



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 992 305 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2000 Patentblatt 2000/15

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 13/06, B22D 13/10**

(21) Anmeldenummer: **99113970.0**

(22) Anmeldetag: **17.07.1999**

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

(30) Priorität: **10.10.1998 DE 19846781**

(71) Anmelder:
**ALD Vacuum Technologies AG
63450 Hanau (DE)**

(72) Erfinder:
• **Choudhury, Alok Dr.**
66346 Püttlingen (DE)
• **Blum, Matthias Dr.**
63654 Büdingen (DE)
• **Scholz, Harald**
60599 Frankfurt am Main (DE)

• **Jarczyk, Gerog**
63538 Grosskrotzenburg (DE)
• **Hugo, Franz**
63743 Aschaffenburg (DE)
• **Fellmann, Hans-Günther**
63179 Obertshausen (DE)
• **Busse, Peter Dr.**
52072 Aachen (DE)
• **Ruppel, Thomas**
63628 Bad-Soden Salmünster (DE)
• **Henn, Alfred**
63517 Rodenbach (US)

(74) Vertreter:
Zapfe, Hans, Dipl.-Ing.
Postfach 20 01 51
63136 Heusenstamm (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Präzisionsgussteilen durch Schleudergießen**

(57) Zum Herstellen von Präzisionsgussteilen durch Schleudergießen, insbesondere von Teilen aus titanhaltigen Werkstoffen für Verbrennungsmotoren, dienen Gießformen (1) mit ringförmigen Gießformteilen (2, 3), die durch mindestens eine Trennebene (E-E) unterteilt sind und mehrere, zumindest im wesentlichen radial zu einer Schleuderachse (A-A) angeordneten Formhölräume (8) bilden, wobei die Gießformen (1) und eine Gießeinrichtung in einer geschlossenen Kammer untergebracht sind. Zur Automatisierung der Fertigung wird mindestens ein Gießformteil (2, 3) in jeweils einer eigenen Rotationsführung zur Drehung gebracht, und zwei Gießformteile (2, 3) werden zusammen mit den zugehörigen Rotationsführungen relativ zueinander in eine Schließstellung für den Abguß und die Erstarrung und in eine Öffnungsstellung für die Entnahme der Präzisionsgussteile gebracht. Dabei werden die Präzisionsgussteile vorzugsweise beim Abguß an ihren radial einwärts gerichteten Enden, durch einen umlaufenden Ring aus der erstarrten Schmelze miteinander vereinigt, damit der Kranz von Gußteilen durch eine Manipulatoreinrichtung aus der geöffneten Gießform entnommen werden kann.

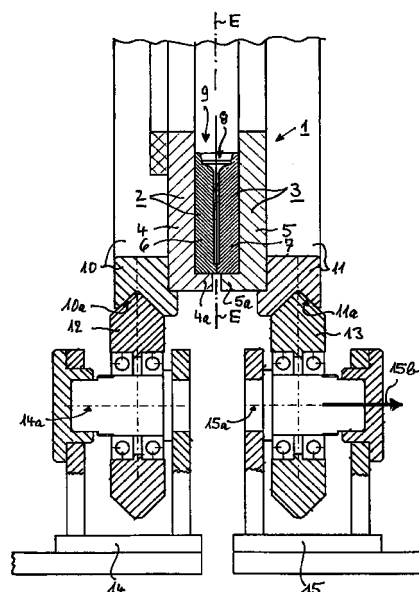


FIG. 1

EP 0 992 305 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Präzisionsgußteilen durch Schleudergießen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung hierfür nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

[0002] Es geht insbesondere um die Herstellung von Teilen aus titanhaltigen Werkstoffen für Verbrennungsmotoren in durch mindestens eine Trennebene in ringförmige Gießformteile unterteilten Gießformen mit mehreren, zumindest im wesentlichen radial zu einer Schleudrachse angeordneten Formhohlräumen, wobei die Gießformen und eine Gießeinrichtung in einer geschlossenen Kammer untergebracht sind.

[0003] Ein durch die EP 0 686 443 A1 bekanntes Verfahren befaßt sich vorrangig mit der Auswahl besonderer Formwerkstoffe, die einen Einfluß auf das Gieß- und Erstarrungsverhalten von titanhaltigen Werkstoffen wie

Reintitan,	Ti 6 Al 4 V,
Ti 6 Al 2 Sn 4 Zr 2 Mo,	Ti 5 Al 2,5 Sn
Ti 15 V 3 Al 3 Cr 3 Sn,	Ti Al 5 Fe 2,5
50 Ti 46 Al 2 Cr 2 Nb	Titanaluminide.

[0004] Auf solche Werkstoffe erstreckt sich auch die Erfindung, ist aber hierauf nicht beschränkt. Infrage kommen auch andere Werkstoffe wie z.B. hochwarmfeste Nickelaluminide, insbesondere Werkstoffe, die bei ihrer Gießtemperatur hoch reaktiv sind, wozu auch die in der EP 0 686 443 A1 genannten Werkstoffe gehören.

[0005] Anwendungsmöglichkeiten liegen auf dem Gebiete der Verbrennungsmotoren, z.B. für oszillierend bewegte Teile wie Ventile, Pleuel und Pleuellbolzen, bei denen das Massen-, Geräusch- und Temperaturverhalten eine Rolle spielt. Anwendungsmöglichkeiten liegen aber auch auf dem Gebiete der rotierenden Maschinen wie Turbinenrädern, Turbinenschaufeln, Verdichterrädern und deren Teile, also sämtlich Massenartikel, bei den die Herstellkosten, die Präzision und die Einhaltung aller Produktparameter eine entscheidende Rolle spielen, und zwar aus Gründen, die in der EP 0 686 443 A1 beschrieben sind. Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet sind biomedizinische Prothesen wie z.B. Implantate.

[0006] Bei dem durch die EP 0 686 443 A1 bekannten Verfahren werden um einen zentralen Eingußkanal herum jeweils mehrere Kränze von Gußteilen hergestellt, die auch zwischen den Kränzen durch das im Eingußkanal erstarrte Material zu einem Baum oder einer Traube von Gußteilen vereinigt sind. Dadurch gestaltet sich das Zerlegen der Gießform schwierig und zeitraubend, da die Gußteile mit den Formteilen gewissermaßen verzahnt und in der Gießform verankert sind. Zum Zerlegen muß die Gießform bzw. der Plattenstapel von Formteilen als Ganzes in der Gießkammer demontiert und aus dieser entnommen und an Atmosphäre zerlegt werden.

[0007] Ohne Vakuumschleuse wird das Innere der Gießkammer durch die Umgebungsluft und deren Gehalt an Wasserdampf kontaminiert; mit Vakuumschleuse gestaltet sich die Demontage der Gießform extrem kompliziert. In jedem Falle aber werden die Gießformteile an Atmosphäre kontaminiert. Aber selbst wenn die Gießform zum Herstellen nur eines Kranzes von Gußteilen aus nur zwei Ringscheiben bestünde, wäre die Demontage im Innern der Gießkammer schwierig, und das Kontaminationsproblem bleibt bestehen.

[0008] Hinzu kommt ein weiterer Gesichtspunkt: Die meisten der oben beschriebenen Werkstoffe sind bei Raumtemperatur hart und spröde, bei Temperaturen zwischen etwa 200 °C und 300 °C fest, aber noch duktil. Beim oben beschriebenen Zerlegen von Formenstapeln mit eingebetteten Gießbäumen sind diese auf Raumtemperatur abgekühlt, so daß beim Entformen Sprödebrüche auftreten, die zu Ausschuß führen. Außerdem müssen die Gießformen vor jedem neuen Abguß wieder von Hand montiert und von Raumtemperatur auf 600 °C bis 800 °C aufgeheizt werden, was nicht nur zeitraubend ist sondern auch energiefressend.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Gattung und eine Vorrichtung hierfür anzugeben, das bzw. die ein Zerlegen der Gießform erleichtert und eine weitgehend automatisierbare Herstellung von Präzisionsgußteilen im Vakuum oder unter Schutzgas ohne eine Beschädigung der Gußteile und ohne übermäßigen Energieverbrauch erlaubt.

[0010] Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt bei dem eingangs angegebenen Verfahren erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 und bei der eingangs angegebenen Vorrichtung erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 8.

[0011] Dadurch wird eine weitgehend automatisierbare Herstellung von Präzisionsgußteilen im Vakuum oder unter Schutzgas und ohne eine Beschädigung der Gußteile und ohne übermäßigen Energieverbrauch ermöglicht. Insbesondere wird die Herstellung der Präzisionsgußteile, die bei der Verwendung als Motorenbauteile Massenprodukte sind, stark erleichtert und verbilligt.

[0012] Bei der Erfindung kann nämlich die Entformung innerhalb der Abkühlkurve zum thermisch günstigsten Zeitpunkt erfolgen, bei dem der vergossene Werkstoff bereits ausreichend fest ist, aber noch eine ausreichende Duktilität aufweist. Die Gießformen müssen auch nicht auf Raumtemperatur abgekühlt werden, sondern nur auf eine Entnahme- oder Entformungstemperatur von beispielhaft ca. 300 °C, und können von hieraus wieder auf ihre Abgußtemperatur von ca. 600 °C bis 800 °C aufgeheizt werden, was aber im Idealfall nur am Innenrand der Gießform erforderlich ist. Dadurch werden der Energiebedarf für die Beheizung der Gießform(en) und die Zeitspanne bis zum nächsten Abguß in etwa halbiert. Selbst bezogen auf den Energieverbrauch der gesamten Anlage handelt es sich immer noch um eine Energieersparnis von 20 bis 25 %.

[0013] Der Kern der Erfindung besteht also darin, daß die Gießformteile oder Formhälften jeweils parallel zur ihrer Trennebene trotz der hohen Schleuderdrehzahlen zuverlässig aneinander gepreßt und rotierend geführt werden, daß sie aber zur Entnahme der Gußteile nach deren Erstarrung mechanisch auseinander gefahren werden können, ohne daß ein Verhaken oder ein Verklammerung erfolgt und ohne daß ein zentraler Angußkern manuell und mühsam in der Kammer oder außerhalb der Kammer zerspannt werden müßte.

[0014] Es ist dabei im Zuge weiterer Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders vorteilhaft, wenn - entweder einzeln oder in Kombination -:

- * die Präzisionsgußteile beim Abguß an ihren radial einwärts gerichteten Enden, durch einen umlaufenden Ring aus der erstarrten Schmelze miteinander vereinigt werden,

- * die Rotationsführungen der Gießformteile relativ zueinander zwischen der Schließstellung und der Öffnungsstellung bewegt werden, wenn die Gießeinrichtung zum Abguß der Schmelze bei geschlossener Gießform in die Trennebene eingebracht und der Abguß durchgeführt wird, wenn die Gießform nach dem Erstarren der Schmelze geöffnet wird und wenn anschließend die miteinander durch den Ring verbundenen Präzisionsgußteile innerhalb der Kammer aus der Trennebene entnommen werden,

- * in der Kammer eine Manipulatoreinrichtung mit einer Spannvorrichtung angeordnet ist, mittels welcher zunächst bei geschlossener Gießform die Gußteile an ihrem Ring aufgenommen und fixiert werden, wenn anschließend das bewegliche Gießformteil von den Gußteilen und dem ortsfesten Gießformteil entfernt wird, und wenn nachfolgend die Gußteile mittels der Spannvorrichtung von dem ortsfesten Gießformteil abgezogen und in eine Zwischenstellung zwischen den geöffneten Gießformteilen gebracht wird, aus welcher Zwischenstellung die Gußteile nach außen entnommen werden,

- * die Gießformteile in coaxialer Lage formschlüssig in zwei Sätzen von Führungsrollen eingebracht werden, von denen mindestens eine Führungsrolle angetrieben wird,

- * die Gießformteile in coaxialer Lage durch eine konzentrisch in die Trennebene eingebrachte Heizeinrichtung auf eine Abgußtemperatur aufgeheizt werden, und/oder, wenn

- * die Gießformteile - zur Erzielung einer gerichteten Erstarrung von außen nach innen - mit einer solchen Geschwindigkeit aufgeheizt werden, daß sich in den Gießformteilen ein radial von innen nach außen abnehmender Temperaturgradient von mindestens 40 °C, vorzugsweise von mindestens 200 °C, einstellt.

[0015] Es ist dabei im Zuge weiterer Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung besonders vorteilhaft, wenn - entweder einzeln oder in Kombination -:

- * die Rotationsführungen relativ zueinander zwischen einer Schließstellung und einer Entnahmestellung bewegbar sind, wenn die Gießeinrichtung zum Abguß der Schmelze bei geschlossener Gießform in die Trennebene einbringbar ist, und wenn zur Entnahme der miteinander verbundenen Präzisionsgußteile innerhalb der Kammer eine Manipulatoreinrichtung vorhanden ist,

- * die Gießformteile auf ihrem Außenumfang mit umlaufenden Führungselementen versehen und in coaxialer Lage formschlüssig in Sätzen von Führungsrollen gehalten sind, von denen mindestens eine Führungsrolle antreibbar ist,

- * eines der Gießformteile zusammen mit dem zugehörigen Satz von Führungsrollen relativ zu dem anderen Gießformteil und dem anderen Satz von Führungsrollen in Richtung der Schleuderachse bewegbar ist,

- * die Manipulatoreinrichtung eine radial wirkende Spannvorrichtung besitzt, mit der die zusammenhängenden Präzi-

sionsgußteile aus den Gießformteilen entnehmbar sind,

* die Spannvorrichtung radial bewegliche Stößel aufweist,

5 * die Stößel durch eine zentrale Welle und Kniehebel betätigbar sind,

* die Manipulatoreinrichtung auf ihrem Außenumfang mit einem Wärmedämmkörper und einem konzentrischen Heizkörper zum Aufheizen der Gießformteile versehen ist,

10 * die Kammer aus zwei Kammerteilen mit einer Teilungsebene besteht und wenn das eine Gießformteil in dem einen Kammerteil und das andere Gießformteil im anderen Kammerteil gelagert ist, und/oder, wenn

* das Kammerteil, in dem die Manipulatoreinrichtung gelagert ist, mit einem Magazin verbunden ist.

15 **[0016]** Dabei können auch die Werkstoffe und Werkstoffpaarungen aus der EP 0 686 443 A1 übernommen werden.

[0017] Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 13 näher erläutert.

[0018] Es zeigen:

20 Figur 1 einen radialen Teilschnitt durch eine Gießform mit zwei Gießformteilen in geschlossenem Zustand und durch zwei Rollen der Rotationsführungen,

Figur 2 einen radialen Teilschnitt durch eine Gießform mit zwei Gießformteilen analog Figur 1 in geöffnetem Zustand,

Figur 3 eine axiale Draufsicht auf einen sektorförmigen Ausschnitt aus einem Gießformteil nach Figur 1 oder 2,

30 Figur 4 einen radialen Teilschnitt durch zwei Gießformen mit vier Gießformteilen in geschlossenem Zustand und durch drei Rollen der Rotationsführungen,

Figur 5 Eine Prinzipdarstellung einer Rotationsführung mit vier Führungsrollen für ein Gießformteil mit axialer Blickrichtung,

35 Figur 6 einen Axialschnitt entlang der Linie VI-VI in Figur 5 durch eine Manipulatoreinheit mit einer Spannvorrichtung für die Entnahme der Gußteile und mit einer Heizeinrichtung für das Vorwärmen der Gießformen,

Figur 7 Eine Prinzipdarstellung einer weiteren Rotationsführung mit vier Führungsrollen für ein Gießformteil mit gegenüber Figur 5 entgegengesetzter axialer Blickrichtung, ergänzt durch weitere die Details der Spannvorrichtung für die Entnahme der Gußteile,

Figur 8 einen teilweisen Vertikalschnitt durch eine vollständige Vorrichtung in der Vorwärmphase einer geschlossenen Gießform entlang der Linie VIII-VIII in Figur 5,

45 Figur 9 die Vorrichtung nach Figur 8 in der Gießphase,

Figur 10 die Vorrichtung nach Figur 8 nach dem Öffnen der Gießform und dem Einsatz der Spannvorrichtung für die Entnahme der Gußteile,

50 Figur 11 die Vorrichtung nach Figur 8 nach dem Öffnen der Gießform und der axialen Entnahme der Gußteile auch aus dem stationären Gießformteil,

Figur 12 einen Vertikalschnitt durch eine Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes mit einer geteilten Kammer und einem Magazin für die Aufnahme der Gußteile und

55 Figur 13 einen Vertikalschnitt durch eine andere Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes mit einer Gießform, deren Trennebene unter einem Winkel zur Vertikalen verläuft.

[0019] In Figur 1 ist eine Gießform 1 dargestellt, die aus zwei Gießformteilen 2 und 3 besteht, die längs einer radialen vertikalen Trennebene E-E spaltfrei aneinanderstoßen. Die Schleuderachse A-A liegt waagrecht, oberhalb und außerhalb des Zeichnungsblattes. Jedes der Gießformteile 2 und 3 besteht - in spiegelsymmetrischer Anordnung - aus einem Haltering 4 bzw. 5 aus einem warmfesten Stahl mit je einem Ringflansch 4a und 5a sowie aus einer Vielzahl von auswechselbaren Formeinsätzen 6 und 7 aus Niob (vorzugsweise), Tantal, Zirkonium und/oder deren Legierungen. Die Formeinsätze 6 und 7 stoßen in der Trennebene E-E aneinander und schließen paarweise Formhohlräume 8 mit radial verlaufenden Längsachsen zwischen sich ein. Im vorliegenden Fall dienen die Formhohlräume 8 zum Herstellen von Ventilen für Verbrennungsmotoren.

[0020] Die Halteringe 4 und 5 überragen die Formeinsätze 6 und 7 radial einwärts und schließen zwischen sich eine umlaufende Gießrinne 9 ein, in die eine Schmelze auf die weiter unten noch näher beschriebene Weise eingegossen wird und dort zu einem geschlossenen Ring erstarrt. Hierbei sind die Ventilteller innen angeordnet und durch den Ring verbunden, so daß die Erstarrung vom Ventilschaft zum Ventilteller verläuft.

[0021] Die Gießformteile 2 und 3 bzw. die Halteringe 4 und 5 sind verdrehfest, aber entnehmbar in umlaufenden Führungselementen 10 und 11 gelagert, die als Ringschienen mit Führungsnuten 10a und 11a ausgebildet sind. Die Führungselemente 10 und 11 stützen sich auf ihrem Umfang auf bzw. in Führungsrollen 12 und 13 ab, von denen hier jeweils nur eine gezeigt ist.

[0022] Die Führungsrollen 12 und 13 sind koaxial zueinander in je einem Lagerbock 14 bzw. 15 mit Achsen 14a und 15a gelagert, von denen der linke ortsfest und der rechte Lagerbock 15 in Richtung des Pfeils 15b verschiebbar ist, um die Gießform 1 zur Entnahme der Gußteile in der Trennebene E-E um das Maß "D" öffnen zu können. Der geöffnete Zustand ist in Figur 2 gezeigt.

[0023] Figur 3 zeigt eine axiale Draufsicht auf einen sektorförmigen Ausschnitt aus dem Gießformteil 2 nach Figur 1 mit dem radial einwärts überstehenden Rand des Halteringes 4, dem Ringflansch 4a und mehreren radial angeordneten, sektorförmigen Formeinsätzen 6, die formschlüssig (z.B. durch nicht gezeigte Hinterschneidungen) in den Halteringen 4 und 5 gehalten sind, so daß sie nicht unter dem Einfluß der radialen Komponenten von Schrumpfspannungen des Kranzes von Gußteilen radial einwärts gezogen werden können. Bei einem Außendurchmesser DA der Gießformteile von ca. 1070 mm lassen sich je nach Ventilgröße etwa 50 bis 100 Ventile durch einen einzigen Gießvorgang herstellen.

[0024] Figur 4 zeigt eine Weiterbildung des Gegenstandes nach den Figuren 1 und 2, nämlich einen radialen Teilschnitt durch zwei Gießformen 1 und 1' mit vier Gießformteilen in geschlossenem Zustand und durch drei zueinander koaxiale Führungsrollen 12, 13 und 17 je einer Rotationsführung. Hinzugekommen sind die Gießform 1' mit den Halteringen 18 und 19 und ansonsten identischen Formeinsätzen 6 und 7 sowie ein weiterer Lagerbock 16 mit der Führungsrolle 17. In diesem Falle sind die beiden innenliegenden Halteringe 4 und 19 in spiegelsymmetrischer Anordnung in einem gemeinsamen umlaufenden Führungselement 20 gelagert, das als Ringschiene mit einer Führungsnut 20a ausgebildet ist. Der Lagerbock 14 ist ortsfest angebracht, während die beiden Lagerböcke 15 und 16 in Richtung der Pfeile 15b und 16b entgegengesetzt verschiebbar sind, um die Gießformen 1 und 1' zur Entnahme der Gußteile öffnen zu können, was durch achsparalleles Verschieben der Führungsrollen bewirkt wird.

[0025] In allen Fällen sind die Gießformteile verdrehfest miteinander verbunden, und mindestens eine der dargestellten Führungsrollen ist angetrieben, was hier jedoch nicht näher dargestellt ist.

[0026] Figur 5 zeigt das Lagerschema der Gießform 1 nach Figur 1: Unterhalb der Schleuderachse A sind zwei radial festgelegte Führungsrollen 12 angeordnet, von denen mindestens eine angetrieben ist, und oberhalb der Schleuderachse A sind zwei radial gegen vorgespannte Druckfedern bewegliche Führungsrollen 21 angeordnet, die in Lagerböcken 21a gelagert sind, die auf gegenüberliegenden Seiten der Trennebene E-E relativ zueinander verschiebbar sind (siehe z.B. die Verschieberichtung 21b in Figur 8). Alle Führungsrollen besitzen kegelförmige Laufflächen. Dadurch kann die Gießform 1 spielfrei und dicht mit hoher Drehzahl angetrieben werden. Die gesamte Anordnung ist von einer gasdichten Kammer 22 umgeben, in der wahlweise oder alternierend ein Vakuum oder eine Schutzgasatmosphäre erzeugt werden kann.

[0027] Bevor anhand der Figuren 8 bis 11 auf die einzelnen Phasen des Gieß- und Entformungsvorgangs näher eingegangen wird, soll anhand der Figuren 6 und 7 eine Manipulatoreinheit 23 beschrieben werden, die mehrere Funktionen zu erfüllen hat: In einer Wand 24 der Kammer 22 ist eine rohrförmige Schiebedurchführung 25 angeordnet, in der gasdicht ein Führungsrohr 26 um ein Maß "s" verschiebbar geführt ist. Der Antrieb erfolgt über einen Übertragungshebel 27. Innerhalb der Kammer 22 ist das Führungsrohr 26 drehfest mit einer Tragplatte 28 verbunden, an der konzentrisch zur Schleuderachse A-A ein ringförmiger Wärmedämmkörper 29 befestigt ist, der - im Querschnitt gesehen - einen gleichfalls ringförmigen Heizkörper 30 auf etwa drei Viertel seines Umfangs umgibt. Die Gießform 1 ist geöffnet, ähnlich, wie dies in Figur 2 dargestellt ist, und jenseits dieser Gießform 1 ist in der Kammer 22 ortsfest ein weiterer ringförmiger Wärmedämmkörper 31 angeordnet, der sich beim Verschieben der Manipulatoreinheit 23 um das Maß "s" mit dem Wärmedämmkörper 29 in der Weise ergänzt, daß nur noch die zylindrische Außenfläche des Heizkörpers 30 Strahlungsenergie abgibt, und zwar in der Heizphase in geschlossenem Zustand der Gießform 1 (siehe Figur 8).

[0028] Der Heizkörper 30 erhält seine Energie, die 40 bis 60 kW betragen kann, über Stromschienen 32, die über

Isolierstoffzwischenlagen 33 an der Tragplatte 28 befestigt sind. Die Stromzuführung geschieht über Kabel 34, die nur angedeutet und abgedichtet durch das Führungsrohr 26 hindurchgeführt sind. Die Gießformteile werden hierdurch mit einer solchen Geschwindigkeit aufgeheizt, daß sich in den Gießformteilen ein radial von innen nach außen abnehmender Temperaturgradient von mindestens 40 °C, vorzugsweise von mindestens 200 °C, einstellt.

[0029] An der Tragplatte 28 ist weiterhin - zur Schleuderachse A-A koaxial - ein Tragrohr 35 befestigt, das an seinem der Tragplatte 28 abgekehrten Ende einen Ringflansch 36 trägt, an dem - auf dem Umfang äquidistant verteilt - mehrere Führungsbuchsen 37 befestigt sind, in denen radiale Stößel 38 (oder Greifer) geführt sind. Diese Stößel 38 sind durch Kniehebel 39 angetrieben, was unter Zuhilfenahme von Figur 7 näher erläutert wird: Die inneren Enden der Kniehebel 39 sind an einer Steuerscheibe 40 befestigt, die mittels zweier Wellenabschnitte 41 und 42 verdreht wird, die durch das Tragrohr 35 und das Führungsrohr 26 hindurchgeführt und außerhalb des Führungsrohres 26 mit einem Betätigungshebel 43 verbunden sind. Die in diesem Absatz beschriebene Einrichtung kann auch als "Spannvorrichtung" bezeichnet werden.

[0030] Damit hat es folgende Bewandnis: Die Gußteile 44 (Motorventile) sind aufgrund des Gießvorgangs innerhalb der Gießrinne 9 (Figur 1) durch einen Ring 45 miteinander verbunden. In diesen Ring 45 greifen nun die Stößel 38 ein, solange die Gießformteile 2 und 3 noch geschlossen sind. Zunächst wird das Gießformteil 3 durch die zugehörigen Führungsrollen zurückgezogen, und anschließend wird der Ring 45 mit den Gußteilen 44 von dem Gießformteil 2 abgezogen, und zwar bis in eine Stellung, die in Figur 6 gezeigt ist. Nunmehr kommt von oben (oder von der Seite) eine Greifvorrichtung 46, die den Ring 45 mit den Gußteilen 44 aufnimmt und in ein Magazin transportiert und dort aufhängt oder ablegt (siehe z.B. Figur 12). Die Vorrichtung ist nunmehr bereit für einen neuen Aufheiz-, Gieß- und Entnahmevorgang.

[0031] Figur 8 zeigt den Aufheizvorgang der geschlossenen Gießform 1, in die der Heizkörper 30 mittels der Manipulatoreinheit 23 konzentrisch eingefahren ist. In dieser Stellung umschließen auch die Wärmedämmkörper 29 und 31 nicht nur die beiden Seiten und die Rückseite des Heizkörpers 30, sondern auch die inneren Ränder der Gießform 1. Hierbei wird die Gießform mit niedriger Drehzahl gedreht, um eine möglichst homogene Temperaturverteilung zu erreichen. In einem induktiv beheizten Schmelztiegel 47, einem sogenannten wassergekühlten Kaltwandtiegel, wird eine Schmelze des Gießwerkstoffs bereit gehalten. Die Stößel 38 befinden sich außer Eingriff bzw. in Ruhestellung.

[0032] Figur 9 zeigt den Gießvorgang, unmittelbar nachdem der Heizkörper 30 mittels der Manipulatoreinheit 23 aus der geschlossenen Gießform 1 ausgefahren ist. Im Tiefpunkt der Gießform 1 wird in deren Öffnung über der Gießrinne 9 (Figur 1) ein Gießtrichter 48 eingeschwenkt, und der Schmelztiegel 47 mit der Schmelze des Gießwerkstoffs wird in die gestrichelt dargestellte Position 47' geschwenkt und bei rotierender Gießform in den Gießtrichter ganz oder teilweise entleert. Um dem Strahl der Schmelze eine tangentiale Geschwindigkeitskomponente in Richtung der Formenumdrehung zu erteilen, kann es zweckmäßig sein, der Öffnung im Gießtrichter 48 eine bestimmte Richtung zu geben. Auch die Stößel 38 wurden zurückgezogen und befinden sich außer Eingriff bzw. in Ruhestellung. Eine der Führungsrollen wird über einen externen Motor und eine Welle 49 angetrieben.

[0033] Für einen solchen Gießvorgang werden beispielhaft folgende Werte angegeben:

Liquidustemperatur (titanhalt. Werkstoff)	1480 °C,
Dichte der Legierung	3,6 kg/dm ³ ,
Schmelzvolumen im Schmelztiegel 47	1,5 - 2,5 Liter,
Drehzahl der Gießform	350-400 U/min,
Zentrifugalkraft im Kopfbereich der Ventile	50 g,
Außendurchmesser DA der Gießform	1070 mm,
Innendurchmesser DI der Gießform	750 mm,
Öffnen der Gießform und Entnahme bei	250 °C,

[0034] Figur 10 zeigt einen der bereits im Zusammenhang mit Figur 6 beschriebenen Vorgänge: Das Gießformteil 3 ist bereits durch die zugehörigen Führungsrollen axial zurückgezogen, und der Ring 45 mit den Gußteilen 44 wird von den Stößeln 38 gehalten.

[0035] Figur 11 zeigt den linken Teil von Figur 6 in seiner vollständigen Umgebung in verkleinertem Maßstab, d.h. die axiale Endstellung des Ringes 45 mit den Gußteilen 44 unmittelbar vor dem Anheben der Greifvorrichtung 46 in Richtung des Pfeils 50. Auf Wiederholungen kann daher verzichtet werden.

[0036] Figur 12 zeigt einen Vertikalschnitt durch eine Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes mit einer geteil-

ten Kammer 22, die aus den Kammerteilen 22a und 22b und einem Magazin 51 für die Aufnahme der Gußteile 44 besteht. Die Teilungsebene 52 ist durch eine Flanschverbindung gebildet; sie liegt unter Bezugnahme auf die Figuren 2 und 11 zwischen den Gießformteilen 2 und 3 und den zugehörigen Rotationsführungen mit den Führungsrollen 12, 13 und 21. Durch relatives Auseinanderfahren der Kammerteile 2a und 22b sind die Innenflächen der Formhohlräume

8 einer Inspektion und Reinigung zugänglich, und auch die Formeinsätze 6 und 7 können ggf. ausgetauscht werden.

[0037] Der rechte Kammerteil 22b ist mittels einer Betätigungsstange 53 auf Schienen 54 verfahrbar. Auf dem Kammerteil 22b ist - erforderlichenfalls unter Zwischenschaltung eines vakuumdichten Absperrschiebers 55 - das Magazin 51 mit einer Tür 56 angeordnet. Die Greifvorrichtung 46, die an ihrem unteren Ende einen Haken 57 besitzt, ist mittels eines vertikalen Linearantriebs 58 vollständig in das Magazin 51 zurückziehbar und imstande, die kranzförmigen Gußteile 44 an einem Haken 59 aufzuhängen, der mittels eines waagrechten Linearantriebs 60 in den Wirkungsbereich der Greifvorrichtung 46 eingefahren werden kann. Bei geschlossenem Absperrschieber 55 und geöffneter Tür 56 können die Gußteile 44 ohne Störung der Atmosphäre in der Kammer 22 entnommen werden.

[0038] Durch eine Chargiervorrichtung 61 kann auch der Schmelztiegel 47 ohne Störung der Atmosphäre in der Kammer 22 nachgeladert werden. Zur Chargiervorrichtung gehört eine Schleusenkommer 62 mit einem abnehmbaren Deckel 63 und einem Schieberventil 64 mit einer Antriebseinheit 65. In der Schleusenkommer 62 ist eine angetriebene Seilrolle 66 mit einem Greifer 67 für eine Charge 68 angeordnet, die bis in den Schmelztiegel 47 abgesenkt werden kann.

[0039] In allen bisherigen Figuren wurden für gleiche Teile oder Teile mit gleicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet. Dies gilt auch für Figur 13.

[0040] Figur 13 zeigt einen Vertikalschnitt durch eine andere Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes mit einer Gießform, deren Trennebene ebenso wie die Teilungsebene 52 der Kammer 22 unter einem Winkel von 15 Grad zur Vertikalen verläuft. Es ist aber auch möglich, die Trennebene und/oder die Teilungsebene 52 unteren anderen Winkeln anzuordnen und beispielsweise auch in die Waagrechte zu legen.

Bezugszeichenliste:

[0041]

1	Gießform
1'	Gießform
2	Gießformteil
3	Gießformteil
4	Haltering
4a	Ringflansch
5	Haltering
5a	Ringflansch
6	Formeinsätze
7	Formeinsätze
8	Formhohlräume
9	Gießrinne
10	Führungselement
10a	Führungsnut
11	Führungselement
11a	Führungsnut
12	Führungsrollen
13	Führungsrollen
14	Lagerbock
14a	Achse
15	Lagerbock
15a	Achse
15b	Pfeil
16	Lagerbock
16b	Pfeil
17	Führungsrolle
18	Haltering
19	Haltering
20	Führungselement
20a	Führungsnut

	21	Führungsrollen
	21a	Lagerböcke
	21b	Verschieberichtung
	22	Kammer
5	22a	Kammerteil
	22b	Kammerteil
	23	Manipulatoreinheit
	24	Wand
	25	Schiebedurchführung
10	26	Führungsrohr
	27	Übertragungshebel 27
	28	Tragplatte
	29	Wärmedämmkörper
	30	Heizkörper
15	31	Wärmedämmkörper
	32	Stromschienen
	33	Isolierstoffzwischenlagen
	34	Kabel
	35	Tragrohr
20	36	Ringflansch
	37	Führungsbuchsen
	38	Stößel
	39	Kniehebel
	40	Steuerscheibe
25	41	Wellenabschnitte
	42	Wellenabschnitt
	43	Betätigungshebel
	44	Gußteile
	45	Ring
30	46	Greifvorrichtung
	47	Schmelztiegel
	47'	Position
	48	Gießtrichter
	49	Welle
35	50	Pfeil
	51	Magazin
	52	Teilungsebene
	52a	Flanschverbindung
	53	Betätigungsstange
40	54	Schienen
	55	Absperrschieber
	56	Tür
	57	Haken
	58	Linearantrieb
45	59	Haken
	60	Linearantrieb
	61	Chargiervorrichtung
	62	Schleusenkammer
	63	Deckel
50	64	Schieberventil
	65	Antriebseinheit
	66	Seilrolle
	67	Greifer
	68	Charge

55

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Präzisionsgußteilen (44) durch Schleudergießen, insbesondere von Teilen aus titan-

haltigen Werkstoffen für Verbrennungsmotoren, in durch mindestens eine Trennebene (E-E) in ringförmige Gießformteile (2, 3) unterteilten Gießformen (1, 1') mit mehreren, zumindest im wesentlichen radial zu einer Schleuderachse (A-A) angeordneten Formhohlräumen (8), wobei die Gießformen (1, 1') und eine Gießeinrichtung in einer geschlossenen Kammer (22) untergebracht sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Gießformteil (2, 3) in jeweils einer eigenen Rotationsführung zur Drehung gebracht wird und daß zwei Gießformteile (2, 3) zusammen mit den zugehörigen Rotationsführungen relativ zueinander in eine Schließstellung für den Abguß und die Erstarrung und in eine Öffnungsstellung für die Entnahme der Präzisionsgußteile (44) gebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Präzisionsgußteile (44) beim Abguß an ihren radial einwärts gerichteten Enden, durch einen umlaufenden Ring (45) aus der erstarrten Schmelze miteinander vereinigt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rotationsführungen der Gießformteile (2, 3) relativ zueinander zwischen der Schließstellung und der Öffnungsstellung bewegt werden, daß die Gießeinrichtung zum Abguß der Schmelze bei geschlossener Gießform (1, 1') in die Trennebene (E-E) eingebracht und der Abguß durchgeführt wird, daß die Gießform nach dem Erstarren der Schmelze geöffnet wird und daß anschließend die miteinander durch den Ring (45) verbundenen Präzisionsgußteile (44) innerhalb der Kammer (22) aus der Trennebene (E-E) entnommen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Kammer (22) eine Manipulatoreinrichtung (23) mit einer Spannvorrichtung angeordnet ist, mittels welcher zunächst bei geschlossener Gießform (1, 1') die Gußteile (44) an ihrem Ring (45) aufgenommen und fixiert werden, daß anschließend das bewegliche Gießformteil (3) von den Gußteilen (44) und dem ortsfesten Gießformteil (2) entfernt wird, und daß nachfolgend die Gußteile (44) mittels der Spannvorrichtung von dem ortsfesten Gießformteil (2) abgezogen und in eine Zwischenstellung zwischen den geöffneten Gießformteilen (2, 3) gebracht wird, aus welcher Zwischenstellung die Gußteile (44) nach außen entnommen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gießformteile (2, 3) in koaxialer Lage formschlüssig in zwei Sätzen von Führungsrollen (12, 13, 17, 21) eingebracht werden, von denen mindestens eine Führungsrolle angetrieben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gießformteile (2, 3) in koaxialer Lage durch eine konzentrisch in die Trennebene (E-E) eingebrachte Heizeinrichtung (30) auf eine Abgußtemperatur aufgeheizt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gießformteile (2, 3) mit einer solchen Geschwindigkeit aufgeheizt werden, daß sich in den Gießformteilen (2, 3) ein radial von innen nach außen abnehmender Temperaturgradient von mindestens 40 °C, vorzugsweise von mindestens 200 °C, einstellt.

8. Vorrichtung zum Herstellen von Präzisionsgußteilen (44) durch Schleudergießen, insbesondere von Teilen aus titanhaltigen Werkstoffen für Verbrennungsmotoren, mit durch mindestens eine Trennebene (E-E) in ringförmige Gießformteile (2, 3) unterteilten Gießformen (1, 1') mit zumindest im wesentlichen radial zu einer Schleuderachse (A-A) angeordneten Formhohlräumen (8), wobei die Gießformen (1, 1') und eine Gießeinrichtung in einer geschlossenen Kammer (22) untergebracht sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gießformteile (2, 3) in koaxialen Rotationsführungen gelagert sind und mittels dieser Rotationsführungen relativ zueinander in eine Schließstellung für den Abguß und die Erstarrung und in eine Öffnungsstellung für die Entnahme der Präzisionsgußteile (44) bringbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rotationsführungen relativ zueinander zwischen einer Schließstellung und einer Entnahmestellung bewegbar sind, daß die Gießeinrichtung zum Abguß der Schmelze bei geschlossener Gießform in die Trennebene (E-E) einbringbar ist, und daß zur Entnahme der miteinander verbundenen Präzisionsgußteile (44) innerhalb der Kammer (22) eine Manipulatoreinrichtung (23) vorhanden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gießformteile (2, 3) auf ihrem Außenumfang mit umlaufenden Führungselementen (10, 11, 20) versehen und in koaxialer Lage formschlüssig in Sätzen von Führungsrollen (12, 13, 17, 21) gehalten sind, von denen mindestens eine Führungsrolle antreibbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der Gießformteile (2, 3) zusammen mit dem zugehörigen Satz von Führungsrollen relativ zu dem anderen Gießformteil (2, 3) und dem anderen Satz von Führungsrollen in Richtung der Schleuderachse (A-A) bewegbar ist.
- 5 12. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Manipulatoreinrichtung (23) eine radial wirkende Spannvorrichtung besitzt, mit der die zusammenhängenden Präzisionsgußteile (44) aus den Gießformteilen (2, 3) entnehmbar sind.
- 10 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spannvorrichtung radial bewegliche Stößel (38) aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stößel (38) durch eine zentrale Welle (41, 42) und Kniehebel (39) betätigbar sind.
- 15 15. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Manipulatoreinrichtung (23) auf ihrem Außenumfang mit einem Wärmedämmkörper (29) und einem konzentrischen Heizkörper (30) zum Aufheizen der Gießformteile (2, 3) versehen ist.
- 20 16. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kammer (22) aus zwei Kammerteilen (22a, 22b) mit einer Teilungsebene (52) besteht und daß das eine Gießformteil (2) in dem einen Kammerteil (22a) und das andere Gießformteil (3) im anderen Kammerteil (22b) gelagert ist.
- 25 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kammerteil (22b), in dem die Manipulatoreinrichtung (23) gelagert ist, mit einem Magazin (51) verbunden ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schleuderachse (A-A) waagrecht ausgerichtet ist.
- 30 19. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schleuderachse (A-A) unter einem Winkel zur Waagrechten ausgerichtet ist.

35

40

45

50

55

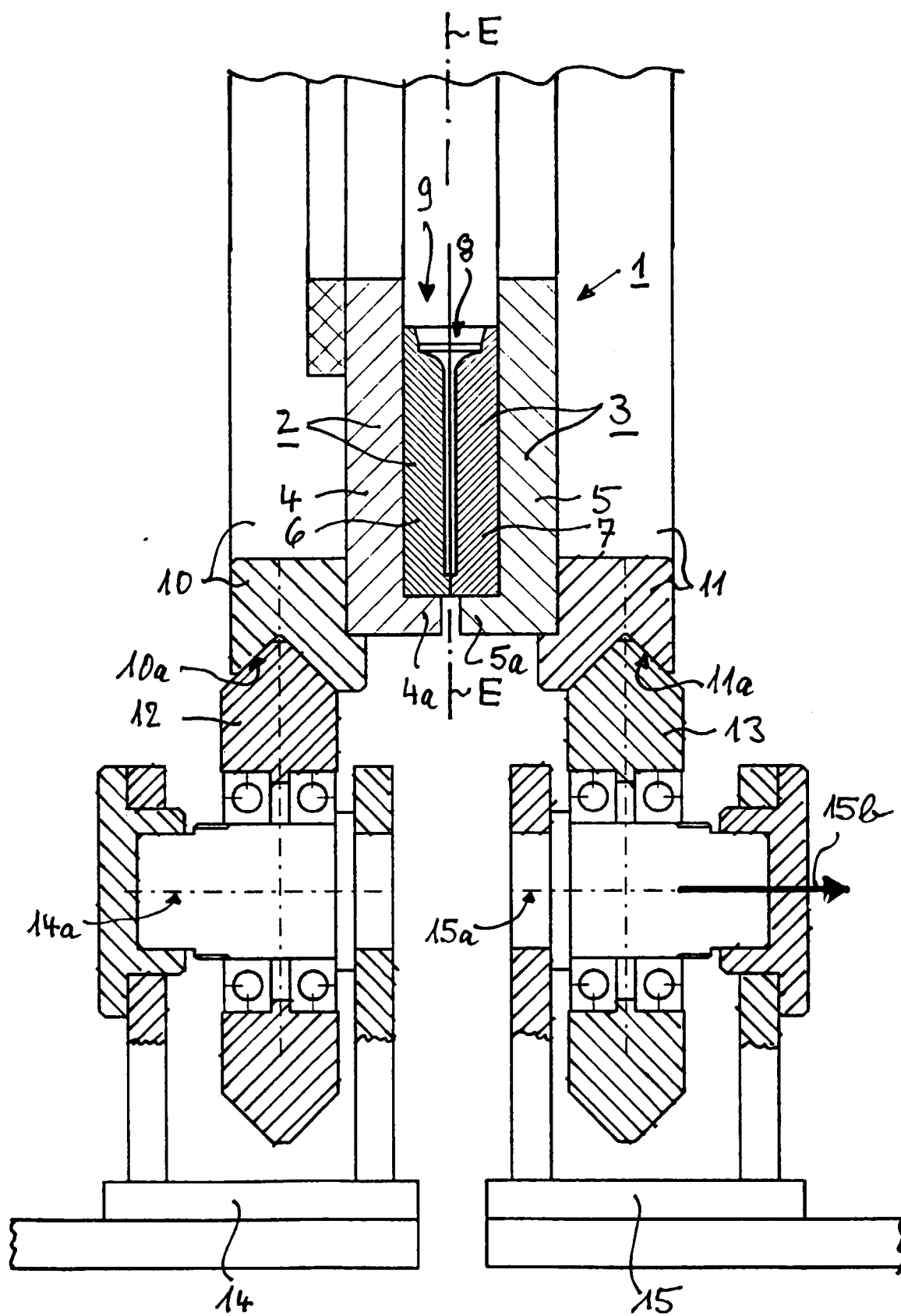


FIG. 1

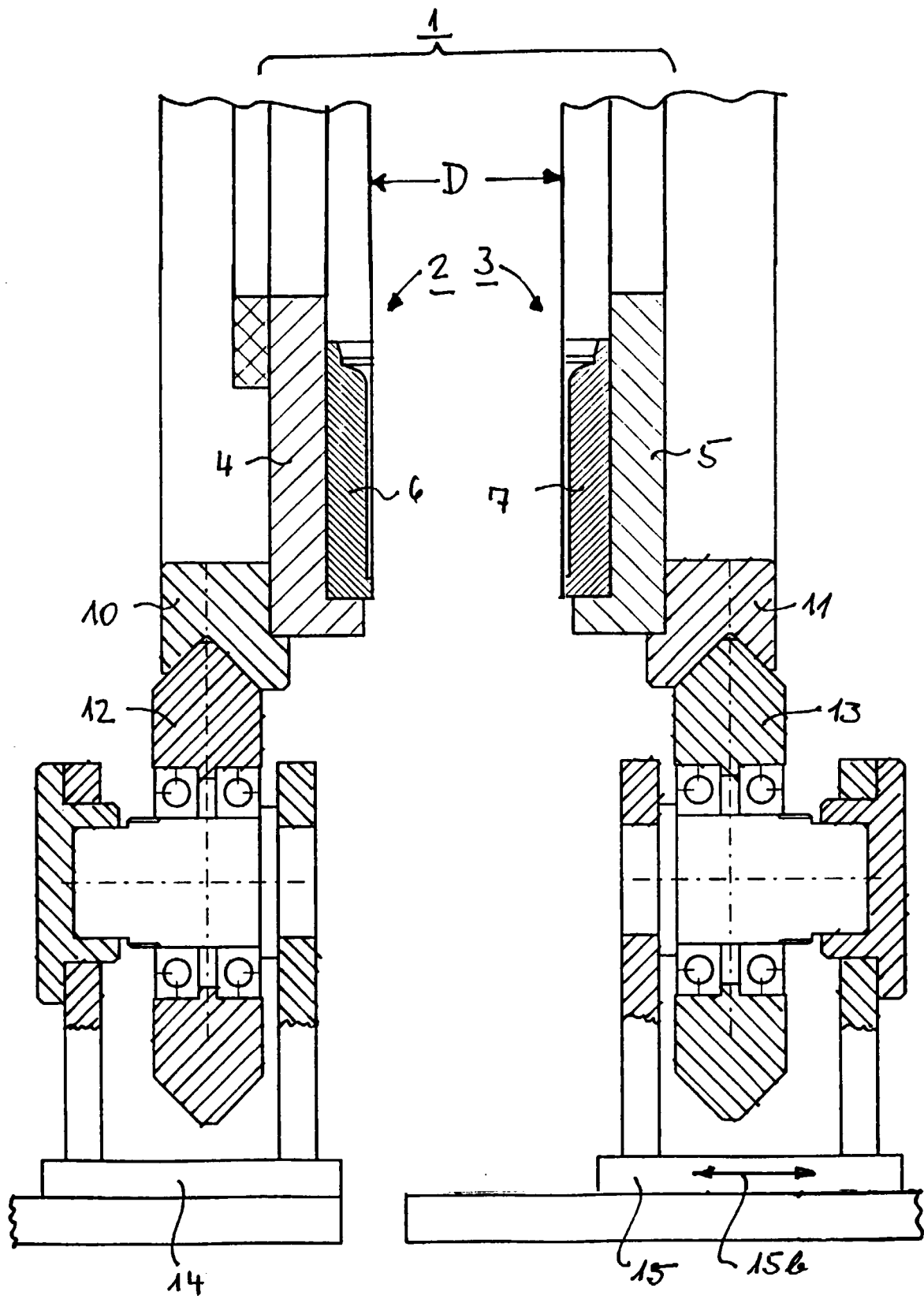
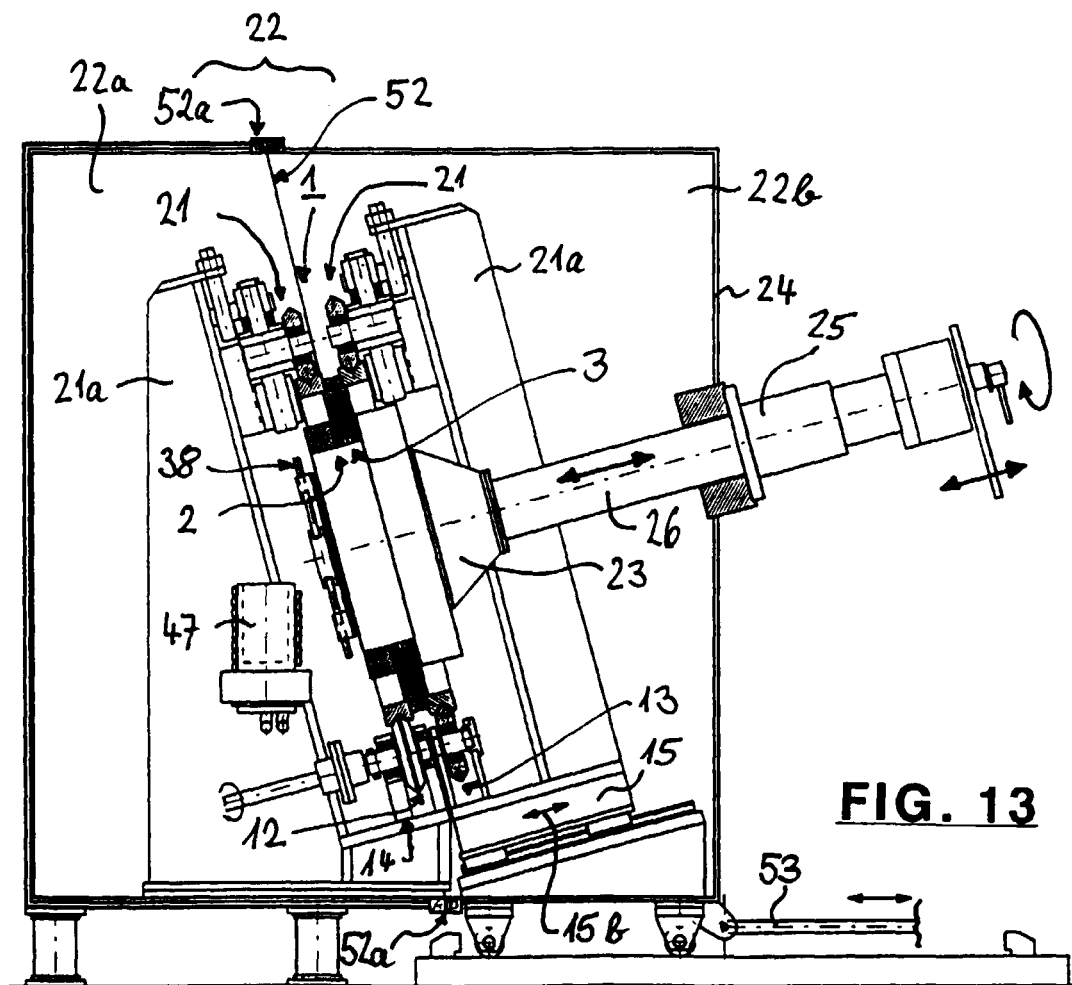
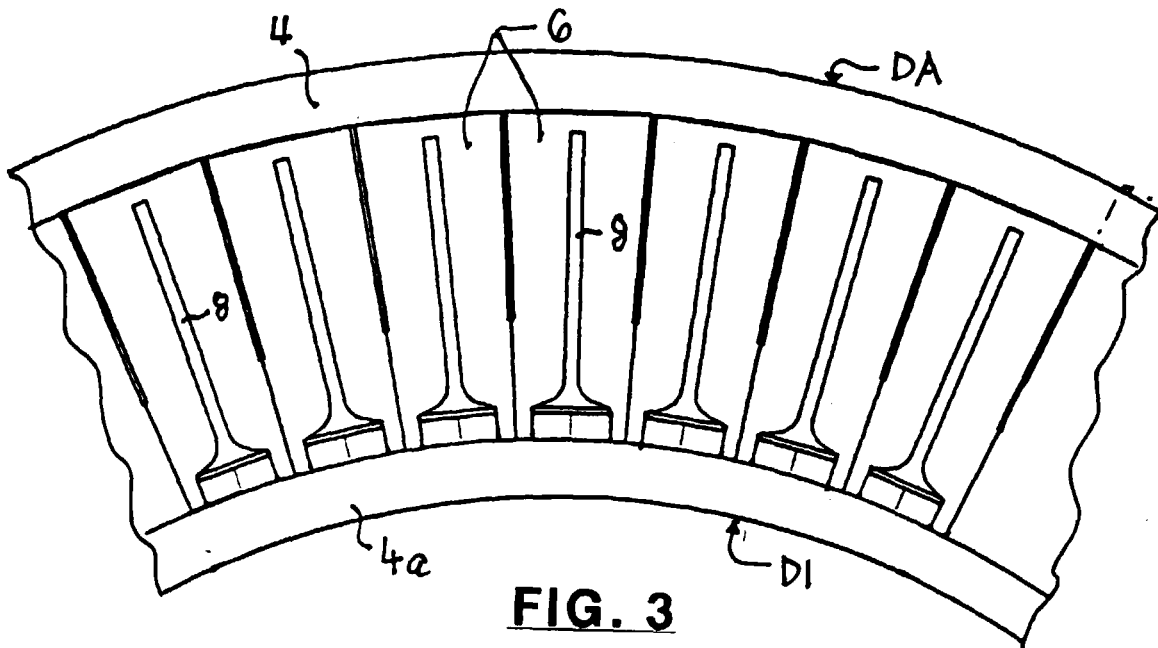


FIG. 2



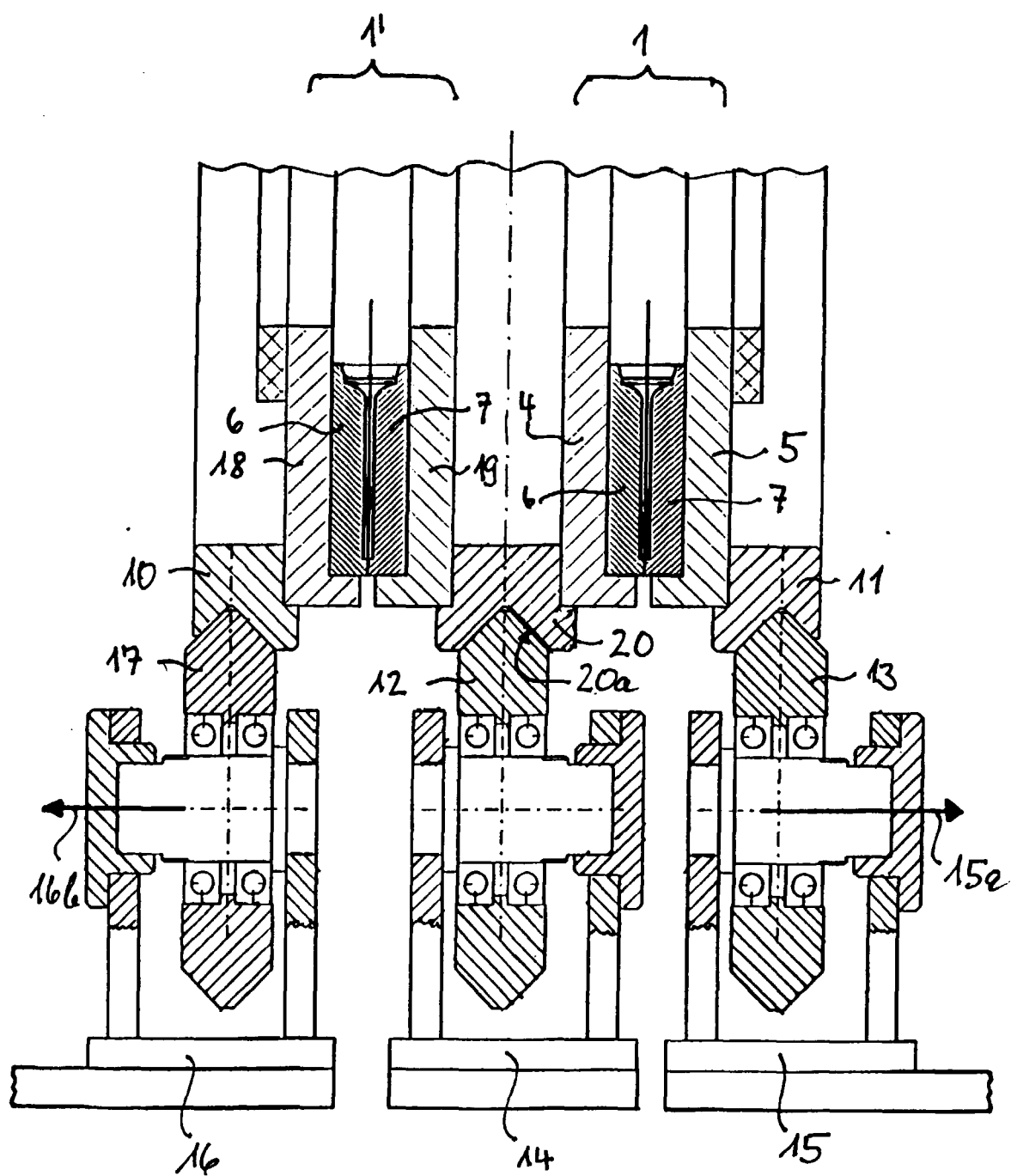


FIG. 4

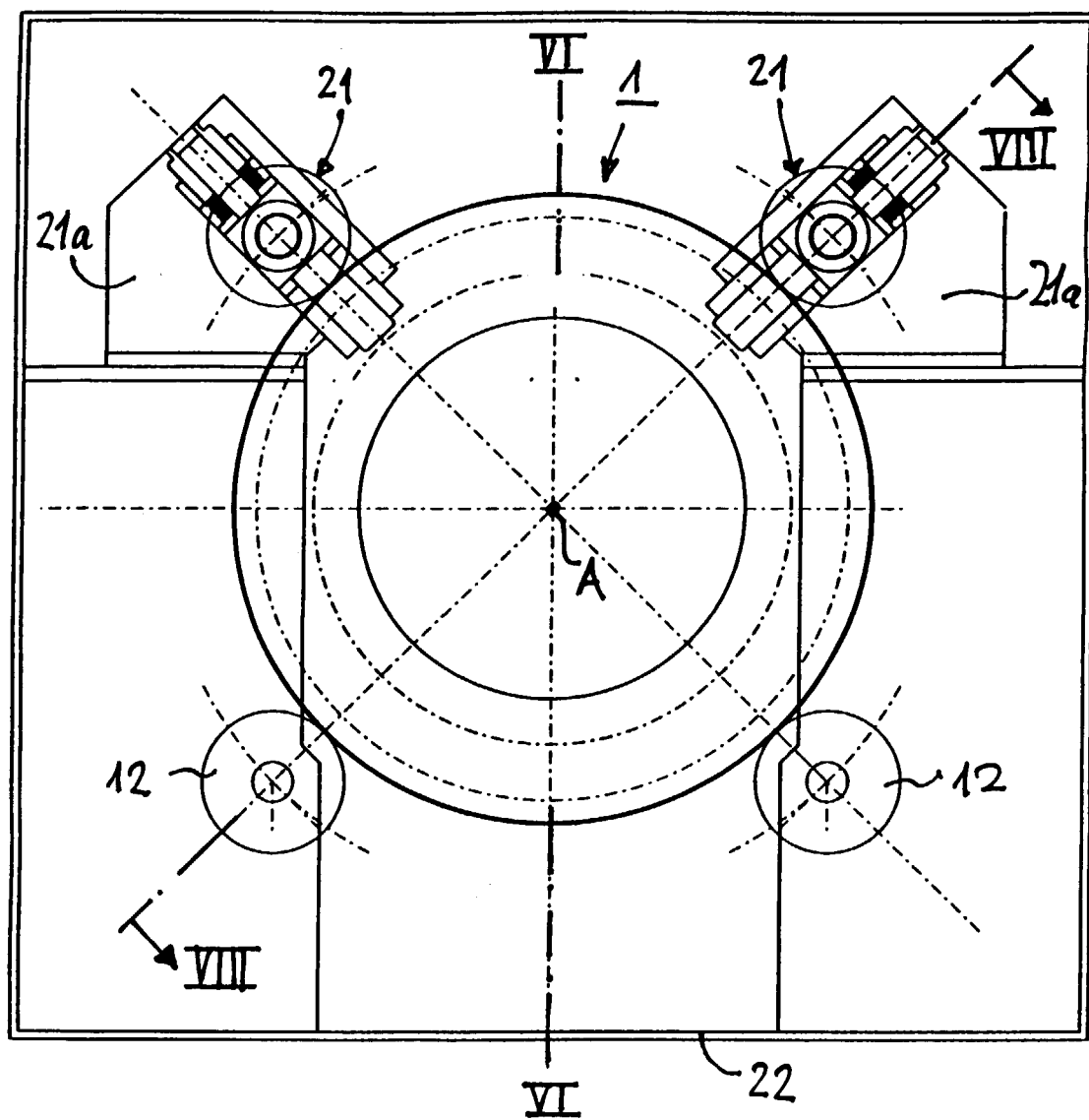


FIG. 5

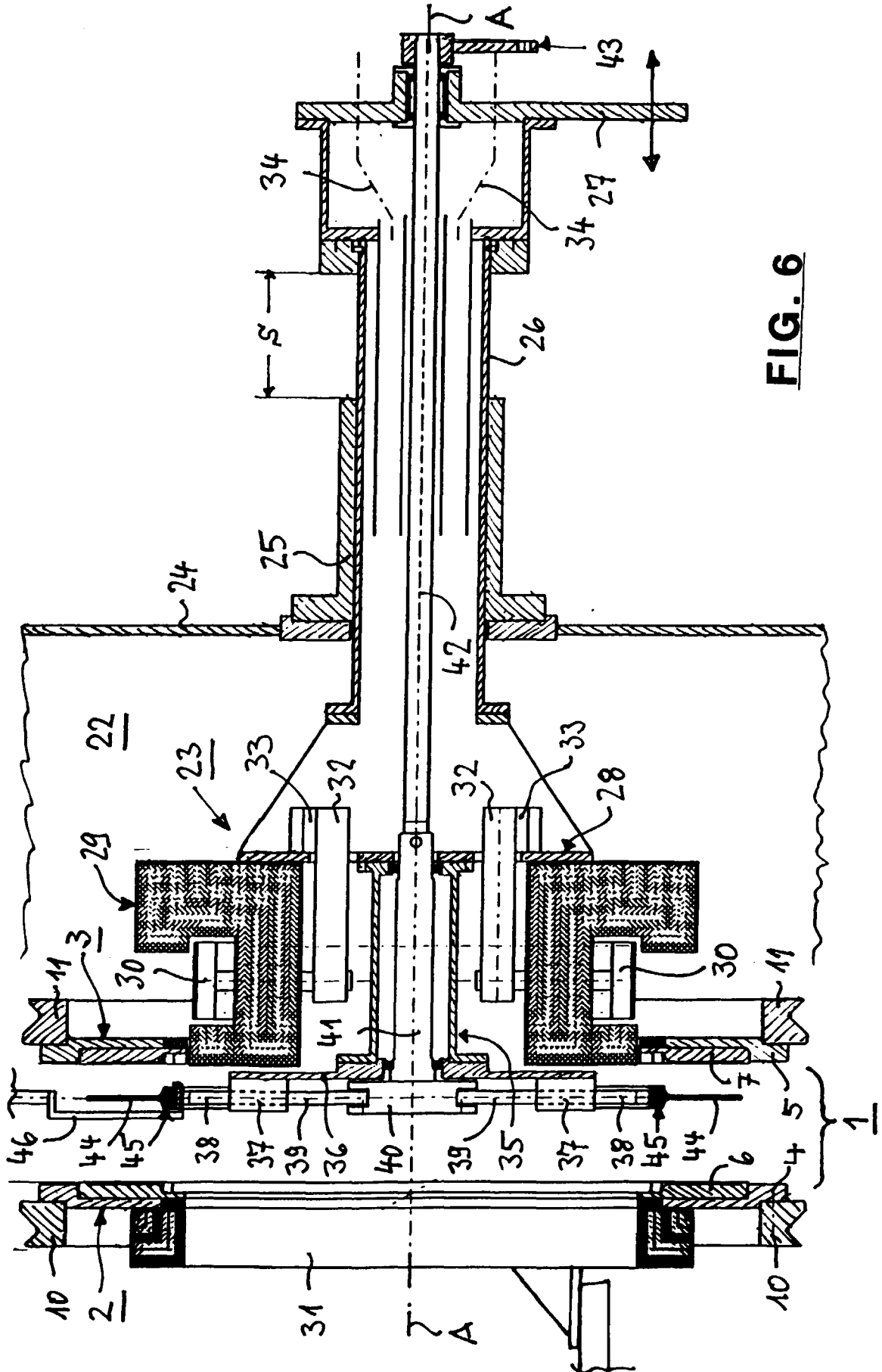


FIG. 6

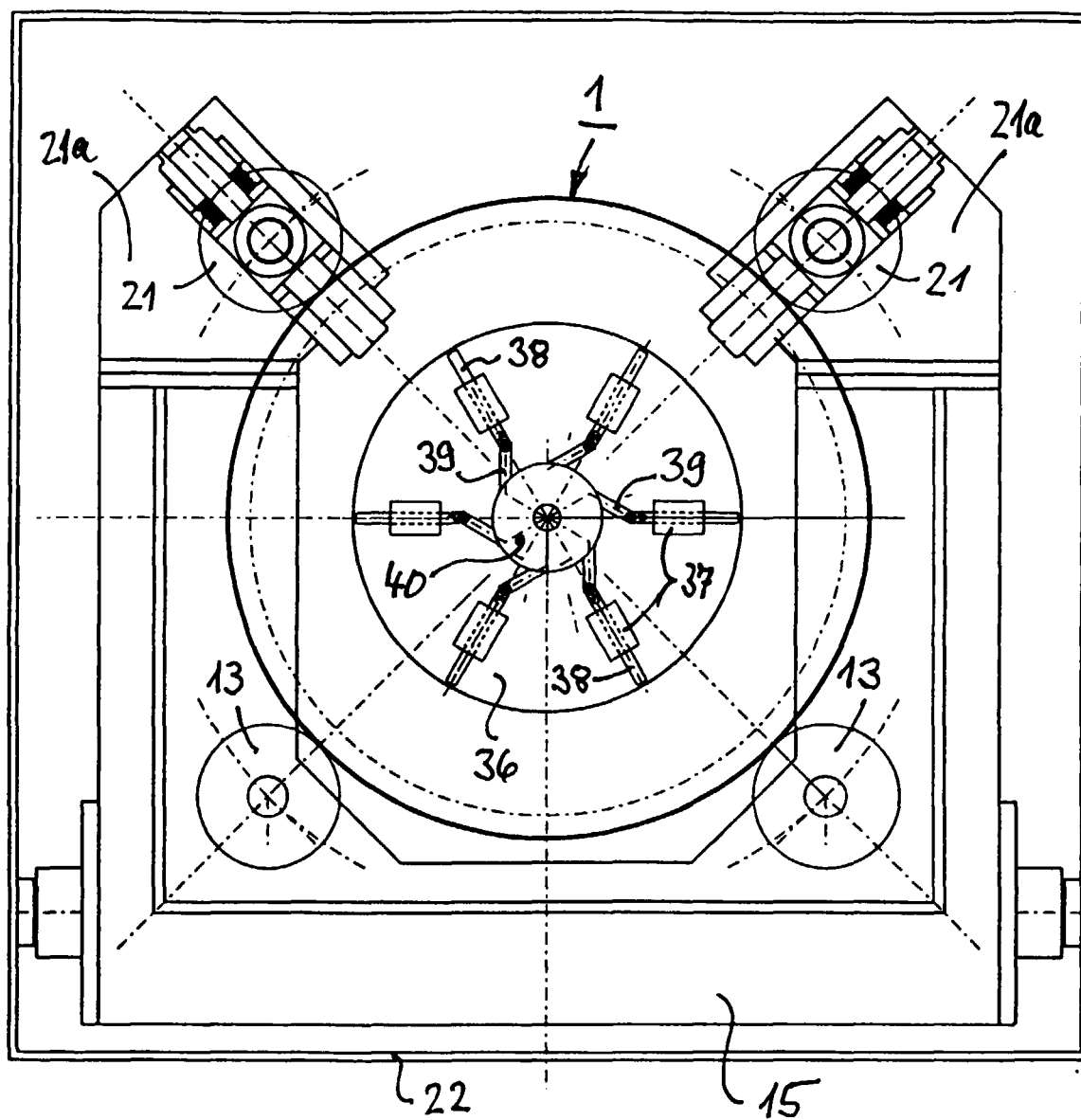


FIG. 7

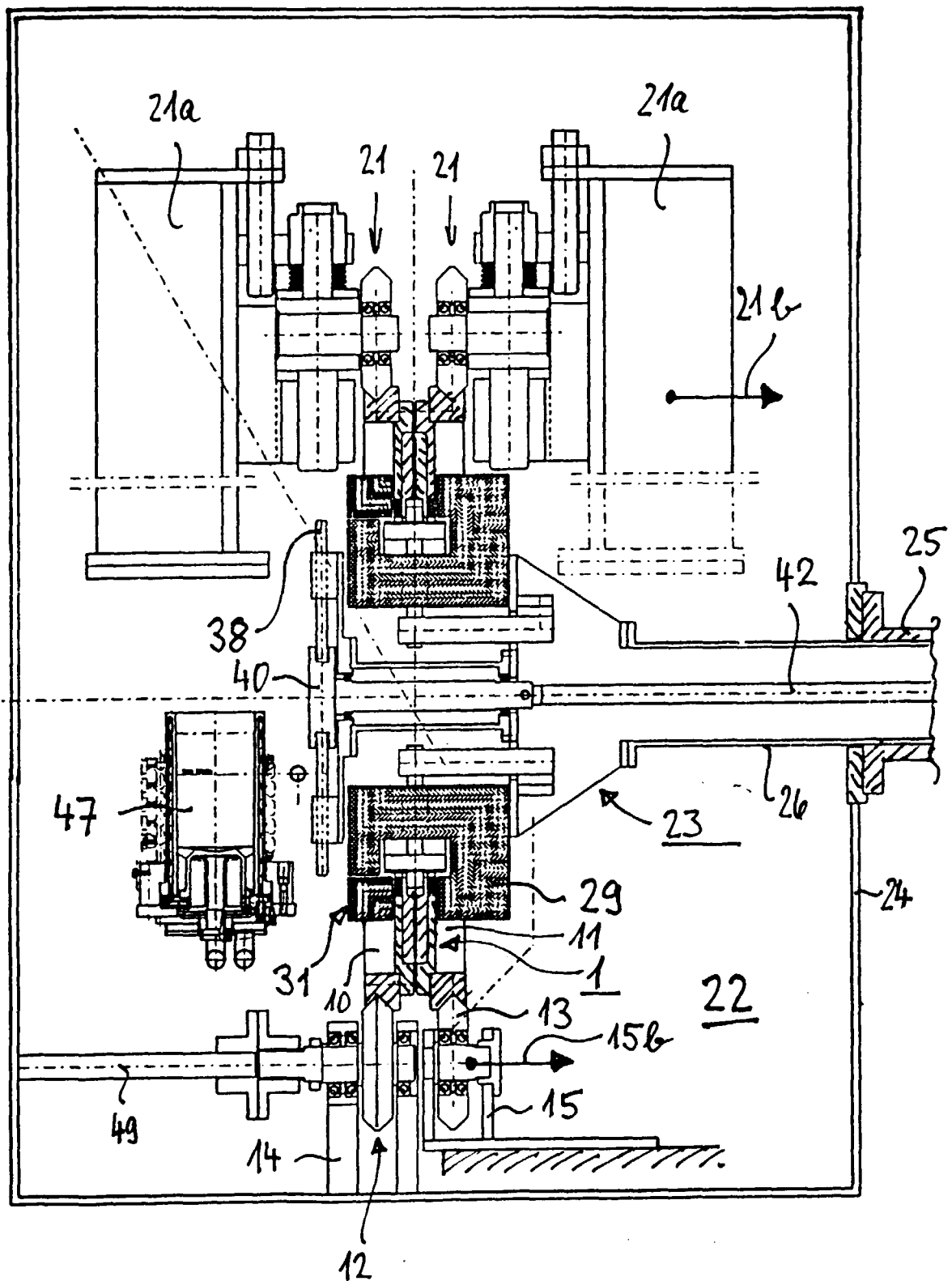


FIG. 8

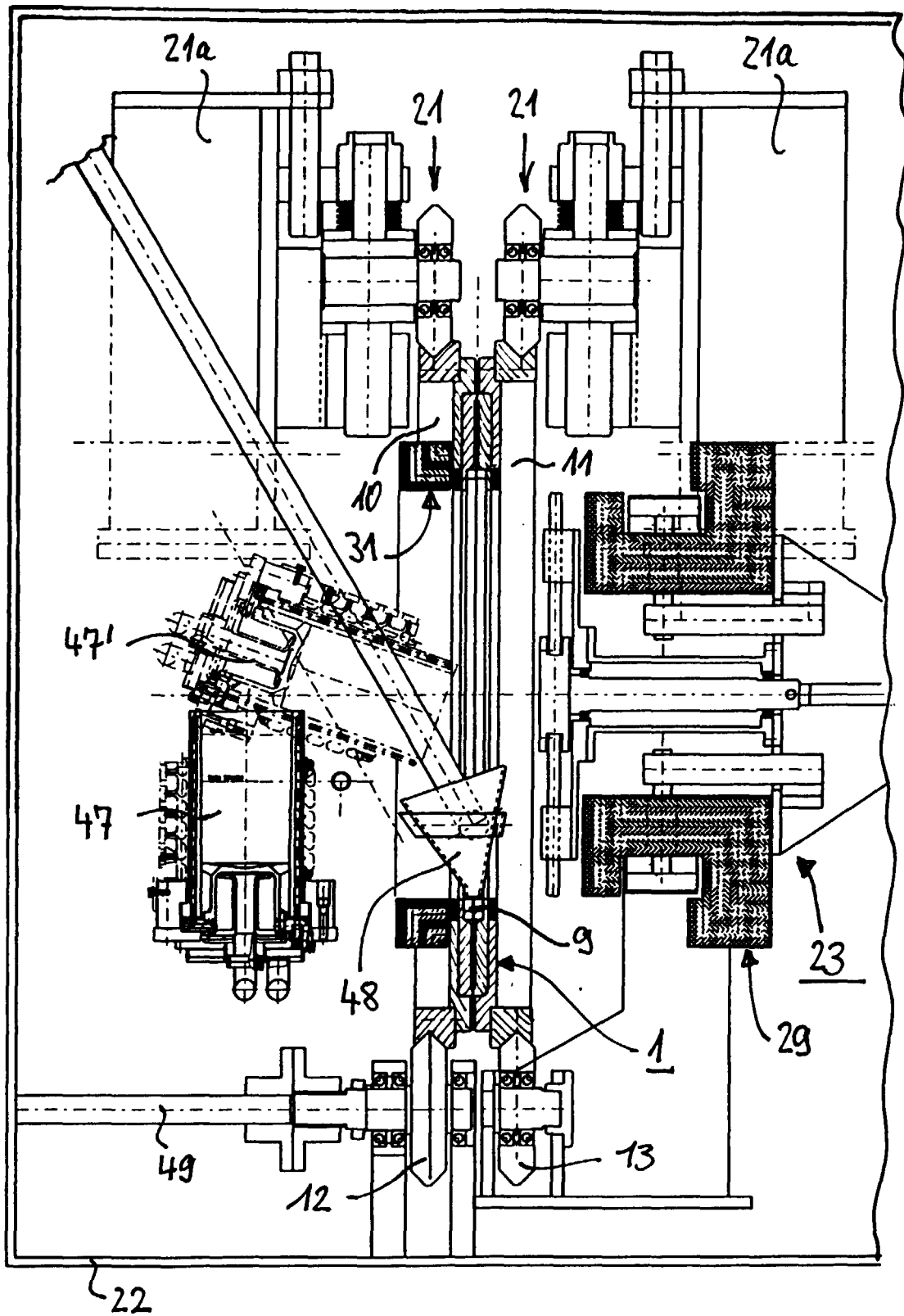


FIG. 9

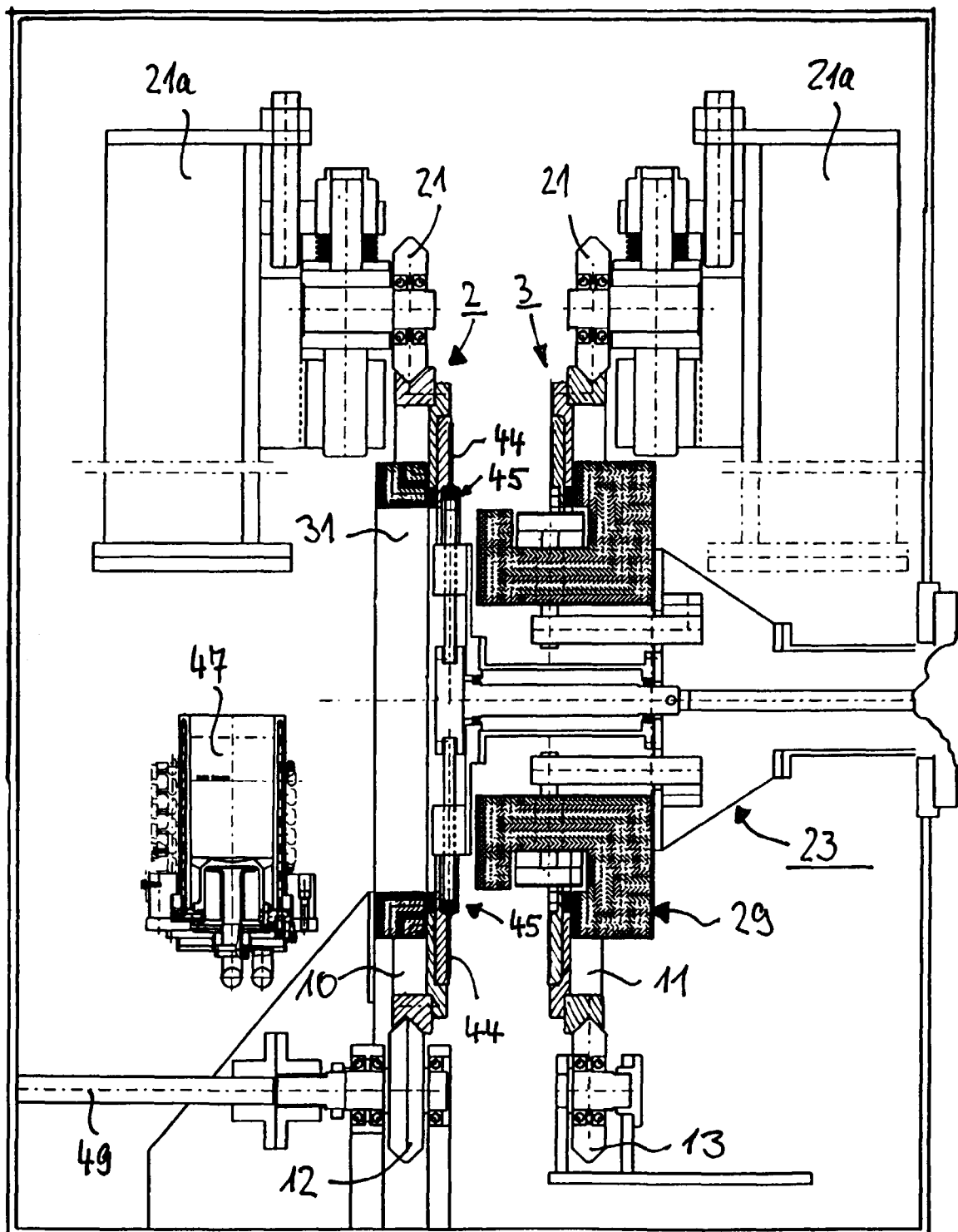


FIG. 10

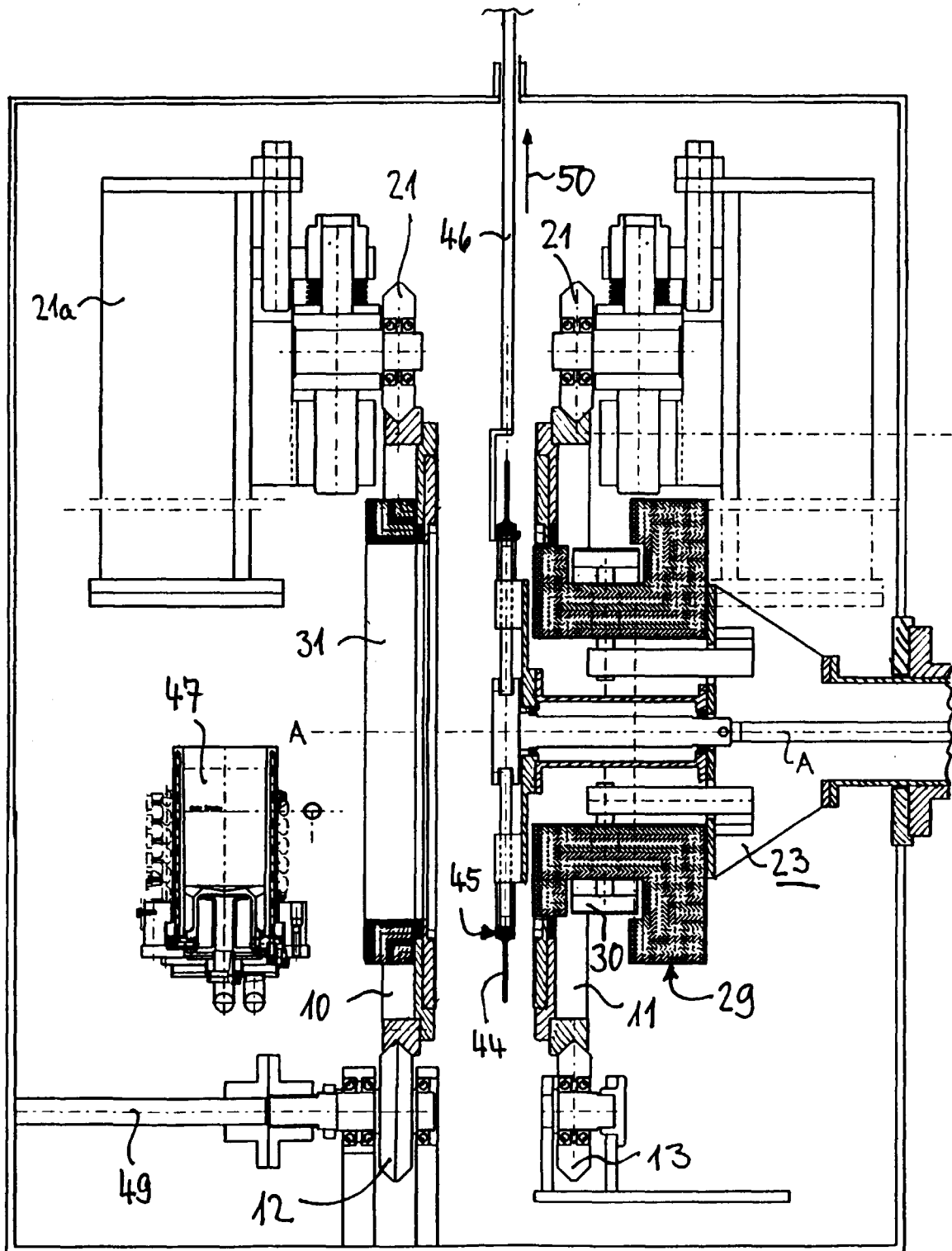
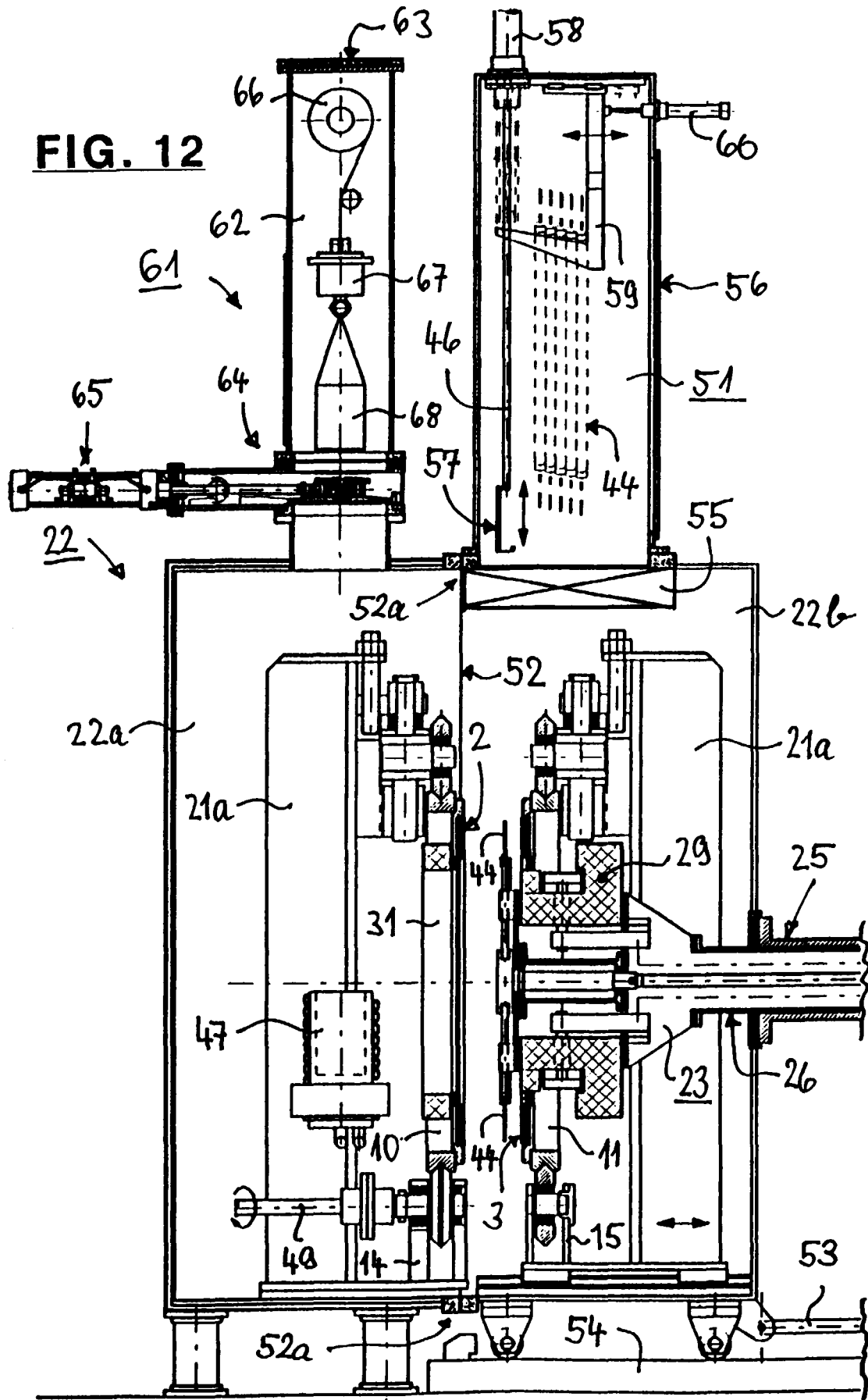


FIG. 11

FIG. 12





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 3970

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D, A	EP 0 686 443 A (ALD VACUUM TECHN GMBH) 13. Dezember 1995 (1995-12-13) * Abbildungen * -----	1, 8	B22D13/06 B22D13/10
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		12. Januar 2000	
		Prüfer	
		WOUDENBERG, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 3970

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am . Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-01-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0686443 A	13-12-1995	DE 4420138 A	14-12-1995
		DE 19505689 A	22-08-1996
		DE 59507205 D	16-12-1999
		JP 8187570 A	23-07-1996
		US 5950706 A	14-09-1999
		US 5626179 A	06-05-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82