



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.04.2003 Patentblatt 2003/15

(51) Int Cl.7: **F01L 1/02, F01L 1/34,
F01L 1/46**

(21) Anmeldenummer: **02015470.4**

(22) Anmeldetag: **12.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Stemmer, Xaver**
85054 Reichertshofen (DE)
• **Bauder, Wolfgang**
85092 Kösching (DE)
• **Darscheidt, Jürgen**
42897 Remscheid (DE)

(30) Priorität: **05.10.2001 DE 10149109**

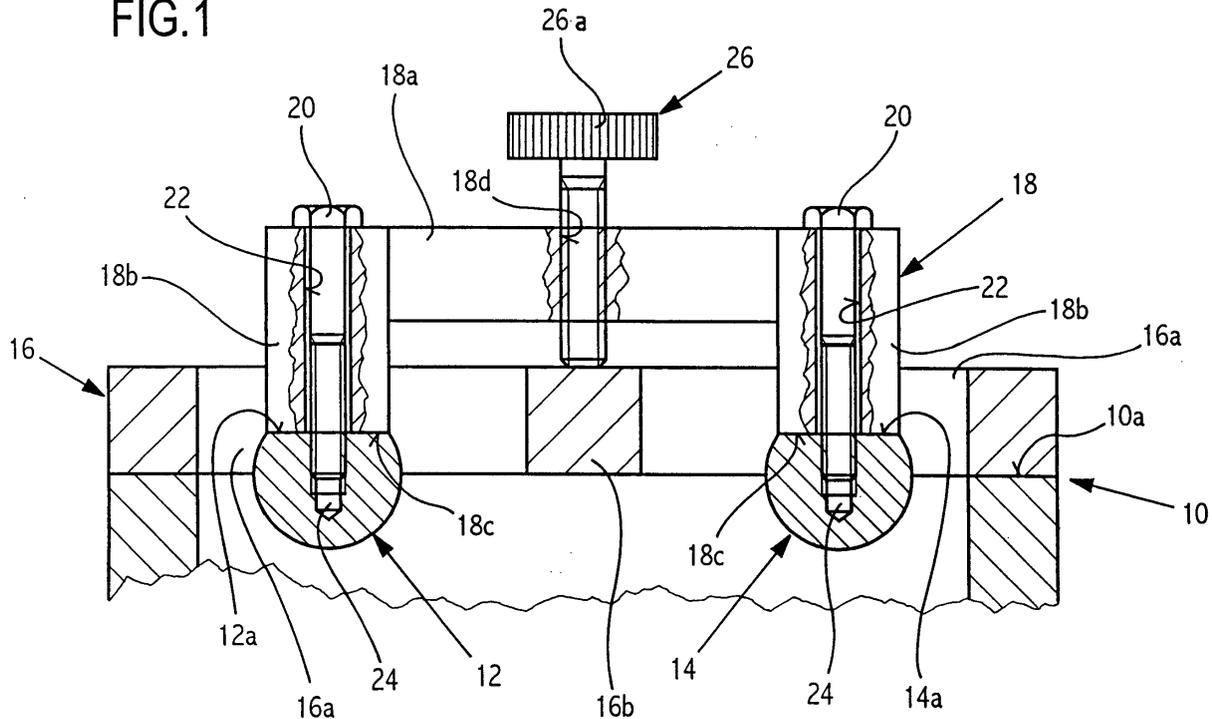
(71) Anmelder: **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(54) **Verfahren und Werkzeug zum phasenrichtigen Einstellen von Nockenwellen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum phasenrichtigen Einstellen und Montieren der zumindest zwei Nockenwelle einer ventilgesteuerten Brennkraftmaschine, sowie ein Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens. Zur Erzielung einer günstig handhabbaren

Vormontage-Einheit wird vorgeschlagen, dass bei einem Gehäuse mit einem aufschraubbaren Lagerrahmen, der hälftig zumindest ein Nockenwellenlager abbildet, das Werkzeug mit Einrichtungen versehen wird, mittels der die Nockenwellen mit dem Lagerrahmen zusammenspannbar sind.

FIG.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum phasenrichtigen Einstellen und Montieren der zumindest zwei Nockenwelle einer ventilgesteuerten Brennkraftmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Durch die DE 39 26 430 C2 ist ein Verfahren und ein geeignetes Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens zum phasenrichtigen Einstellen und Montieren zumindest zweier Nockenwellen einer ventilgesteuerten Brennkraftmaschine bekannt. Das brückenartige Werkzeug überspannt zwei einander mehr oder minder benachbarte Nockenwellen und trägt an beidseitigen Vorsprüngen Schlüssel­flächen, die mit korrespondierenden Schlüssel­flächen an den Nockenwellen zusammenwirken, wodurch die beiden Nockenwellen relativ zum Gehäuse fixierbar sind.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäße Verfahren derart weiterzubilden, dass bei einer Brennkraftmaschine definierter Bauart eine verbesserte und schnellere Montage erzielbar ist. Ferner soll ein verbessertes Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens geschaffen werden.

[0004] Hinsichtlich des Verfahrens wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass bei einer Brennkraftmaschine mit einem Gehäuse mit einem aufschraubbaren Lagerrahmen, der hälftig zumindest je ein Nockenwellenlager abbildet, das Werkzeug mit Einrichtungen versehen wird, mittels der die Nockenwellen mit dem Lagerrahmen zusammenspannbar sind.

[0005] Dementsprechend sollen gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren die Nockenwellen und der Lagerrahmen mit dem Einstell-Werkzeug zu einer Vormontage-Einheit verbunden werden, die die Montage der Nockenwellen und des Lagerrahmens in den Zylinderkopf der Brennkraftmaschine vereinfacht.

[0006] Ein Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäß so ausgestaltet, dass an dem Werkzeug Einrichtungen ausgebildet sind, die zusätzlich an dem Lagerrahmen form- und/oder kraftschlüssig angreifen. D. h., dass das Werkzeug in Weiterbildung zu dem bekannten Werkzeug, welches mittels Schlüssel­flächen form- und/oder kraftschlüssig an den Nockenwellen angreift - Einrichtungen ausgebildet sind, die zusätzlich an dem Lagerrahmen form- und/oder kraftschlüssig angreifen und somit Nockenwellen, Lagerrahmen und Werkzeug zu einer Vormontage-Einheit verbinden.

[0007] Die Herstellung der Vormontage-Einheit kann noch dadurch unterstützt werden, dass an dem Werkzeug Spannelemente zur festen Verbindung mit den Nockenwellen vorgesehen sind. Die Spannelemente können z. B. in die Nockenwellen einschraubbare Spannschrauben oder die Nockenwellen umfassende Spannbügel sein.

[0008] Auch die Einrichtungen zum Zusammenspan-

nen des Lagerrahmens und der Nockenwellen können durch entsprechende Spannschrauben oder durch einen verdrehbaren oder verschwenkbaren Exzenterteil gebildet sein. Insbesondere die Verwendung eines Exzenterteiles ermöglicht eine sehr schnelle und problemlose Bereitstellung der Vormontage-Einheit.

[0009] Das Werkzeug kann ferner vorteilhaft durch die Verwendung zweier Brückenteile, die über eine Schwenkachse miteinander verbunden sind, quasi zusammenklappbar ausgebildet sein. Insbesondere bei zwischen den beiden Nockenwellen liegenden, einander zugewandten Schlüssel­flächen ergibt dies ein vereinfachtes Einfädeln, wobei die Brückenteile nach dem Einsetzen zwischen die beiden Nockenwellen entweder mittels einer Spannschraube auseinander gespannt oder durch zusätzlich vorgesehene Spannschellen die entsprechenden Nockenwellenabschnitte umspannend befestigt wird.

[0010] In vorteilhafter Weiterbildung des Werkzeuges kann dieses zumindest an einem Brückenteil, bevorzugt jedoch an beiden, über eine geeignete Führung verdrehbare Abschnitte aufweisen, wobei die Abschnitte die entsprechenden Schlüssel­flächen zur Fixierung der Nockenwellen tragen. Diese weiterführende Konstruktion ermöglicht es, nach dem Fixieren der Nockenwellen an dem Lagerrahmen und nach dessen Montage in den Zylinderkopf der Brennkraftmaschine eine Nachjustierung durchzuführen, sofern sich über eine zusätzlich aufgesetzte Messeinrichtung eine geringfügige Abweichung der vorgeschriebenen Phasenlage einer oder beider Nockenwellen ergibt. Um diese Nachjustierung präzise durchführen zu können, kann ferner das Werkzeug an dem verdrehbaren Abschnitt und an dem Brückenteil eine Noniusteilung wie bei einer Schiebellehre aufweisen und die Verstellung mittels einer Differenzialschraube erfolgen.

[0011] Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Die schematische Zeichnung zeigt in:

Figur 1 ein brückenartiges Werkzeug mit Schlüssel­flächen zum Fixieren zweier Nockenwellen einer ventilgesteuerten Brennkraftmaschine und mit einer Einrichtung zum Zusammen­spannen der Nockenwellen mit einem Lagerrahmen der Nockenwellenlagerung;

Figur 2 eine Draufsicht auf die Nockenwellen und den Lagerrahmen gemäß Figur 1, jedoch ohne aufgesetztes Werkzeug; und

Figur 3 in raumbildlicher Darstellung ein modifiziertes Werkzeug, mittels dem zusätzlich eine Nachjustierung der Nockenwellen oder eine Kalibrierung durchführbar ist.

[0012] In der Figur 1 ist teilweise im Querschnitt ein Zylinderkopf 10 einer mehrzylindrigen Hubkolben-

Brennkraftmaschine dargestellt, in dem zwei Nockenwellen 12,14 drehbar gelagert sind, wobei die entsprechenden Lagerstellen jeweils hälftig von einem leiterförmigen Lagerrahmen 16 (siehe auch Figur 2) umfasst sind. Der Lagerrahmen 16 mit den in Querstegen 16a integrierten Lagerdeckeln und mit einem die Querstege 16a mittig verbindenden Längssteg 16b ist auf eine gemeinsame Trennfläche 10a des Zylinderkopfes 10 aufgeschraubt (die Schraubverbindungen sind nicht dargestellt).

[0013] Das brückenartige, formstabile Werkzeug 18 (Figur 1) zur Justierung der Nockenwellen 12,14 in einer definierten Phasenlage (Drehwinkellage relativ zum Gehäuse bzw. Zylinderkopf 10) setzt sich aus einem Querbalken 18a mit zu den Nockenwellen 12,14 senkrecht abragenden Vorsprüngen 18b zusammen, wobei Schlüsselflächen 18c des Werkzeuges 18 an korrespondierenden Schlüsselflächen 12a,14a der Nockenwellen 12,14 anliegen.

[0014] Mittels zweier Schrauben 20, die durch jeweils eine Bohrung 22 im Werkzeug 18 und in eine entsprechende Gewindebohrung 24 eingeschraubt sind, ist das Werkzeug 18 fest mit den Nockenwellen 12,14 im Bereich der Schlüsselflächen 18c bzw. 12a,14a verbunden.

[0015] Ferner ist im Bereich des Längsträgers 16b in den Querbalken 18a des Werkzeuges 18 eine Gewindebohrung 18d eingebracht, die in einer Flucht mit dem Längssteg 16b liegt (vgl. auch Figur 2).

[0016] In diese Gewindebohrung 18d wird bei der Montage des Werkzeuges 18 eine Spannschraube 26 eingeschraubt, die einen Rändelkopf 26a zum einfachen Verdrehen besitzt.

[0017] Bei der Montage des Werkzeuges 18 auf den Lagerrahmen 16 und die Nockenwelle 12,14 werden zunächst die Nockenwelle 12,14 mit ihren Lagerstellen in die halbkreisförmigen Lagerstellen in den Querstegen 16a des Lagerrahmens 16 eingelegt.

[0018] Anschließend werden die Schrauben 22 durch das Werkzeug 18 hindurch in die Nockenwellen 12,14 eingeschraubt. Sodann werden sowohl die Schrauben 20 angezogen als auch die Spannschraube 26 so verstellt, dass der Lagerrahmen 16 mit den Nockenwellen 12,14 fest verspannt ist.

[0019] Die so geschaffene Vormontage-Einheit wird auf den Zylinderkopf 10 auf die Trennfläche 10a aufgesetzt und dann der Lagerrahmen 16 mit dem Zylinderkopf 10 fest verschraubt. Mit noch aufgesetztem Werkzeug 18 können dann die Nockenwellen 12,14 mit deren Antriebsrädern und diese über entsprechende Getriebemittel mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in eine definierten Zuordnung (Phasenlage) in Verbindung gebracht werden.

[0020] Das Werkzeug 18 dient dabei auch als Gegenhalter gegen Verdrehen der Nockenwellen 12,14 bei der Montage von Antriebsrädern, etc. Anschließend kann das Werkzeug 18 durch Entfernen der Schrauben 20 und Lösen der Spannschraube 26 von den Nockenwel-

len 12,14 und dem Lagerrahmen 16 abgenommen werden.

[0021] Das in der Figur 3 dargestellte Werkzeug 30 ist im wesentlichen ähnlicher Funktion und weist zwei Brückenteile 32,34 auf, die um eine gemeinsame Achse 36 schwenkbar sind. Die Achse 36 ist parallel zu den Drehachsen der nicht dargestellten Nockenwellen 12,14 ausgerichtet.

[0022] Das Brückenteil 32 trägt über eine durchgehende Klemmschraube 38 ein biegeformiges Exzenterstück 40 mit einer nicht kreissymmetrisch zu dessen Schwenkachse (Klemmschraube) verlaufenden Spannfläche 40a. Die Spannfläche 40a dient dazu, den nicht dargestellten Lagerrahmen 16 bzw. dessen Längssteg 16b gegen die nicht dargestellten Nockenwellen 12,14 vorzuspannen.

[0023] Ein jedes Brückenteil 32,34 weist einen kreissegmentförmigen Abschnitt 42 auf, der senkrecht abragende, zwischen die nicht dargestellten Nockenwellen 12,14 einragende Schlüsselflächen 42a trägt. Die im Querschnitt abgerundeten Schlüsselflächen 42a korrespondieren mit entsprechenden, verrundeten Schlüsselflächen der Nockenwellen 12,14, die beispielsweise durch Eindrückungen in rohrförmige Nockenwellen hergestellt sind. Die Schlüsselflächen verlaufen dabei nicht wie in der Figur 1 dargestellt horizontal, sondern einander zugewandt und vertikal.

[0024] An den Abschnitten 42 sind über zu den Drehachsen der Nockenwellen parallele Bolzen 44 schwenkbare Spannbügel 46 angeordnet, die mittels sich an den Abschnitten 42 abstützende Spannschrauben 48 zum Festspannen der Nockenwellen 12,14 gegen die Schlüsselflächen 42a dienen.

[0025] Die Abschnitte 42 sind über kreissymmetrische Schwalbenschwanzführungen 50 (jeweils an den Brückenteilen 32,34 und an den Abschnitten 42) relativ zu den Brückenteilen 32,34 verdrehbar, wobei die geometrischen Drehachsen (nicht eingezeichnet) jeweils in der korrespondierenden Nockenwellen-Drehachse liegen. Die Abschnitte 42 können über jeweils 2 Klemmschrauben 52 in den bügelförmig ausgeführten Brückenteilen 32,34 über die Schwalbenschwanzführungen 50 festgeklemmt werden.

[0026] Die Drehlage der Abschnitte 42 relativ zu den Brückenteilen 32,34 kann dabei mittels einer Gradteilung, bzw. einer Noniusteilung 54, an den Abschnitten 42 und den Brückenteilen 32,34 entlang den Schwalbenschwanzführungen 50 genau eingestellt werden.

[0027] Des weiteren ist je Brückenteil 32,34 eine innerhalb der bügelförmigen Abschnitte der Brückenteile 32,34 verlaufende Differenzialschraube 56 vorgesehen, die jeweils in mit Gewindelöchern (nicht dargestellt) versehene Haltebolzen 58,60 eingeschraubt ist. Die Haltebolzen 58,60 sind in entsprechende Querbohrungen der Brückenteile 32,34 bzw. der Abschnitte 42 eingesteckt. Aufgrund der unterschiedlichen Gewindesteigungen der Differenzialschrauben 56 (z. B. jeweils ein Gewindeabschnitt M 8 x 1,25 und ein Gewindeabschnitt M 6

x 1) ist eine sehr feinfühlig Verdrehung bzw. Einstellung der Abschnitte 42 relativ zu den Brückenteilen 32,34 bei leicht gelösten Klemmschrauben 52 erzielbar.

[0028] Die Montage und Einstellung der Nockenwellen 12,14 mit dem Lagerrahmen 16 ist wie folgt:

Es werden wiederum die Nockenwellen 12,14 in den Lagerrahmen 16 in die entsprechenden Lagerstellen eingelegt. So dann wird das Werkzeug 30 zwischen den Nockenwellen 12,14 im Bereich der Schlüsselflächen eingesetzt, wobei der Längssteg 16b zwischen den Abschnitten 42 und unterhalb der Schwenkachse 36 bzw. dem Exzenterteil 40 positioniert ist.

[0029] Dann werden die Spannschrauben 48 angezogen, wobei die Schlüsselflächen 42a der Abschnitte 42 bei ggf. geringfügigem Auseinanderschwenken der Bügelteile 32,34 um die Schwenkachse 36 an die korrespondierenden Schlüsselflächen der Nockenwellen 12,14 angepresst werden. Die Schlüsselflächen 42a und die entsprechenden Spannflächen der Spannbügel 46 können dabei mit Ausnehmungen 42b oder Vertiefungen 46a versehen sein, um die Flächenpressungen zu erhöhen und damit die Nockenwellen-Justierungen zu verbessern.

[0030] Anschließend wird der Lagerrahmen 16 durch Verschwenken des Exzenterteiles 40 über die an den Längssteg 16b anliegende Spannfläche 40a gegen die Nockenwellen 12,14 verspannt, wodurch eine Vormontage-Einheit analog der zu den Figuren 1 und 2 vorbeschriebenen Art geschaffen ist.

[0031] Die Vormontage-Einheit bestehend aus den Nockenwellen 12,14, dem Lagerrahmen 16 und dem Werkzeug 30 kann dann wie vorbeschrieben an dem Zylinderkopf 10 der Brennkraftmaschine befestigt werden.

[0032] Das Werkzeug 30 kann auch dazu benutzt werden, um im eingebauten Zustand der Nockenwellen 12,14 nach Aufsetzen des Werkzeuges 30 die Nockenwellen 12,14 nach zu justieren, wenn über eine anderweitige Messeinrichtung festgestellt werden sollte, dass eine der Nockenwellen 12 oder 14 eine geringfügige Phasenabweichung aufweist. In diesem Falle kann durch Lösen der Klemmschrauben 52 und entsprechendes Verstellen der Differenzialschrauben 56 eine Nachjustierung durchgeführt werden.

[0033] In gleicher Weise kann das Werkzeug 30 ggf. zum Ausgleich von Herstellungstoleranzen kalibriert werden, in dem es auf eine Art "Meisterbock" aufgespannt und eingestellt wird, wobei z. B. über die Grad- bzw. Noniusteilung die Abweichungen ablesbar bzw. für Nachjustierungen verwendbar sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum phasenrichtigen Einstellen und Montieren der zumindest zwei Nockenwellen einer

ventilgesteuerten Brennkraftmaschine relativ zu deren Gehäuse, wobei mittels eines formschlüssig an allen Nockenwellen angreifenden Werkzeuges diese Nockenwellen zueinander in der vorgegebenen Lage fixiert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Gehäuse (10) mit einem aufschraubbaren Lagerrahmen (16), der hälftig zumindest je ein Nockenwellenlager abbildet, das Werkzeug (18;30) mit Einrichtungen (26;40) versehen wird, mittels der die Nockenwellen (12,14) mit dem Lagerrahmen (16) zusammenspannbar sind.

2. Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Werkzeug (18;30) Einrichtungen (26;40) ausgebildet sind, die zusätzlich an dem Lagerrahmen (16) form- und/oder kraftschlüssig angreifen.

3. Werkzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Werkzeug (18;30) Spannelemente (20;46) zur festen Verbindung mit den Nockenwellen (12,14) vorgesehen sind.

4. Werkzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen durch zumindest eine Spannschraube (26) gebildet sind, die in das Werkzeug (18) eingeschraubt sind.

5. Werkzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zumindest ein am Werkzeug (30) schwenkbar angeordnetes Exzenterteil (40) ist, dessen exzentrisch verlaufende Spannfläche (40a) an dem Lagerrahmen (16) angreift.

6. Werkzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit Schlüsselflächen (42a) zwischen zwei einzustellende Nockenwellen (12,14) mit korrespondierenden Schlüsselflächen eingreift, wobei die Schlüsselflächen (42a) an zwei um eine parallel zu den Nockenwellen-Drehachsen um eine Achse (36) schwenkbaren Brückenteilen (32,34) ausgebildet sind.

7. Werkzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem jeden Brückenteil (32,34) über zu den Nockenwellen-Drehachsen parallel ausgerichtete Bolzen (44) Spannbügel (46) schwenkbar angeordnet sind, die die Nockenwellen (12,14) im Bereich deren Schlüsselflächen umspannen.

8. Werkzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Schlüsselflächen (42a) aufweisender Abschnitt (42) eines Brückenteiles (32,34) und der korrespondierende Spannbügel (46) um die jeweilige Nockenwellen-Drehachse verdrehbar am Brückenteil (32,34) angeordnet und

über Befestigungsmittel (52) feststellbar ist.

9. Werkzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Abschnitt (42) über eine kreissymmetrische Schwalbenschwanzführung (50) an dem bügelartigen Brückenteil (32,34) geführt und mittels Klemmschrauben (52) feststellbar ist. 5
10. Werkzeug nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Abschnitt (42) und an dem Brückenteil (32,34) eine Noniusteilung (54) angebracht ist. 10
11. Werkzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (42) relativ zum Brückenteil (32,34) über eine Differenzialschraube (56) mit unterschiedlichen Gewindesteigungen verstellbar ist, wobei die Differenzialschraube (56) in Haltebolzen (58,60) eingeschraubt ist, die in korrespondierende Bohrungen im Brückenteil (32,34) und im Abschnitt (42) eingesetzt sind. 15
20

25

30

35

40

45

50

55

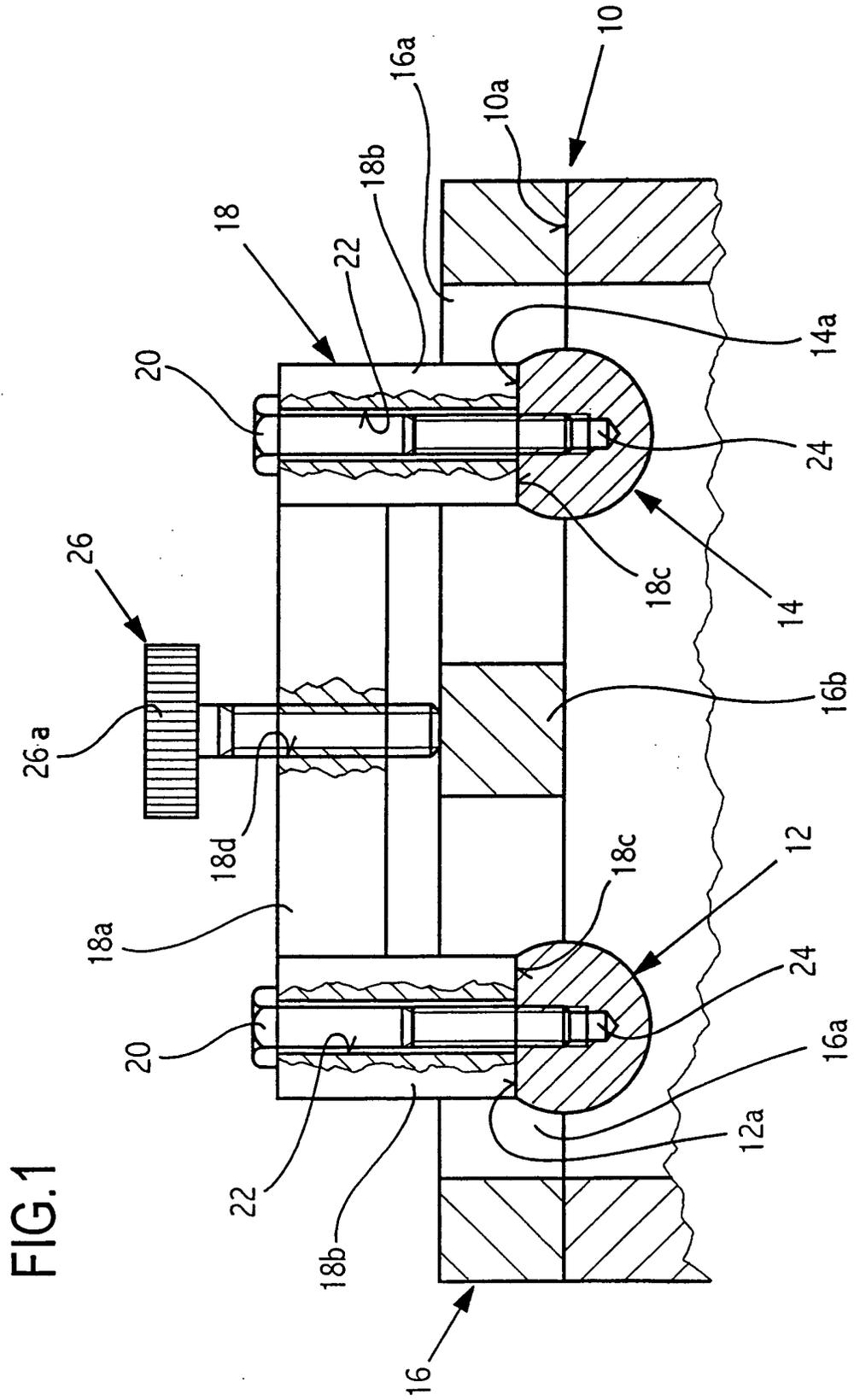


FIG. 1

