(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 709 682 B1

(51) Int. Cl.: B23P 25/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00778/14

(22) Anmeldedatum: 21.05.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.11.2015

(24) Patent erteilt: 14.12.2018

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.12.2018

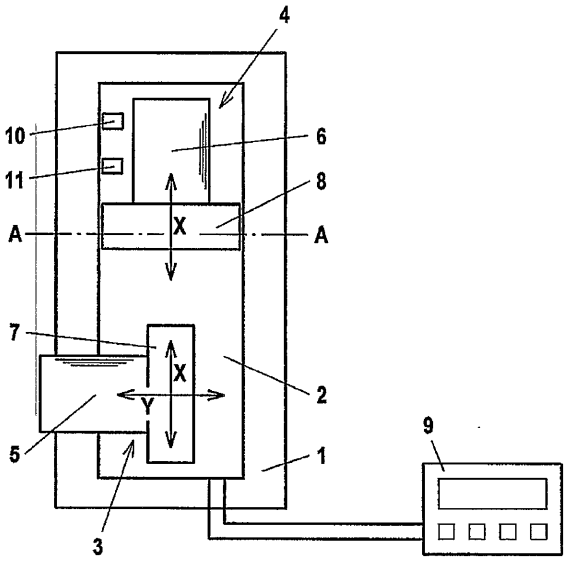
(73) Inhaber:
Hans-Peter Widmer. c/o Verein Wiap International

(72) Erfinder:
Hans-Peter Widmer, 5745 Safenwil (CH)

(74) Vertreter:
Aldo Römpler Patentanwalt,
Brendenweg 11, Postfach 154
9424 Rheineck (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken.

(57) Ein oder mehrere zu entspannende Werkstücke (1) werden zeitgleich oder nacheinander in drei zueinander abgewinkelten Achsen X, Y und Z vibriert. Die Y-Achse liegt in der Waagerechten rechtwinklig zur X-Achse, während die Z-Achse in der Senkrechten rechtwinklig zur X-Achse liegt. Abweichungen vom rechten Winkel, also auch spitze oder stumpfe Winkel, sind möglich. Das mindestens eine Werkstück (1) wird jedoch sowohl in der Waagerechten als auch in der Senkrechten vibriert. Dadurch werden mindestens Spannungen in der Nähe einer zyklischen 0,1-Dehngrenze erreicht, um sowohl die makroskopischen als auch die mikroskopischen Eigenspannungen im Werkstück (1) abzubauen. Die Vibrationsentspannung wird zu einem sicheren und verlässlichen Verfahren. Die Vorrichtung weist mindestens einen Antrieb (5, 6) in Form eines Rotationsmotors auf, wobei die Vibration durch mindestens zwei im Winkel zueinander stehende Exzenter (7, 8) auf das mindestens eine Werkstück (1) aufgebracht wird.



(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 709 682 B1

(51) Int. Cl.: B23P 25/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00778/14

(22) Anmeldedatum: 21.05.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.11.2015

(24) Patent erteilt: 14.12.2018

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.12.2018

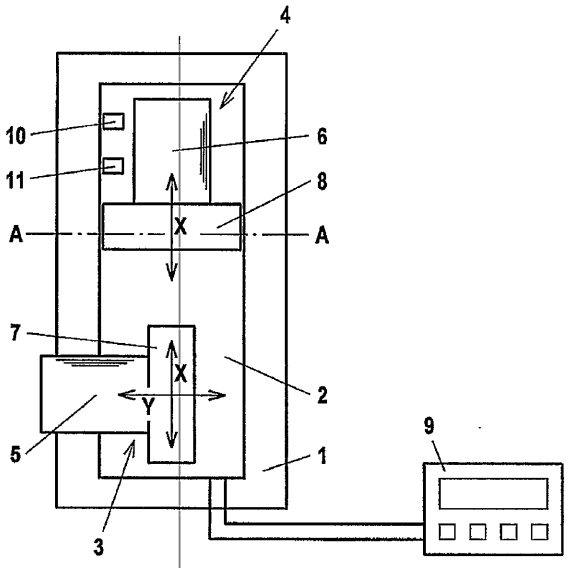
(73) Inhaber:
Hans-Peter Widmer, c/o Verein Wiap International
Obersumpfstrasse 11
5745 Safenwil (CH)

(72) Erfinder:
Hans-Peter Widmer, 5745 Safenwil (CH)

(74) Vertreter:
Aldo Römpler Patentanwalt,
Brendenweg 11, Postfach 154
9424 Rheineck (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken.

(57) Ein oder mehrere zu entspannende Werkstücke (1) werden zeitgleich oder nacheinander in drei zueinander abgewinkelten Achsen X, Y und Z vibriert. Die Y-Achse liegt in der Waagerechten rechtwinklig zur X-Achse, während die Z-Achse in der Senkrechten rechtwinklig zur X-Achse liegt. Abweichungen vom rechten Winkel, also auch spitze oder stumpfe Winkel, sind möglich. Das mindestens eine Werkstück (1) wird jedoch sowohl in der Waagerechten als auch in der Senkrechten vibriert. Dadurch werden mindestens Spannungen in der Nähe einer zyklischen 0,1-Dehngrenze erreicht, um sowohl die makroskopischen als auch die mikroskopischen Eigenspannungen im Werkstück (1) abzubauen. Die Vibrationsentspannung wird zu einem sicheren und verlässlichen Verfahren. Die Vorrichtung weist mindestens einen Antrieb (5, 6) in Form eines Rotationsmotors auf, wobei die Vibration durch mindestens zwei im Winkel zueinander stehende Exzenter (7, 8) auf das mindestens eine Werkstück (1) aufgebracht wird.



ist. Von Letzterem ist nur das Gehäuse angedeutet. Im Prinzip kann an der Achse der Antriebe 5 und 6 mindestens je eine Exzenterscheibe angeordnet sein, wodurch sich jeweils durch Umwandlung der Antriebsrotation in eine Translation eine jeweils zweidimensionale Rüttel- oder Vibrationsbewegung ergibt, sei es in den X/Y- oder in den X/Z-Achsen.

[0011] Bei den Antrieben 5 und 6 handelt es sich im bevorzugten Beispiel um Elektromotoren mit veränderlicher Geschwindigkeit, was technisch am meisten Sinn macht. Theoretisch sind aber auch andere Rotationsmotoren oder andere Antriebsarten denkbar. Der Vorrichtung zur Vibrationsentspannung 2 ist eine Steuerung 9 zugeordnet, die der Einstellung und Überwachung der jeweiligen Vibration dient. Im Wesentlichen geht es dabei um das Ein- und Ausschalten beziehungsweise um die Einstellung der die Drehzahl bestimmenden Energiezufuhr und somit der Frequenz der Vibration und allenfalls auch der Amplitude. Die Drehzahl eines Elektromotors lässt sich bekanntlich durch Änderung der Energiezufuhr, beispielsweise mittels eines veränderlichen Transformators, bestimmen. Über die Exzenter 7 und 8 ergibt sich daraus eine Veränderung der sich auf das Werkstück 1 auswirkenden Vibrationsfrequenz. Zur Überwachung und Steuerung der Vibration kann ferner mindestens ein Sensor vorhanden sein. Im hier vorliegenden Ausführungsbeispiel sind es zwei Sensoren 10 und 11. Das können beispielsweise Beschleunigungsmesser sein.

[0012] Für das erfindungsgemässe Verfahren zur Vibrationsentspannung ist kennzeichnend, dass nicht nur einfach mittels eines Vibrators 5 in den X/Y-Achsen gearbeitet wird, sondern das Werkstück 1 in drei Achsen X, Y und Z vibriert wird. Diese stehen derart im Winkel zueinander, dass das Werkstück 1 nicht nur in Bezug auf eine Ebene vibriert wird, sondern dreidimensional. Bei praktischen Ermittlungstests, wobei am Werkstück zwanzig Messpunkte beziehungsweise Sensoren angebracht wurden, hat sich bei diesem Verfahren überraschenderweise gezeigt, dass dadurch im Werkstück 1 alle Spannungszonen und Knotenpunkte erreicht und wirksam entspannt werden.

[0013] Im dargestellten Ausführungsbeispiel liegt die Y-Achse in der Waagerechten rechtwinklig zur X-Achse, während die Z-Achse in der Senkrechten rechtwinklig zur X-Achse liegt, so wie dies bei Arbeitsmaschinen zur Achsbezeichnung üblich ist. Nicht zwingend ist aber, dass zeitgleich in allen drei Achsen X, Y und Z vibriert wird. Vielmehr kann in den X/Y-Achsen einerseits und in den X/Z-Achsen andererseits auch zeitlich getrennt vibriert werden. Dieser Wechsel kann entweder durch manuelles Eingreifen oder auch über einen Programmablauf der Steuerung 9 erfolgen. Möglich sind verschiedene Verfahrensabläufe.

[0014] In einer ersten Variante kann in einem ersten Verfahrensschritt in den Achsen X und Y vibriert werden. Anschliessend in einem zweiten Verfahrensschritt in den Achsen X und Z. Umgekehrt, das heisst, zuerst X/Z und danach X/Y, geht natürlich auch.

[0015] In einer zweiten Variante kann, nach den ersten beiden Verfahrensschritten gemäss der ersten Variante, in einem dritten Verfahrensschritt zeitgleich in allen drei Achsen X, Y und Z vibriert werden. Selbstverständlich kann auch hier die Reihenfolge geändert werden und der dritte Verfahrensschritt zum Beispiel als erster oder zwischen den beiden anderen Verfahrensschritten zur Anwendung kommen.

[0016] Die dritte Variante wäre, in einem einzigen Verfahrensschritt in allen drei Achsen X, Y und Z zu vibrieren.

[0017] Es versteht sich von selbst, dass die vorgenannten Varianten beliebig, auch wechselweise, miteinander kombinier- und wiederholbar sind, so dass sich insgesamt mehr als nur zwei oder drei Verfahrensschritte beliebiger zeitlicher Reihenfolge ergeben.

[0018] Bei allen vorstellbaren Varianten können weitere Variablen hinsichtlich der Drehzahl des oder der Antriebe 5 und 6 beziehungsweise der Frequenz der Vibration hinzukommen. Ebenso kann die Beschleunigung eine Variable sein. Möglich sind auch unterschiedliche Amplituden der Vibration oder Veränderungen derselben. Schliesslich sei noch die Vibrationszeit erwähnt. Alle denkbaren Variablen können sich insgesamt auf alle Achsen X, Y und Z auswirken oder auch gezielt auf einzelne Achsenpaarungen X/Y oder X/Z. Ebenso sind zeitliche Staffelungen oder ein Variieren der Parameter während der jeweiligen Vibration möglich.

[0019] Als zwei von vielen denkbaren Beispielen, wie die Vibration konkret aussehen könnte, seien einige Variablen beziehungsweise Parameter genannt:

a) Die Antriebe 5 und 6 rotieren mit einer Drehzahl von 2800 U/min, bei einer Beschleunigung von 0,15–0,30 m/s^2 beim ersten Antrieb 5 und einer Beschleunigung von 0,30–0,55 m/s^2 beim zweiten Antrieb 6 sowie einer Amplitude von 0,94 mm für den ersten Exzenter 7 und 1,75 mm für den zweiten Exzenter 8.

b) Die Antriebe 5 und 6 rotieren mit einer Drehzahl von 3500 U/min, bei einer Beschleunigung von 0,30–0,70 m/s^2 beim ersten Antrieb 5 und einer Beschleunigung von 0,70–1,20 m/s^2 beim zweiten Antrieb 6 sowie einer Amplitude von 0,94 mm für den ersten Exzenter 7 und 1,30 mm für den zweiten Exzenter 8.

[0020] Die Drehzahlen können auch tiefer oder höher sein, beispielsweise 4200 U/min. Sinnvoll kann die zeitliche Trennung oder Staffelung der Laufzeit der beiden Antriebe 5 und 6 sein, da sich die Exzenter 7 und 8 zumindest in der gemeinsamen Achse X hinsichtlich der Wirkung eventuell gegenseitig beeinflussen können.

[0021] Aus Fig. 3 geht ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Vibrationsentspannung hervor, wobei nur ein Vibrator 3 vorhanden ist. Dieser weist einen Antrieb 5, hier ein Elektromotor, sowie zwei Exzenter 7 und 8 auf. Dabei

kann es sich auch um Exzenterpaare handeln oder drei und mehr einzelne Exzenter aufweisen. Im vorliegenden Fall weisen die Exzenter jeweils mehrere Exzenterscheiben auf. Ein Exzenter 7 oder 8 kann somit auch aus einer mehrteiligen Exzenteranordnung bestehen. Die Exzentrizität ist in der bevorzugten Ausführung stufenlos verstellbar. Das heisst, die Lage der Exzenter oder Exzenterscheiben gegenüber der Antriebsachse ist in diesem Beispiel einstellbar. Damit lässt sich die ins Werkstück einfliessende Energie exakt festlegen.

[0022] Das Besondere an der Ausführung nach Fig. 3 ist, dass statt zwei nur ein einziger Antrieb 5 die Exzenter 7 und 8 antreibt. Letztere sind rechtwinklig zueinander angeordnet, wobei die Kraft der Antriebsachse des Antriebs 5, beziehungsweise des Elektromotors, durch eine Kraftumlenkeinrichtung 12 von der Achse 13 des ersten Exzenters 7 zur Achse 14 des zweiten Exzenters 8 umgelenkt wird. Bei der Kraftumlenkeinrichtung 12 handelt es sich in dieser Ausführung um ein Kegelradgetriebe mit einem ersten Kegelrad 15 an der ersten Achse 13 und einem zweiten Kegelrad 16 an der zweiten Achse 14, die durch je eine Verzahnung ineinandergreifen. Möglich sind aber auch andere Arten der Kraftumlenkung, wobei die Laufrichtung der zweiten Achse 14 unwichtig ist. In jedem Fall genügt ein Antrieb 5 zur Vibrationsentspannung in allen drei Achsen X, Y und Z.

[0023] Der Vorteil des Ausführungsbeispiels nach Fig. 3 liegt aber nicht nur in der Einsparung eines zweiten Antriebs 6, sondern auch in der kompakten Konstruktion. In der Praxis ist mit sehr unterschiedlichen Werkstücken 1 zu rechnen, die es durch Vibration zu entspannen gilt. Das heisst, die jeweiligen Werkstücke 1 können die verschiedensten Geometrien und Masse aufweisen. Es kann fallweise darum nicht möglich sein, daran eine grössere Vorrichtung zur Vibrationsentspannung oder zwei separate Vibratoren anzubringen.

[0024] Auch beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 kann ein getrennter Lauf der beiden Exzenter 7 und 8 vorgesehen werden. Beispielsweise könnte das durch mechanisches Abkuppeln im Bereich der Kraftumlenkeinrichtung 12 erfolgen. Im vorliegenden Fall durch Trennung der beiden Kegelräder 15 und 16 durch eine lineare Verschiebung 17 in der Achse 13 des ersten Exzenters 7 und/oder durch eine entsprechende Verschiebung 18 in der Achse 14 des zweiten Exzenters 8. Entsprechende Verschiebeeinrichtungen können als technisch bekannt vorausgesetzt werden.

[0025] Als weitere Ausführung wäre auch eine Kombination der Vibrationsentspannung mit einer Wärmeentspannung möglich. Nach Fig. 2 könnte die Vorrichtung zu diesem Zweck mindestens eine Heizeinrichtung 19 aufweisen. Das kann eine technisch an sich bekannte Wärmeplatte oder Wärmematte sein, wobei im zweiten Fall diese besser unter dem Werkstück 1 anzuordnen wäre. Im Gegensatz zur reinen Wärmeentspannung könnte allenfalls mit geringeren Temperaturen gearbeitet werden. Bereits bei 250 °C können Veränderungen der Werkstoffeigenschaften eintreten. Dadurch wäre es zum Beispiel möglich, spezielle Verschleissguss-Werkstücke zu entspannen, die entweder mit der einen oder der anderen Entspannungsmethode alleine nicht bestmöglich bearbeitet werden können. Die Wärmezufuhr kann zeitgleich mit der Vibration oder auch bereits vorher erfolgen.

[0026] Es liegt im Rahmen der Erfindung nach Patentanspruch 14, die Vorrichtung im Einzelnen auch anders als gezeichnet auszubilden, zumal die Fig. 1 und 2 die Grundidee nur schematisch darstellen. Die Vibratoren 3 und 4 oder die Exzenter 7 und 8 müssen nicht unbedingt genau so wie in Fig. 3 gezeichnet ausgeführt werden. Die Wirkverbindung zwischen der Vorrichtung und dem Werkstück 1 kann auf beliebige Art und Weise hergestellt werden. Insbesondere dann, wenn es um in Serie gefertigte Werkstücke geht, wäre auch eine Verbindung mittels entsprechender Ausformungen denkbar, so dass die Vorrichtung und das Werkstück 1 jeweils einfach zusammensteckbar wären. Anstatt die Vorrichtung auf das Werkzeug 1, kann auch umgekehrt das Werkstück 1 auf der Vorrichtung angeordnet werden. Möglich ist auch das gleichzeitige Vibrieren von zwei oder mehr Werkstücken 1 durch eine einzige Vorrichtung. Es ist auch nicht absolut zwingend, dass sich die drei Achsen X, Y und Z exakt im 90°-Winkel zueinander befinden. Soweit dennoch eine Dreidimensionalität gegeben ist, sind Abweichungen vom rechten Winkel durchaus möglich, also auch ein spitzer oder ein stumpfer Winkel.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vibrationsentspannung von Werkstücken, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Werkstück (1) zeitgleich, wechselweise oder nacheinander in drei zueinander abgewinkelten Achsen X, Y und Z dreidimensional vibriert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Y-Achse in der Waagerechten annähernd rechtwinklig zur X-Achse, während die Z-Achse in der Senkrechten annähernd rechtwinklig zur X-Achse liegt, wodurch das mindestens eine Werkstück (1) in der Waagerechten und in der Senkrechten vibriert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vibration mittels mindestens zweier Vibratoren (3, 4) erfolgt, die mindestens je einen Exzenter (7, 8) aufweisen, wobei die Exzenter (7, 8) abgewinkelt zueinander stehen und lösbar mit dem mindestens einen Werkstück (1) verbunden sind.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Werkstück (1) in einem ersten Verfahrensschritt in den Achsen X und Y und in einem zweiten Verfahrensschritt in den Achsen X und Z vibriert wird, wobei die Reihenfolge und die Anzahl dieser beiden Verfahrensschritte beliebig ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem dritten Verfahrensschritt zeitgleich in allen drei Achsen X, Y und Z vibriert wird, wobei dieser dritte Verfahrensschritt in beliebiger Reihenfolge den beiden anderen Verfahrensschritten zugeordnet werden kann.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich erster, zweiter und allenfalls dritter Verfahrensschritt zeitlich teilweise überschneiden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Vibrator (3, 4) jeweils mindestens ein Antrieb (5, 6) in Form eines Rotationsmotors verwendet wird, dem mindestens ein genannter Exzenter (7, 8) zugeordnet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mit veränderbarer Drehzahl gearbeitet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Antriebe (5, 6) vorhanden sind und mit einer Drehzahl von 2800 U/min rotieren, bei einer Beschleunigung von 0,15–0,30 m/s^2 beim ersten Antrieb (5) und einer Beschleunigung von 0,30–0,55 m/s^2 beim zweiten Antrieb (6) sowie einer Amplitude der Exzentrizität von 0,94 mm für den ersten Exzenter (7) und 1,75 mm für den zweiten Exzenter (8).

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei vorhandene, den Exzentern (7, 8) zugeordnete Antriebe (5, 6) mit einer Drehzahl von 3500 U/min, bei einer Beschleunigung von 0,30–0,70 m/s^2 beim ersten Antrieb (5) und einer Beschleunigung von 0,70–1,20 m/s^2 beim zweiten Antrieb (6) sowie einer Amplitude der Exzentrizität von 0,94 mm für den ersten Exzenter (7) und 1,30 mm für den zweiten Exzenter (8) betrieben werden.

11. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, lösbar mit mindestens einem durch Vibration zu entspannenden Werkstück (1) verbindbar, gekennzeichnet durch mindestens einen Antrieb (5, 6) in Form eines Rotationsmotors, dem mindestens ein Exzenter (7, 8) oder mindestens eine aus mehreren Exzentern (7, 8) bestehende Exzenteranordnung zugeordnet ist, wobei insgesamt mindestens zwei Exzenter (7, 8) oder Exzenteranordnungen vorhanden sind, deren Antriebsachsen im rechten, spitzen oder stumpfen Winkel zueinander angeordnet sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Antriebe (5, 6) vorhanden sind, deren Antriebsachsen im rechten, spitzen oder stumpfen Winkel zueinander angeordnet sind und jeweils einen Exzenter (7, 8) oder eine Exzenteranordnung aufweisen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein einziger Antrieb (5) vorhanden ist, dem zwei Exzenter (7, 8) oder Exzenteranordnungen zugeordnet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft der Antriebsachse des Antriebs (5) durch eine Kraftumlenkeinrichtung (12) von der ersten Achse (13) des ersten Exzenters (7) oder der ersten Exzenteranordnung zur zweiten Achse (14) des zweiten Exzenters (8) oder der zweiten Exzenteranordnung umgelenkt ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftumlenkeinrichtung (12) ein Kegelradgetriebe mit einem ersten Kegelrad (15) an der ersten Achse (13) und einem zweiten Kegelrad (16) an der zweiten Achse (14) ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch mindestens eine Verschiebeeinrichtung zum mechanischen Abkuppeln der beiden Kegelräder (15, 16), entweder durch eine lineare Verschiebung (17) in der Achse (13) des ersten Exzenters (7) oder der ersten Exzenteranordnung und/oder durch eine lineare Verschiebung (18) in der Achse (14) des zweiten Exzenters (8) oder der zweiten Exzenteranordnung.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, gekennzeichnet durch mindestens eine Heizeinrichtung (19) zur Erwärmung des mindestens einen Werkstücks (1).

Fig. 1

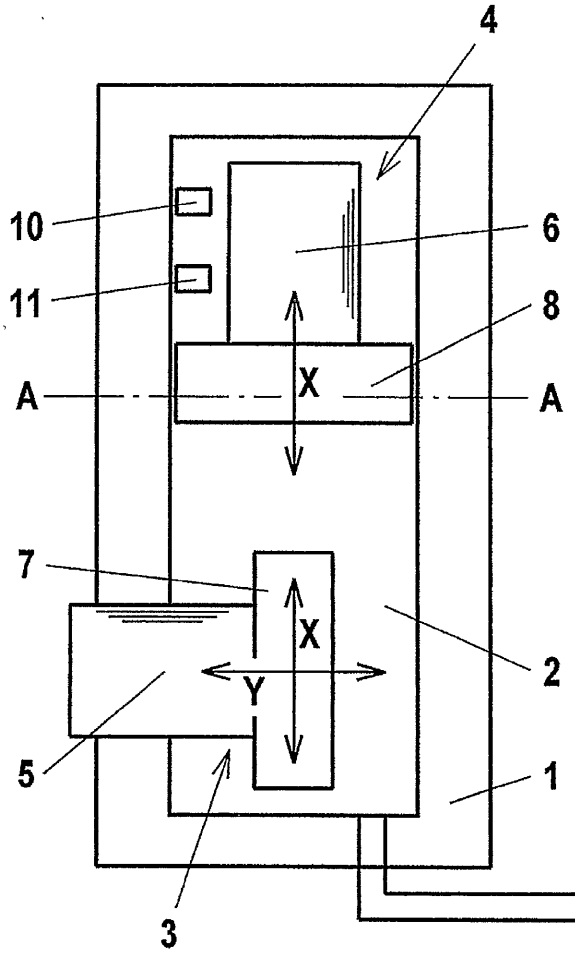
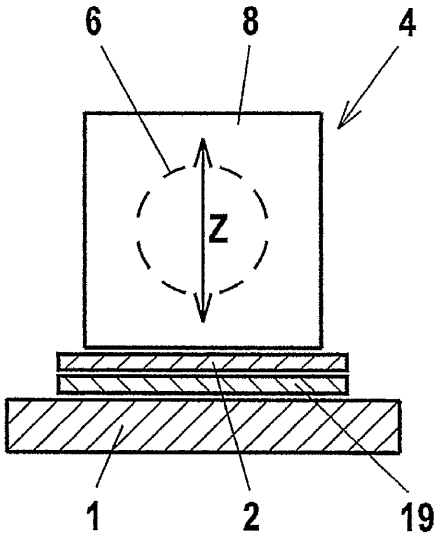


Fig. 2



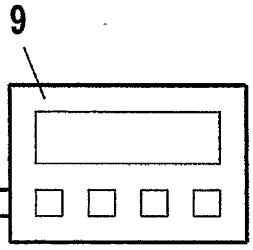


Fig. 3

