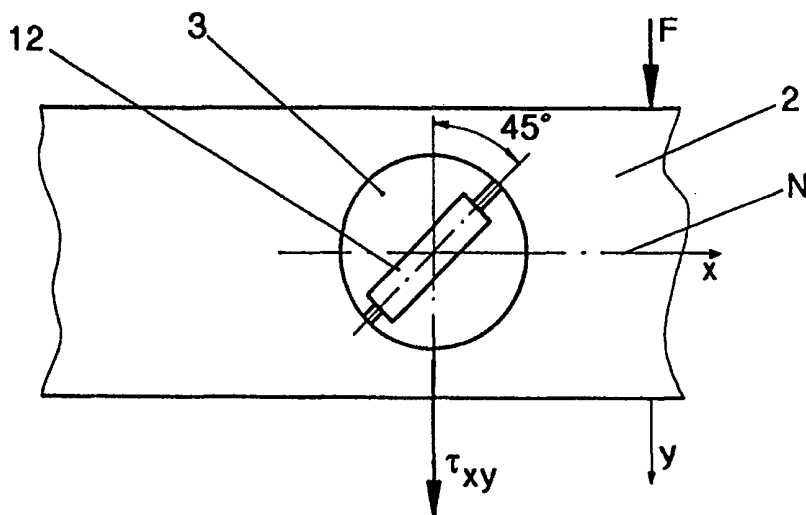


PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01L 1/10, 5/00, G01G 3/16	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/03218 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. Januar 2000 (20.01.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH99/00467 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Oktober 1999 (04.10.99) (30) Prioritätsdaten: 2194/98 30. Oktober 1998 (30.10.98) CH (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DIGI SENS AG [CH/CH]; Freiburgstrasse 65, CH-3280 Murten (CH). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LUSTENBERGER, Martin [CH/CH]; Route des Dailles 11, CH-1752 Villars-sur-Glâne (CH). WIRTH, Johannes [CH/CH]; Sonnenbergstrasse 55, CH-8032 Zürich (CH). (74) Anwalt: SALGO, Reinhold, C.; Rütistrasse 103, CH-8636 Wald (CH).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> <i>Auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2(a) zugelassenen Frist.</i>

(54) Title: FORCE MEASURING CELL**(54) Bezeichnung:** KRAFTMESSZELLE**(57) Abstract**

The inventive force measuring cell consists of a plate (2) which is provided with a circular hole (3), the axis of which is perpendicular to the surface of said plate (2) and to the direction of the force that is to be measured. Said axis also lies within the neutral surface of the plate (2). The plate (2) can also be the web of a carrier. A measuring transducer (12) is inserted into the hole (3) in order to measure any modification of the size of the diameter of said hole (3) on a plane that is inclined at an angle of 45° counter to the direction of the force (F) to be measured. A lateral force is created in the direction of y in addition to a transverse stress τ with a component τ_{xy} by applying force in the direction of y when at least one side of the plate (2) is clamped in the base. The originally circular hole (3) is deformed into an ellipse. The measuring transducer (12) consists of a measuring transformer with an oscillating string.



(57) Zusammenfassung

Die erfindungsgemässe Kraftmesszelle besteht aus einer Platte (2), welche ein kreisrundes Loch (3) trägt, dessen Achse senkrecht steht auf der Fläche der Platte (2) und auf der Richtung der zu messenden Kraft. Ferner liegt die genannte Achse in der neutralen Fläche der Platte (2). Die Platte (2) kann auch der Steg eines Trägers sein. In das Loch (3) ist ein Messwandler (12) eingesetzt, welcher die Änderung der Grösse des Durchmessers des Loches (3) in einer um 45° gegen die Richtung der zu messenden Kraft (F) geneigten Ebene misst. Durch das Anlegen der Kraft (F) in der y-Richtung entsteht, wenn die Platte (2) mindestens einseitig in einer Basis eingespannt ist, eine Querkraft in y-Richtung und damit eine Schubspannung τ mit einer Komponente τ_{xy} . Dies bewirkt Verformung des ursprünglich runden Loches (3) in eine Ellipse. Der Messwandler (12) enthält einen Schwingsaiten-Messwandler.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Kraftmesszelle

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kraftmesszelle mit einem Schwingsaiten-Messwandler nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Insbesondere betrifft sie Kraftmesszellen, bei denen der Messwandler in einem runden Loch einer Platte oder eines Steges in einem Träger eingesetzt ist, wobei die Achse des Loches senkrecht zur Lastrichtung und parallel zur neutralen Fläche der Platte oder des Trägers angebracht ist.

Solche Kraftmesszellen sind mehrere bekannt, so z.B. aus GB-A 1,518,359 (D1), EP-A1 0 675 032 (D2), US 3,132,319 (D3), US 4,530,245 (D4), EP-A1 0 129 331 (D5), US 3,906,788 (D6).

Gemeinsames Merkmal aller genannten Veröffentlichungen ist die Verwendung von Dehnmessstreifen (DMS) als analoge Messwandler, die in bekannter Weise in Brückenschaltungen verbunden sind. In D1 ist der Messwandler in das Loch eingeklebt, in D3, D4, D5 wird er in axialer Richtung eingepresst, nur in D2 und D6 sind definierte Kontakt-Punkte oder -Linien vorgesehen.

Während D2 mit der Wirkung des Kompressionskegels arbeitet und daher konsequenterweise nur als Eisenbahnschächler eingesetzt wird, wird in D3, D5, D6 die an einem stab- oder plattenförmigen Element anliegende Zugspannung gemessen in Funktion der Formänderung des Loches parallel oder senkrecht zur wirkenden Last.

Durch die Art der Einpassung der DMS-Messwandler in das Loch sind, sofern die bekannten Vorrichtungen zur Kraftmessung verwendet werden sollen, - mit Ausnahme von D2 und D6 - nur verhältnismässig bescheidene Genauigkeiten, zusammengesetzt aus Auflösung und Reproduzierbarkeit, zu erwarten. Ein Ersatz eines defekten eingepressten oder -geklebten Messwandlers ist schwierig und aufwendig und zieht allenfalls Nachbearbeitung des Loches nach sich. Dies in Verbindung mit den bekannten Einschränkungen von DMS wie Temperaturabhängigkeit, Feuchtigkeitsempfindlichkeit und unterschiedliche Qualität der Klebstellen mit plötzlichen, alterungsabhängigen Ausfällen, besonders bei rauhem Betrieb.

Bei Verwendung solcher Messzellen als Eisenbahnwaagen, bei denen die Träger, deren Verformung gemessen werden soll, ja die Eisenbahnschienen sind, kann bei Verwendung von DMS noch eine nicht zu unterschätzende Problematik eintreten: Werden
5 die DMS direkt auf einen Teil einer solchen Schiene angebracht, so wird es nahezu ausgeschlossen sein, bei einer bereits verlegten Schiene die Bedingungen von Feuchtigkeit, Sauberkeit und Temperatur reproduzierbar herbeizuführen, die für das Aufkleben von DMS erforderlich sind. Als Alternative
10 bleibt dann das Heraustrennen und Wiedereinschweißen eines Schienenstückes, was die Herstellung einer solchen Waage enorm teuer macht. Zudem muss bei einem eventuellen Ausfall eines DMS die ganze Prozedur wiederholt werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung
15 einer Messzelle für Kräfte, die einfach und kostengünstig hergestellt werden kann, hohe Genauigkeit der Messwerte ermöglicht, hohe Widerstandsfähigkeit auch bei rauhem Betrieb aufweist und mit nur kleinem Aufwand eingesetzt und allenfalls ausgewechselt werden kann.

20 Die Lösung der gestellten Aufgabe ist wiedergegeben im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 hinsichtlich der wesentlichen Merkmale, in den davon abhängigen Patentansprüchen hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausbildungen.

Anhand der beigegebenen Zeichnungen wird der Erfindungsgegenstand näher erläutert. Es zeigen
25

- Fig. 1 ein Aufriss als Prinzipdarstellung der Funktionsweise der Messzelle,
- Fig. 2 eine Variante zur Messzelle von Fig. 1,
- 30 Fig. 3a,b,c eine Dreiseitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels,
- Fig. ein Einbaudetail,
- 35 Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel,
- Fig. 6 ein drittes Ausführungsbeispiel,

- Fig. 7 ein viertes Ausführungsbeispiel,
- Fig. 8 ein fünftes Ausführungsbeispiel,
- 5 Fig. 9 ein sechstes Ausführungsbeispiel,
- Fig. 10 eine bevorzugte Ausführungsform einer Abdeckung.
- 10 Fig. 1 ist eine schematische Prinzipdarstellung der Messzelle ohne den Messwandler. Eine Basis 1 trägt eine auskragende rechteckige Platte 2 mit einem im wesentlichen in der Mitte angebrachten kreisrunden Loch 3. Wirkt nun auf die Oberkante der Platte 2 eine als an einem Punkt 7 als Punktlast gedachte
- 15 Kraft F , so wird sich die Platte 2 unter Aufbau von Schubspannung parallelogrammartig verformen. Die technischen Ausbildungen solcher Krafteinleitungen sind an sich bekannt und werden daher nicht weiter erläutert. Dabei erfährt das kreis-
- 20 runde Loch 3 ebenfalls eine Verformung und wird zu einer Ellipse 4, deren kleiner Halbmesser b kleiner, deren grosser Halbmesser a grösser wird als der Radius r des Loches 3. Die Richtungen der Halbmesser a , b ist im wesentlichen um 45° gegenüber der Richtung der neutralen Faser N der Platte 2 geneigt, wobei die Richtung der Kraft F im wesentlichen
- 25 senkrecht auf der neutralen Faser N steht. Entscheidend für das Entstehen der genannten elliptischen Verformung des Loches 3 ist also der Aufbau von Schubspannung in der Platte 2, deren Auftreten durch die an ihr angreifende Querkraft bewirkt wird.
- 30 Wird die Platte 2 - oder ein Träger, dessen Steg ausgebildet ist, wie die Platte 2 - unter dem der Basis abgewandten, also dem freien Ende unterstützt, so erfährt die Platte 2 zwar ein Biegemoment, und die Querkraft wird nach Massgabe der Abstandsverhältnisse reduziert, wie an sich bekannt, jedoch
- 35 ändert sich an der Verformung des Loches 3 prinzipiell nichts, ausser deren Ausmass. Dies gilt auch dann, wenn die Platte 2 - oder der Träger, dessen Steg die Platte 2 darstellt - am anderen Ende ebenfalls in eine nicht verdrehbare

Basis 1 eingespannt ist. Anstelle eines zweiseitig eingespannten Trägers ist auch ein sog. durchlaufender Träger als Teil der erfindungsgemässen Messzelle im Sinne der Erfindung. Eine Variante zu Fig. 1 ist in Fig. 2 dargestellt. Oberhalb und unterhalb des Loches 3 weist die Platte 2 je ein zusätzliches Loch 5 auf; beide Löcher 5 liegen in Richtung der Schubspannungskomponente τ_{xy} oberhalb und unterhalb des Zentrums des Loches 3. Damit wird insgesamt eine Schwächung des Plattenquerschnittes bewirkt und damit eine Vergrösserung des Verhältnisses $E = a/b$ der aus dem kreisrunden Loch 3 entstehenden Ellipse 4. Immer noch ist dieses Verhältnis $E = a/b$ invariant in Bezug auf den Ort der Einleitung der Kraft $\underline{F}$, solange dieser zwischen dem Durchstosspunkt der Tensorkomponente τ_{xy} durch die Oberkante der Platte und deren äusserem Ende liegt; dies aus dem Grunde, dass die Querkraft $Q_y = F$, weil keine weitere Kraftableitung vorhanden ist, ausser der Auflagerreaktion $F_A = -F$. Selbstverständlich kann auch nur ein einziges Loch 5 oder auch mehr als deren zwei vorhanden sein, ohne den Sinn dieser Erfindungsvariante zu verlassen.

Als Messwandler ist erfindungsgemäss ein Schwingsaiten-Messwandler vorgesehen, der an sich bekannt ist, beispielsweise aus CH 672 841. Für dessen Einbau bestehen verschiedene Vorschläge bzw. Varianten: Eine erste Variante ist in Fig. 3a, b, c dargestellt.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Messanordnung 12, bezüglich des Loches 3. Diese ist so eingesetzt, dass ihre Kraft- bzw. Wegmessrichtung unter im wesentlichen 45° steht sowohl bezüglich der Tensorkomponente τ_{xy} als auch der Richtung der neutralen Faser $\underline{N}$. Diese Einbaurichtung gilt für alle folgenden Beispiele so, wie in Fig. 3a gezeigt, oder orthogonal dazu. Im ersten genannten Fall wird die Richtung der Verkürzung, im zweiten Fall jene der Verlängerung des Durchmesser des Loches 3 gemessen. Die folgenden Figuren sind jeweils Schnitte bzw. Draufsichten in der beschriebenen 45° -Ebene.

In Fig. 3b ist die Platte 2 so dick gewählt, dass ein Schwingsaiten-Messwandler 10 gemäss CH 672 841 direkt eingebaut werden kann.

Der nachfolgend beschriebene Schwingsaiten-Messwandler 10 ist Stand der Technik. Er weist drei Krafteingänge 13, 14 auf:

Die beiden Krafteingänge 13 wirken auf zwei aussenliegende unbewegliche Stützen 15, an welchen vier Blattfedern 16, 17 angelenkt sind und welche durch eine Basis 15a verbunden werden. Die in der Zeichnung oben liegenden Blattfedern 17 tragen auf je zwei Stützen 18 je einen Saitenkopf 19 für die Befestigung und das Spannen einer Saite 20.

Der dritte Krafteingang 14 wirkt direkt auf ein Mittelstück 21, an welchem die Blattfedern 16, 17 angelenkt sind. Wird der untere Krafteingang 14 relativ zu den oberen Krafteingängen 13 bewegt, so wird die Spannung und damit die Frequenz der Saite 20 erhöht oder gesenkt, je nach der Richtung der relativen Bewegung.

Die Krafteingänge 13, 14 sind in geeignete Vertiefungen 22 im Loch 3 eingelassen, wie anschliessend in Fig. 4 gezeigt.

Um den Anpressdruck der Krafteingänge 13, 14 zu erhöhen und hysteresefreien Sitz zu gewährleisten, ist - wie in Fig. 3c gezeigt - eine C-förmige Vorspannfeder 11 vorgesehen, die die Krafteingänge 13, 14 in die Vertiefungen 22 drückt, oder allenfalls über Reibungskräfte.

Abdeckungen, Kabelzuführungen, elektronische Vorrichtungen, die zu dieser Messanordnung gehören, sind hier weggelassen; ein Ausführungsbeispiel hiezu zeigt Fig. 10.

Fig. 4 zeigt eine solche Vertiefung 22 im Schnitt. Beispielsweise mit Hilfe eines geeigneten Prägwerkzeuges wird die Vertiefung 22 als Kugelkalotte radial in der Wandung des Loches 3 in der Platte 2 angebracht. Die Krafteingänge - dargestellt ist der Krafteingang 14 - weisen beispielsweise ein kegelstumpfförmiges Ende auf, das spielfrei in die Vertiefung 22 hineinpasst.

Die Ausführungsbeispiele gemäss Fig. 5, 6 sind besonders geeignet für die Fälle, wo entweder die Platte 2 zu dünn oder/und das Loch 3 zu klein ist für den direkten Einbau eines Schwingsaiten-Messwandlers gemäss Fig. 3a, b, c, ohne jedoch die beschriebene Einbauart auf diese Fälle zu beschränken.

In Fig. 5 wird die Aenderung der gewählten Dimension des Loches 3 übertragen auf ein Parallelogramm aus vier Stäben 23. An ihren Enden weisen diese Stäbe 23 je ein Biegegelenk 24 auf. Diese sind angeschlossen an zwei Krafteingänge 25, die ausgestaltet sind gemäss Fig. 4. Wie schon in Fig. 3c gezeigt, werden auch diese Krafteingänge 25 mit einer Vorspannfeder 11 in die Vertiefungen 22 gedrückt. Zwei der Stäbe 23 sind mit Biegegelenken 24 an einem ersten Knoten 26 angeschlossen, die anderen in gleicher Weise an einem zweiten Knoten 27. Dieser letztere ist rohrförmig ausgebildet und mit der Basis 15a des Schwingsaiten-Messwandlers verbunden. Das Mittelstück 21 des Schwingsaiten-Messwandlers 10 ist durch eine Stange 28 mit dem ersten Knoten 26 verbunden und überträgt so dessen Bewegung auf den Schwingsaiten-Messwandler 10. Eine Verkleinerung des Durchmessers des Loches 3 spreizt das genannte Parallelogramm und führt zu einer Senkung von Saitenspannung und -Frequenz, eine Vergrösserung zu deren Erhöhung. Wird das Parallelogramm der vier Stäbe 23 sehr hoch gewählt gegenüber seiner Breite (in Richtung der Stange 28), so resultiert daraus eine entsprechende Vergrösserung des Messweges, gegeben durch die Trigonometrie der Winkelverhältnisse, wie bekannt.

In Fig. 6 wird die Deformation des Loches 3 auf eine elastische Spange 30 übertragen, die nun ihrerseits mit zwei Krafteingängen 25 versehen ist, analog zum Ausführungsbeispiel von Fig. 5. In der Fig. 6 weist die Spange 30 einen oberen und einen unteren Schenkel 31 auf, auf denen die genannten Krafteingänge 25 angebracht sind. Gegen das offene Ende der Spange 30 sind die Schenkel 31 beispielsweise abgekröpft und tragen an ihren Enden den Schwingsaiten-Messwandler 10. Zum Einsetzen der Spange 30 in die Vertiefungen 22 im Loch 3, kann sie mit einem geeigneten Werkzeug zusammengedrückt und eingesetzt werden, worauf man die Spange 30 sich wieder entspannen lässt, bis die Krafteingänge 25 in die Vertiefungen 22 eingreifen. Auch hier wird eine Wegübersetzung der Deformation des Loches 3 erzeugt; zugleich übernimmt die Spange 30 den nötigen Anpressdruck der Krafteingänge 25 in den Vertiefungen 22.

Anstelle des elastischen Parallelogramms von Fig. 5 sind auch andere Lösungen möglich und erfinderisch. Eine solche Lösung ist in Fig. 7 dargestellt: Die Wegübersetzung besteht hier aus zwei Stäben 23; jeder Stab 23 ist mit je einem Biegege-
5 lenk 24 an einem Einsatz 32 angelenkt, mit dem je anderen wird ein dem ersten Knoten 26 aus Fig. 5 analoger Knoten 33 getragen. Der in Fig. 7 obere Teil des Einsatzes 32 ist als Hebel 34 ausgebildet, der in einem weiteren Biegegelenk 35 elastisch gelagert ist und an seinem das eine Biegegelenk 24
10 des einen Stabes 23 tragenden Ende einen der Krafteingänge 25 trägt. Der andere Krafteingang 24 ist am in Fig. 7 unteren Teil des Einsatzes 32 angebracht, wo auch das andere Biegege- lenk 24 des anderen Stabes 23 mündet.

Im Knoten 33 ist eine Stange 36 befestigt, die durch ein Loch
15 37 im Einsatz 32 hindurch die Bewegung des Knotens auf den Schwingsaiten-Messwandler 10 überträgt.

Der hintere, dem Krafteingang 25 abgewandte Teil des Hebels 34 weist eine Bohrung 40 auf, durch welche eine Schraube 41 läuft, die in ein Gewinde 39 im mittleren Teil des Einsatzes
20 32 eingreift. Mit Hilfe dieser Schraube 41 kann die Anpresskraft der Krafteingänge 25 in den Vertiefungen 22 und damit die Vorspannung des Schwingsaiten-Messwandlers 10 eingestellt werden.

Wie ferner in Fig. 7 gezeigt, kann mindestens einer der
25 Krafteingänge 25 doppelt ausgeführt sein, so dass vorzugsweise in axialer Richtung des Loches 3 zwei Krafteingänge 25 vorhanden sind, womit der im Loch 3 eingesetzte Teil der Kraftmessvorrichtung gegen Verdrehen gesichert ist.

Das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 8 weist - wie jenes nach
30 Fig. 5 - ein Parallelogramm aus vier Stäben 23 auf zur Kraft- und Weg-Wandlung. Hier sind die Stäbe 23 jedoch nur mit je einem Biegegelenk 24 versehen und erzeugen damit selbst die vorgesehene Anpresskraft auf das Innere des Loches 3. Ferner trägt das Loch 3 zwei parallel zu seiner Achse verlaufende
35 Nuten 42, die beispielsweise V-förmigen Querschnitt aufweisen mit einem Radius an der Spitze des V. In diese Nuten 42 greifen zwei Schneiden 43 als Krafteingänge - wiederum mit einem entsprechenden Radius - ein, wobei der Radius der

Schneiden 43 kleiner ist, als jener der Nuten 42, wie allgemein aus dem Waagenbau bekannt. Die Vorrichtung nach Fig. 8 kann durch Einpressen in das Loch 3 eingesetzt werden, jedoch auch durch kraftloses Einschieben, wenn sie vorher mit einem geeigneten Werkzeug zusammengedrückt wird.

Die Messanordnung nach Fig. 9 kann als Variante zu jener gemäss Fig. 5 aufgefasst werden. Hier fehlt jedoch die Vorspann-Feder 11 gemäss Fig. 5. Ferner ist hier die Krafteinleitung in die Messanordnung anders gelöst: Parallel zur Achse des Loches 3 sind zwei stumpf endende Sackbohrungen angebracht, die mit dem Loch 3 verbunden sind, so dass zwei Nuten 44 entstehen. Am Ende jeder Nut 44 ist ein - hier nicht eingezeichnetes Gewinde für je eine Schraube 45 vorgesehen. Anstelle einer Krafteinleitung 25, wie bei den vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispielen, ist hier eine Oese <6 vorgesehen, durch welche die Schraube 45 spielfrei eingesetzt werden kann.

Fig. 10 zeigt eine Vorzugsausführung einer Kapselung der Messanordnung 12. Da sie, allenfalls mit kleinen Aenderungen in der Dimensionierung, für alle Ausführungsbeispiele verwendet werden kann, ist die Messanordnung 12 nur angedeutet. Eine beispielsweise runde Scheibe 47 weist eine zentrale Oeffnung 48 auf, durch welche der Schwingsaiten-Messwandler 10 mit der Messanordnung 12 verbunden ist. Die Scheibe 47 ist seitlich an die Platte 2 - oder den Steg 2 - angelegt und von ihr durch ein Isolations- und Dichtelement 49, beispielsweise aus einem Elastomer, getrennt. Zwei erste Schrauben 50 gehen durch die Scheibe 47 und das Loch 3 hindurch und greifen auf der anderen Seite der Platte 2 in korrespondierende Gewinde in einer ersten Abdeckhaube 51. Diese stützt sich an der Platte 2 ebenfalls auf einem gleichen Isolations- und Dichtelement 49 ab. Eine zweite Abdeckhaube 52 ist mittels zweier weiterer Schrauben 53, die sie durchsetzen, an der Scheibe 47 festgeschraubt. Energie- und Datenleitungen werden beispielsweise durch - nicht dargestellte - Oeffnungen in der zweiten Abdeckhaube 52 geführt. Schmutz, Staub und Feuchtigkeit können so wirkungsvoll von Messanordnung 12 und Schwingsaiten-Messwandler 10 ferngehalten werden.

Patentansprüche

1. Kraftmesszelle bestehend aus einer im wesentlichen ebenen und rechteckigen Platte (2), die durch die zu messende Kraft in dieser Ebene auf Scherung beansprucht wird und die durch die, hinsichtlich dieser Kraft neutralen Faser, ein kreisrundes Loch (3) aufweist, dessen Achse senkrecht steht auf der Ebene der Platte (2) und in diesem Loch (3) eine Messanordnung (12) trägt, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Platte (2) längs einer ihrer zur Richtung der zu messenden Kraft parallelen Kante in einer Basis (1) eingespannt ist,
 - das Loch (3) zwischen der genannten Kante und dem Angriffspunkt der zu messenden Kraft liegt,
 - die genannte Messanordnung einen Schwingsaiten-Messwandler (10) enthält,
 - der Schwingsaiten-Messwandler (10) mindestens zwei Krafteingänge (13, 14, 25, 47) aufweist,
 - die Wandung des Loches (3) an mindestens zwei Stellen so ausgebildet ist, dass die Krafteingänge (13, 14, 25, 47) des Schwingsaiten-Messwandlers (10) lage-schlüssig eingesetzt werden können und durch eine Vorspannkraft ein Kraftschluss bewirkt werden kann,
 - der Schwingsaiten-Messwandler (10) so in das Loch (3) eingesetzt ist, dass die auf ihn wirkende Kraft in einem Winkel von im wesentlichen 45° zur Richtung der zu messenden Kraft steht.
2. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (2) zusätzlich zum ersten Loch (3) mindesten ein weiteres kreisrundes Loch (5) trägt, welches in der Richtung der zu messenden Kraft benachbart zum genannten ersten Loch (3) angeordnet ist.
3. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausbildung der Wandung des Loches (3) zur lage- und kraftschlüssigen Aufnahme der

Messanordnung (12) aus zwei einander gegenüberliegenden kugelkalottenförmigen Vertiefungen (22) besteht.

4. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausbildung der Wandung des Loches (3) zur lage- und kraftschlüssigen Aufnahme der Messanordnung (12) aus drei einander gegenüberliegenden kugelkalottenförmigen Vertiefungen (22) besteht, wobei zwei dieser Vertiefungen (22) auf derselben Mantellinie des Loches (3) liegen.
5. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausbildung der Wandung aus zwei V-förmigen Nuten (42) mit gerundeter Vertiefung besteht, welche einander gegenüberliegend parallel zur Achse des Loches (3) verlaufen.
6. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausbildung der Wandung aus zwei Nuten (44) mit im wesentlichen rundem Querschnitt besteht, welche einander gegenüberliegend parallel zur Achse des Loches (3) verlaufen und von diesem angeschnitten sind, ferner im wesentlichen so lang sind, wie die halbe Dicke der Platte (2) und an ihren stumpfen Enden je ein zur Achse der Nut (44) koaxiales Gewinde aufweisen.
7. Kraftmesszelle nach einem der Patentansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingsaiten-Messwandler (10) die Krafteingänge (13, 14) aufweist, die so ausgestaltet sind, dass sie lageschlüssig in die Ausbildung der Wandung des Loches (3) eingesetzt werden können.
8. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorspannfeder (11) vorhanden ist, welche die Krafteingänge 13, 14) in die Ausbildung der Wandung des Loches (3) drückt.

9. Kraftmesszelle nach einem der Patentansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass Uebertragungsmittel vorhanden sind, die den zu messenden Deformationsweg des ersten Loches (3) auf den ausserhalb des ersten Loches (3) angeordneten Schwingsaiten-Messwandler (10) übertragen.
10. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Uebertragungsmittel aus einer Spange (30) mit zwei Schenkeln (31) bestehen, wobei jeder Schenkel mindestens einen Krafteingang (25) aufweist, welcher in eine entsprechende Ausbildung der Wandung des Loches (3) im ersten Loch (3) eingreifen kann,
 - die Schenkel (31) der Spange (30) an deren Enden so ausgebildet sind, dass sie den Schwingsaiten-Messwandler (10) aufnehmen können.
11. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Uebertragungsmittel aus einem aus vier Stäben (23) gebildeten Parallelogramm bestehen, wobei die Stäbe (23) mit je einem Biegegelenk (24) mit den zwei Krafteingängen (25) verbunden sind,
 - je zwei Stäbe (23) mittels Biegegelenken (24) mit einem ersten Knoten (26) und einem zweiten Knoten (27) verbunden sind,
 - die Kraft und Bewegung des ersten Knotens (26) über eine Stange (28), die Kraft und Bewegung des zweiten Knotens (27) direkt an den Schwingsaiten-Messwandler (10) übertragen wird.
12. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Uebertragungsmittel aus einem in das erste Loch (3) einsetzbaren Einsatz (32) mit mindestens zwei Krafteingängen (25) bestehen, wobei der Einsatz (32) ein erstes Biegegelenk (35) aufweist, an welchem der eine Krafteingang (25) angelenkt ist,

- an den zwei einander im ersten Loch (3) gegenüberliegenden Krafteingängen (25) je ein Stab (23) mit einem Biegegelenk angeschlossen ist, die beiden anderen Enden der Stäbe (23) mittels je eines weiteren Biegegelenkes einen Knoten (33) tragen ,
 - die Achsen der beiden Stäbe (23) miteinander einen Winkel zwischen 90° und 180° bilden.
 - der hintere Knoten (33) mittels einer in der Winkelhalbierenden der Achsen der Stäbe (23) liegenden Stange (36) mit einem der Krafteingänge (13, 14) des Schwingsaiten-Messwandlers (10) verbunden ist, während der andere direkt mit dem Einsatz (32) verbunden ist,
 - der Einsatz ferner einen am ersten Biegegelenk (35) befestigten Hebel (34) aufweist, der eine im wesentlichen senkrecht zur Achse des Hebels (34) verlaufende Bohrung (40) aufweist, der Einsatz (32) ferner ein koaxial zu dieser Bohrung (40) angebrachtes Gewinde trägt, so dass eine Schraube (41) durch die Bohrung (40) in das Gewinde (39) eingesetzt werden kann, mit deren Hilfe die Spannung des Hebels (34) und damit die Anpresskraft der Krafteingänge (25) auf die Vertiefungen (22) eingestellt werden kann.
- 25 13. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
- Uebertragungsmittel vorhanden sind, die den zu messenden Deformationsweg des ersten Loches (3) auf den ausserhalb des ersten Loches (3) angeordneten Schwingsaiten-Messwandler (10) übertragen.
 - die Uebertragungsmittel aus einem aus vier Stäben (23) gebildeten Parallelogramm bestehen, wobei die Stäbe (23) mit je einem Biegegelenk (24) mit den zwei Krafteingängen (25) verbunden sind,
 - je zwei Stäbe (23) mittels Biegegelenken (24) mit einem ersten Knoten (26) und einem zweiten Knoten (27) verbunden sind,

- die Kraft und Bewegung des ersten Knotens (26) über eine Stange (28), die Kraft und Bewegung des zweiten Knotens (27) direkt an den Schwingsaiten-Messwandler (10) übertragen wird.
 - 5 - die Krafteingänge (25) je mit einer Oese (46) versehen sind zur Aufnahme einer Schraube (41), welche im Gewinde festgezogen werden kann, welches am stumpfen Ende der Nut (44) vorhanden ist.
- 10 14. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (2) der Steg eines Trägers ist.
- 15 15. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger beidseitig in einem Gestell (1) eingespannt ist.
- 20 16. Kraftmesszelle nach Patentanspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger einseitig in einem Gestell (1) eingespannt ist, auf seiner freien Seite auf einem Gestell (1) lediglich aufliegt.
- 25 17. Kraftmesszelle nach einem der Patentansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Messanordnung (12) eine Kapselung aufweist, welche besteht aus einer ersten und einer zweiten Abdeckhaube (51, 52), einer Scheibe (47) mit einer zentralen Oeffnung (48) und zwei Löchern, zwei Isolations- und Dichtelementen (49), zwei ersten und zwei weiteren Schrauben (50, 53),
 - 30 - die Kapselung so aufgebaut ist, dass
 - die Scheibe (47), auf dem ersten Isolations- und Dichtelement (49) liegend, auf der einen Seite der Platte (2) so angelegt wird, dass ihre zentrale Oeffnung (48) konzentrisch auf das Loch (3) in der Platte (2) zu liegen kommt,
 - 35 - die zwei ersten Schrauben (50) durch die Löcher in der Scheibe (47) durchgesteckt werden, so dass sie in je ein Gewinde in der ersten Abdeckhaube

- 5 (51) eingreifen können, welche über ein zweites Isolations- und Dichtelement (49) an der anderen Seite der Platte (2) anliegt, und die zwei ersten Schrauben (50) die Scheibe (47) und die erste Abdeckhaube (51) von je einer Seite gegen die Platte (2) drücken,
- 10 - die zweite Abdeckhaube (52) mit den zwei weiteren Schrauben (53) in Gewinden in der Scheibe (47) angeschraubt werden kann, wobei die weiteren Schrauben (53) die zweite Abdeckhaube (52) durchsetzen, und die zweite Abdeckhaube (52) ebenfalls gegen das erste Isolations- und Dichtelement (49) drückt.

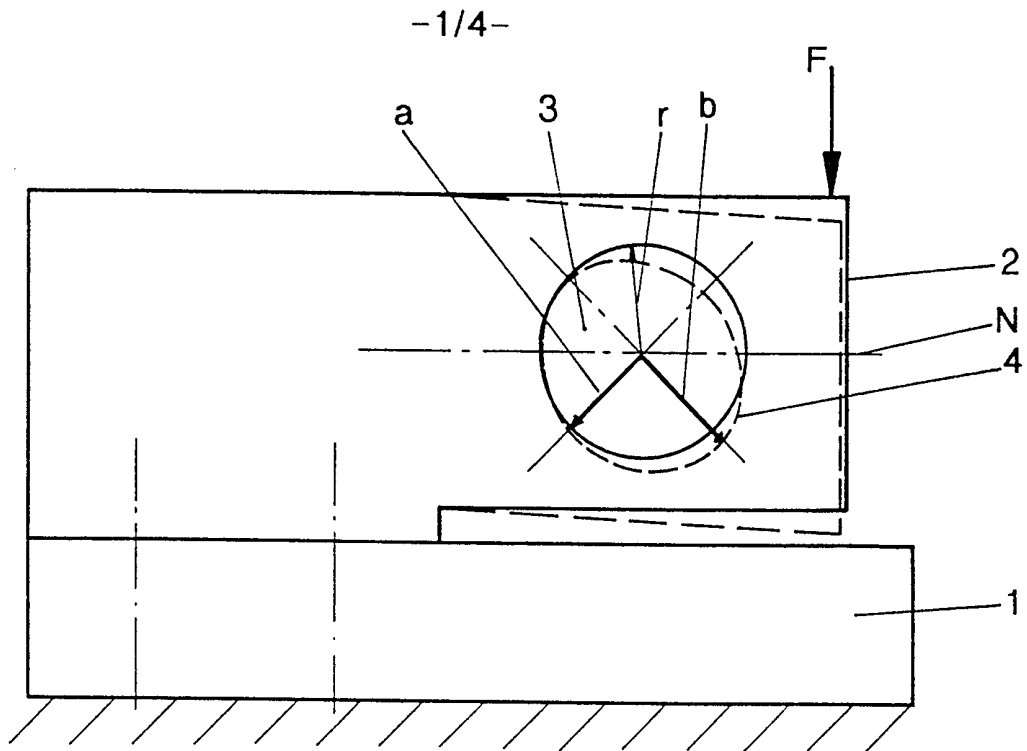


Fig. 1

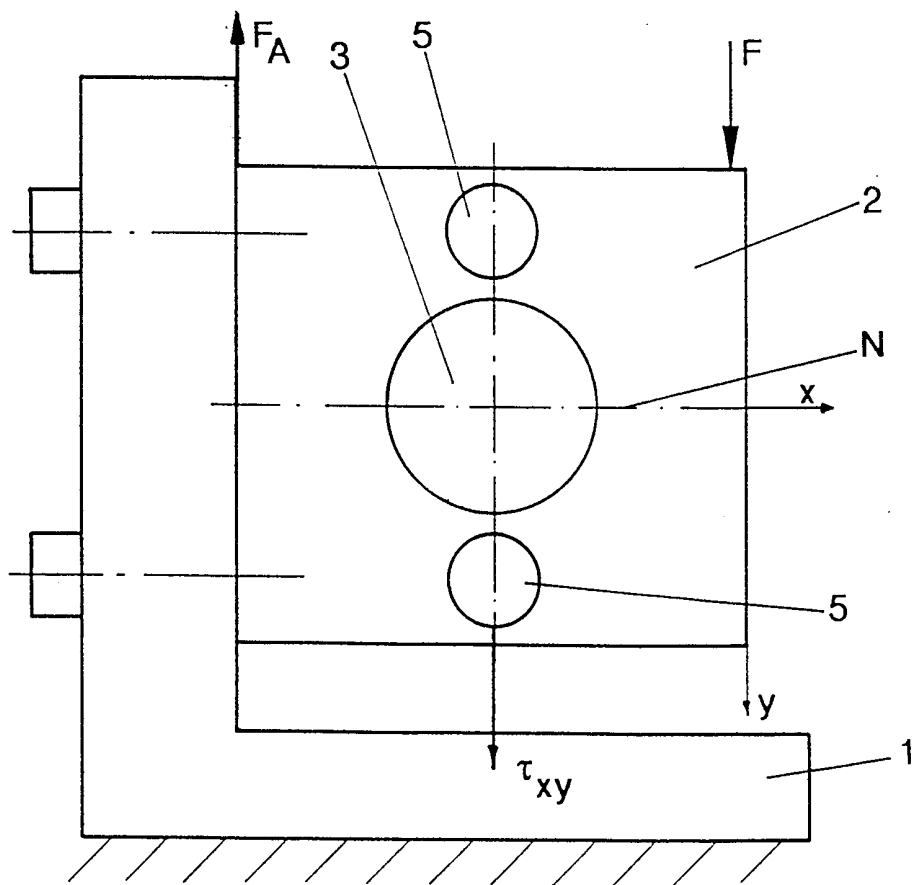
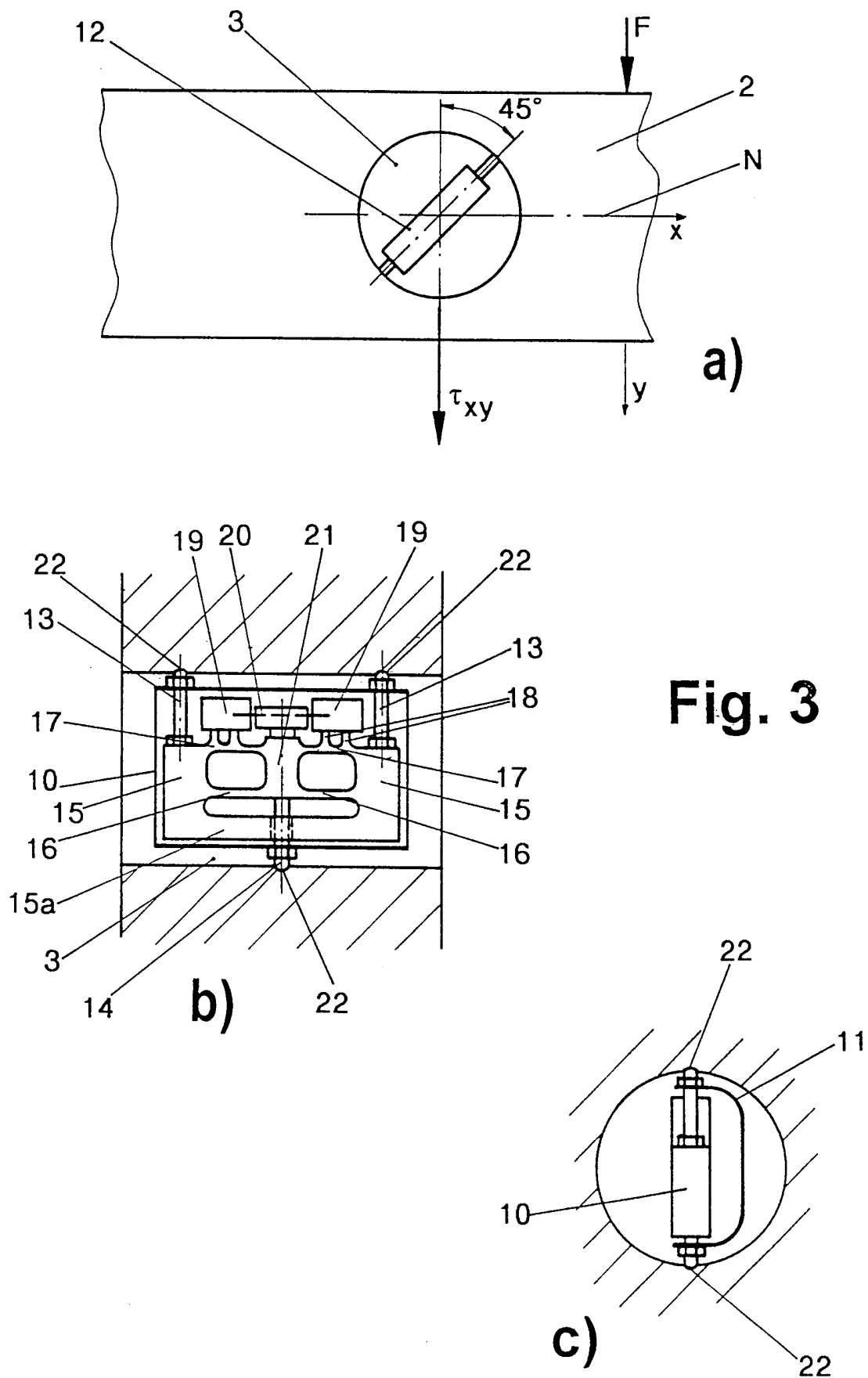
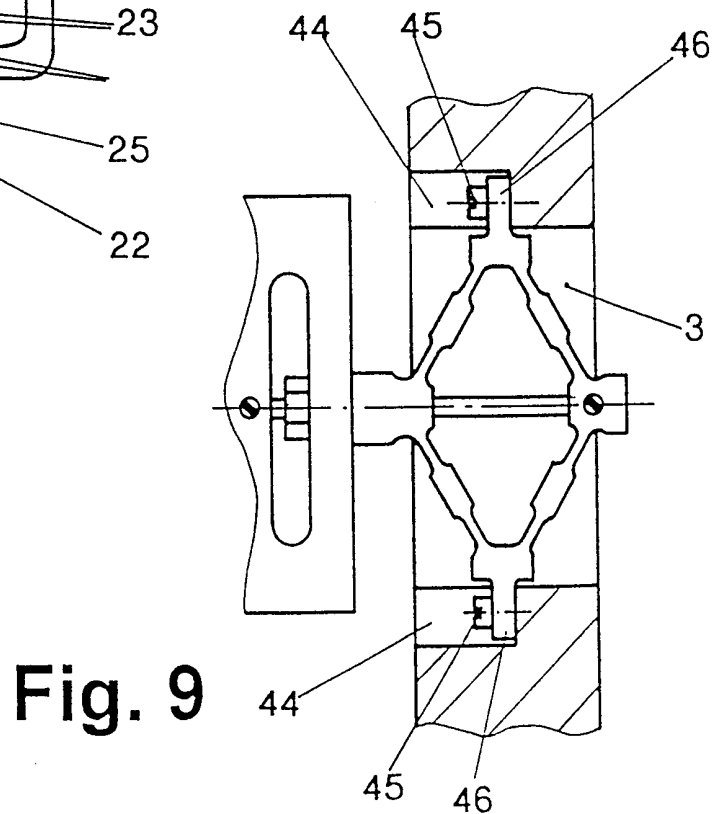
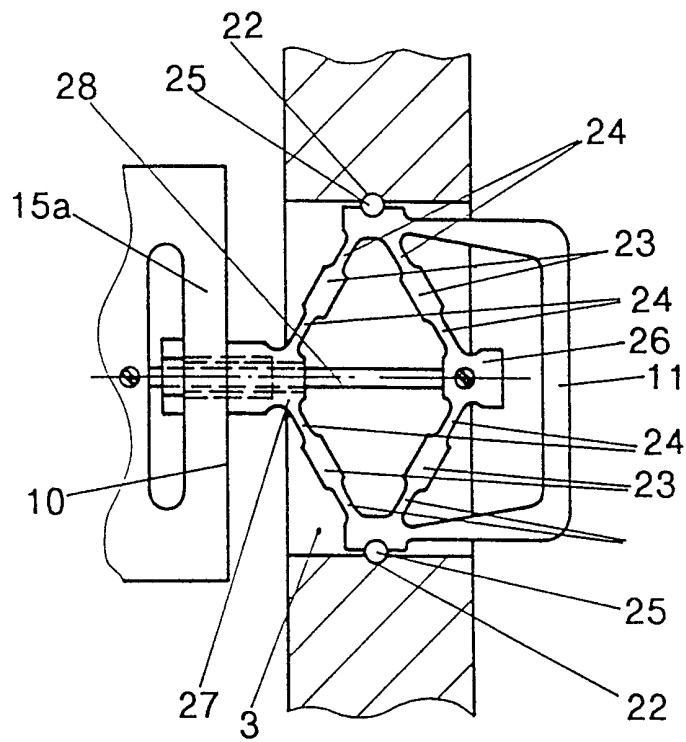
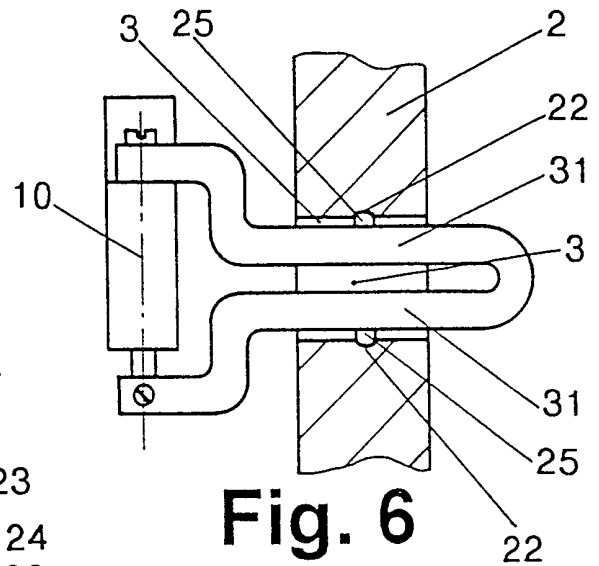
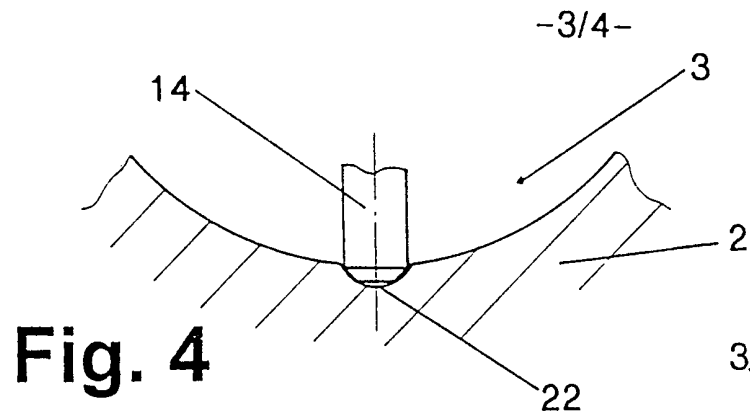


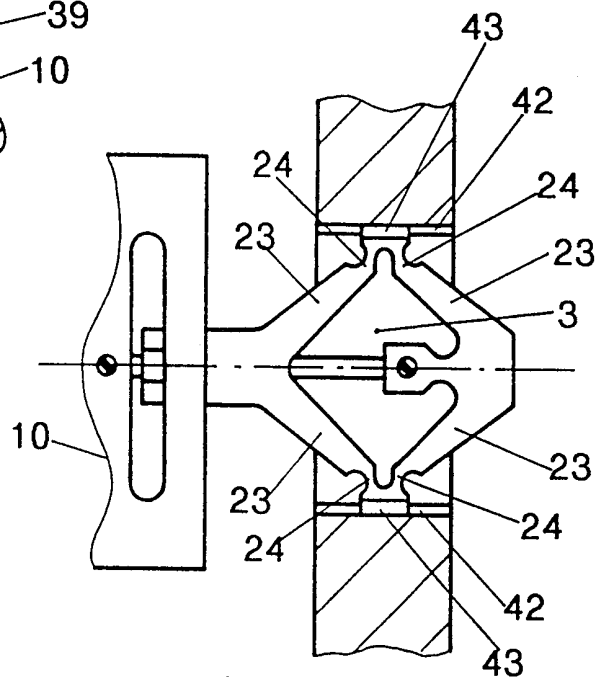
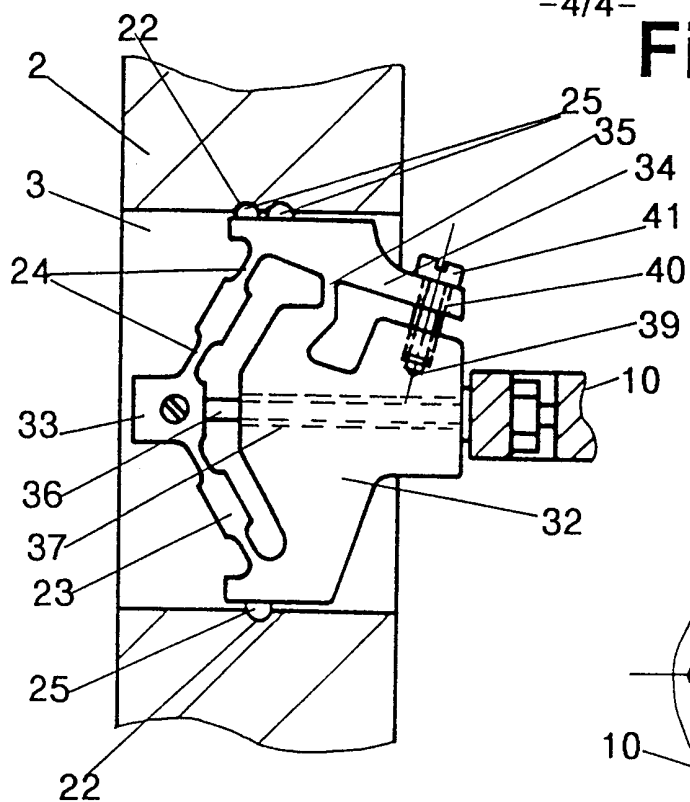
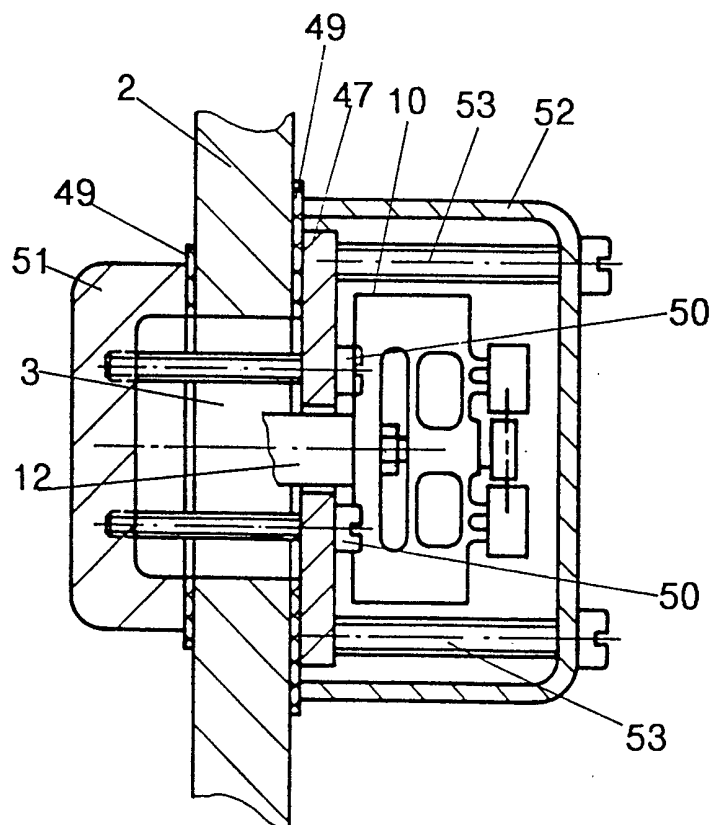
Fig. 2

-2/4-





-4/4-

Fig. 7**Fig. 8****Fig. 10**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr. nal Application No

PCT/CH 99/00467

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01L1/10 G01L5/00 G01G3/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01L G01G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 906 788 A (HOFFMAN IRA S) 23 September 1975 (1975-09-23) cited in the application the whole document ---	1-17
A	WO 93 00575 A (WIRTH GALLO MESSTECHNIK) 7 January 1993 (1993-01-07) page 2, line 16 -page 3, line 11; figures 1,2 ---	1
A	EP 0 402 320 A (TRON INT INC) 12 December 1990 (1990-12-12) abstract; figure 3 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 December 1999

Date of mailing of the international search report

08/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zafiropoulos, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 99/00467

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3906788	A	23-09-1975	NONE	
WO 9300575	A	07-01-1993	CA 2078437 A	25-12-1992
			DE 59201094 D	09-02-1995
			EP 0544858 A	09-06-1993
			JP 7092409 B	09-10-1995
			JP 5509412 T	22-12-1993
			US 5496973 A	05-03-1996
			US 5365022 A	15-11-1994
EP 0402320	A	12-12-1990	CA 2018064 A,C	08-12-1990
			ES 2043343 T	16-12-1993
			JP 1933190 C	26-05-1995
			JP 3054428 A	08-03-1991
			JP 6058268 B	03-08-1994
			US 5095764 A	17-03-1992

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00467

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01L1/10 G01L5/00 G01G3/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01L G01G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 906 788 A (HOFFMAN IRA S) 23. September 1975 (1975-09-23) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1-17
A	WO 93 00575 A (WIRTH GALLO MESSTECHNIK) 7. Januar 1993 (1993-01-07) Seite 2, Zeile 16 -Seite 3, Zeile 11; Abbildungen 1,2 ---	1
A	EP 0 402 320 A (TRON INT INC) 12. Dezember 1990 (1990-12-12) Zusammenfassung; Abbildung 3 -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Dezember 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/12/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zafiropoulos, N

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/CH 99/00467

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3906788 A	23-09-1975	KEINE	
WO 9300575 A	07-01-1993	CA 2078437 A	25-12-1992
		DE 59201094 D	09-02-1995
		EP 0544858 A	09-06-1993
		JP 7092409 B	09-10-1995
		JP 5509412 T	22-12-1993
		US 5496973 A	05-03-1996
		US 5365022 A	15-11-1994
EP 0402320 A	12-12-1990	CA 2018064 A,C	08-12-1990
		ES 2043343 T	16-12-1993
		JP 1933190 C	26-05-1995
		JP 3054428 A	08-03-1991
		JP 6058268 B	03-08-1994
		US 5095764 A	17-03-1992