



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 106 981.3**

(22) Anmeldetag: **05.07.2011**

(43) Offenlegungstag: **10.01.2013**

(51) Int Cl.: **B23P 11/02 (2011.01)**

B23P 19/10 (2011.01)

B23Q 16/00 (2011.01)

B23Q 7/04 (2011.01)

(71) Anmelder:

EMAG Holding GmbH, 73084, Salach, DE

(72) Erfinder:

**Bohn, Wolfgang, 74429, Sulzbach-Laufen, DE;
Langenbacher, Markus, 73037, Göppingen,
-Hohenstaufen, DE; Fritz, Martin, 73525,
Schwäbisch Gmünd, DE**

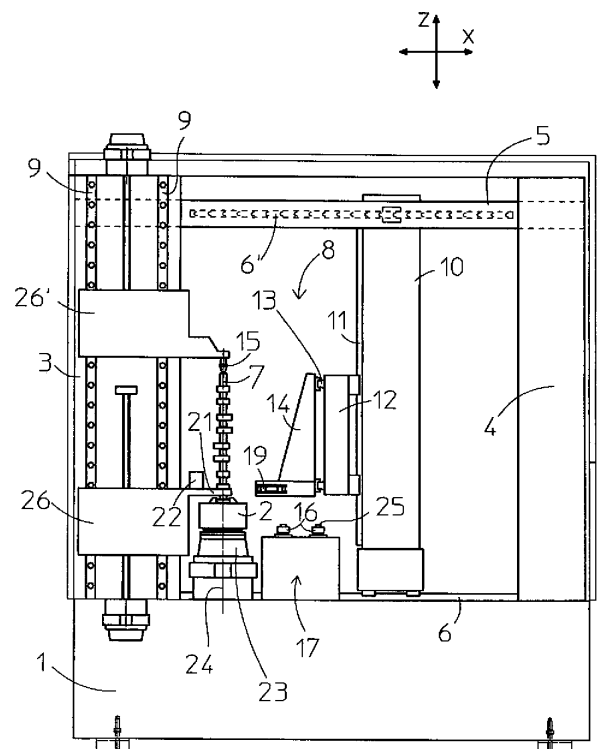
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Fügeverbindungen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen einer Fügeverbindung von einem wenigstens eine Bohrung (28) aufweisendem Fügepart (16) mit einer Welle (7), mit einer Fügeeinrichtung (8) mit einem ersten Greifer (19) zum Greifen der Welle (7) und einem zweiten Greifer (19) zum lageorientierten Greifen des Fügeparts (16), wobei die Welle (7) an einem Ende in einem drehantriebsbar gelagerten Spannmittel (2) zentrisch eingespannt und an dem anderen Ende mit einer Zentrierspitze (15) zentriert wird, wobei das Fügepart (16) auf eine gewünschte Temperatur erwärmt wird und die Bohrung (28) sich auf ein Übermaß gegenüber dem Wellendurchmesser aufweitet und wobei das Fügepart (16) an einer vorbestimmten Stelle auf der Welle (7) positioniert und durch Abkühlen auf die Welle (7) aufgeschraubt wird, mit folgenden Verfahrensschritten:

a) Einseitiges Spannen der Welle (7) im Spannmittel (2)
b) Rotation der Welle (7) im Spannmittel (2) und Einstellen einer gewünschten Winkellage
c) Aufnehmen eines erwärmten Fügeparts (16) durch den zweiten Greifer (19) der Fügeeinrichtung (8)
d) Positionieren des Fügeparts (16) an einer vorbestimmten Stelle auf der Welle (7)
e) Wiederholen der Verfahrensschritte b) bis d), bis alle zu fügenden Fügeparts (16) auf der Welle (7) positioniert sind, wobei das Fügepart (16) vor dem Verfahrensschritt d) mit seiner Bohrung (28) am freien Ende der Welle (7) vorpositioniert wird und dass die Zentrierspitze (15) durch Eintauchen in die Bohrung (28) das Fügepart (16) und die Welle (7) konzentrisch zueinander anordnet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Fügeverbindungen mit wenigstens zwei Bauteilen, einer Welle und Fügeteilen wie z. B. eine Bohrung aufweisende Nocken, Zahnräder, Scheiben, Räder, Lagerbuchsen oder dgl. Aus der EP 1 392 469 B1 ist ein Verfahren zum Befestigen von Triebteilen auf Wellen bekannt. Dabei werden die Triebteile so stark erwärmt, dass der Innendurchmesser der Bohrung im Triebteil größer ist als der Außendurchmesser der Welle. Sodann kann das Triebteil mit einem Roboter auf der Welle positioniert werden. Beim anschließenden Abkühlen verringert sich der Innendurchmesser und spannt das Triebteil auf der Welle fest. Um den Vorgang zu beschleunigen, kann eine Kühlung vorgesehen sein. Ein Teil der Wärme führt zu einer Längenausdehnung der Welle, wodurch sich die Position, in der das Triebteil angebracht werden soll, verändert. Diese Veränderung kann mit einer Messeinrichtung erfasst und über die Maschinensteuerung korrigiert werden. Weil der Innendurchmesser der Bohrung in Folge der Erwärmung nur wenige Zehntelmillimeter größer ist als der Wellendurchmesser, sind beim Positionieren extrem enge Toleranzen einzuhalten.

[0002] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welchen die Wiederholgenauigkeit beim Fügen verbessert und der Fügeprozess optimiert wird.

[0003] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit den Merkmalen nach Patentanspruch 6 gelöst.

[0004] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung werden die Fügeteile und die zu bestückende Welle mit einer Zentrierspitze vorzentriert. Dadurch sind die extrem engen Toleranzen, innerhalb derer das freie Wellenende und das Füge teil relativ zueinander positioniert werden müssen, nicht mehr erforderlich. Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführung werden jeweils zwei Füge teile gleichzeitig gefügt. Dazu sind zwei relativ zueinander bewegliche Greifer vorgesehen, welche die Füge teile paarweise aufnehmen und im vorgesehenen Abstand auf der Welle positionieren.

[0005] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

[0006] Es zeigen:

[0007] [Fig. 1](#) eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens in schematischer Darstellung [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) das Auffädeln der Füge teile auf die Welle in

vergrößerter Darstellung [Fig. 3](#) eine Vorrichtung mit zwei Spannmitteln **2, 2'** und zwei Zentrierspitzen **15**

[0008] In [Fig. 1](#) ist am Gestell **1** der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ein Spannmittel **2** zum zentrischen Spannen von Wellen **7** vorgesehen. Zum Einstellen der gewünschten Winkellage rotiert das Spannmittel angetrieben vom Schwenkmotor **23** um die Rotationsachse **24**. Die Fügeeinrichtung **8** ist in Portalbauweise ausgeführt. Dazu sind am Gestell **1** auf der linken Seite der Ständer **3** und auf der rechten Seite die Säule **4** angeordnet. Beide sind an der Oberseite mit dem Querträger **5** verbunden. Der Fahrständer **10** ist am Gestell **1** über Linearführungen **6** in horizontaler Richtung (X-Achse) verfahrbar und stützt sich an der Oberseite über die Linearführung **6'** am Querträger **5** ab. Der Fahrständer **10** trägt seinerseits Vertikalführungen **11** in Richtung der Z-Achse für den Schlitten **12**. Schließlich sind am Schlitten **12** horizontale Führungen **13** in Richtung der Y-Achse für den Horizontalschlitten **14** vorgesehen. Am Horizontalschlitten **14** ist ein Greifer **19** zum Greifen von Füge teilen **16** angeordnet. Neben dem Spannmittel **2** befindet sich die Heizvorrichtung **17** für die Füge teile **16**. Diese werden mit ihrer Bohrung **28** auf dornförmige Induktoren **25** aufgesetzt und von innen beheizt. Die Füge teile können ebenso in ringförmigen Induktoren von außen beheizt werden. Am Ständer **3** sind zwei voneinander beabstandete Präzisionsführungen **9** für die beiden Vertikalschlitten **26, 26'** angebracht. Der untere Vertikalschlitten **26** trägt den Festanschlag **21** und die Messeinrichtung **22** und der obere Vertikalschlitten **26'** die Zentrierspitze **15**. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine unbestückte Welle **7** manuell oder von einer nicht dargestellten Beladeeinrichtung im Spannmittel **2** abgesetzt und dort zentrisch gespannt. Durch Drehen um die Rotationsachse **24** wird die Welle **7** in die gewünschte Winkellage gebracht. Sodann ergreift die Fügeeinrichtung **8** in der Heizeinrichtung **17** mit dem Greifer **19** ein erwärmtes Füge teil **16** und positioniert dieses durch Verfahren in Richtung der Achsen X, Y, Z am freien Ende der Welle **7**. Der Greifer **19** ist mit einem Ausgleichselement versehen. Dieses kann von einer Losstellung in eine Verriegelungsstellung umgeschaltet werden. In der Losstellung sind die Greiferbacken **27, 27'** in zwei Richtungen in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse **24** innerhalb vorbestimmter Toleranzen frei beweglich. Zum besseren Verständnis ist das Auffädeln auf die Welle **7** in den [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) vergrößert dargestellt. Gemäß [Fig. 2a](#) ist das Füge teil **16** im Greifer **19** von den Greiferbacken **27, 27'** gehalten und mit seiner Bohrung **28** direkt oberhalb der Welle **7** angeordnet. Dabei ist das Ausgleichselement in der Verriegelungsstellung, d. h. das Füge teil **16** ist im Greifer **19** starr fixiert. Weil die Welle **7** mit ihrem unteren Ende im Spannmittel **2** eingespannt ist, ist die Lage des Füge teils **16** relativ zum oberen Ende der Welle **7** von mehreren Toleranzen abhängig. Deshalb können die Rotationsach-

se **24** und die Symmetrieachse **29** um einen Versatz „V“ versetzt sein. In der Darstellung nach [Fig. 2b](#) ist die Zentrierspitze **15** von oben durch die Bohrung **28** hindurch in die Zentrierbohrung **30** der Welle **7** eingetaucht. Da der Außendurchmesser „D“ der Zentrierspitze **15** nur wenige Zehntelmillimeter kleiner ist als der Innendurchmesser der Bohrung **28**, wird der aus [Fig. 2a](#) ersichtliche Versatz „V“ nahezu auf Null reduziert. Jetzt wird das Ausgleichselement in die Lossstellung umgeschaltet und der noch verbliebene Restversatz „V“ wird über die Fase in radialer Richtung zur Welle **7** ausgeglichen.

[0009] Abschließend wird das Füge teil **16** auf die Welle **7** in die Sollposition geschoben, bis es am Festanschlag **21** formschlüssig anliegt ([Fig. 2c](#)). Da der Vertikalschlitten **26** mit dem Festanschlag **21** in Z-Richtung besonders genau positionierbar ist, kann dieser vorteilhaft auch die Messeinrichtung **22** aufnehmen. Damit können Maßabweichungen höchst präzise erfasst und bei nachfolgenden Fügeprozessen über die Maschinensteuerung selbsttätig kompensiert werden.

[0010] Die [Fig. 3](#) betrifft eine Vorrichtung mit zwei Spannmitteln **2, 2'** und zwei Zentrierspitzen **15, 15'**. Für beide ist eine einzige Fügeeinrichtung **8** vorgesehen, welche zwischen der Heizvorrichtung **17** und den beiden Spannmitteln **2, 2'** hin und her verfahrbar ist.

[0011] [Fig. 4](#) zeigt ausschnittsweise den Horizontalschlitten **14** mit einem Greifer **19** und einem zweiten Greifer **20**. Dieser wird vorteilhaft eingesetzt, wenn jeweils Füge teile **16** nebeneinander in gleicher Winkel lage gefügt werden, beispielsweise bei Nockenwellen für Vier- oder Achtzylinder motore. Zur Einstellung eines gewünschten Abstandes zwischen den Füge teilen **16** kann der Abstand zwischen dem Greifer **19** und dem zweiten Greifer **20** über Gleitführungen **18** verändert werden.

17	Heizvorrichtung
18	Gleitführung
19	Greifer
20	Zweiter Greifer
21	Festanschlag
22	Messeinrichtung
23	Schwenkmotor
24	Rotationsachse
25	Induktor
26 26'	Vertikalschlitten
27 27'	Greiferbacke
28	Bohrung
29	Symmetrieachse
30	Zentrierbohrung
V	Versatz
D	Außendurchmesser

Bezugszeichenliste

1	Gestell
2 2'	Spannmittel
3	Ständer
4	Säule
5	Querträger
6 6'	Linearführung
7	Welle
8	Fügeeinrichtung
9	Präzisionsführung
10	Fahrständer
11	Vertikalführung
12	Schlitten
13	Führung
14	Horizontalschlitten
15 15'	Zentrierspitze
16	Füge teil

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1392469 B1 [[0001](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Fügeverbindung von einem wenigstens eine Bohrung (28) aufweisendem Fügeteil (16) mit einer Welle (7), mit einer Fügeeinrichtung (8) mit einem Greifer (19) zum lageorientierten Greifen des Fügeteils (16), wobei die Welle (7) an einem Ende in einem drehantreibbar gelagerten Spannmittel (2) zentrisch eingespannt und an dem anderen Ende mit einer Zentrierspitze (15) zentriert wird, wobei das Fügeteil (16) auf eine gewünschte Temperatur erwärmt wird und die Bohrung (28) sich auf ein Übermaß gegenüber dem Wellendurchmesser aufweitet und wobei das Fügeteil (16) an einer vorbestimmten Stelle auf der Welle (7) positioniert und durch Abkühlen auf die Welle (7) aufgeschrunpft wird,

mit folgenden Verfahrensschritten:

- a) Einseitiges Spannen der Welle (7) im Spannmittel (2)
- b) Rotation der Welle (7) im Spannmittel (2) und Einstellen einer gewünschten Winkellage
- c) Aufnehmen eines erwärmten Fügeteils (16) durch den Greifer (19) der Fügeeinrichtung (8)
- d) Positionieren des Fügeteils (16) an einer vorbestimmten Stelle auf der Welle (7)
- e) Bei Bedarf Wiederholen der Verfahrensschritte b) bis d), bis alle zu fügenden Fügeteile (16) auf der Welle (7) positioniert sind

dadurch gekennzeichnet, dass

das Fügeteil (16) vor dem Verfahrensschritt d) mit seiner Bohrung (28) am freien Ende der Welle (7) vorpositioniert wird und dass die Zentrierspitze (15) durch Eintauchen in die Bohrung (28) das Fügeteil (16) und die Welle (7) konzentrisch zueinander anordnet.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei am Greifer (19) ein Ausgleichselement vorgesehen ist, das von einer Losstellung in eine Verriegelungsstellung umschaltbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Fügeteil (16) im Verfahrensschritt d) zunächst bei verriegeltem Ausgleichselement vorpositioniert wird und dass nach dem Zentrieren der Welle (7) mit der Zentrierspitze (15) das Ausgleichselement gelöst und das Fügeteil (16) mit der Bohrung (28) zentrisch zur Welle (7) nachzentriert wird.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2 mit einem Festanschlag (21), dadurch gekennzeichnet, dass der Festanschlag (21) vor dem Fügen an der Welle (7) positioniert wird und dass das Fügeteil (16) in der Sollposition von der Fügeeinrichtung (8) formschlüssig gegen den Festanschlag (21) bewegt wird.

4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3 mit zwei relativ zueinander beweglichen Greifern (19, 20) zur gleichzeitigen Aufnahme von zwei aufeinanderliegenden Fügeteilen (16), dadurch gekennzeichnet, dass der Greifer (19) das oben liegen-

de Fügeteil (16) ergreift und anhebt, dass der zweite Greifer (20) das unten liegende Fügeteil (16) Fügeteil (16) ergreift und anschließend beide Fügeteile (16) im gewünschten Abstand auf der Welle (7) positioniert werden.

5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 4 mit zwei drehantreibbar gelagerten Spannmitteln (2, 2'), dadurch gekennzeichnet, dass abwechselnd in dem einen Spannmittel (2) eine Welle (7) mit Fügeteilen (16) bestückt und in dem anderen Spannmittel (2') die fertig bestückte Welle (7) durch eine unbestückte ersetzt wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, mit einem drehantreibbar gelagerten Spannmittel (2) und einer einen Außendurchmesser „D“ aufweisenden Zentrierspitze (15) zum zentrischen Spannen von Wellen (7), mit einer Heizvorrichtung (17) für eine Bohrung (28) aufweisende Fügeteile (16) und mit einer Fügeeinrichtung (8) zum Positionieren der Fügeteile (16) auf der Welle (7), dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser „D“ der Zentrierspitze (15) an den Innendurchmesser der Bohrungen (28) angepasst ist und dass die Fügeteile (16) vor dem Auffädeln auf die Welle (7) mit der Zentrierspitze (15) vorpositionierbar sind.

7. Vorrichtung nach Patentanspruch 6 mit mindestens einem mechanischen Festanschlag (21), dadurch gekennzeichnet, dass der Festanschlag (21) während des Fügens derart an der Welle (7) positionierbar ist, dass das Fügeteil (16) in der Sollposition formschlüssig am Festanschlag (21) anliegt.

8. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Greifer (19) mit einem Ausgleichselement versehen ist, das von einer Losstellung, in der das Fügeteil (16) innerhalb vorbestimmter Toleranzen frei beweglich gehalten ist, in eine Verriegelungsstellung, in der das Fügeteil (16) fixiert ist, umschaltbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 6 bis 8 mit einem zweiten Greifer (20), dadurch gekennzeichnet, dass der Greifer (19) und der zweite Greifer (20) am Horizontalschlitten (14) der Fügeeinrichtung (8) relativ zueinander verfahrbar angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 6 bis 9 mit einem zweiten drehantreibbar gelagerten Spannmittel (2') und einer zweiten Zentrierspitze (15'), dadurch gekennzeichnet, dass eine einzige Fügeeinrichtung (8) zwischen der Heizvorrichtung (17) und dem ersten und zweiten Spannmittel (2, 2') hin und her verfahrbar ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

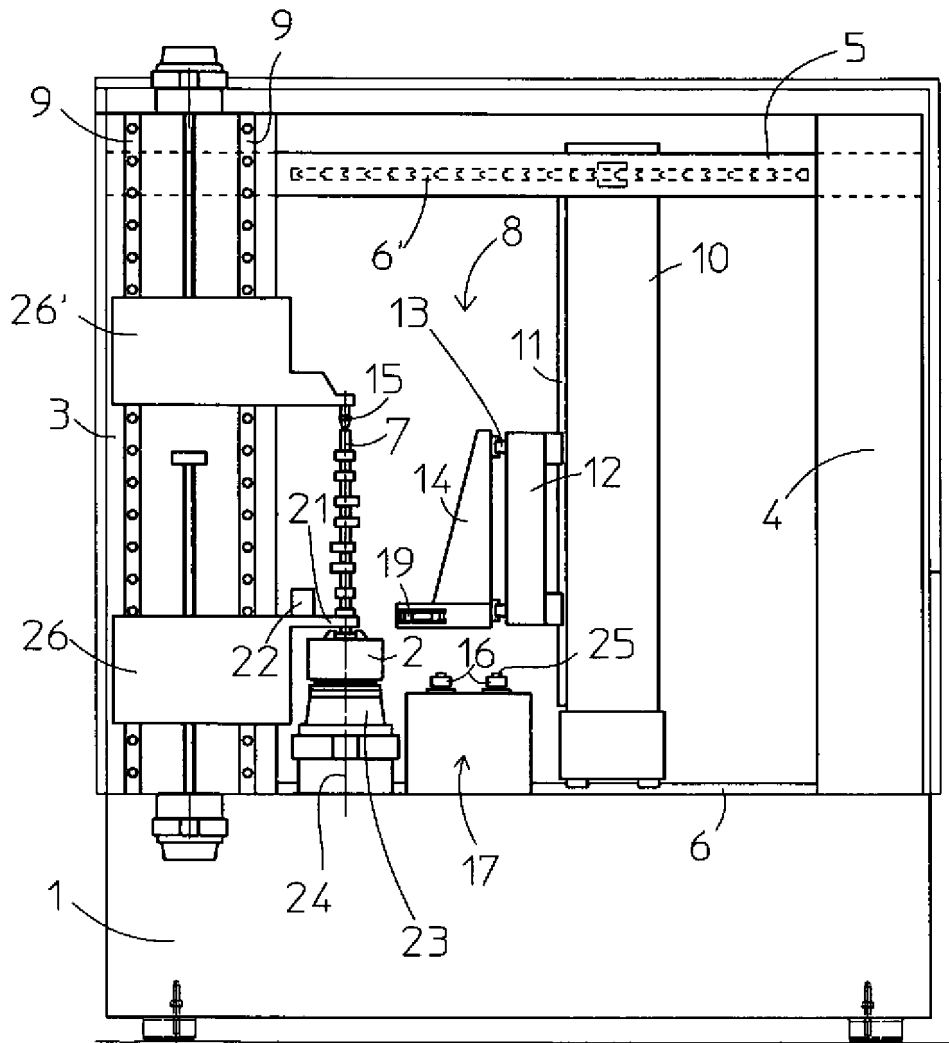
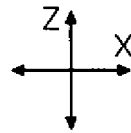


Fig. 2a

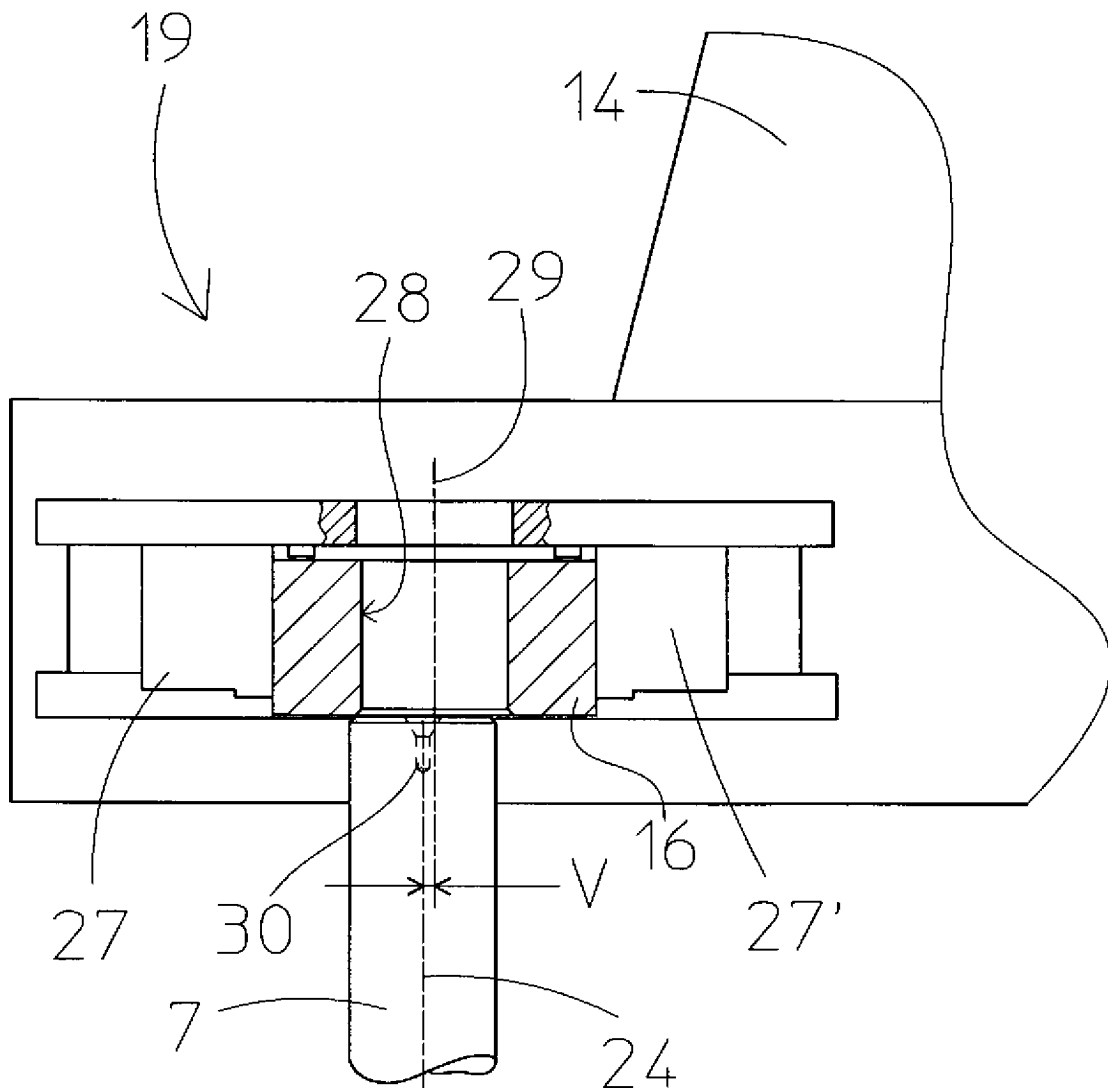


Fig. 2b

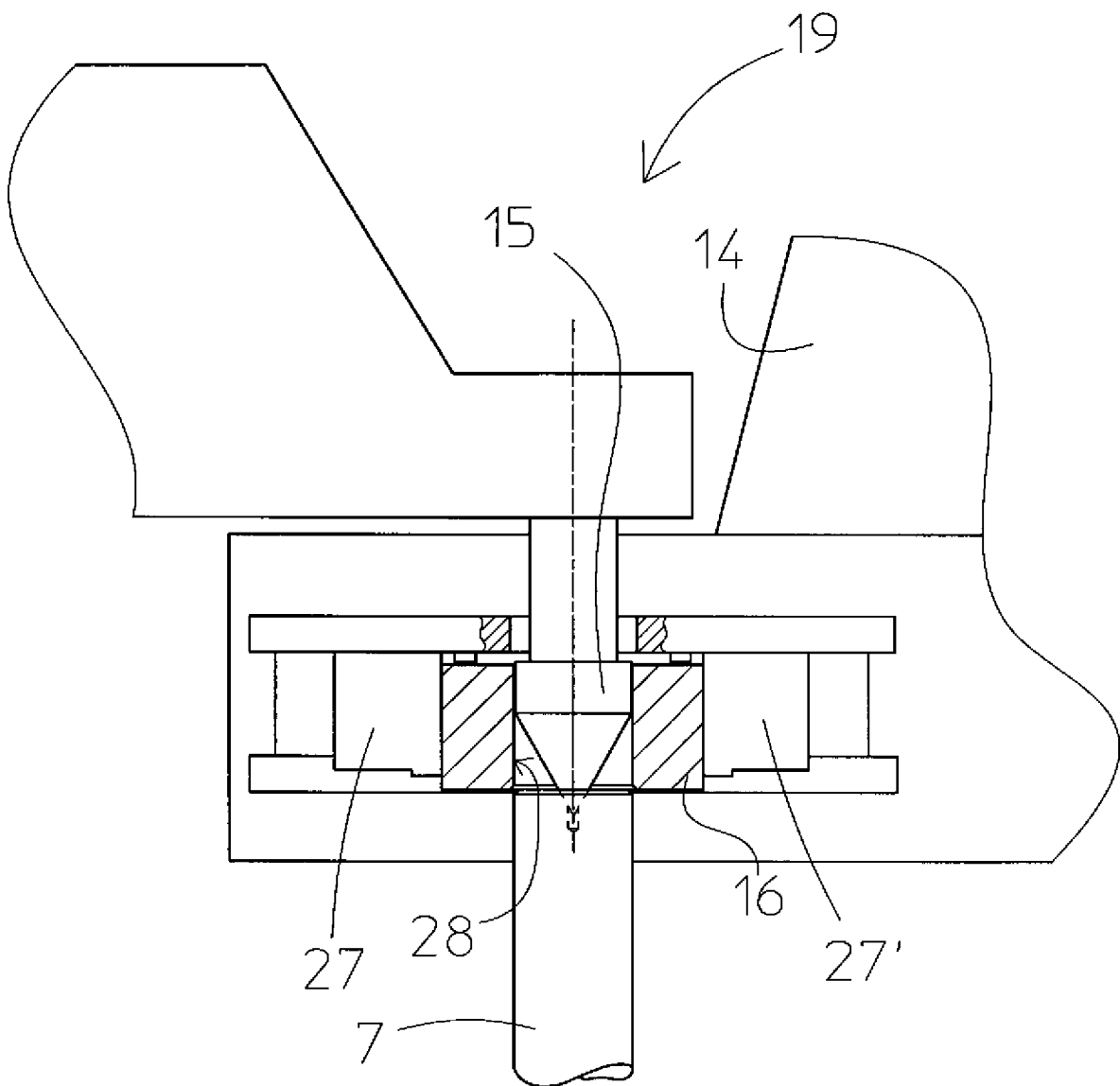


Fig. 2c

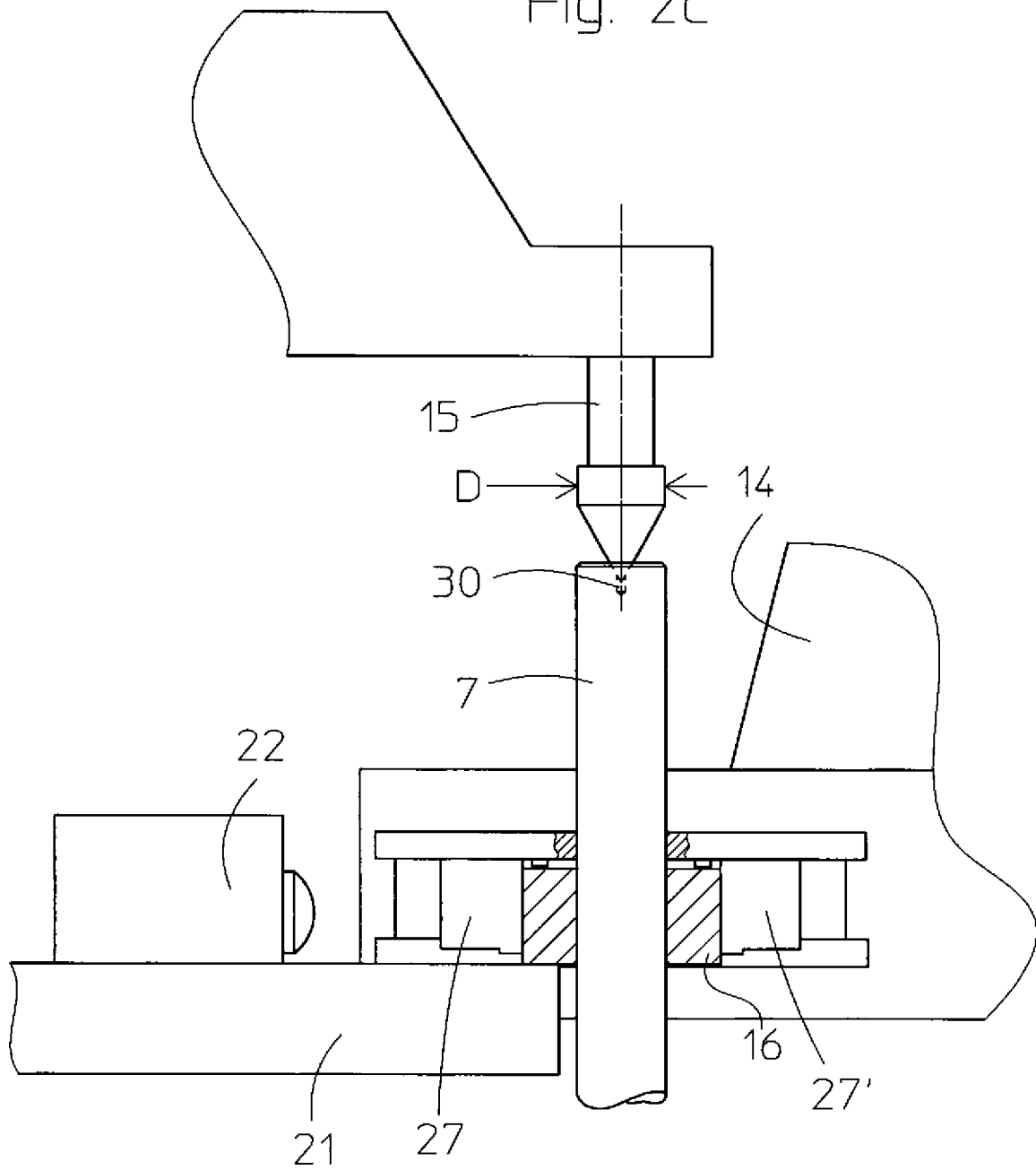


Fig. 3

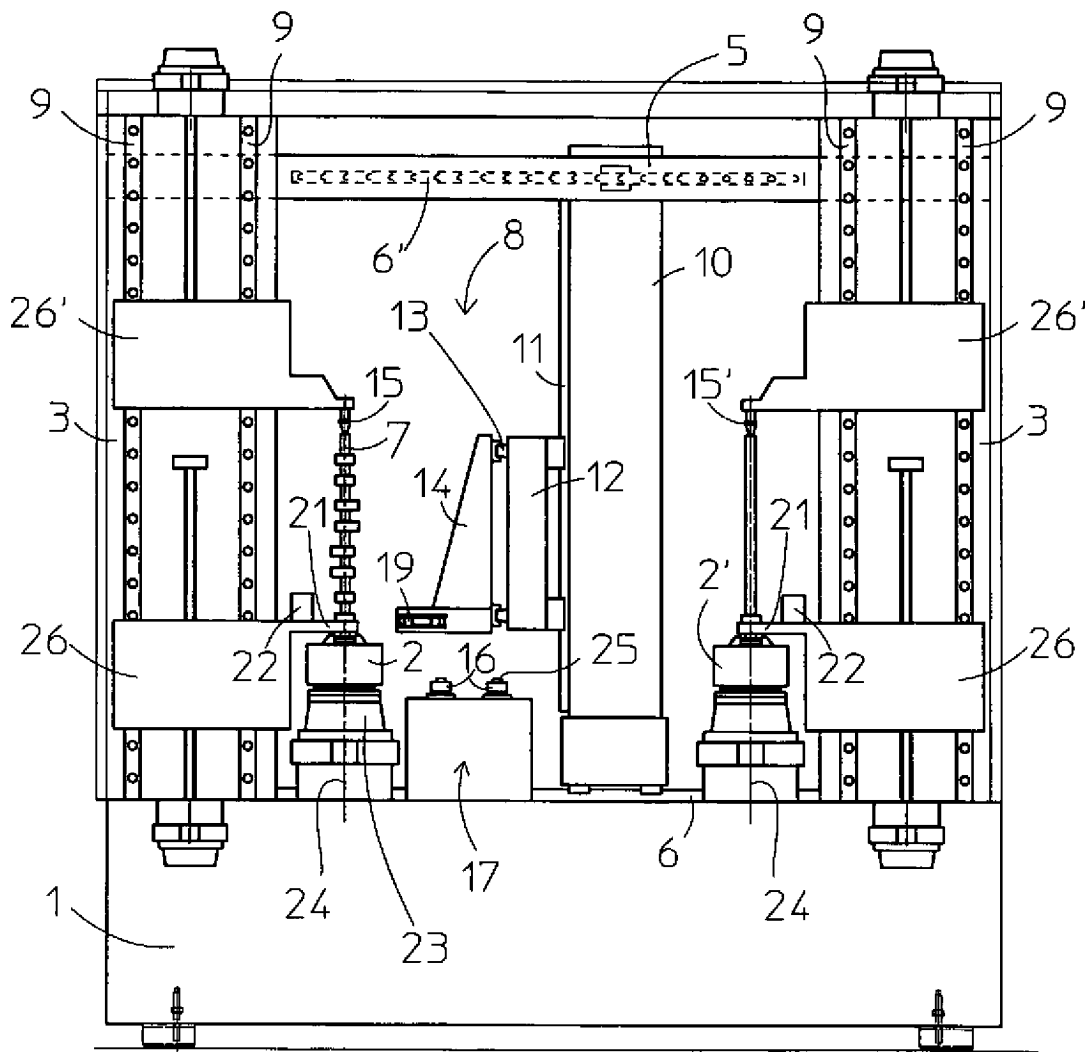
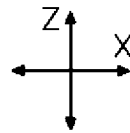


Fig. 4

