw. zumindest an einem der beiden Endstücke 4b, 5b befestigt wird.
- 15 Nun werden die beiden Endstücke 4b, 5b in eine Zugvorrichtung eingeklemmt, die beispielsweise zwei mittels Spindelzugeinrichtungen 18 verbundene Haltebacken 19 aufweist. Über die beiden Spindelzugeinrichtungen 18 kann der Prüfkörper langsam auf Druck belastet werden.
- 20 Fig. 8 zeigt eine besondere Ausführung eines Prüfkörpers 8''. Das in Streifenform vorliegende zu prüfende Material 8''a wird mit einem insbesondere gleich großen streifenförmigen Träger 20 verklebt. Der Träger 20 besteht aus einem relativ steifen und hinsichtlich seiner Eigenschaften definierten Material, beispielsweise Aluminium, Stahl oder Carbon. Je nach Belastungsrichtung wird der Prüfkörper 8''
- 25 im Biegefall entweder kombiniert auf Biegung und Zug oder kombiniert auf Biegung und Druck beansprucht. Bei Belastung in Richtung des Pfeils in Fig. 8 wird beispielsweise der Prüfkörper 8'' zusätzlich auf Zug belastet, und damit der eigentlichen Biegebelastung eine Zugbelastung überlagert.
- 30 Das erfindungsgemäße Pendelschlagwerk ist als kompaktes und transportables Tischgerät ausführbar. Bereits mit Pendelarm-längen von ca. 0,5 m wird eine Relativgeschwindigkeit von nahezu 9 m/s beim Aufprall erreicht. Ein Einfachpendel oder ein Fallturm würden bei einer vergleichbaren Belastung ein Vielfaches an Platz benötigen.

Fig. 9 und Fig. 10 zeigen das Pendelschlagwerk mit einer Schutzvorrichtung. Diese besteht aus am Rahmen 2 drehbar gelagerten Schutzplatten 12, die, wie Fig. 9 zeigt, auseinander bewegt werden können, um einen Zugang zu den Endstücken 5 4b, 5b der Pendeln 4, 5 zu ermöglichen.

Mit dem erfindungsgemäßen Pendelschlagwerk können als Prüfkörper auch kleine Bauteile oder Bauteilgruppen (miteinander verbundene Bauteile) belastet werden.

5 PATENTANSPRÜCHE

- 10 1. Pendelschlagwerk zur Werkstoffprüfung und Ermittlung von mechanischen
Eigenschaften eines Materials, welches einen Prüfkörper (8, 8', 8'') durch
Aufprall belastet;
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei aufeinander zu bewegbare Pendel (4, 5) vorgesehen sind, wobei
15 am Endstück (4b, 4'b, 4''b) des einen Pendels (4) der Prüfkörper (8, 8', 8'')
befestigbar ist, derart, dass der Prüfkörper (8, 8', 8'') beim
Aufeinanderprallen der beiden Pendel (4, 5) mit der Relativgeschwindigkeit
der Pendel (4, 5) belastbar ist.
- 20 2. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
Pendel (4, 5) um eine gemeinsame Achse drehbar angeordnet sind.
- 25 3. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
der Prüfkörper (8) derart an dem einen Pendelendstück (4b) befestigbar ist,
dass er beim Aufeinanderprallen der Pendel (4, 5) einer Biegebelastung
ausgesetzt ist.
- 30 4. Pendelschlagwerk nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der
Prüfkörper (8) mittels federnder Elemente derart haltbar ist, dass eine
Biegung des Prüfkörpers (8) ermöglicht ist.
5. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der
Prüfkörper (8) derart an dem einen Pendelendstück (4'b) befestigbar ist,

dass er beim Aufeinanderprallen der Pendel (4, 5) einer Druckbelastung ausgesetzt ist.

- 5 6. Pendelschlagwerk nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfkörper auf einer Platte (10) oder dergleichen aufliegend mittels Haltelementen, beispielsweise Federbügeln (9) gehalten ist.
- 10 7. Pendelschlagwerk nach eine der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Endstück (5b) des zweiten Pendels (5) mit einem Schlagelement (6) versehen ist.
- 15 8. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfkörper (8') derart an dem einen Pendelendstück (4''b) befestigbar ist, dass er beim Aufeinanderprallen der Pendel (4, 5) einer Zugbelastung ausgesetzt ist.
- 20 9. Pendelschlagwerk nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass am Prüfkörper (8') zumindest ein Zugelement (14) angeordnet ist, welches vom Pendelendstück (5''b) des zweiten Pendels derart beaufschlagbar ist, dass der Prüfkörper (8') auf Zug belastet wird.
- 25 10. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Bremseinrichtungen zum Halten der Pendel (4, 5) in den gewählten ausgelenkten Positionen vorgesehen sind.
11. Pendelschlagwerk nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösen Bremseinrichtungen mechanisch oder elektromagnetisch erfolgt.
- 30 12. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Endstücke (4b, 5b; 4'b, 5'b; 4''b, 5''b) unterschiedlicher Massen auf austauschbare Weise an den Pendelarmen (4a, 5a) befestigbar sind.

13. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufprallzone der beiden Pendel (4, 5) mit Schutzvorrichtungen (12) zumindest seitlich abdeckbar ist.
- 5 14. Pendelschlagwerk nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzvorrichtung (12) zur Seite bewegbar angeordnet ist.
- 10 15. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass es mit Sensoren zur Beschleunigungsmessung, gegebenenfalls mit Weg- und/oder Winkelgebern, Piezo-Kraftsensoren und/oder Dehnmessstreifen ausgerüstet ist.
- 15 16. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Pendelendstücke (4a, 5b) in einer Zugvorrichtung einspannbar sind, derart, dass ein zwischen den beiden Endstücken (4a, 5b) befindlicher Prüfkörper langsam bzw. statisch belastbar ist.
- 20 17. Prüfkörper für ein Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass er aus einer streifenförmigen Probe (8''a) des zu untersuchenden Materials besteht, welche auf einen streifenförmigen Träger (20) eines bekannten Materials, beispielsweise aus Aluminium oder Stahl, aufgeklebt ist.

Fig. 1

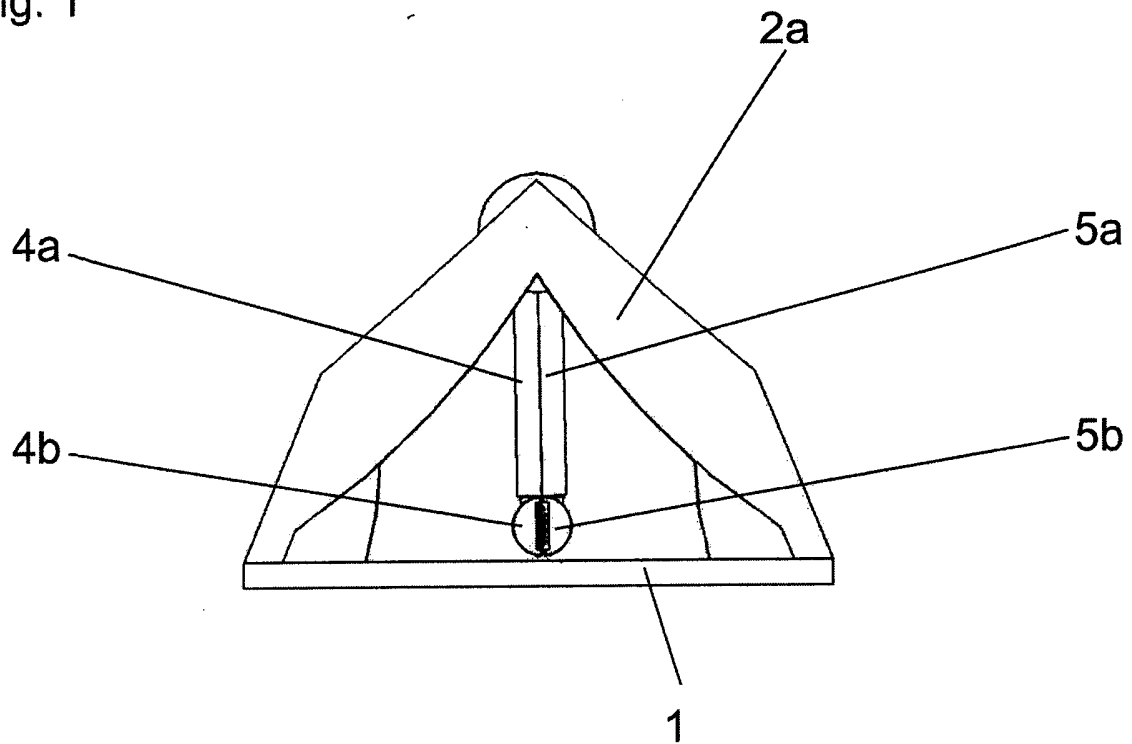
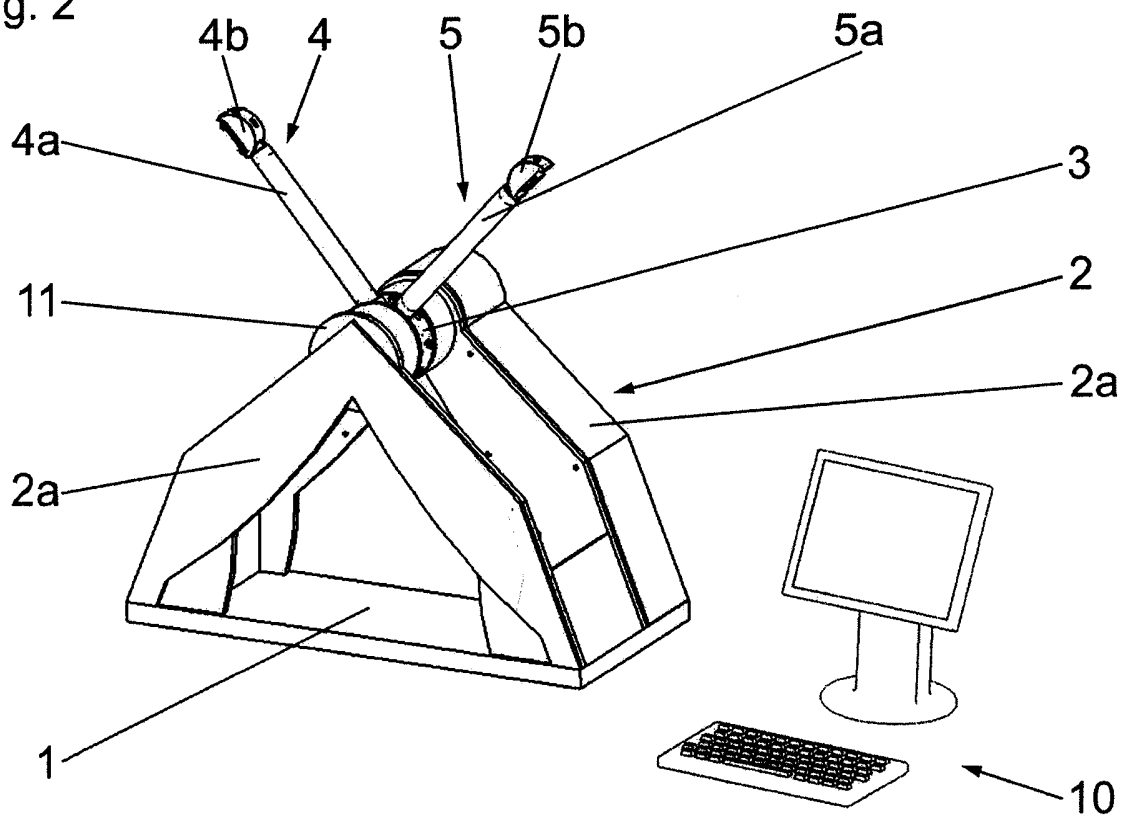


Fig. 2



011482

Fig. 3

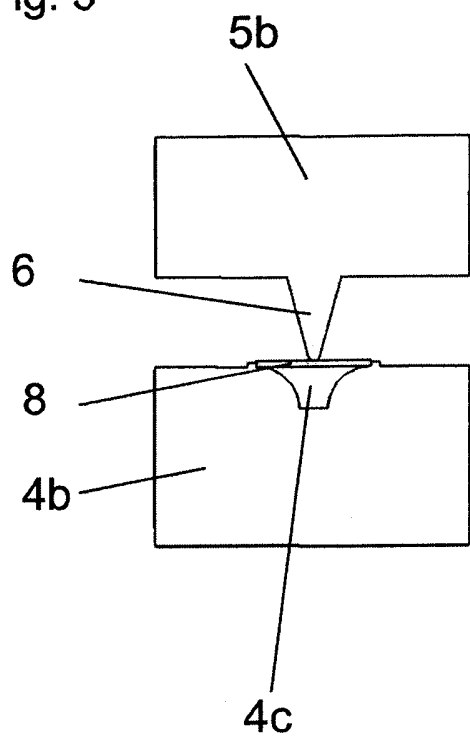


Fig. 4

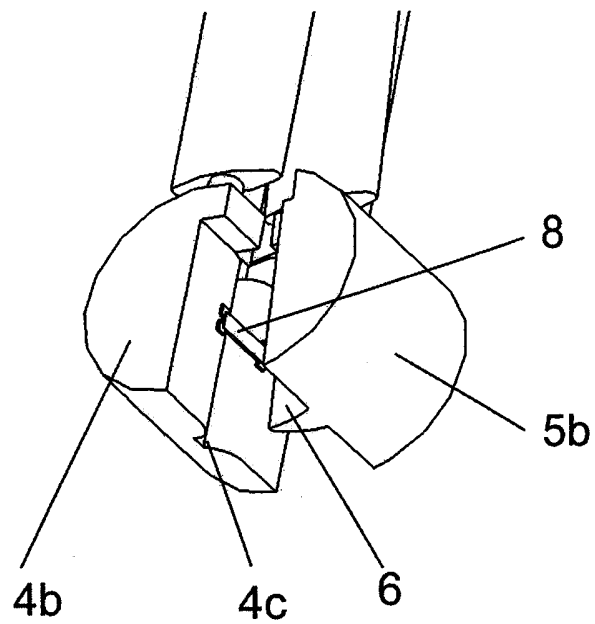
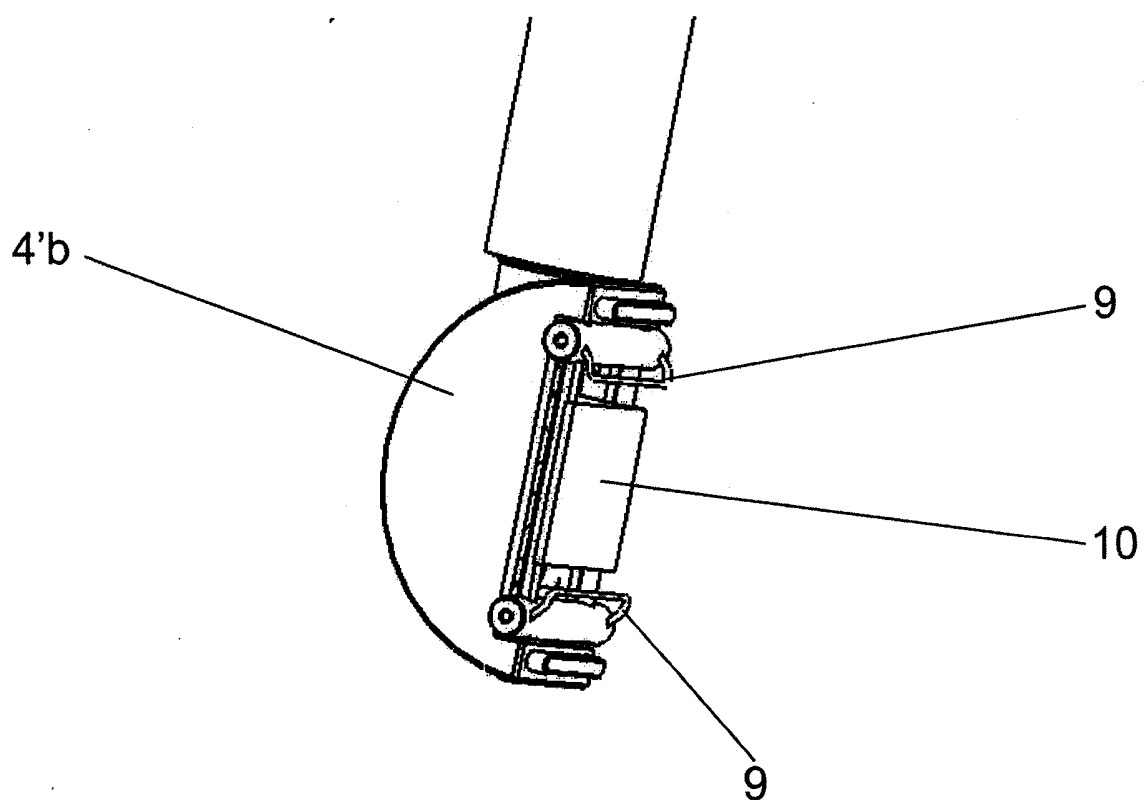


Fig. 5



011482

Fig. 6

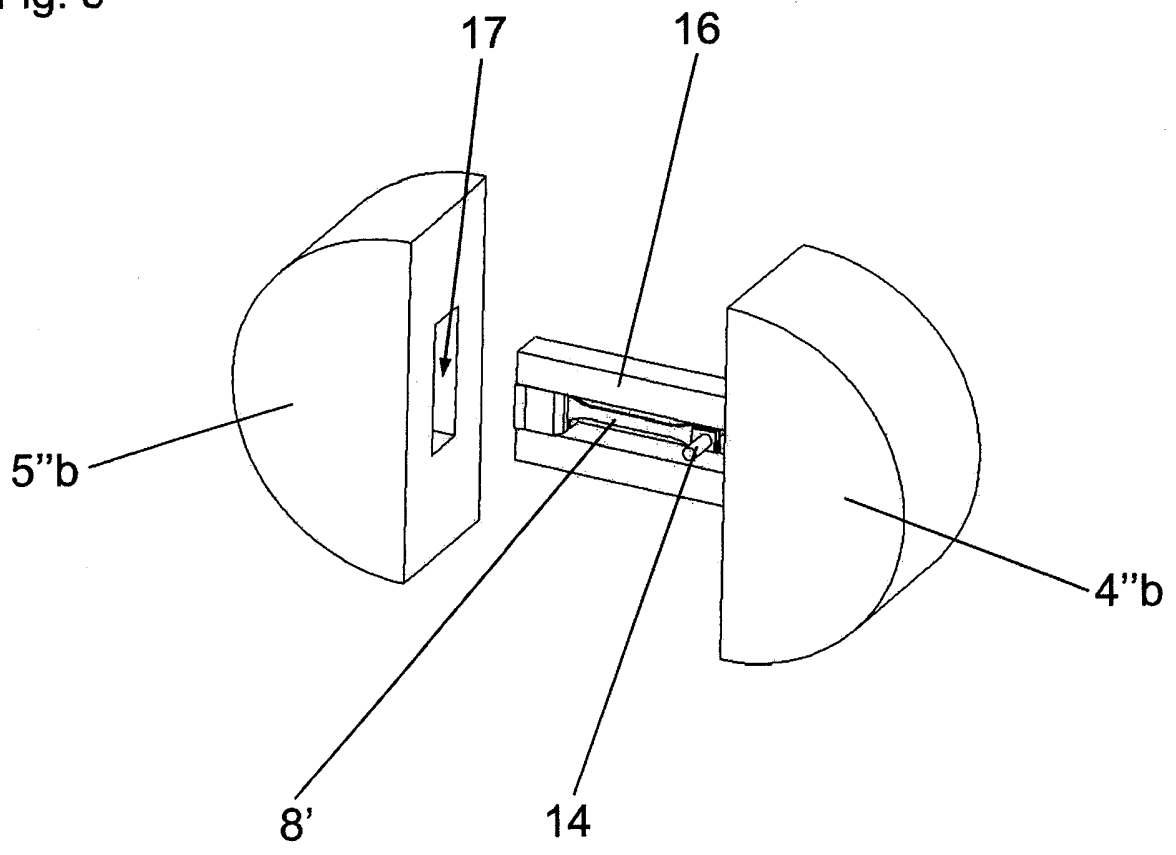
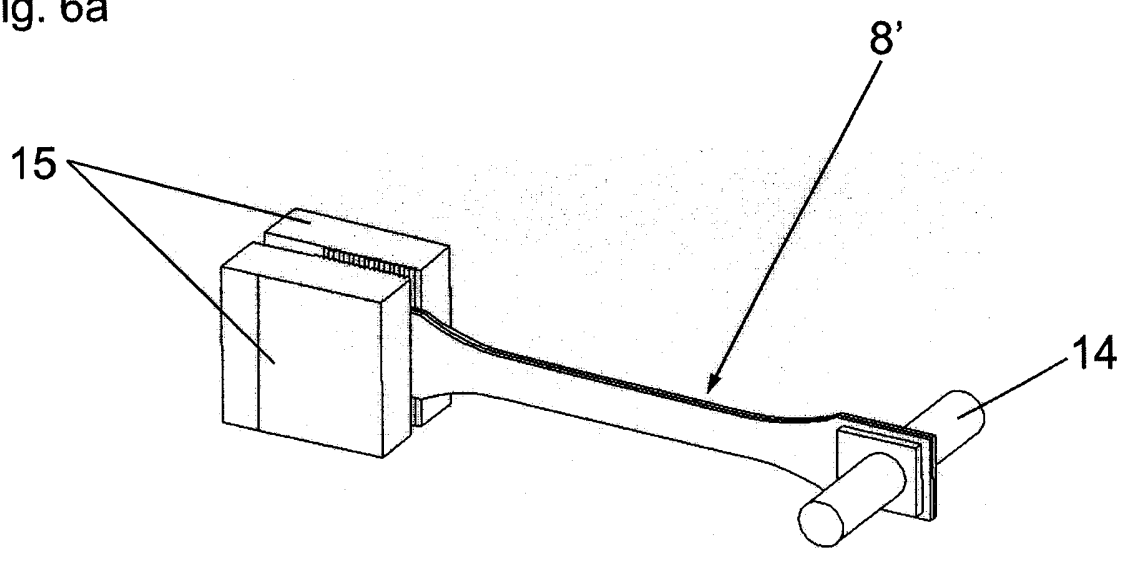


Fig. 6a



011482

Fig. 7

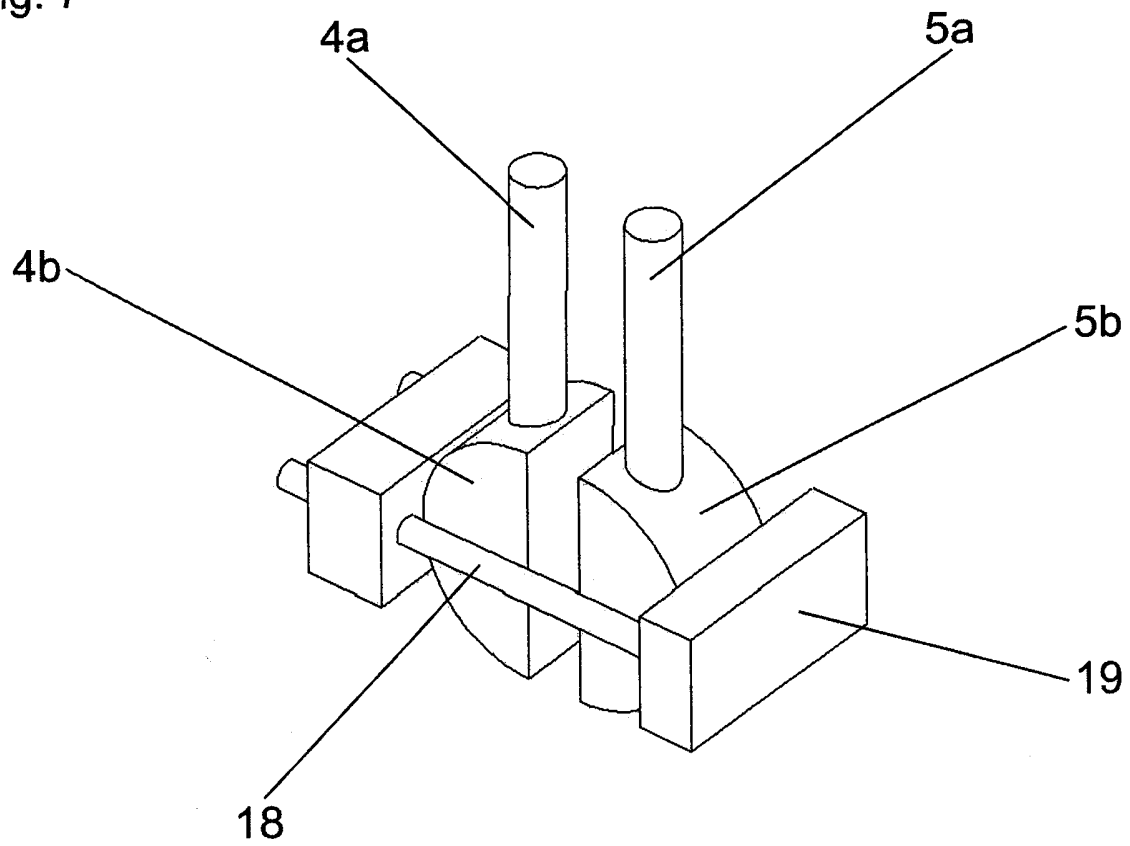
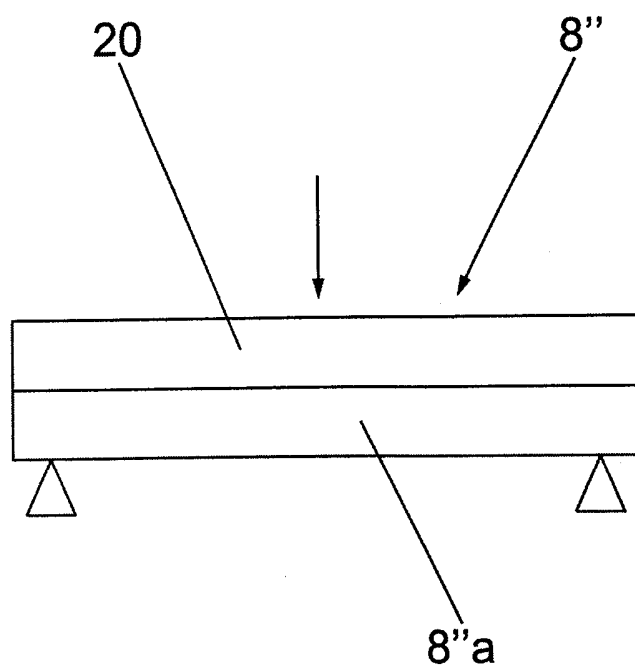


Fig. 8



011482

Fig. 9

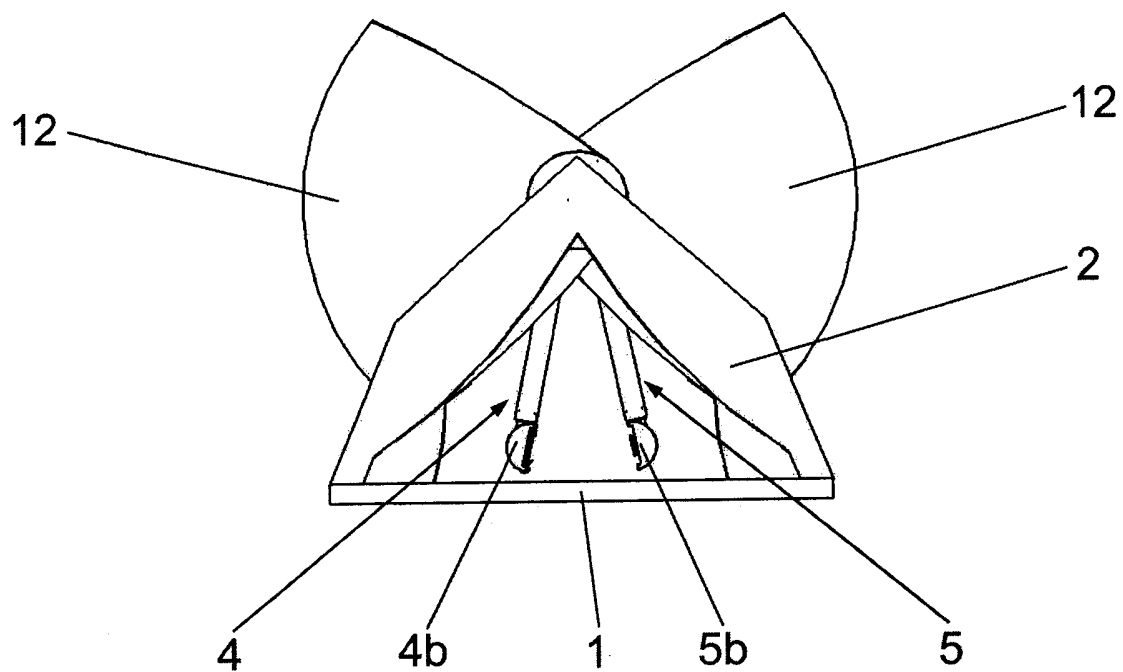
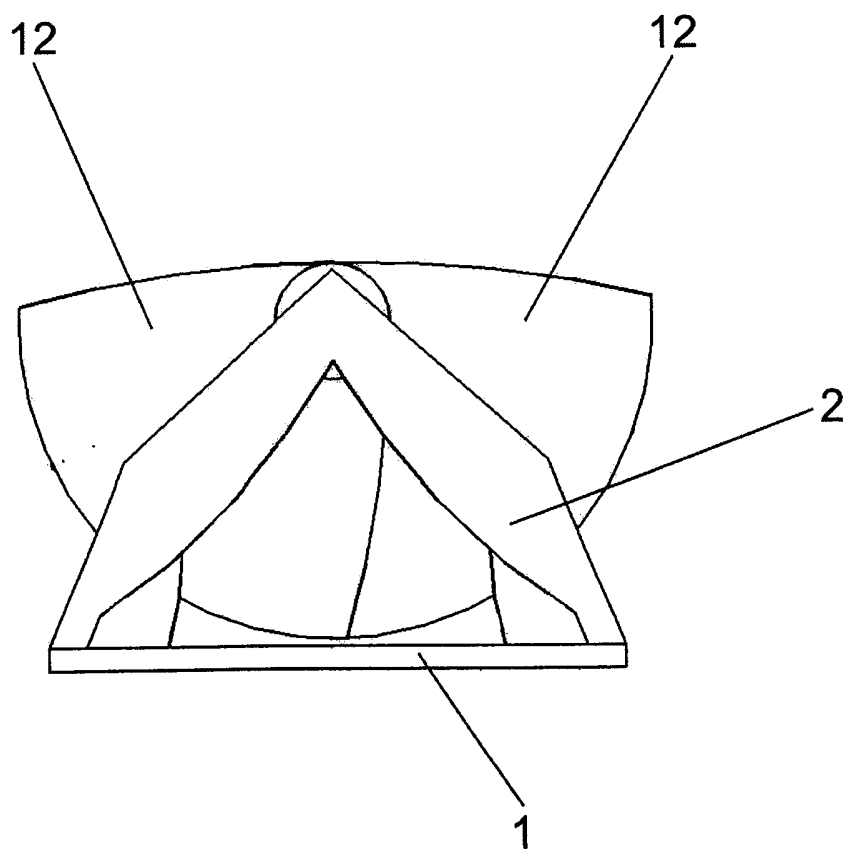
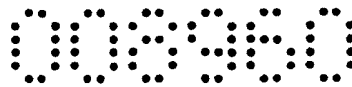


Fig. 10

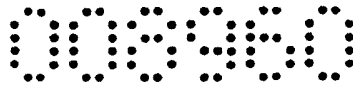




5 PATENTANSPRÜCHE

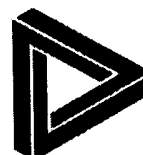
- 10 1. Pendelschlagwerk zur Werkstoffprüfung und Ermittlung von mechanischen Eigenschaften eines Materials, welches Schlagwerk einen Prüfkörper (8, 8', 8'') durch Aufeinanderprallen zweier Pendel belastet, wobei am Endstück (4b, 4'b, 4''b) des einen Pendels (4) der Prüfkörper (8, 8', 8'') befestigbar ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 15 dass die beiden Pendel (4, 5) frei drehbar angeordnet und unter der Wirkung der Schwerkraft aufeinander zu bewegbar sind.
- 20 2. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Pendel (4, 5) um eine gemeinsame Achse drehbar angeordnet sind.
- 25 3. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfkörper (8) an dem einen Pendelendstück (4b) mittel federnder Elemente befestigbar ist, wobei am zweiten Pendelendstück (5b) ein Schlagelement (6) angeordnet ist.
- 30 4. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfkörper (8) an einem am Pendelendstück angeordneten Teil, beispielsweise einer Platte (10), mittels Halteelementen, beispielsweise Federbügeln (9), gehalten ist.
5. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der an dem einen Pendelendstück (4''b) befestigbare Prüfkörper (8') mit zumindest einem Zugelement (14) versehen ist.

NACHGEREICHT



6. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Bremseinrichtungen zum Halten der Pendel (4, 5) in den gewählten ausgelenkten Positionen vorgesehen sind.
- 5 7. Pendelschlagwerk nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösen der Bremseinrichtungen mechanisch oder elektromagnetisch erfolgt.
8. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Endstücke (4b, 5b; 4'b, 5'b; 4''b, 5''b) unterschiedlicher Massen auf austauschbare Weise an den Pendelarmen (4a, 5a) befestigbar sind.
- 10
9. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufprallzone der beiden Pendel (4, 5) mit Schutzvorrichtungen (12) zumindest seitlich abdeckbar ist.
- 15
10. Pendelschlagwerk nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzvorrichtung (12) zur Seite bewegbar angeordnet ist.
- 20
11. Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es mit Sensoren zur Beschleunigungsmessung, gegebenenfalls mit Weg- und/oder Winkelgebern, Piezo-Kraftsensoren und/oder Dehnmessstreifen ausgerüstet ist, deren Messdaten in einem Rechner (21) verarbeitbar sind.
- 25
12. Pendelschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Pendelendstücke (4a, 5b) in einer Zugvorrichtung einspannbar sind.
- 30
13. Prüfkörper für ein Pendelschlagwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass er aus einer streifenförmigen Probe (8''a) des zu untersuchenden Materials besteht, welche auf einen streifenförmigen Träger (20) eines bekannten Materials, beispielsweise aus Aluminium oder Stahl, aufgeklebt ist.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁷ : G01N 3/14, 3/30, 3/08		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): G01N 3/08, 3/14		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, PAJ, WPI		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 28. September 2005 eingereichten Ansprüchen 1 - 17 erstellt.		
Kategorie ¹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	SU492773 A2 (VOSTRYAKOV B A) 25. November 1975 (25.11.1975) (Zusammenfassung) [online] [ermittelt aus WPI Datenbank] Ermittelt am: 28.12.2005 <i>Zusammenfassung</i>	1
	--	
A	DE 102 13 232 A1 (BAYER AG) 30. Oktober 2003 (30.10.2003) <i>Zusammenfassung; Ansprüche; Fig. 1,3</i>	1
	--	
A	GB 191113009 A (L. SCHOPPERS) 30. November 1911 (30.11.1911) <i>Gesamtes Dokument</i>	1
	--	
A	US 2002/0103713 A1 (W.S. VOON et al.) 3. Juni 2004 (03.06.2004) <i>Zusammenfassung; Ansprüche; Fig. 1,2</i>	1
	--	
A	US 5 922 937 A (E. KOWALSKI et al.) 13. Juli 1999 (13.07.1999) <i>Zusammenfassung; Spalte 3, Zeile 9 bis Spalte 4, Zeile 2; Ansprüche; Fig. 1</i>	1
	--	
Datum der Beendigung der Recherche: 28. Dezember 2005		☒ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dr. ERBER

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	SU1224660 A1 (CHIZOV L V) 15. April 1986 (15.04.1986) (Zusammenfassung) [online] [ermittelt aus WPI Datenbank] Ermittelt am: 28.12.2005 <i>Zusammenfassung</i> -----	1,2,5