



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 020 418 A1** 2007.10.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 020 418.2**

(22) Anmeldetag: **26.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B06B 3/02** (2006.01)

B23K 20/10 (2006.01)

B29C 65/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Herrmann Ultraschalltechnik GmbH & Co. KG,
76307 Karlsbad, DE**

(74) Vertreter:

**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart**

(72) Erfinder:

Konieczka, Mike, McHenry, III., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 36 03 627 A1

DE 87 02 983 U1

US 36 28 716

EP 14 68 794 A1

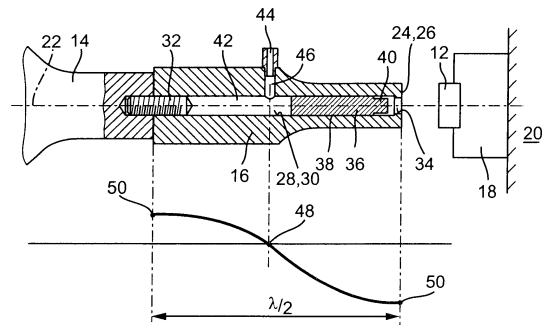
EP 03 84 821 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Bearbeiten von Werkstücken mittels Ultraschall**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Werkstücken mittels Ultraschall, mit einer Ultraschallsonotrode und einem Amboss, wobei zwischen der Ultraschallsonotrode und dem Amboss ein Werkstück bearbeitet wird, wobei die Ultraschallsonotrode in Achsrichtung und in Richtung auf das Werkstück und/oder den Amboss eine randoffene Ausnehmung aufweist, dass in der Ausnehmung ein Stempel angeordnet ist und dass der Stempel zwischen einer in die Ultraschallsonotrode eingefahrenen Ruhelage und einer teilweise aus der Sonotrode herausragenden Arbeitslage verfahrbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Werkstücken mittels Ultraschall, mit einer Ultraschallsonotrode und einem Amboss, wobei zwischen der Ultraschallsonotrode und dem Amboss ein Werkstück bearbeitet wird.

[0002] Mit derartigen Ultraschallbearbeitungsvorrichtungen können Werkstücke gefügt oder miteinander verbunden werden. Mit derartigen Vorrichtungen können Werkstücke auch verschweißt oder getrennt, d.h. geschnitten werden. Ferner kann mit derartigen Vorrichtungen ein erstes Werkstückteil an einem zweiten Werkstückteil in einer bestimmten Lage fixiert werden. Bei der Bearbeitung von Werkstücken mittels Ultraschall besteht oftmals die Forderung, dass bestimmte Werkstückbereiche von der Ultraschalleinwirkung ausgenommen werden. Zum Beispiel müssen bestimmte einzelne Bauteile, die nicht miteinander verschweißt werden dürfen, fixiert, gehalten oder gedämpft werden. Außerdem sollten die Bauteile vor dem Bearbeiten sicher fixiert werden.

[0003] Es ist bekannt, flexible Formteile vorzusehen, die in die Sonotrodenstirnfläche eingeklebt oder an dieser festgeklemmt werden. Damit soll eine Dämpfung bestimmter Bauteilbereiche während des Bearbeitungsvorganges möglich sein. Mit solchen Dämpfungselementen ist es aber nicht möglich, eine exakte Fixierung zu erzielen. Ebenso ist die Standzeit dieser Elemente relativ gering und die Abstimmung der Andruckkraft ist durch die hohe Federkonstante beziehungsweise der geringen Federlänge derartiger Dämpfungsglieder sehr problematisch.

[0004] Zusätzlich zum Stand der Technik gemäß der DE-A-25 08 175, der DE-A-10 68 646 und der GB-A-1 262 534 sind aus der DE-U 92 12 560 federgegelagerte, voreilende Niederhalter bekannt, die außerhalb der Sonotrode gelagert und geführt werden. Das Andrücken auf das zu bearbeitende Werkstück kann dabei außerhalb der Sonotrode erfolgen oder die Niederhalter sind, wie aus der DE-U-87 02 983 bekannt, ins Innere der Sonotrode geführt. Der Nachteil derartiger Ausführungen besteht darin, dass der Aufbau relativ aufwändig ist und dass er relativ viel Platz benötigt. Ferner sind auch diese Systeme mit mechanischen Federn vorgespannt. Somit ist der Anpressdruck nicht konstant und wegabhängig.

[0005] Bei anderen Ausführungsformen ist der mittels einer Feder vorgespannte Niederhalter im Schwingungsknoten der Ultraschallsonotrode gelagert. Als problematisch hat sich bei diesen Vorrichtungen herausgestellt, dass dennoch Schwingungen übertragen werden, da eine exakte Lagerung im Schwingungsknoten nur theoretisch möglich ist, da die gesamte Verschraubung beziehungsweise Befestigung eines solchen Niederhaltersystems sich

über einen größeren Bereich erstreckt, der über den Schwingungsknoten hinausgeht. Die Folgen sind eine Erwärmung, Vibrationen und eine Erhöhung der Verlustleistung des Gesamtsystems. Dies resultiert in einer verkürzten Lebensdauer und in einer eingeschränkten Zuverlässigkeit derartiger Systeme.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die Ultraschallsonotrode bei einfachem und kompaktem Aufbau mit einem Niederhalter oder Dämpfungselement versehen werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Ultraschallsonotrode in Achslängsrichtung und in Richtung auf das Werkstück und/oder den Amboss eine randoffene Ausnehmung aufweist, dass in der Ausnehmung ein Stempel angeordnet ist und dass der Stempel zwischen einer in die Ultraschallsonotrode eingefahrenen Ruhelage und einer teilweise aus der Sonotrode herausragenden Arbeitlage verfahrbar ist.

[0008] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung sieht demnach vor, dass der Niederhalter beziehungsweise das Dämpfungselement als Stempel, Bolzen oder Stößel ausgebildet ist und dieser Stempel in die Ultraschallsonotrode integriert ist, wobei der Stempel eine Ruhelage und eine Arbeitslage einnehmen kann, indem er in der Ausnehmung verlagert wird. Die Funktion des Stempels kann also aus- und eingeschaltet werden. Bei einer Variante kann der Stempel auch innerhalb der Ultraschallsonotrode fixiert werden, so dass er einen Teil der schwingenden Ultraschallsonotrode bildet, und zur Bearbeitung des Werkstücks beiträgt.

[0009] Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Ausnehmung eine Bohrung, insbesondere eine Stufenbohrung, mit kreisrundem oder polygonalem Querschnitt ist. Dabei kann der Stempel auf einfache Weise als Zylinderstift ausgebildet sein. Soll der Stempel eine bestimmte Ausrichtung beibehalten, wird dieser mit einem polygonalen Querschnitt versehen, so dass er lediglich in einer Dimension, nämlich in seiner Längsrichtung verlagert werden kann. Besitzt der Zylinderstift eine Schulter, dann kann der Verfahrweg des Stempels begrenzt werden, so dass er nur über einen bestimmten Betrag oder Zustellweg aus der Ultraschallsonotrode ausgefahren werden kann.

[0010] Optimale Schweißergebnisse werden dann erzielt, wenn der Stempel spielfrei oder nahezu spielfrei in der Ausnehmung geführt ist. Zusätzlich liegt der Stempel fluiddicht, insbesondere pneumatisch dicht in der Ausnehmung und kann mittels eines Fluides nach Art eines Kolbens verschoben werden.

[0011] Bei einem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Ausnehmung einen Druckraum bildet und einen Anschluss für ein Arbeitsfluid aufweist. Mittels des Arbeitsfluides wird der Stempel in der Ausnehmung bewegt und es können Kräfte auf den Stempel ausgeübt werden. Dabei kann die Kraft auf den Stempel und somit die Kraft des Niederhalters beziehungsweise des Dämpfungselements exakt durch den Druck des Fluides eingestellt werden.

[0012] In bevorzugter Weise befindet sich der Anschluss für das Arbeitsfluid in einem Schwingungsknoten. Selbstverständlich ist auch eine andere Position möglich, sofern der Anschluss über geeignete Maßnahmen, insbesondere elastische Verbindungen, schwingungsentkoppelt ist.

[0013] Dabei führt der Anschluss zu einer Fluidquelle und/oder einem Drucksensor, insbesondere mit einem Druckregler. Auf diese Weise kann nicht nur der Stempel von der Ruhelage in die Arbeitslage und zurück verfahren, sondern auch die gewünschte Haltekraft aufgebracht und sogar konstant gehalten werden, und zwar unabhängig von der Position des Stempels in der Ausnehmung.

[0014] Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Haltekraft so gewählt, dass sie kleiner ist, als die Zustellkraft der Ultraschallsonotrode. Wird die Ultraschallsonotrode auf das Werkstück aufgesetzt, liegt zunächst der Stempel am Werkstück an und dient als Niederhalter für das Werkstück und wird dann mit weiterer Zustellung der Ultraschallsonotrode in Richtung des Werkstücks in die Ultraschallsonotrode eingedrückt. Dabei bleibt die Haltekraft konstant. Sobald die Sonotrode am Werkstück anliegt, kann die Haltekraft auf Null reduziert beziehungsweise der Stempel vollständig in die Sonotrode eingezogen werden.

[0015] Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass während oder nach der Bearbeitung des Werkstücks mittels der Ultraschallsonotrode der Stempel wieder ausgefahren wird und dabei einen Stanzvorgang ausführt. Der Stempel ist dann nicht nur ein Niederhalter, sondern auch gleichzeitig ein Stanzwerkzeug.

[0016] Bevorzugt kann die Kontaktfläche des Stempels auch strukturiert sein, so dass das Werkstück mit Sicherheit gehalten wird. Für den Stempel können beliebige Materialien gewählt werden, wie Metall, Kunststoff oder Keramik sowie Kombinationen hiervon.

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Dabei können die in der Zeichnung dargestellten sowie in den An-

sprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

[0018] In der Zeichnung zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung vor dem Aufsetzen auf ein Werkstück;

[0020] [Fig. 2](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#) beim Aufsetzen auf das Werkstück; und

[0021] [Fig. 3](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#) beim Bearbeiten des Werkstücks.

[0022] Die [Fig. 1](#) zeigt eine insgesamt mit **10** bezeichnete Vorrichtung zum Bearbeiten eines Werkstücks **12**, wobei ein Booster oder Konverter **14**, eine Ultraschallsonotrode **16** und ein Amboss **18**, der an einem nur angedeuteten Maschinengestell **20** fixiert ist, erkennbar sind. Der Booster **14**, die Ultraschallsonotrode **16**, das Werkstück **12** und der Amboss **18** liegen auf einer Achse **22**, insbesondere der Längsachse der Ultraschallsonotrode **16**, die auch die Bearbeitungsrichtung darstellt. Die Ultraschallsonotrode **16** besitzt eine Stirnseite **24**, die die Bearbeitungsfläche oder Schweißfläche **26** darstellt. Sie zeigt in Richtung auf das Werkstück **12**.

[0023] Die Ultraschallsonotrode **16** besitzt eine insgesamt mit **28** bezeichnete Ausnehmung, die zum Beispiel als Bohrung **30** mit einem kreisrunden Querschnitt ausgeführt ist. Die Ausnehmung **28** ist an der Stirnseite **24** randoffen, das heißt sie mündet ins Freie, wohingegen auf der gegenüberliegenden Seite ein Schraubbolzen **32** eingeschraubt ist, an welchem wiederum der Booster **14** befestigt ist.

[0024] Die Ausnehmung **28** erstreckt sich ebenfalls in Richtung der Achse **22** und liegt koaxial zu dieser. Außerdem ist die Ausnehmung **28** als Stufenbohrung ausgebildet und besitzt im Bereich der Stirnseite **24** eine Einschnürung **34**. Ferner ist in der Ausnehmung **28** ein Stempel **36** in Richtung der Achse **22** verschieblich gelagert, wobei der Stempel **36** in der in der [Fig. 1](#) dargestellten Stellung seine Ruhelage einnimmt. Dabei kann der den Stempel **36** aufnehmende Bereich **38** der Ausnehmung **28** einen kreisrunden oder einen polygonen Querschnitt aufweisen. Weiterhin ist erkennbar, dass der Stempel **36** ein verjüngtes Ende **40** aufweist, welches so bemessen ist, dass es die Einschnürung **34** durchgreifen und aus der Ultraschallsonotrode **16** heraustreten kann, was in der [Fig. 2](#) dargestellt ist. Dabei dient die Verjüngung **34** als Endanschlag für den Stempel **36**, der dann, wie in der [Fig. 2](#) dargestellt, seine Arbeitsposition einnimmt.

[0025] Auf der gegenüberliegenden Seite des

Stempels **36** befindet sich ein Druckraum **42**, der mit einem Anschluss **44** versehen ist, der über eine Querbohrung **46** in den Druckraum **42** mündet. Der Anschluss **44** liegt im Schwingungsknoten **48** der Ultraschallsonotrode **16**, wobei diese an der Stirnseite **24** sowie an der gegenüberliegenden Anschlussseite für den Booster **14** jeweils einen Schwingungsbauch **50** aufweist. Dies ist deutlich aus dem unterhalb des Querschnitts gezeigten Schaubilds einer Halbwelle von $\lambda/2$ erkennbar.

[0026] Über den Anschluss **44** kann ein Druckmedium, zum Beispiel ein Fluid, was eine Flüssigkeit oder ein Gas sein kann, in den Druckraum **42** eingeleitet werden, wodurch der Stempel **36** in Richtung auf das Werkstück **12** und teilweise aus der Ultraschallsonotrode **16** herausbewegt wird. Dies ist in der [Fig. 2](#) dargestellt. Anschließend wird die Ultraschallsonotrode **16** zusammen mit dem Booster **14** in Richtung des Fahrweges **S** bewegt, bis das Ende **40** des Stempels **36** am Werkstück **12** anliegt. Im Druckraum **42** herrscht ein konstanter Druck, der mittels eines Drucksensors **52**, der ebenfalls am Anschluss **44** angeschlossen ist, erfasst wird. Das Werkstück **12** wird vom Ende **40** des Stempels **36** festgehalten, wobei der Stempel **36** als Niederhalter dient.

[0027] Sodann wird die Ultraschallsonotrode **16** weiter um die Wegstrecke **X** in Richtung auf das Werkstück **12** bewegt, bis die Stirnseite **24** an der Oberfläche des Werkstücks **12** anliegt, was in der [Fig. 3](#) dargestellt ist. Dabei wird der Stempel **36** in die Ausnehmung **28** entgegen der Haltekraft F_1 zurückgeschoben, da die Zustellkraft F_s der Sonotrode **16** größer ist. Das Werkstück **12** wird jedoch aufgrund des im Druckraum **42** herrschenden Drucks **P** festgehalten. Dieser Druck **P** bleibt konstant, auch wenn der Stempel **36** in die Ausnehmung **28** zurückgeschoben wird, was dadurch bewirkt wird, dass der Drucksensor **52** an einen Druckregler **54** angeschlossen ist, der den Druck **P** konstant hält.

[0028] Sobald die Stirnseite **24** auf dem Werkstück **12** aufsitzt, wird dieses bearbeitet. Der vom Ende **40** des Stempels **36** abgedeckte Bereich des Werkstücks **12** wird nicht bearbeitet, da der Stempel **36** den Ultraschallschwingungen der Ultraschallsonotrode **16** nicht folgt. Dieser Bereich ist am Werkstück **12** mit **56** bezeichnet.

[0029] Der Stempel **36** dient also zur Fixierung des Werkstücks **12** sowie zur Dämpfung von Ultraschallschwingungen im Bereich **56** auf dem Werkstück **12**. Dabei kann der Stempel **36** auch als Stanzwerkzeug ausgebildet sein, so dass vor oder nach der Ultraschallbearbeitung das Werkstück **12** mittels des Stempels **36** gestanzt wird, indem im Druckraum **42** der Druck **P** erhöht wird. Der Stempel **36** ist spielfrei in der Ausnehmung **28** und insbesondere fluiddicht in dieser verschieblich gelagert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**10**) zum Bearbeiten von Werkstücken (**12**) mittels Ultraschall, mit einer Ultraschallsonotrode (**16**) und einem Amboss (**18**), wobei zwischen der Ultraschallsonotrode (**16**) und dem Amboss (**18**) ein Werkstück (**12**) bearbeitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ultraschallsonotrode (**16**) in Achsrichtung (**22**) und in Richtung auf das Werkstück (**12**) und/oder den Amboss (**18**) eine randoffene Ausnehmung (**28**) aufweist, dass in der Ausnehmung (**28**) ein Stempel (**36**) angeordnet ist und dass der Stempel (**36**) zwischen einer in die Ultraschallsonotrode (**16**) eingefahrenen Ruhelage und einer teilweise aus der Ultraschallsonotrode (**16**) herausragenden Arbeitlage verfahrbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (**28**) eine Bohrung, insbesondere eine Stufenbohrung ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempel (**36**) einen den Verschiebeweg begrenzenden Anschlag aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (**28**) einen kreisrunden oder einen polygonalen Querschnitt aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempel (**36**) spielfrei oder nahezu spielfrei in der Ausnehmung (**28**) geführt ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempel (**36**) fluiddicht, insbesondere pneumatisch dicht, in der Ausnehmung (**28**) gelagert ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (**28**) einen Druckraum (**42**) bildet und einen Anschluss (**44**) für ein Fluid aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschluss (**44**) in einem Schwingungsknoten (**48**) liegt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschluss (**44**) zu einer Fluidquelle und/oder einem Drucksensor (**52**) führt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (**52**) mit einem Druckregler (**54**) verbunden ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zu-

stellkraft (F_s) der Ultraschallsonotrode (**16**) größer ist als die Kraft (F_i), mit der der Stempel (**36**) aus der Ausnehmung (**28**) gedrückt wird.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die das Werkstück (**12**) kontaktierende Fläche des Stempels (**36**) strukturiert ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempel (**36**) als Stanzwerkzeug ausgebildet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

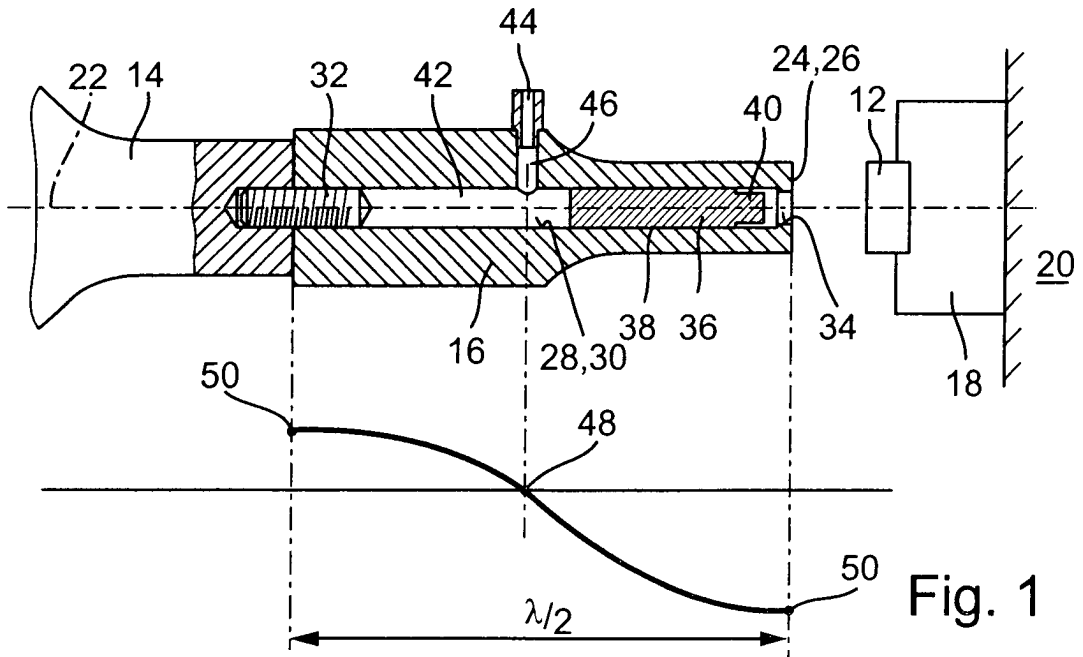


Fig. 1

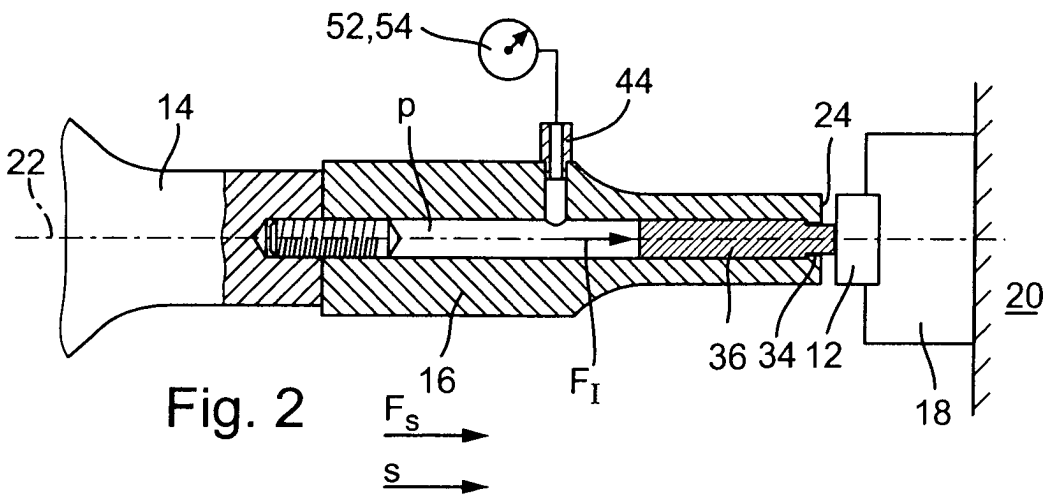


Fig. 2

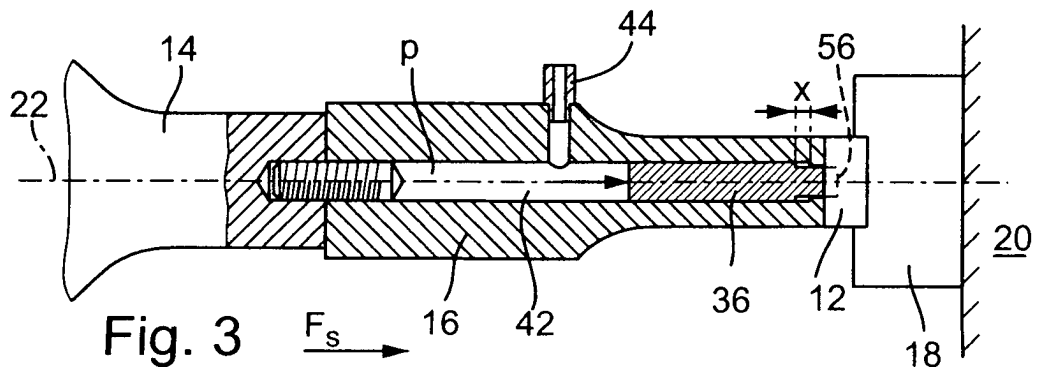


Fig. 3