



(10) **DE 10 2009 029 296 A1** 2011.03.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 029 296.9**

(51) Int Cl.⁸: **F16D 1/06 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **09.09.2009**

(43) Offenlegungstag: **10.03.2011**

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

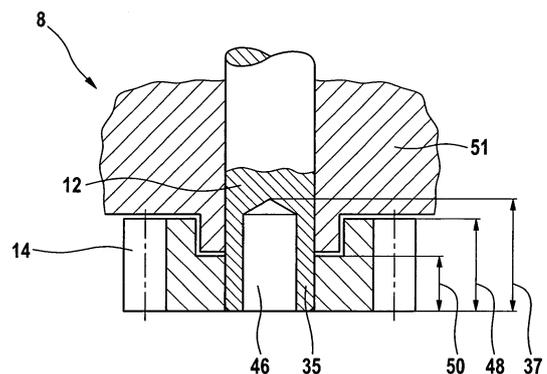
(72) Erfinder:

**Frank, Josef, St. Koloman, AT; Fuchs, Alexander,
Adnet, AT; Ortner, Klaus, Salzburg, AT**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Pressverbund einer Welle mit einem darauf gepressten Antriebs- oder Abtriebs-
element**

(57) Zusammenfassung: Pressverbund (8) einer Welle (12) mit einem darauf gepressten Antriebs- oder Abtriebs-
element, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (12) mindes-
tens in jenem axialen Längenbereich, in dem das Antriebs-
oder Abtriebs-
element auf die Welle (12) gepresst ist (Press-
bereich), wenigstens bereichsweise eine sich axial erst-
reckende Ausnehmung aufweist, durch die sie dort als Hohl-
welle ausgebildet ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Pressverbund nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Vom Markt her bekannt sind Zahnradförderpumpen, bei denen ein Antriebszahnrad axial von einer Welle angetrieben wird. Die bekannten Zahnradförderpumpen werden beispielsweise als Kraftstoff-Förderpumpen zum Fördern von Dieselmotorkraftstoff, Benzin oder Sonderkraftstoffen eingesetzt. Die Kraftübertragung von der Welle auf das Antriebszahnrad erfolgt entweder formschlüssig oder kraftschlüssig. Für eine formschlüssige Verbindung wird beispielsweise ein Kupplungselement verwendet, welches eine Verbindung von der Welle zum Antriebszahnrad schafft. Bei einer kraftschlüssigen Verbindung wird hingegen das Antriebszahnrad auf die Welle aufgedrückt. Im nicht gedrückten Zustand ist der Außenradius der Welle um ein bestimmtes Maß größer als der Innenradius des aufzudrückenden Zahnrads. Die Welle ist dabei als ein massiver Körper ausgeführt und besitzt im Verhältnis zum Zahnrad eine vergleichsweise geringe Elastizität in radialer Richtung. Eine solche Drückung oder Aufschraubung dehnt daher das Antriebszahnrad stärker als die Welle.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Pressverbund von einer Welle und einem Antriebs- oder Abtriebsselement zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch einen Pressverbund nach dem Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in den Zeichnungen, wobei die Merkmale sowohl in Alleinstellung als auch in unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wichtig sein können, ohne dass hierauf nochmals explizit hingewiesen wird.

[0005] Durch die Erfindung werden die Dehnungen und die daraus folgend möglichen Deformationen gleichmäßiger zwischen der Welle und dem darauf gedrückten Antriebs- oder Abtriebsselement aufgeteilt. Bei vergleichbaren Toleranzen der Welle und des Antriebs- oder Abtriebsselements vor der Drückung wird – in Bezug auf eine nach dem Stand der Technik ausgeführte Anordnung – durch die erfindungsgemäße Lösung eine axiale und radiale Deformation des Antriebs- oder Abtriebsselementes geringer. Daraus ergibt sich ebenfalls ein vermindertes axiales und radiales Spiel. Insbesondere wenn das Antriebs- oder Abtriebsselement ein Zahnrad einer Zahnradpumpe ist, lassen sich Leckageverluste verringern und der Wirkungsgrad der Zahnradpumpe

steigern. Dies wirkt sich auch beim Anlauf einer Zahnradpumpe vorteilhaft aus. Außerdem wird es möglich, bei einer gegenüber dem Stand der Technik vergleichbaren Geometrie des Antriebs- oder Abtriebsselements (Nabe) ein größeres Drehmoment zu übertragen, oder alternativ bei gleichen Anforderungen an das Drehmoment die Nabe schwächer auszulegen. Auf diese Weise wird der Pressverbund von einer Welle und einem Antriebs- oder Abtriebsselement wesentlich verbessert.

[0006] Grundlage der Erfindung ist, dass die Elastizität der Welle in einer radialen Richtung erhöht wird. Das wird erreicht, indem die Welle mindestens in jenem axialen Längsbereich, in dem das Antriebs- oder Abtriebsselement auf die Welle gedrückt ist (Pressbereich), wenigstens bereichsweise eine sich axial erstreckende Ausnehmung aufweist, durch die sie dort als Hohlwelle ausgebildet ist.

[0007] Besonders einfach ist die Erfindung anzuwenden, wenn der Pressbereich ein axialer Endbereich der Welle ist, und wenn die Ausnehmung sacklochartig ist. Eine solche sacklochartige Ausnehmung kann sehr leicht eingebracht werden, beispielsweise in Form einer Sackbohrung. Dabei kann die Erfindung bei vielen Anwendungen eingesetzt werden, da bei vielen Anwendungen das Antriebs- oder Abtriebsselement am Ende der Welle aufgedrückt ist. Beispielsweise sind Zahnradpumpen dadurch einfacher aufzubauen.

[0008] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die Welle insgesamt eine Hohlwelle ist. Durch eine Ausgestaltung insgesamt als Hohlwelle wird Gewicht gespart. Dies ist vor allem bei solchen Anwendungen vorteilhaft, in denen nur ein vergleichsweise geringes Drehmoment von dem Antriebs- oder Abtriebsselement übertragen werden muss. Außerdem ist ein zusätzlicher Arbeitsschritt zum Einbringen der Ausnehmung nicht erforderlich.

[0009] Besonders sinnvoll ist die Erfindung einzusetzen, wenn die Welle im Bereich des Antriebs- oder Abtriebsselements ein Radiallager aufweist, welches sich über einen Teil der axialen Erstreckung des Antriebs- oder Abtriebsselements und zwischen Antriebs- oder Abtriebsselement und Welle erstreckt. Durch die Erfindung können sowohl das Axialspiel als auch das Radialspiel des Antriebs- oder Abtriebsselements gegenüber einem umgebenden Gehäuse reduziert werden. Hierdurch kann beispielsweise beim Einsatz in einer Zahnradförderpumpe deren Wirkungsgrad erhöht werden. Grund ist, dass eine durch das Aufdrücken auf die Welle und die wegen des Radiallagers verminderte Presslänge hervorgerufene Deformation einer Nabe des Antriebs- oder Abtriebsselements aus seiner Ebene heraus erfindungsgemäß reduziert oder sogar ganz eliminiert wird. Auch kann das Radiallager günstig in Bezug auf

die durch das Antriebs- oder Abtriebselement stattfindende Kraftübertragung platziert werden, und das Radiallager wird weniger von axial wirkenden Kräften beansprucht.

[0010] Ergänzend wird vorgeschlagen, dass das Antriebs- oder Abtriebselement ein Zahnrad ist. Durch die Erfindung wird die Belastung der Nabe des Zahnrad und somit auch deren Verformung reduziert. Dies ermöglicht es, dass das Zahnrad optimal arbeitet.

[0011] Ein besonders nützlicher Anwendungsfall der Erfindung liegt vor, wenn das Antriebs- oder Abtriebselement ein Zahnrad einer Zahnradpumpe ist. Zumeist übertragen die Zahnräder einer Zahnradpumpe ein – im Vergleich zu Getrieben – geringeres Drehmoment. Dadurch ist es leichter möglich, die Welle als eine Hohlwelle auszubilden oder mit einer sacklochartigen Bohrung zu versehen, ohne die Dauerfestigkeit des Antriebs wesentlich zu verändern. Weiterhin ist bei Zahnradpumpen ein möglichst kleines axiales und radiales Spiel der Zahnräder gefordert, um die Leckageverluste niedrig zu halten und den Wirkungsgrad der Zahnradpumpe zu erhöhen. Daher kommt im Pressverbund von Welle und Zahnrad der gleichmäßigeren Aufteilung der Dehnungen zwischen Welle und Zahnrad eine große Bedeutung zu.

[0012] Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) ein Verspannungsschaubild einer Wellen-Naben-Verbindung;

[0014] [Fig. 2](#) eine erste Ausführung eines Pressverbundes von einer Welle und einem Zahnrad; und

[0015] [Fig. 3](#) eine zweite Ausführung eines Pressverbundes von einer Welle und einem Zahnrad.

[0016] Es werden in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen für funktionsäquivalente Elemente und Größen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0017] [Fig. 1](#) zeigt ein Verspannungsschaubild eines Pressverbunds **8** einer Wellen-Naben-Verbindung. Auf einer waagerechten Achse **10** ist eine radiale Dehnung einer in [Fig. 2](#) gezeigten Welle **12** und eines Antriebseslementes **14** eingetragen. Nachfolgend wird das Antriebseslement **14** als ein Zahnrad **14** beschrieben. Auf einer dazu senkrechten Achse **16** ist eine radiale Pressung der Welle **12** und des Zahnrad **14** eingetragen.

[0018] In [Fig. 1](#) von links nach rechts ansteigend ist im linken Teil des Schaubilds eine Gerade **18** eingezeichnet, welche den Zusammenhang von Dehnung

und Pressung eines Zahnrad **14** zeigt. Die Gerade **18** weist gegenüber der waagerechten Achse **10** einen Winkel α auf. Je stärker das Zahnrad **14** radial gedehnt wird, um so größer ist die auftretende Pressung und sind folglich die im Zahnrad **14** auftretenden Kräfte und Spannungen. Zur Herstellung eines festen Bezugs wird in der [Fig. 1](#) das Zahnrad **14** mit konstanten Eigenschaften angenommen. Insbesondere werden mögliche mechanische Toleranzen allein der Welle **12** zugerechnet.

[0019] In [Fig. 1](#) von links nach rechts abfallend ist weiter rechts eine Gerade **20** eingezeichnet, welche den Zusammenhang von Dehnung und Pressung der Welle **12** zeigt. Die Gerade **20** weist gegenüber der waagerechten Achse **10** einen Winkel β auf. Je stärker die Welle **12** radial gestaucht wird, um so größer ist die auftretende Pressung und sind folglich die in der Welle **12** auftretenden Kräfte und Spannungen.

[0020] Im Verbund erleiden die Welle **12** und das Zahnrad **14** eine gleiche Pressung, so dass der Schnittpunkt **22** der Geraden **18** mit der Geraden **20** die Höhe dieser Pressung und ebenso das gemeinsame Endmaß charakterisiert. Der Schnittpunkt **22** stellt in der [Fig. 1](#) eine minimale nötige Pressung zwischen der Welle **12** und dem Zahnrad **14** dar. Ein Abstand **24** gibt ein dafür nötiges radiales Differenzmaß der Welle **12** und des Zahnrad **14** an, und entsprechend ist vor einer Verpressung ein Außenradius der Welle **12** größer als ein Innenradius des Zahnrad **14**.

[0021] Das radiale Differenzmaß der Welle **12** und des Zahnrad **14** kann einen herstellbedingten Toleranzbereich **28** aufweisen. Für einen positiven Grenzfall zeigt eine in der Zeichnung von links nach rechts abfallende Gerade **26** den zugehörigen Zusammenhang von Dehnung und Pressung der Welle **12** auf. Die Gerade **26** weist gegenüber der waagerechten Achse **10** ebenfalls einen Winkel β auf. Die Gerade **26** verläuft parallel zur Geraden **20**. Im Verbund von Welle **12** und Zahnrad **14** ergibt sich damit ein neuer Schnittpunkt **30** für die entstehende höhere Pressung.

[0022] Die ebenfalls zueinander parallelen Geraden **32** und **34** in [Fig. 1](#) rechts beschreiben den Zusammenhang von Dehnung und Pressung der in [Fig. 2](#) gezeigten Welle **12**, welche in einem Endbereich **35** und über einen Längenbereich **37**, der etwas größer ist als ein Längenbereich **50**, in dem das Zahnrad **14** auf die Welle **12** aufgepresst ist (Pressbereich oder Presslänge **50**), eine Ausnehmung **46** in Form einer sacklochartigen Bohrung aufweist. Die Welle **12** ist in diesem Bereich also als Hohlwelle ausgebildet. Die Geraden **32** und **34** weisen gegenüber der waagerechten Achse einen Winkel γ auf. Die Geraden **32** und **34** verlaufen flacher als die Geraden **20** und **26** aufgrund einer durch die Bohrung **46** erhöhten radialen Elastizität der Welle **12**. Die Gerade **32** ist in Be-

zug auf einen das radiale Differenzmaß der Welle **12** und des Zahnrads **14** charakterisierenden Abstand **36** so gewählt, dass sie gemeinsam mit den Geraden **18** und **20** ebenfalls den Schnittpunkt **22** schneidet. Die über den Toleranzbereich **28** aus der Gerade **32** abgeleitete Gerade **34** schneidet die Gerade **18** dagegen in einem Schnittpunkt **38**. An der senkrechten Achse **16** ist abzulesen, dass bei einem angenommen gleichen Toleranzbereich **28** eine mit einer Bohrung **46** ausgeführte Welle **12** nachfolgend zu kleineren Toleranzen **40** in der resultierenden Pressung führt, als eine Welle **12** ohne eine solche Bohrung **46** (Toleranz **42**).

[0023] **Fig. 2** zeigt, wie gesagt, eine erste Ausführung des Pressverbundes **8** aus Welle **12** und Zahnrad **14** in einer teilweisen Schnittdarstellung. Die Verbindung ist vorliegend so ausgeführt, dass ein Endbereich **35** der Welle **12** in etwa bündig mit dem aufgesprengten Zahnrad **14** abschließt. Das Zahnrad **14** weist eine gegenüber einer Zahnradhöhe **48** verminderte Presslänge **50** auf. Dadurch wird eine verbesserte Radiallagerung der Welle **12** ermöglicht, die in das Zahnrad **14** hineinragen kann. Die verminderte Presslänge **50** ist dennoch unkritisch wegen der aus der **Fig. 1** bekannten günstigeren Toleranz **40** für die resultierende Pressung. Ergänzend dargestellt ist ein Radiallager **51** als Teil eines nicht näher erläuterten Zahnradpumpengehäuses.

[0024] **Fig. 3** zeigt eine zweite Ausführung eines Pressverbundes von einer Welle **12** und einem Zahnrad **14** in einer teilweisen Schnittdarstellung. Dabei ist die Welle **12** insgesamt als Hohlwelle ausgeführt. Hierdurch wird Gewicht gespart und die Fertigung vereinfacht.

Patentansprüche

1. Pressverbund (**8**) einer Welle (**12**) mit einem darauf gepressten Antriebselement (**14**) oder Abtriebsselement, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (**12**) mindestens in jenem axialen Längenbereich (**50**), in dem das Antriebselement (**14**) oder Abtriebsselement auf die Welle (**12**) gepresst ist (Pressbereich), wenigstens bereichsweise eine sich axial erstreckende Ausnehmung (**46**) aufweist, durch die sie dort als Hohlwelle ausgebildet ist.

2. Pressverbund (**8**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressbereich (**50**) in einem axialen Endbereich (**35**) der Welle (**12**) ist, und dass die Ausnehmung (**46**) sacklochartig ist.

3. Pressverbund (**8**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (**12**) insgesamt eine Hohlwelle ist.

4. Pressverbund (**8**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

Welle (**12**) im Bereich des Antriebselements (**14**) oder Abtriebsselements ein Radiallager (**51**) aufweist, welches sich über einen Teil der axialen Erstreckung des Antriebselements (**14**) oder Abtriebsselements und zwischen Antriebselement (**14**) oder Abtriebsselement und Welle (**12**) erstreckt.

5. Pressverbund (**8**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebselement oder Abtriebsselement ein Zahnrad (**14**) ist.

6. Pressverbund (**8**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebselement oder Abtriebsselement ein Zahnrad (**14**) einer Zahnradpumpe ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

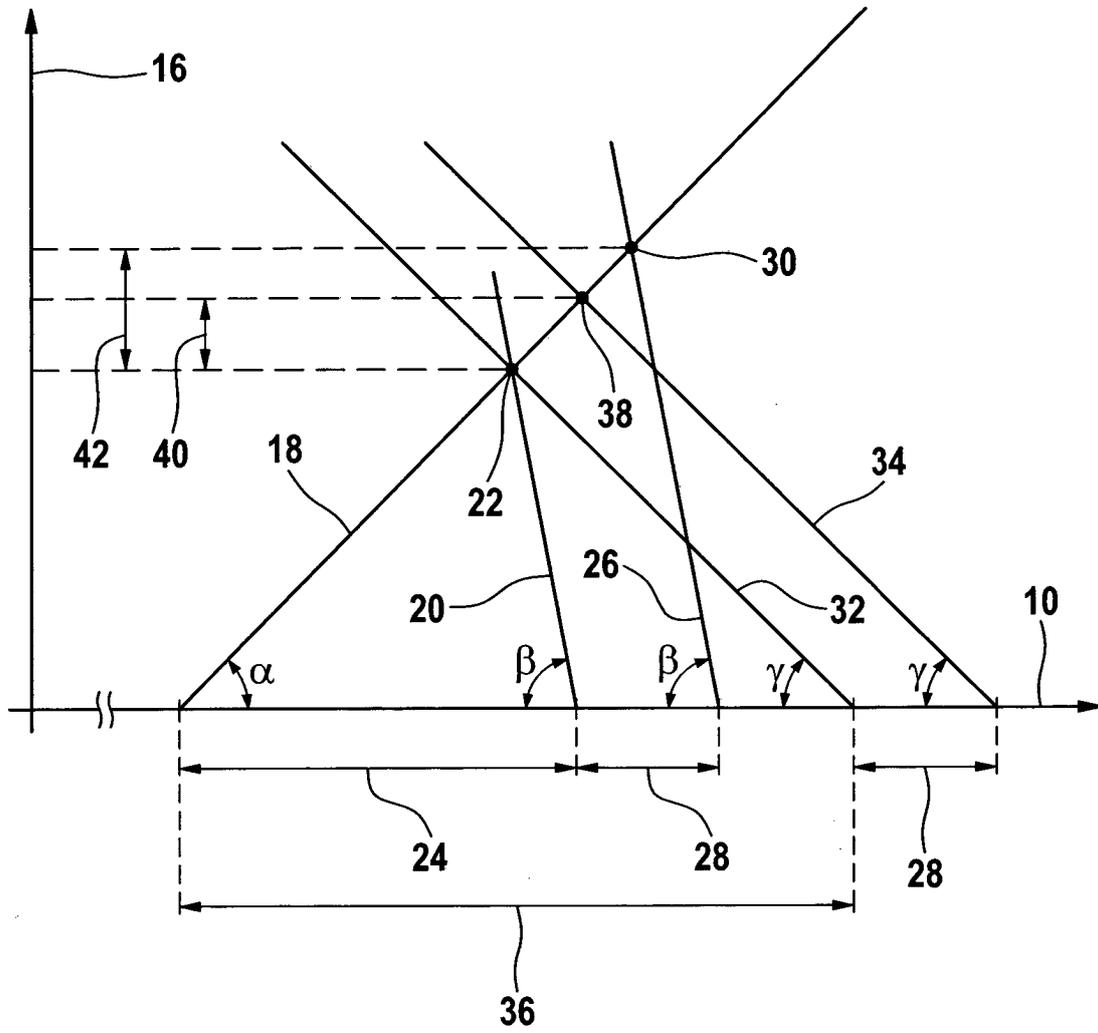


FIG. 1

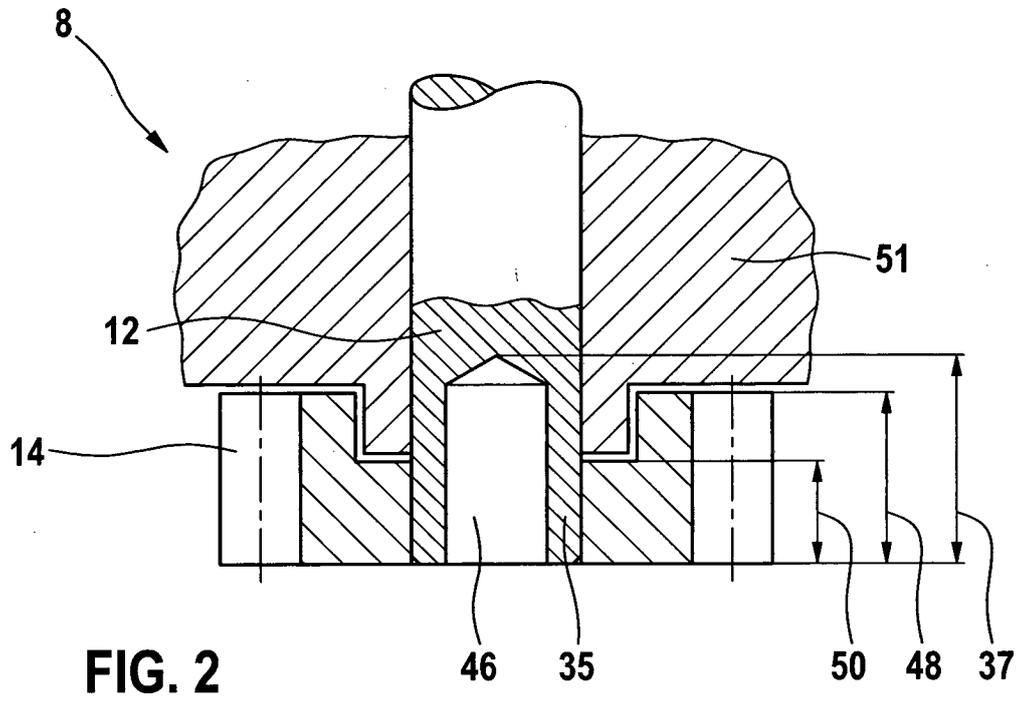


FIG. 2

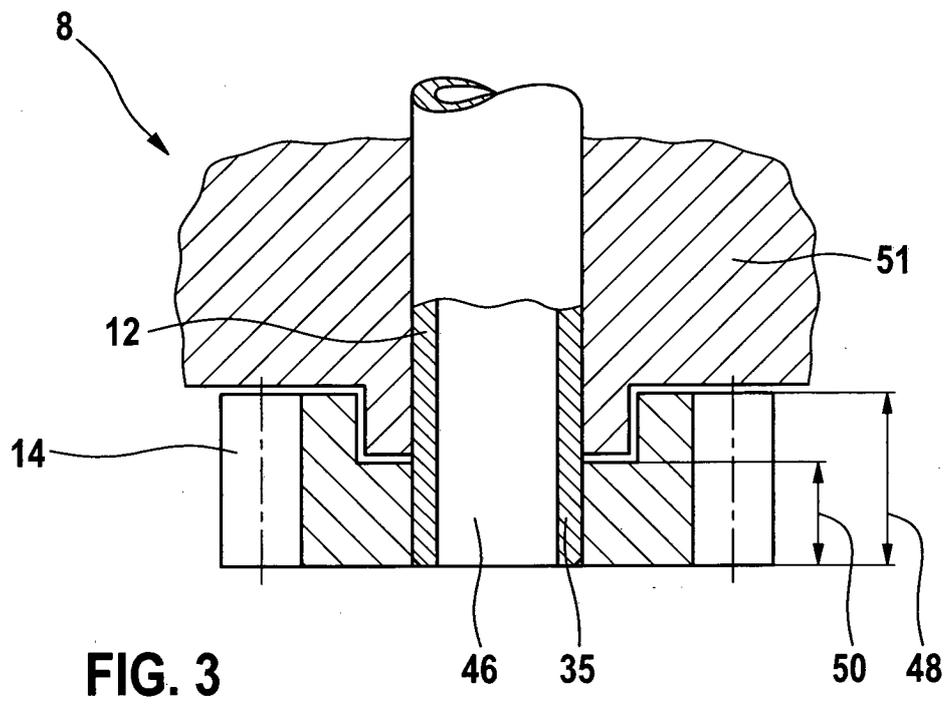


FIG. 3