



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 10 379 T2** 2007.10.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 480 769 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B21J 1/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 10 379.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB03/00929**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 708 333.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/074209**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.03.2003**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **12.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.12.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.10.2007**

(30) Unionspriorität:

**0205300**            **06.03.2002**        **GB**

**0206619**            **20.03.2002**        **GB**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR**

(73) Patentinhaber:

**Adcock Technology Ltd., Loughborough,  
Leicestershire, GB**

(72) Erfinder:

**ADCOCK, Neil Walter, Ragdale, Leicestershire  
LE14 3PE, GB**

(74) Vertreter:

**Patentanwalts-Partnerschaft Rotermund + Pfusch  
+ Bernhard, 70372 Stuttgart**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES METALLISCHEN BAUTEILS UND  
VERFAHREN ZUR ENDBEARBEITUNG EINES METALLISCHEN BAUTEILS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Bauteils, eine Vorrichtung zur Verwendung in dem Verfahren und ein Verfahren zum Bearbeiten eines metallischen Bauteils.

**[0002]** Gießen ist ein gutes Verfahren zum Herstellen von Metallbauteilen in großen Mengen. Jedoch sind die in Gießverfahren erreichbaren Toleranzen für bestimmte technische Produkte nicht immer geeignet, beispielsweise, wenn die axiale Ausrichtung zwischen Öffnungen entscheidend ist. In einigen Fällen empfiehlt es sich, ein Gussbauteil zu nehmen und das Verfahren durch Bearbeitung eines Gussbauteils abzuschließen. Beispielsweise legt die US-Schrift Nr. 6,598,655 eine Motorblock-Gießbaugruppe offen, die mit Fixationsflächen ausgestattet ist, die das Anordnen der Motorblockform in aufeinanderfolgenden Ausrichtungs- und Bearbeitungsgängen unterstützen. Die Bearbeitungsarbeitsgänge sind jedoch allgemein kostspielig und komplex, und das Bearbeiten eines vorher gegossenen Bauteils nimmt viel von dem Vorteil weg, den das Formen des Bauteils durch ein erstes Gießen bietet.

**[0003]** In der US-Schrift Nr. 3,445,904 wird eine Maschine zum Gießen und Schmieden von Metallstücken beschrieben, in der das Gussmetall mit einem Träger neben der Gießform in Eingriff gebracht wird. Nach dem Trennen des Gussstücks aus der Form dient der Träger dazu, es zum Schmieden zu einer Schmiedestation zu tragen und danach zu einer Trimmstation, um das geschmiedete Teil von dem Trimmteil zu trennen.

**[0004]** Die japanische Schrift Nr. 05,146,841 legt ein Verfahren zum Bearbeiten eines Gussbauteils durch Schmieden offen.

**[0005]** Ein Kern wird in einem Hohlraum angeordnet, um ein Durchgangsloch in dem Bauteil bereitzustellen, und das Bauteil wird in einer Schmiedemaschine geschmiedet.

**[0006]** In der Schrift Nr. WO 98/42460 wird auch ein Verfahren zum Gießen und anschließenden Schmieden offengelegt. Dabei wird das Metallprodukt in einer Form gegossen, um einen Vorformrohling auszubilden, der dann einem Extrusions- oder einem Gesenkschmiedeprozess oder beidem unterzogen wird, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften und die Mikrostruktur herzustellen.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung metallischer Bauteile bereit, das Folgendes umfasst:

Gießen eines ersten und eines zweiten metallischen Bauteils jeweils mit einer bestimmten Form und Kon-

figuration, Aneinanderstoßen des ersten und des zweiten metallischen Gussbauteils, wobei die aneinanderstoßenden Bauteile ein erstes Paar ausgerichteter Öffnungen bereitstellen, gekennzeichnet durch Einsetzen eines ersten inneren Gusswerkzeugs durch beide Öffnungen eines ersten Paares ausgerichteter Öffnungen,

Verwenden äußerer Gusswerkzeuge zur Anwendung von Druck ohne externe Erwärmung auf einer Außenfläche jedes Gussbauteilpaares zur Verformung des Metalls der Bauteile und um gleichzeitig einen ersten Innenflächenteil jedes Bauteils gegen das zuvor eingeführte innere Gusswerkzeug zu drücken, wobei beim Verformen des ersten und des zweiten Bauteils die Form und die Konfiguration jeder ersten Innenfläche von dem ersten inneren Gusswerkzeug bestimmt wird, und Zurückziehen des ersten inneren Gusswerkzeugs, nachdem das Anwenden von Druck aufgehoben wurde.

**[0008]** In einem zweiten Gedanken der vorliegenden Erfindung ist ein Getriebe bereitgestellt, das ein Gehäuse aus metallischen Gussbauteilen umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass es dann in der vorhergehend beschriebenen Weise verformt wird.

**[0009]** In einem dritten Gedanken stellt die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Verwendung bei der Herstellung von metallischen Bauteilen nach dem vorhergehend beschriebenen Verfahren bereit, wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst:

Ein erstes Paar ausgerichteter Stößel, wovon einer mit einem sich von seiner vorderen Fläche nach vorn erstreckenden zylindrischen Gusszapfen und einem Gussblatt ausgestattet ist und der andere mit einer Bohrung und einem Schlitz in seiner vorderen Fläche, um jeweils den Gusszapfen und das Gussblatt aufzunehmen,

und ein zweites Paar ausgerichteter Stößel, wovon einer mit einem sich nach vorn erstreckenden zylindrischen Gusszapfen und der andere mit einer Bohrung in seiner vorderen Fläche ausgestattet ist, um den Gusszapfen aufzunehmen, wobei das erste Paar ausgerichteter Stößel nicht mit dem zweiten Paar ausgerichteter Stößel ausgerichtet ist, und das Gussblatt mit einer Öffnung ausgestattet ist, durch die sich der zylindrische Gusszapfen des Stößels des zweiten Stößelpaares bei Verwendung der Vorrichtung erstrecken kann.

**[0010]** In einem vierten Gedanken stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Nachbearbeitung der ersten und der zweiten metallischen Gussbauteile bereit, die in einem Fertigprodukt miteinander verbunden werden, wobei das Verfahren vor dem Verbinden der Bauteile durchgeführt wird, um das fertige Produkt zu formen, und das Verfahren die folgenden Phasen umfasst:

Zusammenbringen des ersten und des zweiten metallischen Gussbauteils, wobei jedes Bauteil zuvor zu

einer gewünschten Form und Konfiguration gegossen wurde, wobei das erste und das zweite metallische Gussbauteil ein erstes Paar ausgerichteter Öffnungen und ein zweites Paar ausgerichteter Öffnungen bereitstellen, gekennzeichnet durch das Einführen eines ersten inneren Gusszapfens durch das erste Paar ausgerichteter Öffnungen, das Einführen eines zweiten inneren Gusszapfens durch das zweite Paar ausgerichteter Öffnungen, und, mangels externer Erhitzung, Verwendung eines Stößels zur Anwendung einer Kraft durch externe Gusswerkzeuge auf einer Außenfläche des ersten und des zweiten Bauteils, um das Metall der Bauteile zu verformen, während der zuvor eingeführte erste innere Gusszapfen sicherstellt, dass die Öffnungen des ersten Paares ausgerichteter Öffnungen ausgerichtet bleiben und der zuvor eingeführte zweite innere Gusszapfen sicherstellt, dass die Öffnungen des zweiten Paares ausgerichteter Öffnungen ausgerichtet bleiben, Zurückziehen der inneren Gusszapfen nach dem das Verformen des Metalls beendet ist, und Trennen des ersten und des zweiten Bauteils, die später beim Zusammenbauen des fertigen Produktes miteinander befestigt werden.

**[0011]** In allen Gedanken stellt die vorliegende Erfindung die Herstellung engtolerierter technischer Produkte aus vorher gegossenen metallischen Bauteilen bereit. Das ermöglicht eine schnelle und kosteneffiziente Herstellung.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden anhand eines Beispiels für ein Verfahren zum Herstellen eines Getriebes und anhand eines Beispiels für eine in diesem Verfahren verwendete Vorrichtung und bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

**[0013]** [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht eines metallischen Druckgussbauteils.

**[0014]** [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Paares metallischer Druckgussbauteile mit dem zusammengebauten Bauteil in [Fig. 1](#).

**[0015]** [Fig. 3](#) ist ein Querschnitt durch ein Getriebe mit einem Gehäuse, das aus den zusammengebauten metallischen Bauteilen in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) hergestellt ist.

**[0016]** [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht des Getriebes in [Fig. 3](#) von außen.

**[0017]** [Fig. 5](#) zeigt das Getriebe in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) im Gebrauch.

**[0018]** [Fig. 6](#) zeigt einen Querschnitt durch einen Teil der Anordnung in [Fig. 5](#).

**[0019]** [Fig. 7](#), [Fig. 8](#), [Fig. 9](#), [Fig. 10](#), [Fig. 11](#), [Fig. 12](#), [Fig. 13](#), [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) zeigen aufeinanderfolgende Phasen eines Kaltverformungsverfahrens, das eingesetzt wird, um z.B. das metallische Druckgussbauteil in [Fig. 1](#) zu einem Bauteil umzuwandeln, das zum Formen eines Teils des Gehäuses des Getriebes in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) geeignet ist.

**[0020]** [Fig. 16](#) zeigt einen Querschnitt durch die Vorrichtung, die zum Herstellen eines Getriebes des Getriebegehäuses in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) verwendet wird.

**[0021]** [Fig. 17a](#) und [Fig. 17b](#) zeigen eine Veränderung der Vorrichtung in [Fig. 16](#).

**[0022]** [Fig. 1](#) zeigt ein metallisches Gussbauteil **10** vor seinem Verformen in einem der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Verfahren (im Folgenden zu beschreiben). Das Bauteil ist mit zwei einstückigen zylindrischen Gusszapfen **11**, **12** ausgestattet. Die Gusszapfen **11**, **12** erstrecken sich senkrecht von einer ebenen Fläche **13** des Bauteils weg und jeder Gusszapfen, z.B. **11**, ist mit einem äußersten Abschnitt **14** mit einem ersten Durchmesser und einem Wurzelabschnitt **15** mit einem größeren Durchmesser ausgestattet. Die Zapfen sind so ausgelegt, dass sie mit zwei Öffnungen in einem spiegelbildlich ausgeführten Bauteil in Eingriff treten. Das Bauteil **10** ist mit zwei zylindrischen Öffnungen **16** und **17** ausgestattet, um die Zapfen des spiegelbildlich ausgeführten Bauteils aufzunehmen. Jede Öffnung, z.B. **16**, ist mit einem ersten Abschnitt **18** mit einem ersten Durchmesser (passend zum Durchmesser eines Wurzelabschnitts eines Zapfens) und einem zweiten Abschnitt mit einem kleineren Durchmesser (passend zum Durchmesser eines äußeren Abschnitts eines Zapfens) ausgestattet. Die Durchmesser der Abschnitte der Öffnungen sind absichtlich kleiner ausgelegt als die Durchmesser der Abschnitte der Zapfen, so dass die Zapfen beim Einsetzen in die Öffnungen verformt werden müssen und einen kraftschlüssigen Eingriff bilden.

**[0023]** [Fig. 2](#) zeigt das Bauteil **10** im Eingriff mit einem spiegelbildlich ausgeführten Bauteil **20**, wobei die Zapfen des einen mit den Öffnungen des anderen in Eingriff stehen. Die Bauteile zusammen bilden zwei Paare ausgerichteter Öffnungen, ein Paar Öffnungen **21** und **22**, die miteinander ausgerichtet sind, und ein Paar Öffnungen, umfassend eine Öffnung **23** und eine ausgerichtete Öffnung (in [Fig. 2](#) nicht gezeigt, aber in [Fig. 3](#) mit der Bezugszahl **25** versehen). Die Aufgabe dieser Öffnungen in einem Getriebe **30** mit einem Gehäuse aus den Bauteilen wird in [Fig. 3](#) gezeigt, in der erkennbar ist, dass ein Schneckengetriebe **24** mit Enden versehen ist, die in den Öffnungen **23** und **25** eingesetzt sind. Das Schneckengetriebe **24** passt mit einer drehenden Mutter **27** zusammen, deren Enden in den Öffnungen **21**, **22** einge-

setzt sind. Das ist am deutlichsten in [Fig. 4](#) gezeigt. Somit ist die Ausrichtung der Öffnungen jedes Paares Öffnungen miteinander entscheidend.

**[0024]** [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) zeigt das Getriebe **30** im Gebrauch. Eine Gewindespindel **26** ist an jedem Ende durch eine Klammer, z.B. die Klammer **28** in [Fig. 6](#), an einem Schlitten **29** befestigt, der verschiebbar auf einer feststehenden Schiene **31** befestigt ist. Das Getriebe **30** ist in einem Fach in der Schiene befestigt, typischerweise mit einem Elastomer-Band, das das Getriebe **30** umgibt und das Getriebe **30** an seiner Stelle in dem Fach in der feststehenden Schiene **31** sichert, während eine relative Bewegung dazwischen möglich ist, um eine relative Verstellung der Ausrichtungen zu ermöglichen. Die feststehende Schiene **31** wird an einem Boden eines Fahrgastraums eines Kraftfahrzeugs befestigt, und ein Autositz wird an dem Schlitten **29** befestigt. Die Gewindespindel durchläuft eine Öffnung in der drehenden Mutter **27** ([Fig. 3](#)), und ein Schraubengewinde an der Außenseite der Gewindespindel **26** nimmt das passende Gewinde an der Innenseite der drehenden Mutter **27** in Eingriff. Die Rotation der drehenden Mutter bewirkt eine lineare Bewegung der Gewindespindel und dadurch ein Verschieben des Schlittens **29** und des darauf montierten Sitzes. Eine biegsame Antriebswelle **32** ist in [Fig. 5](#) gezeigt. Diese ist an einem Ende mit einem Elektromotor (nicht gezeigt) und an dem anderen Ende mit dem Schneckengetriebe **24** verbunden. Auf diese Weise kann das Schneckengetriebe **24** durch den Elektromotor drehend angetrieben werden und dadurch die drehende Mutter **27** drehend antreiben und die Gewindespindel und den Schlitten **31** linear verschieben.

**[0025]** Die metallischen Gussbauteile, z.B. **10**, die den Guss gerade verlassen, sind nicht schon gut genug, um (ohne weitere Bearbeitung) als Teile für das Gehäuse des Getriebes **30** zu dienen. Wie vorhergehend beschrieben, muss die Ausrichtung zwischen den Öffnungen genau bearbeitet werden. Auch die nach innen weisenden Flächen der Öffnungen müssen eine präzise Oberflächenbeschaffenheit haben, um Reibung zwischen ihnen und den Bauteilen zu verringern, die in ihnen eingesetzt sind. Ferner müssen die nach innen weisenden flachen Flächen der Gehäuseteile, z.B. die Fläche **13** des Bauteils **10**, als Übertragungsflächen für die Endflächen der drehenden Mutter dienen und daher flach und regelmäßig sein und eine fein bearbeitete Oberfläche aufweisen. Ferner muss der Abstand zwischen den einander zugewandten Flächen eng toleriert sein, wenn bei dem Getriebe auf Abstandhalter, z.B. Unterlegscheiben verzichtet werden soll, die zwischen die drehende Mutter und die Übertragungsflächen gesetzt werden.

**[0026]** Um die erforderlichen Toleranzen und die Oberflächenbeschaffenheiten zu erhalten, wird ein Paar zusammenpassender Spritzgussbauteile, etwa

**10**, einem Kaltverformungsprozess unterzogen, der im Folgenden anhand der [Fig. 7](#) und [Fig. 15](#) beschrieben wird. Der Begriff „Kaltverformung“ beschreibt, dass der Vorgang ohne Aufbringen einer externen Erwärmung durchgeführt wird, auch wenn die Verformung selbst Wärme erzeugt.

**[0027]** [Fig. 7](#) zeigt, dass die beiden Druckgussbauteile **10**, **20** an der Stelle zusammengebracht werden, an der die Wurzelabschnitte der Zapfen genau die Umfänge der passenden Öffnungen in Eingriff nehmen. Die zusammengebauten Bauteile **10**, **20** werden dann von zwei Paaren gefederter Blöcke **40**, **41** und **42**, **43** in Eingriff genommen. Jedes Paar Blöcke ist mit einer Feder **44**, **45** ausgestattet, die zwischen ihnen wirkt. Zunächst wird jeder Block jedes Paares unter der Wirkung eines Paares hydraulischer Stößel, entweder **47**, **48** oder **49**, **50**, zusammengebracht und dann drücken sie die Federn **44**, **45** auseinander, um die einander zugewandten Flächen der beiden Bauteile **11**, **20** in Eingriff zu bringen. Die gefederten Blöcke sind auf Schienen, z.B. **46**, angeordnet und werden an den Schienen der beiden Bauteile **10**, **20** entlang verschoben. Die gefederten Blöcke sind auf Schienen, z.B. **46**, montiert und werden mit Hilfe hydraulischer Betätigungselemente in eine Arbeitsposition geschoben, in der sie von Riegeln in Eingriff genommen werden. Die hydraulischen Stößel drücken die gefederten Blöcke zusammen, um die Bauteile **10**, **20** zu lösen, und die gefederten Blöcke werden an den Schienen entlang zurückgezogen, um das nächste Paar Gussbauteile aufzunehmen.

**[0028]** Als nächstes wird, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, ein Paar hydraulischer Stößel **51**, **52** zusammengebracht. Der Stößel **51** ist von ihm vorstehend mit einem Gusszapfen in der Form einer zylindrischen Stange **53** ausgestattet, die durch die ausgerichteten Öffnungen **23**, **25** der Bauteile vorgeschoben wird und in eine passende zylindrische Bohrung **54** in einer Endfläche **55** des Stößels **52** eingreift. Der Stößel **51** ist von ihm vorstehend auch mit einem Gussblatt in der Form einer Platte **56** ausgestattet, die durch den Zwischenraum vorgeschoben wird, der zwischen diesen Teilen des Bauteils **10**, **20** definiert ist, die zusammen die Öffnungen **21**, **22** ausbilden. Die Platte **56** tritt mit einem passenden Schlitz in der Endfläche **55** des Stößels **52** in Eingriff. Die Platte **56** ist mit einer Öffnung **57** ausgestattet, die mit den Öffnungen **21**, **22** ausgerichtet ist, wenn die Platte **56** vollständig vorgeschoben ist. Die Endfläche **58** des Stößels **51** ist mit flachen Abschnitten ausgestattet, die so ausgelegt sind, dass sie mit den flachen Endabschnitten der zugewandten Endfläche des Bauteils **10** in Eingriff stehen, und der Stößel **51** ist mit gebogenen Abschnitten ausgestattet, um mit einem gebogenen Abschnitt der zugewandten Endfläche des Bauteils **10** in Eingriff zu stehen. In ähnlicher Weise ist die Endfläche des Stößels **52** mit flachen Abschnitten, die so ausgelegt sind, dass sie mit den flachen En-

dabschnitten der zugewandten Endfläche des Bauteils **20** in Eingriff stehen, und einem gebogenen Abschnitt ausgestattet, der so ausgelegt ist, dass er mit der gebogenen zugewandten Endfläche des Bauteils **20** in Eingriff steht. Die Platte **56** ist ein feinstbearbeitetes Gussblatt, das sehr engtoleriert bearbeitet wurde. Die Stange **53** ist ein feinstbearbeiteter Gusszapfen, der ebenfalls sehr engtoleriert bearbeitet wurde.

[0029] [Fig. 9](#) zeigt Abschnitte von zwei hydraulischen Stößeln **60**, **61**. Der Stößel **61** ist mit einem Gusszapfen in der Form einer zylindrischen Stange **62** ausgestattet, die von ihm vorsteht. Wenn die beiden Stößel **60**, **61** zusammengebracht werden, erstreckt sich die Stange **62** durch die Öffnungen **21** und **22** und auch durch die Öffnung **57** in der Platte **56**, die zuvor in den Zwischenraum zwischen den Rahmen eingesetzt wurde, die die Öffnungen **21**, **22** ausbilden. Die zylindrische Stange **62** erstreckt sich in eine Bohrung in einer Endfläche des Stößels **60**. Die Stößel **60**, **61** sind mit flachen Endflächen ausgestattet, die mit den flachen Endflächen der Bauteile **10**, **20** in Eingriff stehen. Die zylindrische Stange **62** ist ein feinstbearbeiteter Gusszapfen, der engtoleriert bearbeitet wurde.

[0030] [Fig. 10](#) ist eine Ansicht von unten und zeigt, wie die beiden Paare hydraulischer Stößel **51**, **52** und **61**, **62** verwendet werden. Der Stößel **51** wird zunächst in die gezeigte Position vorgeschoben, wobei die Platte **56** (in [Fig. 10](#) gezeigt) und die Stange **53** (in [Fig. 10](#) nicht gezeigt) durch die Öffnungen in den zusammengebauten Bauteilen **10**, **20** eingesetzt werden. Dann wird der Stößel **52** in die Stellung vorgeschoben, in der er an das Bauteil **20** stößt, wobei die Platte **56** in einen Schlitz in der Endfläche des Stößels **52** und die Stange **53** in eine Bohrung gleiten. Dann wird der Stößel **61** vorgeschoben, wobei die Stange **62** die Öffnungen in den zusammengebauten Bauteilen **10**, **20** und die Öffnung **57** in der Platte **56** durchläuft. Schließlich wird der Stößel **60** in den Eingriff mit den Bauteilen **10**, **20** vorgeschoben, wobei sich die Stange **62** in die Bohrung in der Endfläche des Stößels **60** schiebt.

[0031] [Fig. 11](#) zeigt, dass die hydraulischen Stößel **60**, **61** zunächst verwendet werden, um gleichen und entgegengesetzten Druck zum Verformen der Bauteile **10**, **20** aufzubringen, so dass ihre nach innen gerichteten Flächen mit den Flächen des Gussblattes **56** in Eingriff treten und Form und Abstände annehmen, die durch das Gussblatt **56** begrenzt sind. Dann werden die hydraulischen Stößel **51**, **52** eingesetzt, um gleichen und entgegengesetzten Druck auf die Bauteile **10**, **20** aufzubringen. Das Material der Bauteile **10**, **20** wird verformt, so dass die Zapfen, z.B. **11**, **12**, eines Bauteils, z.B. **10**, in die passenden Öffnungen des anderen Bauteils, z.B. **20**, gedrückt werden. Das wird am deutlichsten in [Fig. 10](#) gezeigt. Das Material im Bereich des Gusszapfens **62** verformt sich,

um die Form des Zapfens **62** anzunehmen und von diesem begrenzt zu werden und dadurch Bundlager für die drehende Mutter auszubilden. Dieses Verfahren erbringt einen sehr guten Toleranzbereich für die Bundlager. Die planaren Endflächen werden ebenfalls verformt, um die Form der zugewandten Stößelflächen anzunehmen, und erhalten eine hohe dimensionale Toleranz in dem Verfahren und eine bessere Oberflächenbeschaffenheit und Oberflächenhärte. Die Kontaktbereiche zwischen den Stößeln **51**, **52** und den Bauteilen **10**, **20** müssen präzise proportioniert sein, damit eine lokale Verformung der planaren Flächen **70**, **71**, **72** und **73** (siehe [Fig. 12](#)) möglich ist, während eine vollständige Verformung und ein Materialfluss beim Bilden der Bundlager möglich ist.

[0032] Ein Paar hydraulischer Stößel dient dazu, Druck auf die Bauteile **10**, **20** aufzubringen, und dann wird das andere Paar verwendet, um wiederholt Druck aufzubringen, wobei zwischen den Stößelpaaren wiederholt über mehrere Arbeitsgänge gewechselt wird.

[0033] [Fig. 13](#) zeigt eine nächste Phase in dem Verfahren. In dieser Phase wird der Stößel **60** von den Bauteilen **10**, **20** zurückgezogen. Ein weiterer kleiner Stößel **80** ist in der Bohrung in dem Stößel **60** verschiebbar, der das Ende des Gusszapfens **62** aufnimmt. Der weitere Stößel **80** und der Gusszapfen **62** sind beide mit konkav ausgeführten Endflächen ausgestattet. Eine Karbidkugel **81** wird aus einem Kugellager in die Ausrichtung mit dem Stößel **80** und dem Zapfen **62** hochgehoben und dann durch sie in Eingriff genommen. Die Karbidkugel **81** weist einen Durchmesser auf, der etwas größer ist als der Durchmesser der Öffnungen **21**, **22** (aber kleiner als der Durchmesser der Öffnung **57**). Die Kugel **81** wird von dem hydraulischen Stößel **80** durch die Öffnungen **21**, **22** gedrückt. Die Karbidkugel **81** poliert die Bundlager, die von den umfänglichen Flächen der Öffnungen **21**, **22** bereitgestellt sind, und verleiht den Flächen eine bessere Oberfläche und eine bessere Härte. Nachdem sie die Öffnungen **21**, **22** durchlaufen hat, wird die Kugel **82** gelöst und fällt in das Kugellager zurück.

[0034] [Fig. 14](#) zeigt die vorletzte Phase in dem Verfahren, in dem der Stößel **52** aus dem Eingriff mit den Bauteilen **10**, **20** zurückgezogen wird. Ein Stößel **90** ist in der Bohrung in dem Stößel **52** verschiebbar, die den Gusszapfen **53** aufnimmt. Das Ende des Stößels **90** wie auch das Ende des Gusszapfens **53** sind konkav ausgebildet. Eine Karbidkugel **91** wird aus einem Kugellager in Ausrichtung mit dem Stößel **90** und dem Gusszapfen **53** angehoben. Der Stößel **90** wird vorgeschoben, um die Karbidkugel **91** zwischen dem Stößel **90** und dem Gusszapfen **53** festzuhalten. Der Stößel **90** wird dann weiter vorgeschoben (wobei der Gusszapfen **53** gleichzeitig zurückgezogen wird), so dass die Kugel **91** durch die Öffnungen **23**, **25** ge-



drückt wird. Die Kugel ist mit einem Durchmesser ausgestattet, der etwas größer ist als der Durchmesser der Öffnungen **23**, **25**. Die Karbidkugel poliert die Lagerflächen der Öffnungen, um die Oberflächenbeschaffenheit und die Oberflächenhärte zu verbessern.

**[0035]** Schließlich, gezeigt in [Fig. 15](#), werden die hydraulischen Stößel **51**, **52** und **60**, **61** alle zurückgezogen und die Bauteile **10**, **20** gewaltsam getrennt. In dieser Phase eignen sich die Bauteile zur Verwendung als die beiden Hälften des Getriebegehäuses. Die Ausrichtung der Öffnungen **23**, **25** wurde durch die Verformung des Metalls auf dem Gusszapfen **53** sichergestellt. Die Durchmesser der Öffnungen **23**, **25** sind sehr eng toleriert. Die Innenflächen der Öffnungen werden poliert, bis eine sehr gute Oberflächenbeschaffenheit erreicht ist und stellen dadurch gute Lagerflächen zur Aufnahme der Enden des Schneckengetriebes **24** bereit. Der Abstand zwischen den beiden Innenflächen des Gehäuses, die als die Druckflächen für die drehende Mutter **27** dienen, ist durch die Verformung der Flächen gegen das Gussblatt **56** sehr eng toleriert. Die Durchmesser der Öffnungen **21**, **22** sind durch die Verformung des Materials gegen den Gusszapfen **62** mit engen Toleranzen begrenzt. Die Innenflächen der Öffnungen **21**, **22** sind poliert und stellen eine gute Oberflächenbeschaffenheit und Oberflächenhärte bereit und ergeben dadurch gute Bundlager für die Enden der drehenden Mutter **27**.

**[0036]** Das Schneckengetriebe **24** und die drehende Mutter sind mit einem geeigneten Schmiermittel zwischen den beiden verformten Bauteilen **10**, **29** angeordnet, und die Bauteile werden dann miteinander befestigt, wobei die Zapfen jeweils mit den Öffnungen in der anderen in Eingriff treten.

**[0037]** Die engen dimensional Toleranzen und die gute Oberflächenbeschaffenheit der Gehäuseteile ermöglichen den Bau eines siebenteiligen Getriebes. Das Getriebe ist ein Reduktionsgetriebe, das die Drehzahl von z.B. 3200 U/min eines Elektromotors auf eine niedrigere Drehzahl der Gewindespindel absenkt.

**[0038]** Bei der Verformung des Materials der Bauteile **10**, **20** handelt es sich um eine plastische Verformung. Jedoch verformen sich im Verformungsprozess verschiedene Bauteile, etwa die Stößeloberflächen, die Gusszapfen und der Blattzapfen elastisch. Diese elastische Verformung muss berücksichtigt werden, wenn diese Bauteile erzeugt werden, um sicher zu stellen, dass eine Genauigkeit in den Abmessungen der Fertigteile erhalten wird.

**[0039]** Das vorhergehend beschriebene Verfahren wird ohne Aufbringen von Wärme auf die Bauteile **10**, **20** durchgeführt und ist im Wesentlichen ein Kaltver-

formungsprozess. Interne Belastungen können sich in den Bauteilen **10**, **20** aufbauen. Um diese Belastungen zu vermeiden, die Ermüdungsprobleme in dem Fertigprodukt erzeugen, kann es wünschenswert sein, die Bauteile zu härten.

**[0040]** Während das beschriebene Verfahren an Gussbauteilen durchgeführt wird, kann es auch zum Endbearbeiten von Bauteilen eingesetzt werden, die zunächst aus einem Raummetall hergestellt wurden.

**[0041]** [Fig. 16](#) zeigt eine Vorrichtung zum Formen einer drehenden Mutter **27**, die in dem vorhergehend beschriebenen Getriebe verwendet werden kann. Die Mutter **27** wird hergestellt, indem zunächst ein Stahlrohling bearbeitet wird, um ein Bauteil auszubilden, das mit einer Zylinderwelle ausgestattet ist, wobei sich ein einstöckiges Getrieberad radial von einem Wellenmittelpunkt erstreckt. Die Außenzähne werden auf der umfänglichen Fläche des Getrieberades gewalzt. Eine Bohrung wird durch die Zylinderwelle bearbeitet und angezapft und einer Einsatzhärtung unterzogen. Alternativ und vorzugsweise wird das Innengewinde in der Bohrung durch die Welle einem Flow-Forming-Verfahren unterzogen. Das Getrieberad ist mit einem Paar allgemein planar ausgebildeter Seitenflächen ausgestattet, die mit sich radial erstreckenden Einkerbungen bereitgestellt sind.

**[0042]** Der bearbeitete Rohling wird als nächstes zwischen ein Paar Stahl- oder Bronzeunterlegscheiben **107**, **108** gelegt und die Anordnung von Rohling und Unterlegscheiben befindet sich an einem konisch ausgeführten Endanschlag **100**, der in den axialen Durchgang vorsteht, der durch das Bauteil **27** läuft. Ein zweiter konisch ausgeführter Endanschlag **101** ist an einem Federelement **102** bereitgestellt, der verschiebbar in einem Stößel **103** angeordnet ist. Das gefederte Element wird durch eine Feder **104** vor den Stößel vorgespannt. Beim Verschieben des Stößels **103** tritt der konisch ausgeführte Endanschlag **101** mit dem Bauteil **27** in Eingriff, indem er in eine Öffnung in einer Endfläche eingreift, die sich zum Innendurchgang öffnet. Die beiden konisch ausgeführten Endanschläge **100** und **101** bewirken das genaue Zentrieren des Bauteils **27** an seiner Stelle in dem Maschinenwerkzeug.

**[0043]** Der hydraulische Stößel **103** bewegt sich weiter vor, wobei sich das Federelement **102** gegen die Vorspannkraft der Feder **104** in den Stößel **103** zurückzieht. Schließlich nimmt ein Werkzeug **105**, das an dem Stößel **103** angeordnet ist, die Unterlegscheibe **107** in Eingriff und ein Werkzeug **106** greift in die andere Unterlegscheibe **108** ein. Die Werkzeuge **105**, **106** bewirken eine lokale Verformung des Materials der Belegscheiben **107**, **108**, deren Material in die Einkerbungen auf den planaren Seitenflächen des Getrieberades des Bauteils fließt. Die Unterlegscheiben **107**, **108** werden dadurch an dem Bauteil

27 befestigt.

[0044] In einer geänderten Form ist die Vorrichtung in [Fig. 16](#) in [Fig. 17a](#) und [Fig. 17b](#) gezeigt. In der Veränderung sind beide konisch ausgeführten Endanschlüsse **100** und **101** auf dieselbe Weise auf den durch eine Feder vorgespannten verschiebbaren Elementen montiert, auch wenn der Einfachheit halber nur das Element **102** gezeigt ist. [Fig. 17a](#) zeigt, dass zusätzlich zur vorspannenden Feder **104** eine Tellerfeder **109** bereitgestellt ist. Für die erste Bewegung des Elementes **102** relativ zum Stößel **103** trifft die Tellerfeder **109** nicht auf das Element **102**. Die Tellerfeder **109** kommt aber im letzten Teil der Bewegung des Elementes **102** ins Spiel. Die Tellerfeder **102** ist eine starre Feder. Unter dem Einfluss der Tellerfeder bringen beide konisch ausgeführten Endanschlüsse **100**, **101** radial nach außen gerichtete Kräfte auf die Ränder **110** und **111** der drehenden Mutter **27** auf. Diese Kräfte bewirken, dass sich das Material der Ränder radial ausdehnt, so dass sich der Außendurchmesser der Ränder genau dem Durchmesser der Bohrungen in den Werkzeugen **105** und **106** anpasst.

[0045] Durch Verwendung der in [Fig. 16](#), [Fig. 17a](#) und [Fig. 17b](#) gezeigten Vorrichtung kann die drehende Mutter **27** mit Druckscheiben **107**, **108** bereitgestellt sein, die Flächen bereitstellen, die mit den Reaktionsflächen des Getriebegehäuses in Eingriff bringbar sind, wobei die Unterlegscheiben aus einem Material mit guten Reibungs- und Abnutzungseigenschaften beschaffen sind.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von metallischen Bauteilen umfassend:

Gießen eines ersten und zweiten metallischen Bauteiles (**10**, **20**), wobei jeder Bauteil eine ausgewählte Form und Konfiguration aufweist;

Aneinanderstoßen des ersten und zweiten metallischen Gussbauteils (**10**, **20**) mit den Stoßbauteilen, wodurch ein erstes Paar ausgerichteteter Öffnungen hergestellt wird;

**dadurch gekennzeichnet;**

dass ein erstes inneres Gusswerkzeug (**56**) durch beide Öffnungen des ersten Paares ausgerichteteter Öffnungen eingeführt wird;

dass ein äußeres Gusswerkzeug zur Anwendung von Druck, mangels externer Erhitzung, auf einer Außenfläche jedes Gussbauteilpaares (**10**, **20**) zur Verformung des Metalls der Bauteile und zur gleichzeitigen Forcierung eines ersten Teiles der Innenfläche jedes Bauteiles gegen das zuvor eingeführte innere Gusswerkzeug (**56**) verwendet wird und bei der Verformung des ersten und zweiten Bauteiles (**10**, **20**) die Form und Konfiguration jeder ersten Innenfläche vom ersten inneren Gusswerkzeug (**56**) bestimmt wird; und

dass das erste innere Gusswerkzeug (**54**) nach Beendigung der Druckanwendung zurückgezogen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 wobei:  
die Gussbauteile (**10**, **20**), wenn sie vereint werden, ein zweites Paar ausgerichteteter Öffnungen (**21**, **22**) in den Bauteilen erzeugen;  
das erste innere Gusswerkzeug (**56**) eine Öffnung (**57**) aufweist, die mit dem zweiten Paar ausgerichteteter Öffnungen (**21**, **22**) ausgerichtet ist, wenn das erste innere Gusswerkzeug (**56**) durch jede Öffnung der beiden ersten ausgerichteteten Öffnungen (**22**) eingeführt wurde;  
ein zweites inneres Werkzeug (**62**) durch eines des zweiten Paares ausgerichteteten Öffnungen (**21**), durch die Öffnung (**57**) in das erste innere Gusswerkzeug (**56**) und dann durch das andere des zweiten Paares ausgerichteteter Öffnungen eingeführt wird;  
wenn Druck auf der Außenfläche (**70**, **71**, **72**, **73**) der einzelnen gegossenen Bauteile angewandt wird, eine zweite Innenfläche jedes Bauteiles gegen das zweite Gusswerkzeug (**62**) forciert wird; und  
das Zweite innere Werkzeug (**62**) nach Anwendung des Druckes und vor Zurückziehen des ersten inneren Werkzeuges (**56**) zurückgezogen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2 wobei:  
ein erstes Paar ausgerichteteter Stößel (**60**, **61**) zur Anwendung von Druck über ein erstes Paar von äußeren Gusswerkzeugen auf erste Teile der Außenflächen der Gussbauteile zur Forcierung der ersten Teile der Innenfläche gegen das innere Gusswerkzeug (**56**) verwendet wird;  
ein zweites Paar ausgerichteteter Stößel (**51**, **52**), das nicht mit den Stößeln (**60**, **61**) des ersten Paares ausgerichtet ist, zur Anwendung von Druck über ein zweites Paar von äußeren Gusswerkzeugen (**55**, **58**) auf zweite Teile der Außenflächen (**70**, **71**, **72**, **73**) der Gussbauteile angewandt wird, wobei die zweiten Teile der Außenfläche (**70**, **71**, **72**, **73**) von den ersten Teilen der Außenfläche distanziert sind und das zweite Paar ausgerichteteter Stößel (**51**, **52**) zum Forcieren der zweiten Teile der Innenflächen der Gussbauteile gegen das zweite innere Gusswerkzeug (**62**) verwendet wird; und  
das erste und zweite Paar Stößel (**51**, **52**, **60**, **61**) nacheinander mit einem Paar Stößel, das auf eine erste Zeitspanne Druck anwendet und das andere Stößelpaar Druck auf eine zweite Zeitspanne anwendet, verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei das erste Paar ausgerichteteter Öffnungen längs einer ersten Achse und das zweite Paar ausgerichteteter Öffnungen (**21**, **22**) längs einer zweiten Achse, die senkrecht zur ersten steht, ausgerichtet ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei:  
die Gussbauteile (**10**, **20**), bei Vereinigung ein drittes

Paar ausgerichteter Öffnungen (23, 25) ergeben; ein drittes inneres Gusswerkzeug (53) durch beide Öffnungen des dritten Paares ausgerichteter Öffnungen (23, 25) eingeführt wird; und Druck auf die Außenfläche der Gussbauteile zur Verformung des Metalls der Bauteile (10, 20) und zur Forcierung von Teilen der dritten Innenfläche gegen das dritte innere Gusswerkzeug (53) ausgeübt wird; und das dritte innere Gusswerkzeug (53) nach Beendigung der Druckausübung zurückgezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das dritte innere Gusswerkzeug (53) ein zylindrischer Zapfen und die Teile der dritten Innenfläche periphere Flächen sind, die das dritte Paar ausgerichteter Öffnungen (23, 25) bestimmen und die Öffnungen des dritten ausgerichteten Paares (23, 25) im Querschnitt rund sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei das zweite innere Gusswerkzeug (62) ein zylindrischer Zapfen ist und die Teile der zweiten Innenfläche periphere Flächen sind, die das zweite ausgerichtete Paar Öffnungen (21, 22) bestimmen und die Öffnungen des zweiten ausgerichteten Paares (21, 22) im Querschnitt rund sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das erste innere Gusswerkzeug (56) ein Gussblatt ist, das ein Paar voneinander distanzierter Seitenflächen aufweist und die Teile der ersten Innenfläche der Gussbauteile gegen die flachen Seitenflächen des Gussblattes (56) forciert werden, um genau einen Abstand zwischen den Teilen der ersten Innenfläche während der Verformung des Metalls der Bauteile (10, 20) zu bestimmen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei:  
nach der Verformung des Metalls der Gussbauteile (10, 20) durch Forcieren der Innenflächen gegen ein oder mehrere Gusswerkzeuge (52, 54, 62), eine Kugel (81, 91) durch mindestens ein Paar der ausgerichteten Öffnungen (21, 22, 23, 25) forciert wird und die Kugel (81, 91) einen Durchmesser aufweist, der etwas größer als der Durchmesser der ausgerichteten Öffnungen (21, 22, 23, 25) ist und die Kugel (81, 91) die peripheren Flächen, die die Öffnungen (21, 22, 23, 25) bestimmen, poliert.

10. Getriebe (30) umfassend ein Gehäuse aus metallischen Bauteilen;  
dadurch gekennzeichnet:  
dass es dann nach einem der Ansprüche 1 bis 9 verformt wird.

11. Getriebe (30), das ein Gehäuse, bestehend aus metallischen Bauteilen, die dann nach Anspruch 5 verformt werden, umfasst, und das Getriebe, ein Schneckengetriebe (24) enthält, das im dritten Paar

ausgerichteter Öffnungen (23, 25) gelagert ist, das in eine drehende Mutter (27) eingreift, die im zweiten Paar ausgerichteter Öffnungen (21, 22), gelagert ist.

12. Vorrichtung, die zur Herstellung von metallischen Bauteilen nach einem Verfahren nach Anspruch 5 verwendet wird und die Vorrichtung Folgendes umfasst:

ein erstes Paar ausgerichteter Stößel (51, 52), wovon einer einen zylindrischen Gusszapfen (53) und ein Gussblatt (56), die sich von der vorderen Fläche nach vorne verlängert und das andere eine Bohrung (54) und einen Schlitz auf einer Vorderfläche (55) zur Aufnahme des Gusszapfens (53) bzw. des Gussblattes (56) aufweist; und

ein zweites Paar ausgerichteter Stößel (60, 61), wovon einer einen zylindrischen Gesenkzapfen (62) und das andere eine Bohrung in einer Vorderfläche (55) davon zur Aufnahme des Gusszapfens (62) aufweist; wobei

das erste Paar ausgerichteter Stößel (51, 52) nicht mit dem zweiten Paar ausgerichteter Stößel (60, 61) ausgerichtet ist; und

das Gussblatt (56) eine Öffnung (57) aufweist durch die sich der zylindrische Gusszapfen (62) des Stößels (61) des zweiten Stößelpaares bei Verwendung der Vorrichtung verlängern kann.

13. Verfahren zur Nachbearbeitung des ersten und zweiten metallischen Gussbauteiles (10, 20), die in einem Fertigprodukt miteinander vereint werden, wobei das Verfahren vor der Vereinigung der Bauteile zum Erhalt des fertigen Produktes ausgeführt wird, und das Verfahren folgende Phasen umfasst:

Vereinigung des ersten und zweiten metallischen Gussbauteiles (10, 20), wobei jeder Bauteil zuvor mit einer gewünschten Form und Konfiguration gegossen wurde, und der erste und zweite metallische Gussbauteil (10, 20) ein erstes Paar ausgerichteter Öffnungen und eine zweites Paar ausgerichteter Öffnungen (21, 22) bilden;

dadurch gekennzeichnet, dass

ein erster innerer Gusszapfen (56) durch das erste Paar ausgerichteter Öffnungen eingeführt wird; ein zweiter innerer Gusszapfen (62) durch das zweite Paar ausgerichteter Öffnungen (21, 22) eingeführt wird; und

mangels externer Erhitzung, ein Stößel (51, 52, 60, 61) zur Anwendung einer Kraft auf eine externe Fläche des ersten und zweiten Bauteiles (10, 20) über externe Gusswerkzeuge (55, 58), zur Verformung des Metalls der Bauteile verwendet wird, während der zuvor eingeführte erste innere Gusszapfen (56) sicherstellt; dass die Öffnungen des ersten Paares ausgerichteter Öffnungen ausgerichtet bleibt und der zuvor eingeführte zweite innere Gusszapfen (62) sicherstellt, dass die Öffnungen des zweiten Paares innerer ausgerichteter Öffnungen (21, 22) ausgerichtet bleibt;

der innere Gusszapfen nach der Verformung des Me-



talls zurückgezogen wird; und  
der erste und zweite Bauteil (**10**, **20**) getrennt werden, um später beim Zusammenbau des fertigen Produktes vereint zu werden.

14. Getriebe (**30**), das eine Gehäuse besitzt, das einen ersten und zweiten Bauteil (**10**, **20**), die mit dem Verfahren nach Anspruch 13 endbearbeitet werden, umfasst.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG. 1.

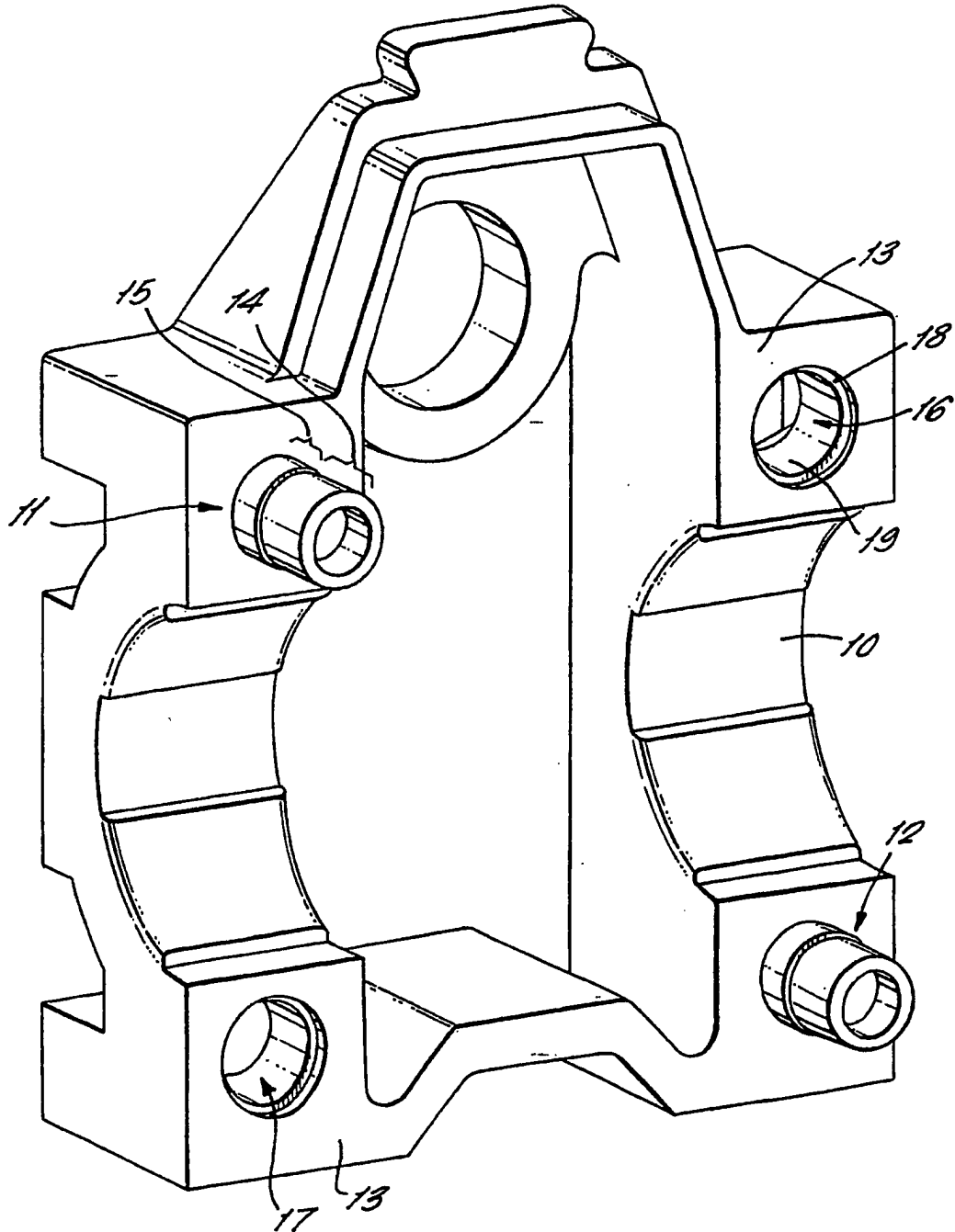
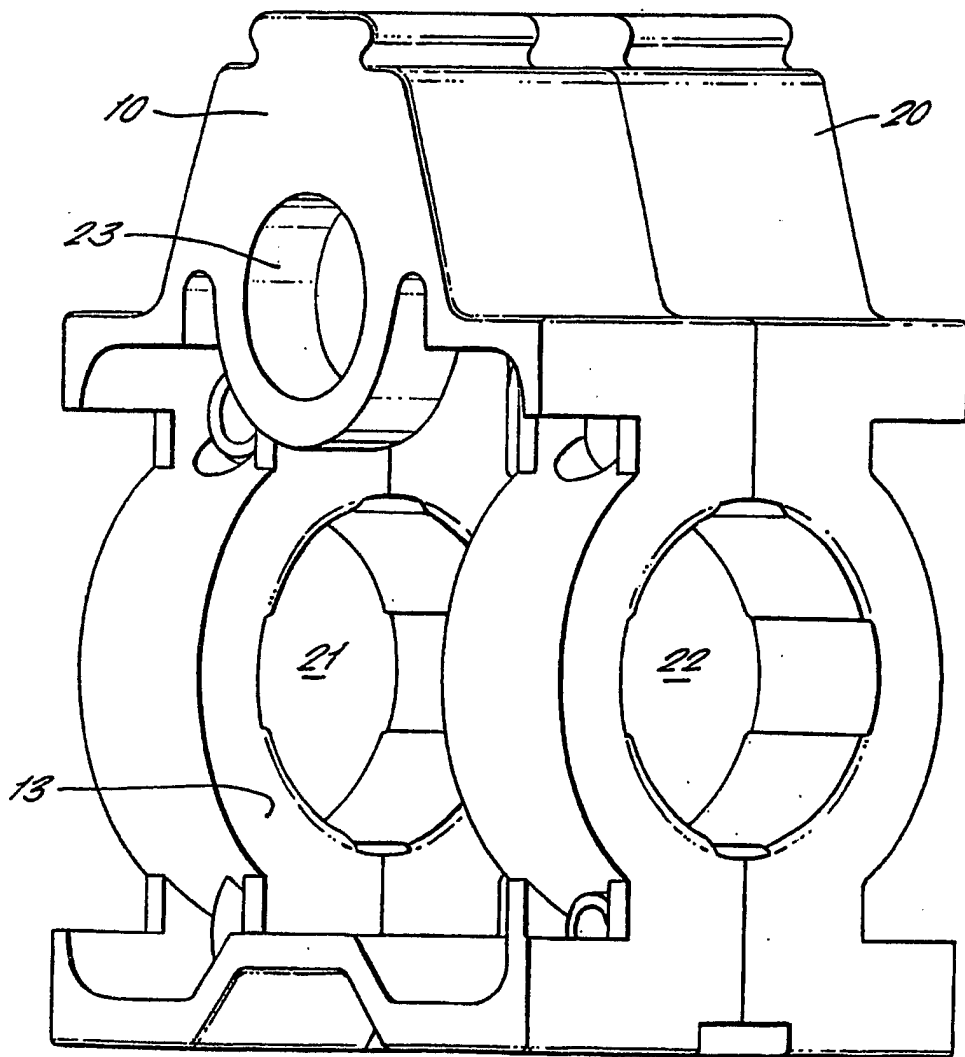
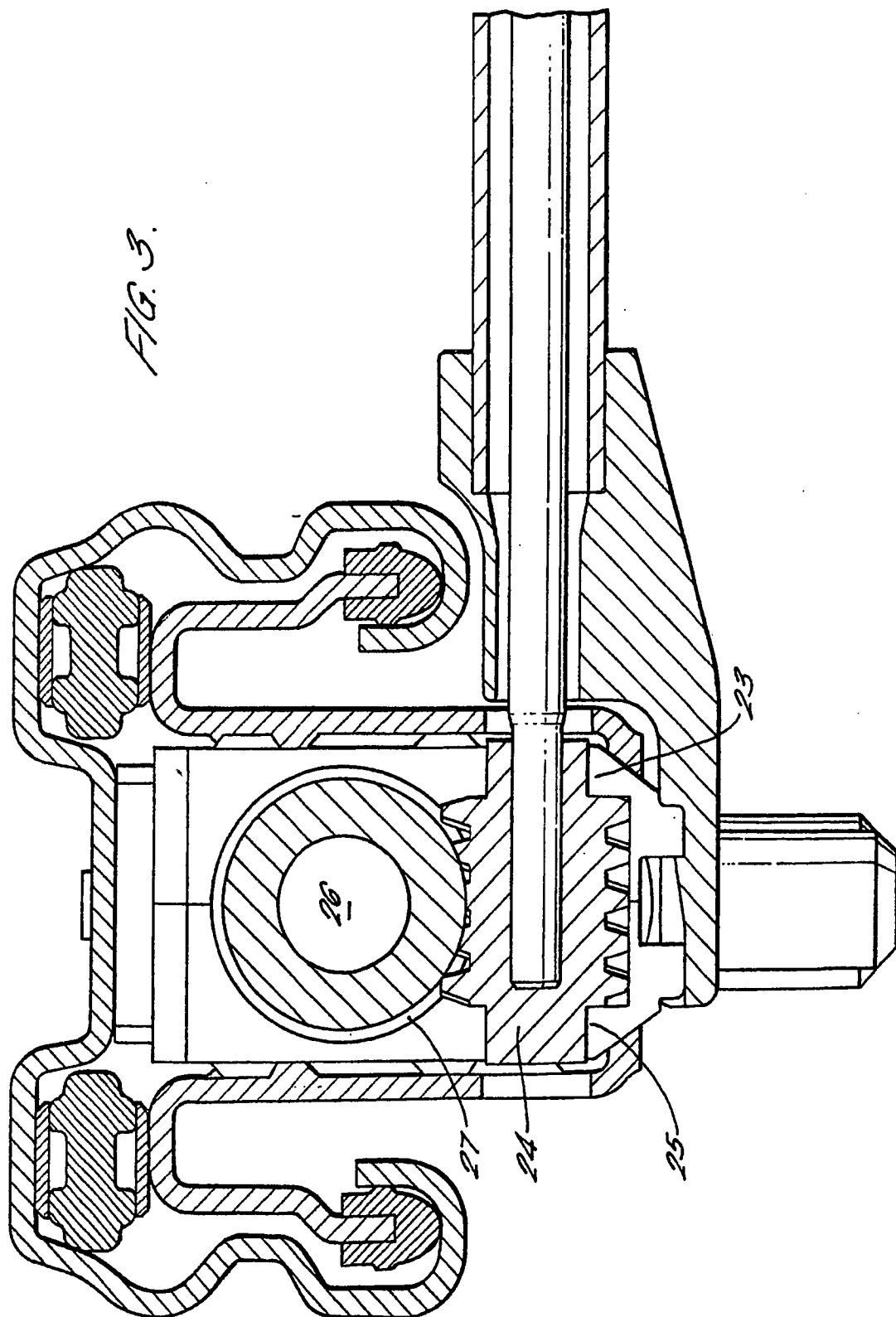
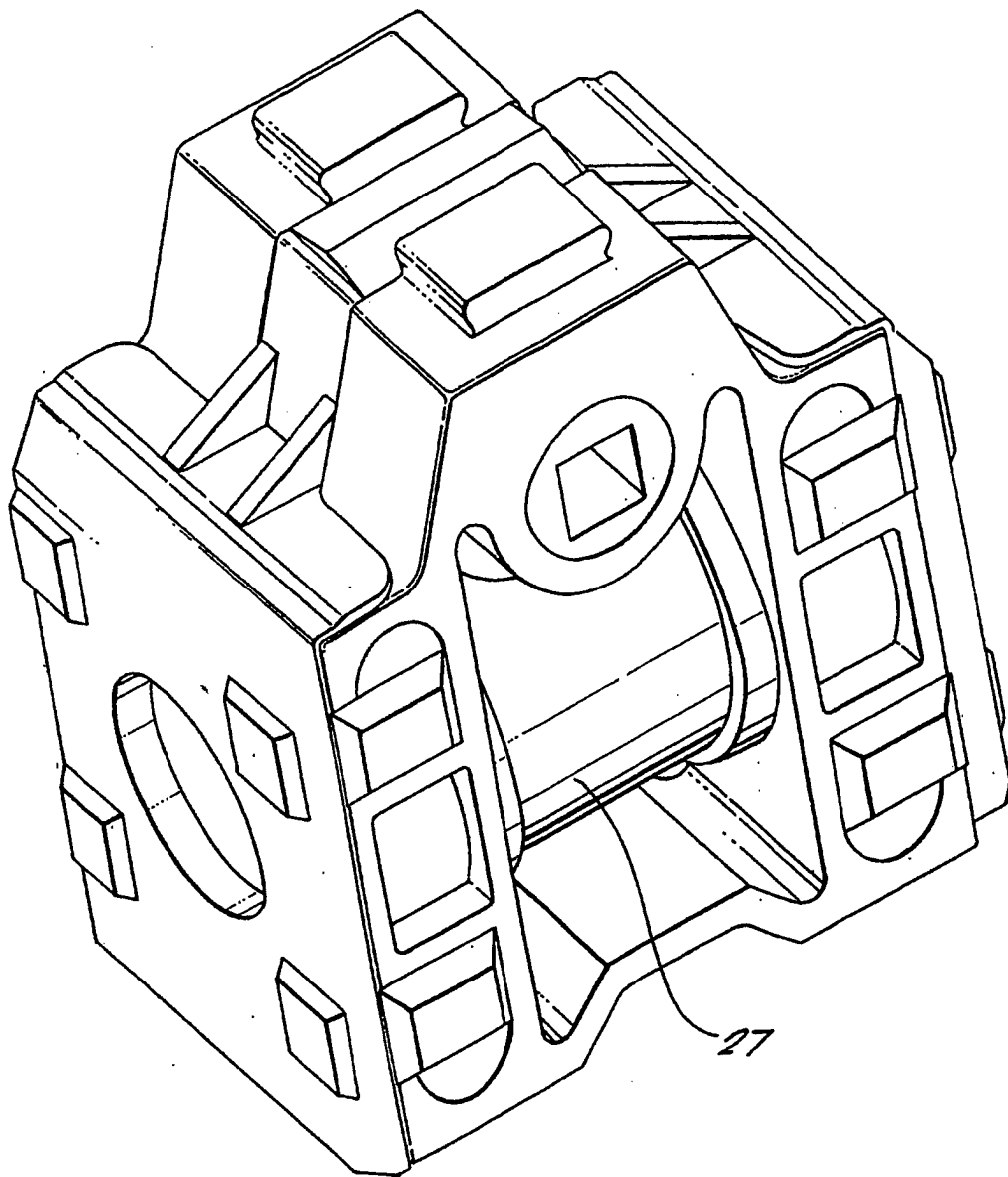


FIG. 2.





*FIG. 4.*





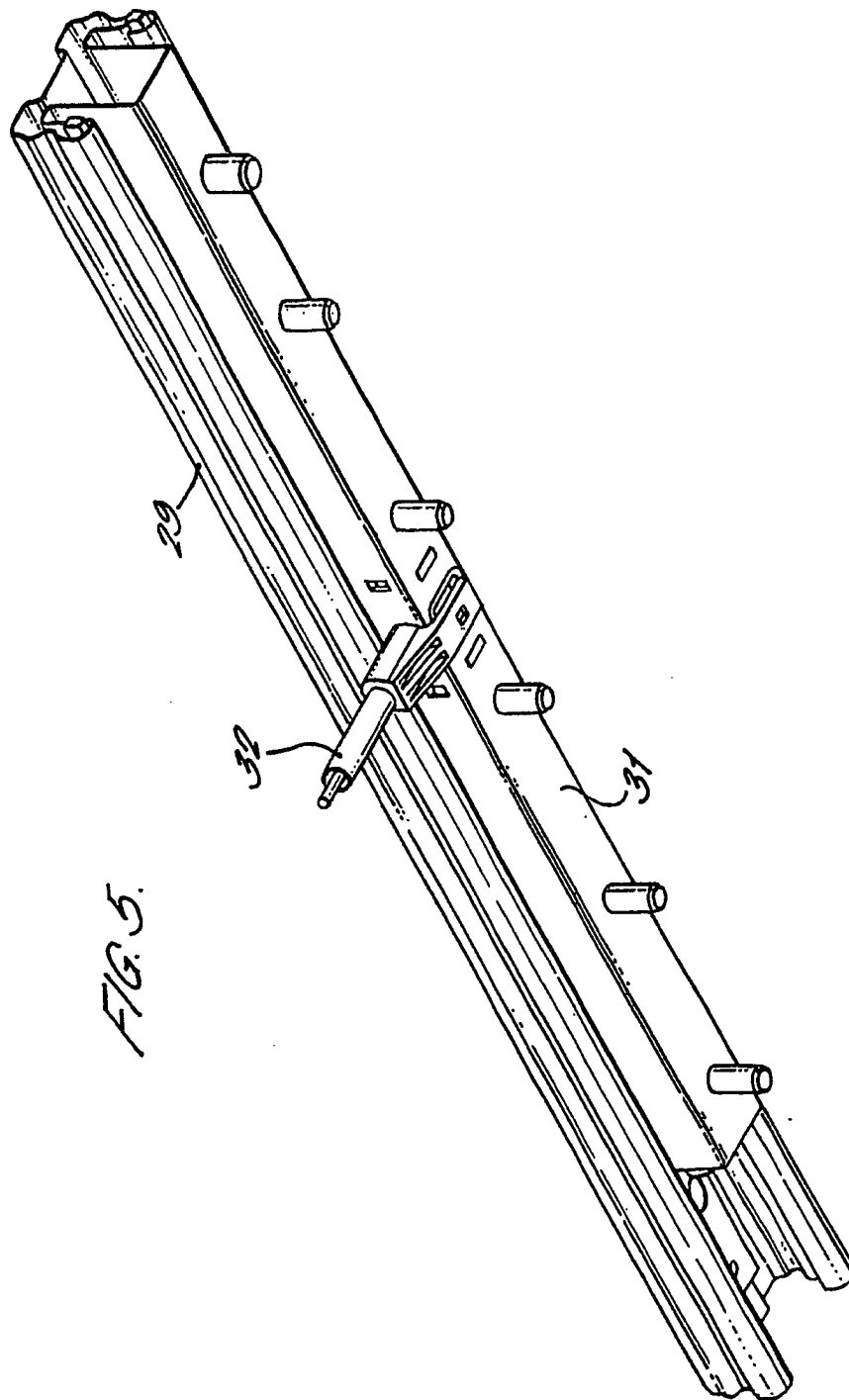
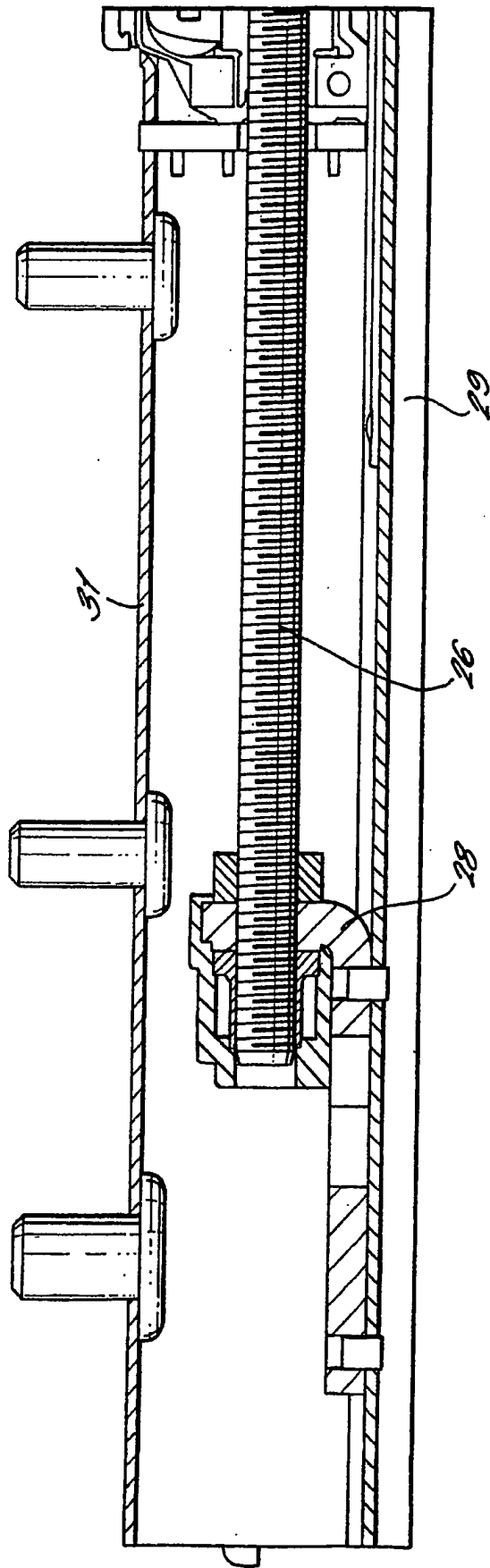


FIG. 5.

FIG. 6.



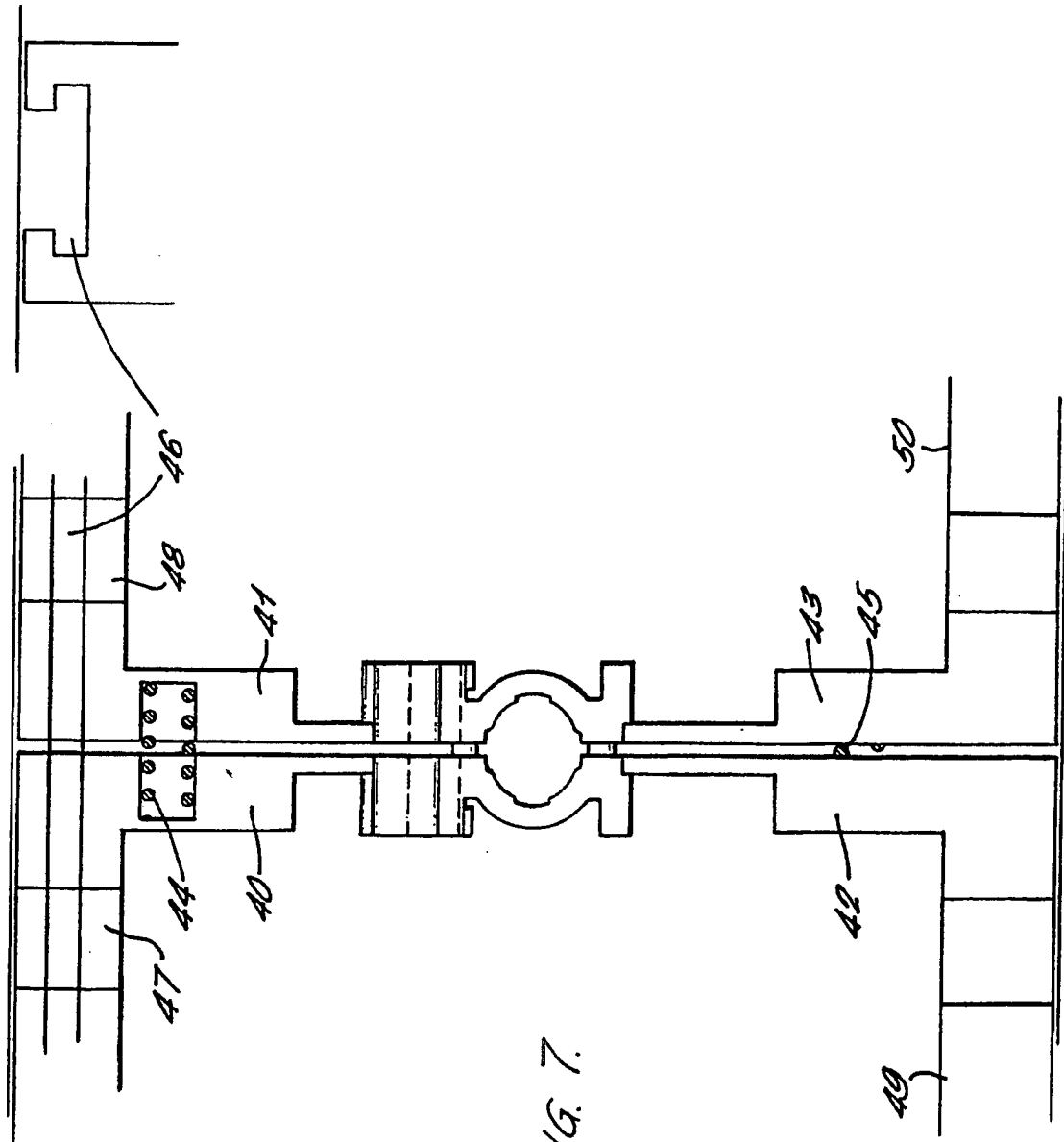


FIG. 7.

FIG. 8.

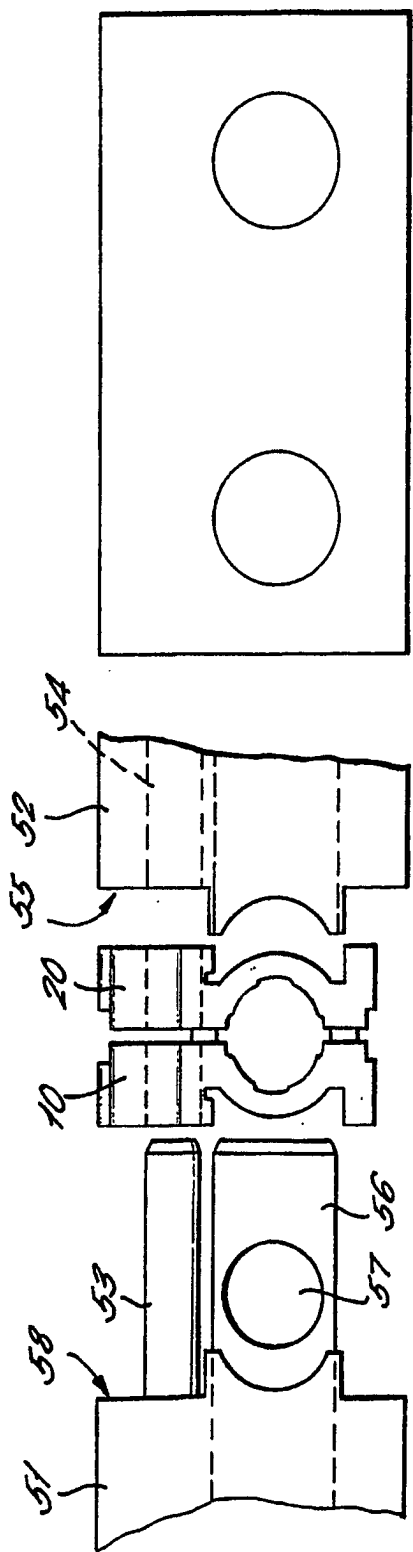


FIG. 9.

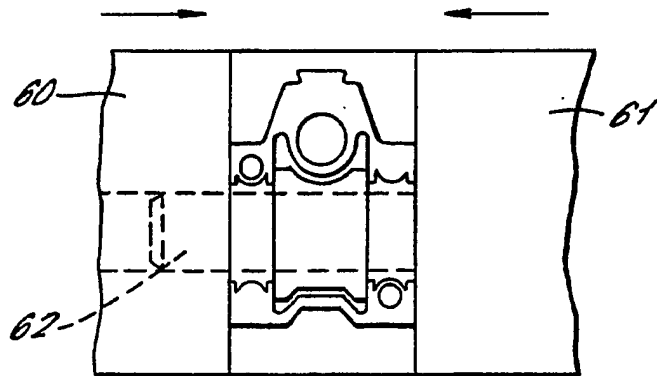


FIG. 10.

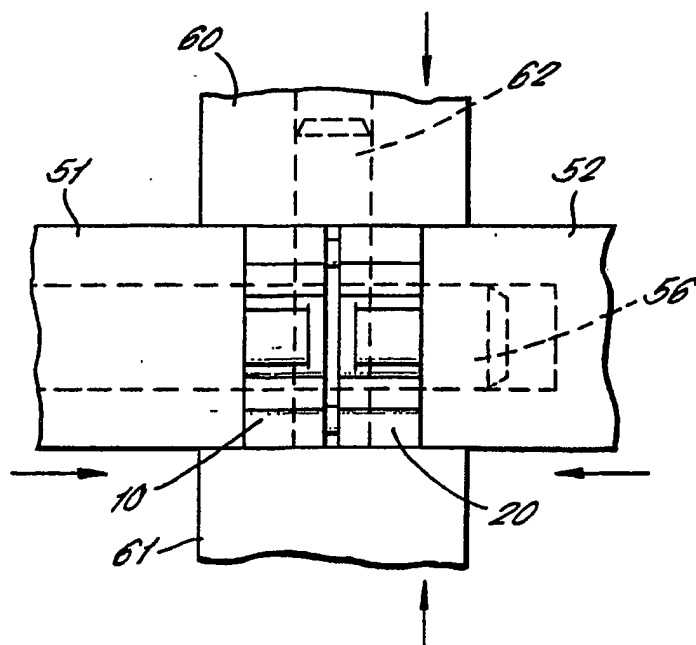




FIG. 11.

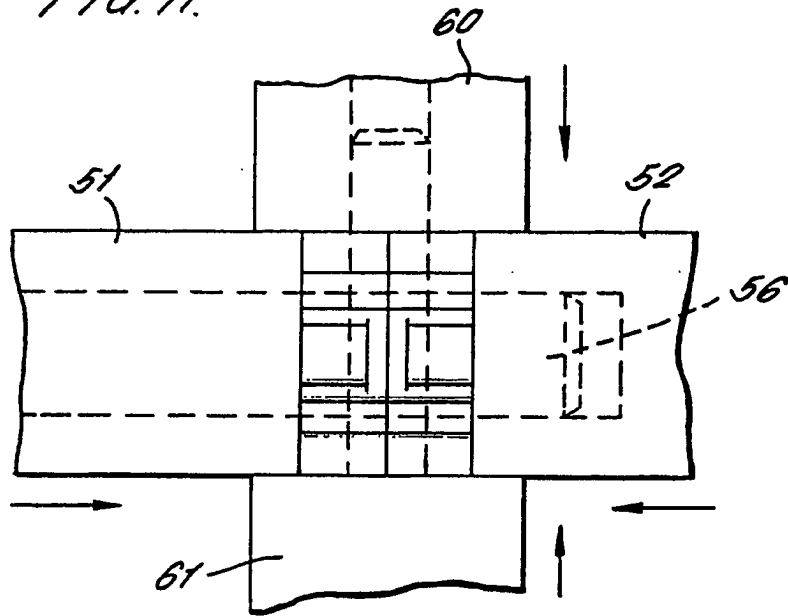


FIG. 12.

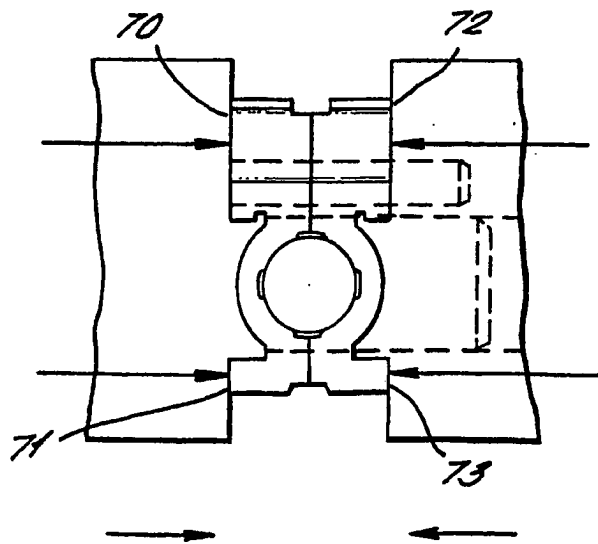


FIG. 13.

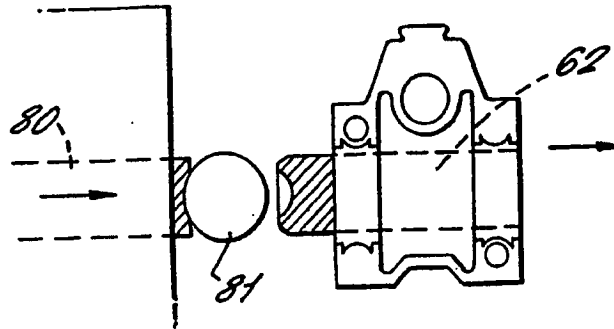


FIG. 14.

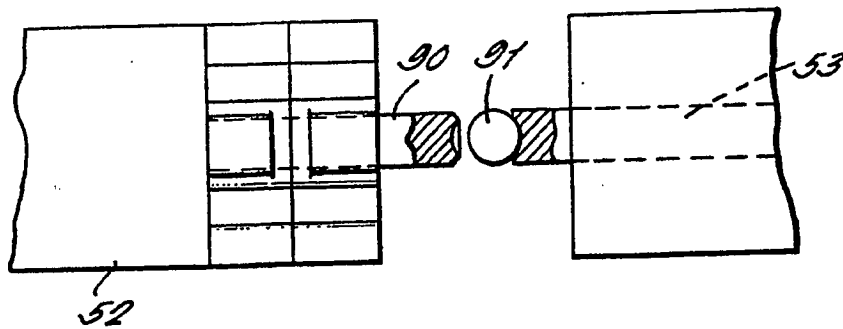


FIG. 15.

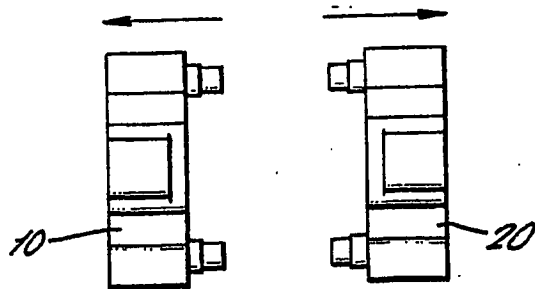


FIG. 16.

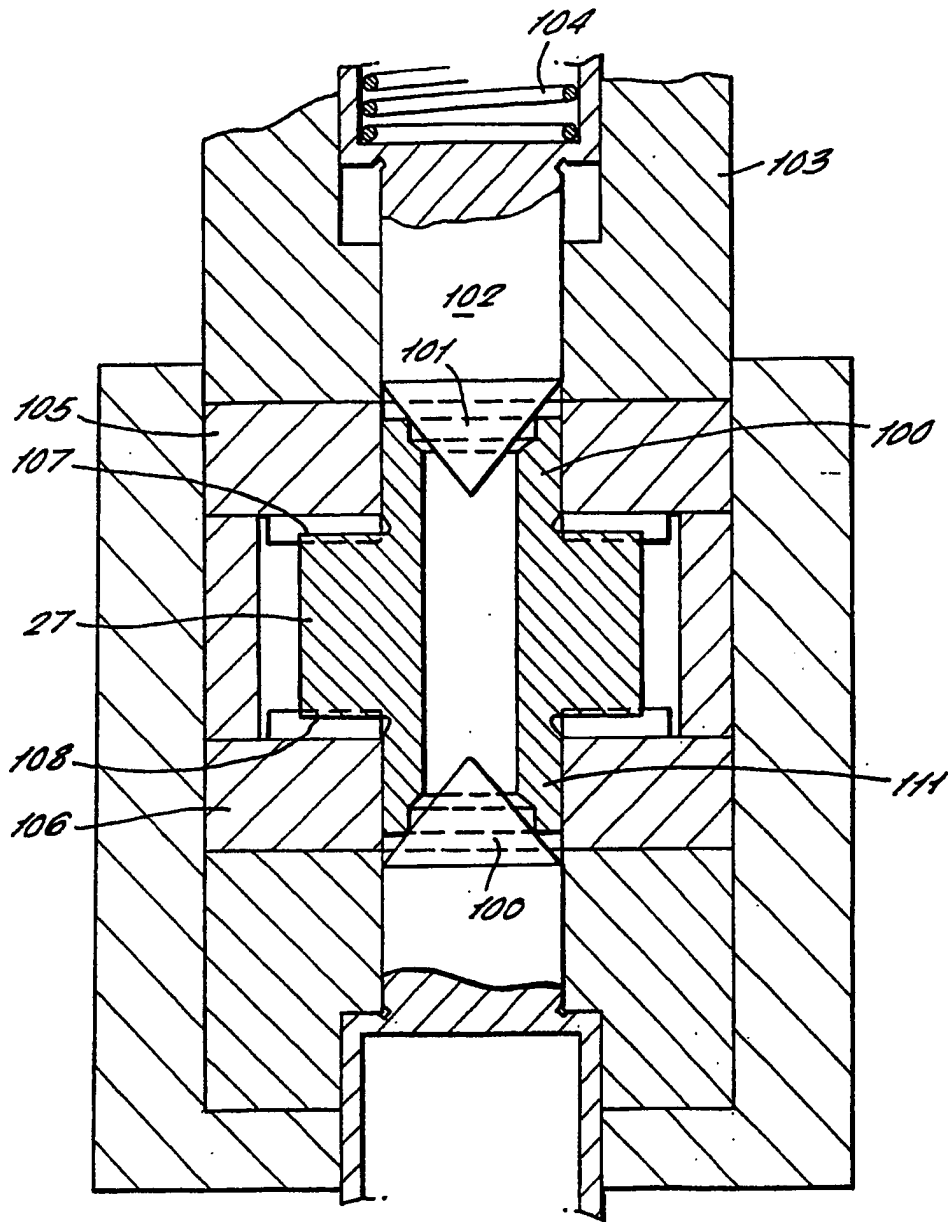


FIG. 17a.

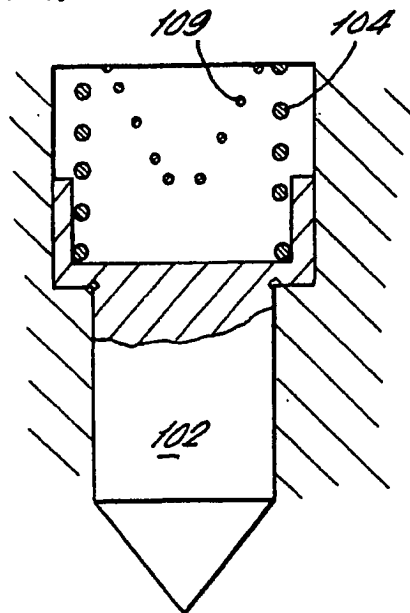


FIG. 17b.

