

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 50928/2019

(22)

Anmeldetag:

28.10.2019

(43)

Veröffentlicht am:

15.05.2021

(51)

Int. Cl.:

H02K 49/10

(2006.01)

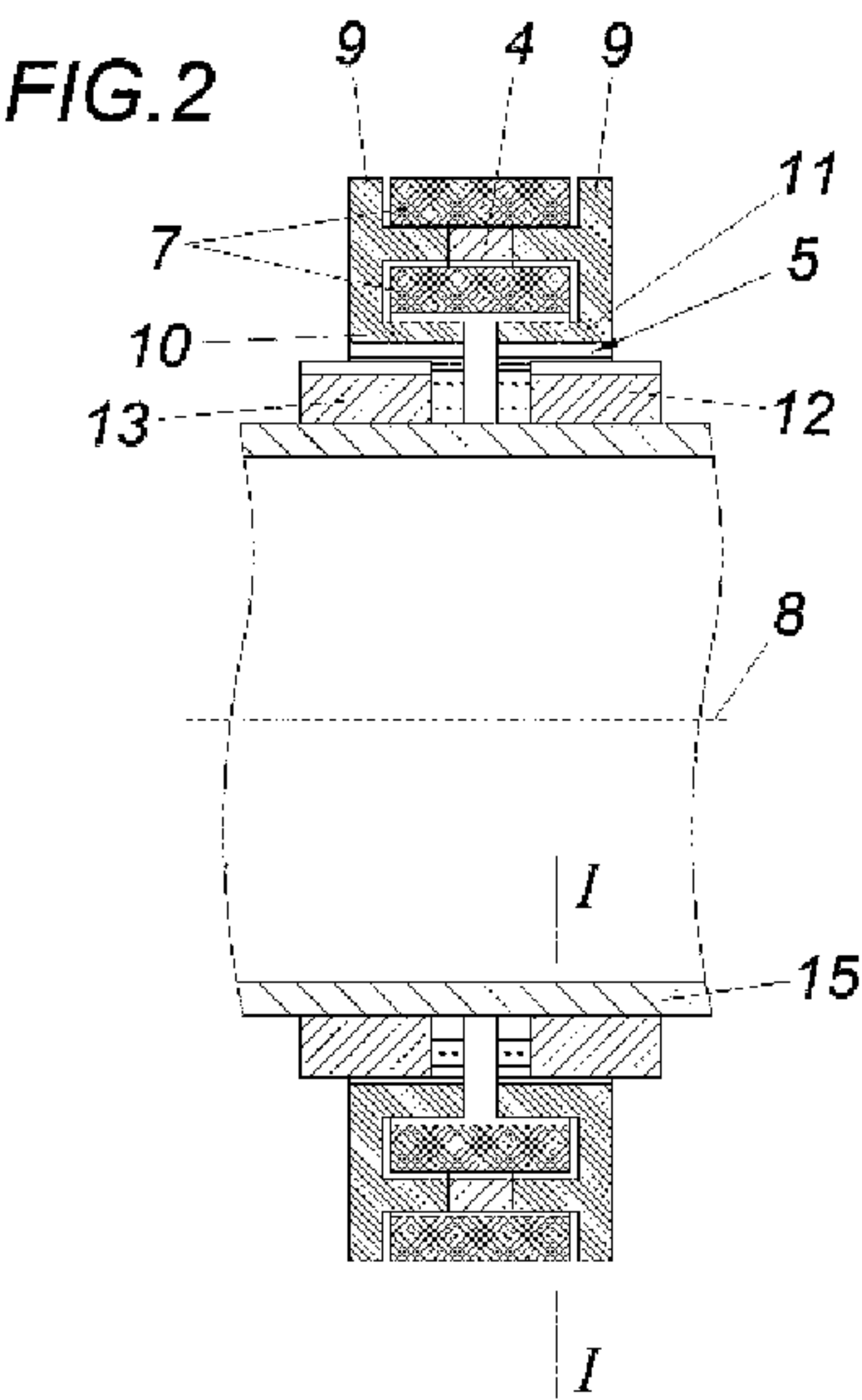
H02K 49/06

(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: DE 102017129723 A1 EP 2395635 A1 DE 102013202459 A1 DE 102008053166 A1	(71) Patentanmelder: Linz Center of Mechatronics GmbH 4040 Linz (AT) Puchhammer Gregor 1130 Wien (AT) (72) Erfinder: Puchhammer Gregor 1130 Wien (AT) Mitterhofer Hubert 4040 Linz (AT) Radman Karlo 4040 Linz (AT) (74) Vertreter: Hübscher & Partner Patentanwälte GmbH 4020 Linz (AT)
---	---

(54) Magnetbremse

(57) Es wird eine Magnetbremse (1) mit einem magnetischen Leiter, in dessen, einen Stator (2) und einen Rotor (3) aufweisenden, magnetischen Kreis wenigstens ein Permanentmagnet (4) angeordnet ist vorgeschlagen, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert. Um vorteilhafte Bremsverhältnisse zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass ein Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) derart ausgebildet ist, dass sich über wenigstens einen Umfangsabschnitt (Max), ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt, an welchen Umfangsabschnitt (Max) wenigstens ein weiterer Umfangsabschnitt (Min) folgt, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt und dass der Permanentmagnet (4) das Feststellmoment zwischen Rotor (3) und Stator (2) bewirkt, wobei im magnetischen Kreis wenigstens eine Spule (7) vorgesehen ist, welche in den magnetischen Kreis einen dem vom wenigstens einen Permanentmagneten (4) induzierten magnetischen Fluss entgegengesetzten oder unterstützenden elektromagnetischen Fluss induziert.



Zusammenfassung

Es wird eine Magnetbremse (1) mit einem magnetischen Leiter, in dessen, einen Stator (2) und einen Rotor (3) aufweisenden, magnetischen Kreis wenigstens ein Permanentmagnet (4) angeordnet ist vorgeschlagen, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert. Um vorteilhafte Bremsverhältnisse zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass ein Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) derart ausgebildet ist, dass sich über wenigstens einen Umfangsabschnitt (Max), ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt, an welchen Umfangsabschnitt (Max) wenigstens ein weiterer Umfangsabschnitt (Min) folgt, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt und dass der Permanentmagnet (4) das Feststellmoment zwischen Rotor (3) und Stator (2) bewirkt, wobei im magnetischen Kreis wenigstens eine Spule (7) vorgesehen ist, welche in den magnetischen Kreis einen dem vom wenigstens einen Permanentmagneten (4) induzierten magnetischen Fluss entgegengesetzten oder unterstützenden elektromagnetischen Fluss induziert.

(Fig. 2)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Magnetbremse mit einem magnetischen Leiter, in dessen, einen Stator und einen Rotor aufweisenden, magnetischen Kreis wenigstens ein Permanentmagnet angeordnet ist, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert.

Magnetbremsen sind verschleißfreie Bremsen, die Magnetfelder und oft auch Wirbelströme zur Bremsung von Rotoren nutzen. Dazu ist ein magnetischer Leiter aus ferromagnetischem Material vorgesehen, der im vorliegenden Fall einen Stator und einen Rotor umfasst. In dem magnetischen Kreis, der zudem einen Luftspalt zwischen Rotor und Stator umfasst ist zudem wenigstens ein Permanentmagnet angeordnet, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine kompakte, starke, leistungslos und verschleißfrei arbeitende Magnetbremse der eingangs geschilderten Art anzugeben, die praktisch leistungslos als Feststellbremse einsetzbar ist.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass ein Luftspalt zwischen Rotor und Stator derart ausgebildet ist, dass sich über wenigstens einen Umfangsabschnitt, ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator einstellt, an welchen Umfangsabschnitt wenigstens ein weiterer Umfangsabschnitt folgt, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator einstellt und dass das Feststellmoment zwischen Rotor und Stator vom Permanentmagnet leistungslos aufgebracht wird. Wesentlich ist, dass der magnetische Kreis mit einem Permanentmagnet erzeugt wird, wodurch es möglich ist die Magnetbremse als Feststellbremse einzusetzen, ohne eine zusätzliche Energie aufbringen zu müssen.

Der magnetische Fluss läuft zwischen Rotor und Stator über den Luftspalt. Rotor und Stator bestehen aus ferromagnetischem Material, insbesondere einem weichmagnetischen Material, das keine ausgeprägten magnetischen Hysterese-Erscheinungen hat.

Der Luftspalt zwischen Rotor und Stator ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass sich über mehrere Umfangsabschnitte, ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator einstellt, zwischen welchen Umfangsabschnitte je ein Umfangsabschnitt vorgesehen ist, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator einstellt. Damit kann der Rotor bezüglich des Stators in kleineren Winkelabständen festgelegt werden, ist also eine feinere Justierung der Rotorposition relativ zum Stator möglich.

Um dies konstruktiv einfach und vorteilhaft zu erreichen, können im Luftspalt zwischen Rotor und Stator gegeneinander vorragende Zähne vorgesehen sein, deren Zahnköpfe Umfangsabschnitte darstellen, an denen sich je ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator einstellt und deren Zahnfüße Umfangsabschnitte darstellen, an denen sich je ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator einstellt. Physikalisch bedingt ziehen sich Rotor und Stator im Bereich deckungsgleich übereinanderliegender Zahnköpfe von Rotor und Stator am stärksten an, wodurch sich auch die Brems- insbesondere die Feststellwirkung ergibt. Durch den über die Zähne laufenden magnetischen Fluss ergibt sich ein Rastmoment zwischen Rotor und Stator.

Für manche Anwendungen kann es von Vorteil sein, wenn Rotor und Stator anstelle einer gleichen Zähnezahl eine unterschiedliche Zähnezahl, insbesondere eine sich um einen Zahn unterscheidende Zähnezahl aufweist. Die Anzahl von Zahnücken und Zähnen auf Seiten von Rotor und Stator müssen nicht gleich sein, können gleichmäßig aufgeteilt sein. Zudem können Rotor und Stator nach Art, gegebenenfalls schrägverzahnter, Stirnräder ausgebildet sein.

Vorzugsweise weist der Permanentmagnet eine rotorachsparelle Polarisierung auf, womit sich eine konstruktiv einfache Bremse realisieren lässt. Der Permanentmagnet kann ein Ringmagnet sein oder auch ein bis viele kleine, auf einem Referenzdurchmesser im magnetischen Kreis angeordnete Einzelmagnete umfassen, die eine axiale Ausrichtung ihrer Magnetfelder aufweisen.

Im magnetischen Kreis ist wenigstens eine Spule vorgesehen, welche in den magnetischen Kreis eine dem vom wenigstens einen Permanentmagneten induzierten magnetischen Fluss entgegengesetzten oder unterstützenden elektromagnetischen Fluss induziert. Damit ist es möglich die Bremse einerseits zu lösen bzw. die Bremskraft für einen aktiven Bremsvorgang zu erhöhen. Dazu empfiehlt es sich, wenn der Permanentmagnet in wenigstens eine Spule eingebettet ist, die einen rotorachsparellen magnetischen Fluss induziert. Damit kann ein durch die Spule(n) fließender Strom in seiner Stärke so eingestellt werden, dass das Magnetfeld des Permanentmagneten derart kompensiert wird, dass kein magnetischer Fluss über den Luftspalt und die Zähne läuft. Es kann eine innere und eine äußere Spule vorgesehen sein, womit der Permanentmagnet zwischen der inneren und einer äußeren Spule eingebettet ist. Zudem kann die Spule, aus einem oder zum Zwecke der Redundanz aus zwei Drähten gewickelt sein. Der Permanentmagnet kann eine geringere axiale Ausdehnung aufweisen, als die Spule(n).

Streufelder können verringert werden, wenn die wenigstens eine Spule stirnseitig von einem Ferromagnetischen Material überdeckt ist.

In einer alternativen Ausgestaltungsvariante der Erfindung können auch über den Umfang des Stators verteilt mehrere Permanentmagnete voneinander beabstandet zwischen magnetischen Leitern angeordnet sein, wobei die Permanentmagnete in Statorumfangsrichtung polarisiert sind und wobei in Statorumfangsrichtung benachbarte Permanentmagnete je eine entgegengesetzte Polarisierung aufweisen.

Zudem können der Rotor und/oder der Stator je zwei mit einer in den Luftspalt vorragende Verzahnung aufweisende gezahnte Räder umfassen, die gegenüber Rotor und/oder Stator rotorachsparell verschiebbar geführt sind. Eine axiale Verschieb-

lichkeit von Rotor- und/oder Statorkomponenten bzw. der gezahnten Räder ermöglicht, dass die gegenüberliegenden, den Magnetfluss führenden Flächen in ihrer Größe geändert werden können, womit das Rastmoment eingestellt werden kann.

Vorzugsweise umfasst ein Permanentmagnet je wenigstens zwei Magnete mit unterschiedlich hoher Koerzitivfeldstärke, die in den magnetischen Kreis einen gleich- oder entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss induzieren. Ein Magnet weist insbesondere eine geringere Koerzitivfeldstärke auf und besteht beispielsweise aus AlNiCo, und der andere Magnet weist eine höhere Koerzitivfeldstärke auf und besteht insbesondere aus NdFeB oder SmCo. Der Magnet mit geringerer Koerzitivfeldstärke und der Magnet mit höherer Koerzitivfeldstärke induzieren dabei vorzugsweise einen zumindest annähernd gleichen magnetischen Fluss in den magnetischen Kreis. AlNiCo Magnete weisen eine Koerzitivfeldstärke von rund 50 kA/m auf und NdFeB oder SmCo Magnete eine Koerzitivfeldstärke von rund 1000 kA/m und mehr. Dies bedeutet, dass Magnete mit geringer Koerzitivfeldstärke verhältnismäßig einfach mit einer zugeordneten Spule ummagnetisiert oder entmagnetisiert werden können. Es besteht somit die Möglichkeit bei insbesondere parallel geschalteten Magneten höherer und niedriger Koerzitivfeldstärke die magnetischen Flüsse so zu schalten, dass diese sich entweder addieren oder aufheben.

Des Weiteren wird ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Magnetbremse als Feststellbremse vorgeschlagen, wobei das Feststellmoment zwischen Rotor und Stator leistungslos von wenigstens einem Permanentmagnet aufgebracht wird, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert, wodurch zwischen Rotor und Stator ein Rastmoment erzeugt wird und dass zum Lösen der Bremse ein Elektromagnet, wenigstens eine im magnetischen Kreis angeordnete Spule, mit Strom derart versorgt wird, dass der elektromagnetisch induzierte Fluss den permanentmagnetinduzierten magnetischen Fluss aufhebt oder dass der Permanentmagnet entmagnetisiert wird. Somit kann mit einer entsprechenden Bestromung der Spule die Bremswirkung der Feststellbremse ausgeschaltet werden.

Beim Ausschalten der Bremse kann ein kurzzeitiger kleiner resultierender Gegenfluss durch einen zusätzlichen Stromimpuls in den Spulen bewirkt werden, der den

magnetischen Hysterese-Effekt auf null kompensiert, wonach der Stromimpuls wieder auf den nominellen Stromfluss reduziert wird.

Ein Permanentmagnet kann dabei insbesondere je wenigstens zwei, insbesondere parallel zueinander angeordnete, Magnete mit unterschiedlich hoher Koerzitivfeldstärke umfassen, die in den magnetischen Kreis einen gleich- oder entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss induzieren, wobei die wenigstens eine im magnetischen Kreis angeordnete Spule zum Lösen der Magnetbremse derart mit Strom versorgt wird, dass die Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit geringerer Koerzitivfeldstärke entgegen der Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit höherer Koerzitivfeldstärke ausgerichtet wird, womit die permanentmagnetinduzierten magnetischen Flüsse einander entgegenwirken, sodass der Summenfluss im Luftspalt verringert wird und dass die Spule zum Feststellen der Magnetbremse derart mit Strom versorgt wird, dass die Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit geringerer Koerzitivfeldstärke gleich der Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit höherer Koerzitivfeldstärke ausgerichtet wird, womit sich die permanentmagnetinduzierten magnetischen Flüsse addieren, sodass der Summenfluss im Luftspalt erhöht wird.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Magnetbremse in Seitenansicht,
- Fig. 2 und 2a die Magnetbremse aus Fig. 1 im Schnitt nach der Linie II-II,
- Fig. 3 die Magnetbremse aus Fig. 2 im Bremsbetrieb,
- Fig. 4 die Magnetbremse aus Fig. 2 bei gelöster Bremse,
- Fig. 5 die Magnetbremse aus Fig. 2 mit angedeuteten magnetischen Feldlinien
- Fig. 6 eine Konstruktionsvariante der Magnetbremse im Querschnitt,
- Fig. 7 die Magnetbremse aus Fig. 6 im Schnitt nach der Linie VII-VII,
- Fig. 8 eine Konstruktionsvariante der Magnetbremse in Seitenansicht,
- Fig. 9 bis 12 eine Konstruktionsvariante der Magnetbremse in einem Axialschnitt in verschiedenen Betriebsstellungen und

Fig. 13 und 14 weitere Konstruktionsvariante der Magnetbremse in einem Axial-schnitt.

Die erfindungsgemäße Magnetbremse 1 weist einen magnetischen Leiter, insbesondere aus ferromagnetischem Material, auf, in dessen, einen Stator 2 und einen Rotor 3 aufweisenden, magnetischen Kreis wenigstens ein Permanentmagnet 4 angeordnet ist, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert.

Zur Schaffung einer leistungslos und verschleißfrei bremsenden Feststellbremse ist zwischen Rotor 3 und Stator 2 ein Luftspalt 5 derart ausgebildet, dass sich über wenigstens einen Umfangsabschnitt Max, ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor 3 und Stator 2 einstellt, an welchen Umfangsabschnitt Max wenigstens ein weiterer Umfangsabschnitt Min anschließt, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor 3 und Stator 2 einstellt und dass das Feststellmoment zwischen Rotor 3 und Stator 2 vom Permanentmagnet 4 leistungslos aufgebracht wird. Der Stator 2 ist insbesondere in einem nicht näher dargestellten Gehäuse angeordnet oder Teil dieses Gehäuses und der Rotor 3 beispielsweise in diesem Gehäuse gelagert. Der Rotor 3 kann, wie im Ausführungsbeispiel, innerhalb des Stators 2 umlaufen oder aber auch außerhalb bzw. zwischen zwei Statoren.

Der Luftspalt 5 zwischen Rotor 3 und Stator 2 ist im Ausführungsbeispiel derart ausgebildet, dass sich über mehrere Umfangsabschnitte Max, ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor 3 und Stator 2 einstellt, zwischen welchen Umfangsabschnitte Max je ein Umfangsabschnitt Min vorgesehen ist, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor 3 und Stator 2 einstellt. Dazu sind im Luftspalt 5 zwischen Rotor 3 und Stator 2 gegeneinander vorragende Zähne 6 vorgesehen. Diese Zähne 6 greifen aber nicht ineinander, sondern können bei einer Verdrehung des Rotors 3 im Stator 4 aneinander vorbeigleiten, wenn die Bremse gelöst ist oder das maximale Bremsmoment überschritten wird. Die zugeordneten Zahnköpfe an Rotor 3 und Stator 2 stellen Umfangsabschnitte Max dar, zwischen denen sich je

ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor 3 und Stator 2 einstellt und deren Zahnfüße stellen Umfangsabschnitte Min dar, zwischen denen sich je ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator einstellt. In Feststellage liegen die Zahnköpfe von Rotor 3 und Stator 2 einander gegenüber und es stellt sich zwischen diesen gegenüberliegenden Zahnköpfen das Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte ein.

Rotor 3 und Stator 2 können gegebenenfalls nach Art, gegebenenfalls schrägverzahnter, Stirnräder, gegebenenfalls pfeilverzahnter Stirnräder ausgebildet sein.

Zudem ist im magnetischen Kreis wenigstens eine Spule 7 vorgesehen, welche in den magnetischen Kreis eine dem vom wenigstens einen Permanentmagneten induzierten magnetischen Fluss entgegengesetzten oder unterstützenden elektromagnetischen Fluss induziert. Der Permanentmagnet 4 weist eine zur Rotorachse 8 parallele Polarisierung auf. Zudem ist der Permanentmagnet 4 in die wenigstens eine Spule 7 derart eingebettet, dass diese einen rotorachsparallelen magnetischen Fluss induziert. Die wenigstens eine Spule 7 ist stirnseitig von einer Wange 9 aus ferromagnetischen Material überdeckt.

Der Rotor 3 oder der Stator 2 umfassen je zwei mit einer in den Luftspalt 5 vorragende Verzahnung aufweisende gezahnte Räder 10, 11, 12, 13. Die gezahnten Räder 12, 13 können die gegenüber Rotor 3 und/oder Stator 2 rotorachsparallel 14 auf einer Welle 15 in einer entsprechenden Führung, beispielsweise einer Keilverzahnung, verschiebbar geführt sein.

In den vorigen Ausführungsbeispielen verläuft der magnetische Fluss bezogen auf die Rotorachse 8 radial durch den Luftspalt. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 und 7 verläuft der magnetische Fluss bezogen auf die Rotorachse 8 hingegen axial durch den Luftspalt. Dazu sind auf dem Rotor zwei Ringscheiben 16 drehfest gehalten, die an ihren einander abgewandten Scheibenflanken Zähne 6 tragen. Die entsprechenden Gegenzähne sind an den einander zugewandten rotornahen Stator-

flanken angeordnet. Die Ringscheiben 16 können zur Einstellung der Bremskraft mit einem geeigneten Antrieb in axialer Richtung verstellbar sein.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 sind über den Umfang des Stators 2 verteilt mehrere Permanentmagnete 4 voneinander beabstandet zwischen magnetischen Leitern, insbesondere Trafoblechen od. dgl., angeordnet, wobei die Permanentmagnete 4 in Statorumfangsrichtung polarisiert sind und wobei benachbarte Permanentmagnete 4 je eine entgegengesetzte Polarisierung aufweisen.

Gemäß den im folgenden dargestellten Ausführungsbeispielen kann ein Permanentmagnet 4 je wenigstens zwei Magnete 4a, 4b mit unterschiedlich hoher Koerzitivfeldstärke umfasst, die in den magnetischen Kreis einen gleich- oder entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss induzieren. In Fig. 9 induzieren die zwei Magnete 4a, 4b in den magnetischen Kreis einen gleichgerichteten magnetischen Fluss, womit die Bremse aktiviert ist. In Fig. 10 ist dargestellt, dass eine oder alternativ, wie angedeutet, zwei Spulen 7 entsprechend bestromt werden, dass der Magnet 4a ummagnetisiert wird. Nach erfolgter Ummagnetisierung und Stromloschaltung der Spule (Fig. 11) induzieren die zwei Magnete 4a, 4b in den magnetischen Kreis einen entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss und ist die Bremse gelöst, da die Flüsse der beiden Magnete in Folge eines Kurzschlusses einander entgegenwirken. Durch entsprechendes Bestromen der Spulen 7 kann die Bremse wieder aktiviert werden (Fig. 12).

Ein Magnet 4a weist dabei eine geringere Koerzitivfeldstärke auf als der andere, parallel dazu angeordnete Magnet 4b, der eine höhere Koerzitivfeldstärke aufweist. Beide Magnete 4a, 4b induzieren in den magnetischen Kreis einen zumindest annähernd gleichen magnetischen Fluss.

Fig. 13 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit feststehender Achse und rotierendem Außenringrotor. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 14 weist einen Rotor 3 nach Art einer Bremsscheibe auf, wobei der Stator 2 eine Art Bremssattel bildet.

Patentansprüche

1. Magnetbremse (1) mit einem magnetischen Leiter, in dessen, einen Stator (2) und einen Rotor (3) aufweisenden, magnetischen Kreis wenigstens ein Permanentmagnet (4) angeordnet ist, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert, dadurch gekennzeichnet, dass ein Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) derart ausgebildet ist, dass sich über wenigstens einen Umfangsabschnitt (Max), ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt, an welchen Umfangsabschnitt (Max) wenigstens ein weiterer Umfangsabschnitt (Min) folgt, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt und dass der Permanentmagnet (4) das Feststellmoment zwischen Rotor (3) und Stator (2) bewirkt, wobei im magnetischen Kreis wenigstens eine Spule (7) vorgesehen ist, welche in den magnetischen Kreis einen dem vom wenigstens einen Permanentmagneten (4) induzierten magnetischen Fluss entgegengesetzten oder unterstützenden elektromagnetischen Fluss induziert.
2. Magnetbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) derart ausgebildet ist, dass sich über mehrere Umfangsabschnitte (Max), ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt, zwischen welchen Umfangsabschnitte (Max) je ein Umfangsabschnitt (Min) vorgesehen ist, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt.
3. Magnetbremse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) gegeneinander vorragende Zähne (6)

vorgesehen sind, deren Zahnköpfe Umfangsabschnitte (Max) darstellen, zwischen denen sich je ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt und deren Zahnfüße Umfangsabschnitte (Min) darstellen, zwischen denen sich je ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt.

4. Magnetbremse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Rotor (3) und Stator (2) nach Art, gegebenenfalls schrägverzahnter, Stirnräder ausgebildet sind.

5. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (4) eine rotorachsparelle Polarisierung aufweist.

6. Magnetbremse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (4) in wenigstens eine Spule (7) eingebettet ist, die einen rotorachsparellen magnetischen Fluss induziert.

7. Magnetbremse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (4) stirnseitig von einem ferromagnetischen Material überdeckt ist.

8. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass über den Umfang des Stators (2) verteilt mehrere Permanentmagnete (4) voneinander beabstandet zwischen magnetischen Leitern angeordnet sind, wobei die Permanentmagnete (4) in Statorumfangsrichtung polarisiert sind und wobei benachbarte Permanentmagnete (4) je eine entgegengesetzte Polarisierung aufweisen.

9. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (3) und/oder der Stator (2) je zwei mit einer in den Luftspalt (5) vorragende Verzahnung aufweisende gezahnte Räder (10, 11, 12, 13) umfasst, die gegenüber Rotor (3) und/oder Stator (2) rotorachsparell verschiebbar geführt sind.

10. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Permanentmagnet (4) je wenigstens zwei Magnete (4a, 4b) mit unterschiedlich hoher Koerzitivfeldstärke umfasst, die in den magnetischen Kreis einen gleich- oder entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss induzieren.
11. Magnetbremse nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Magnet (4a) eine geringere Koerzitivfeldstärke aufweist und beispielsweise aus AlNiCo besteht und dass der andere Magnet (4b) eine höhere Koerzitivfeldstärke aufweist und insbesondere aus NdFeB oder SmCo besteht.
12. Magnetbremse nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnet (4a) mit geringerer Koerzitivfeldstärke und der Magnet (4b) mit höherer Koerzitivfeldstärke einen zumindest annähernd gleichen magnetischen Fluss in den magnetischen Kreis induzieren.
13. Verfahren zum Betreiben einer Magnetbremse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 als Feststellbremse, dadurch gekennzeichnet, dass das Feststellmoment zwischen Rotor(3) und Stator (2) leistungslos von wenigstens einem Permanentmagnet (4) aufgebracht wird, der in den magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss induziert, wodurch zwischen Rotor (3) und Stator (2) ein Rastmoment erzeugt wird und dass zum Lösen der Magnetbremse ein Elektromagnet, wenigstens eine im magnetischen Kreis angeordnete Spule (7), mit Strom derart versorgt wird, dass entweder der elektromagnetisch induzierte Fluss den permanentmagnetinduzierten magnetischen Fluss aufhebt oder dass der Permanentmagnet (4) entmagnetisiert wird.
14. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Permanentmagnet (4) je wenigstens zwei Magnete (4a, 4b) mit unterschiedlich hoher Koerzitivfeldstärke umfasst, die in den magnetischen Kreis einen gleich- oder entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss induzieren und dass die wenigstens eine im magnetischen Kreis angeordnete Spule (7) zum Lösen der Magnetbremse derart mit Strom versorgt wird, dass die Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit geringerer Koerzitivfeldstärke entgegen der Richtung des

magnetischen Flusses des Magneten mit höherer Koerzitivfeldstärke ausgerichtet wird, womit die permanentmagnetinduzierten magnetischen Flüsse einander entgegenwirken, sodass der Summenfluss im Luftspalt (5) verringert wird und dass die Spule (7) zum Feststellen der Magnetbremse derart mit Strom versorgt wird, dass die Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit geringerer Koerzitivfeldstärke gleich der Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit höherer Koerzitivfeldstärke ausgerichtet wird, womit sich die permanentmagnetinduzierten magnetischen Flüsse addieren, sodass der Summenfluss im Luftspalt (5) erhöht wird.

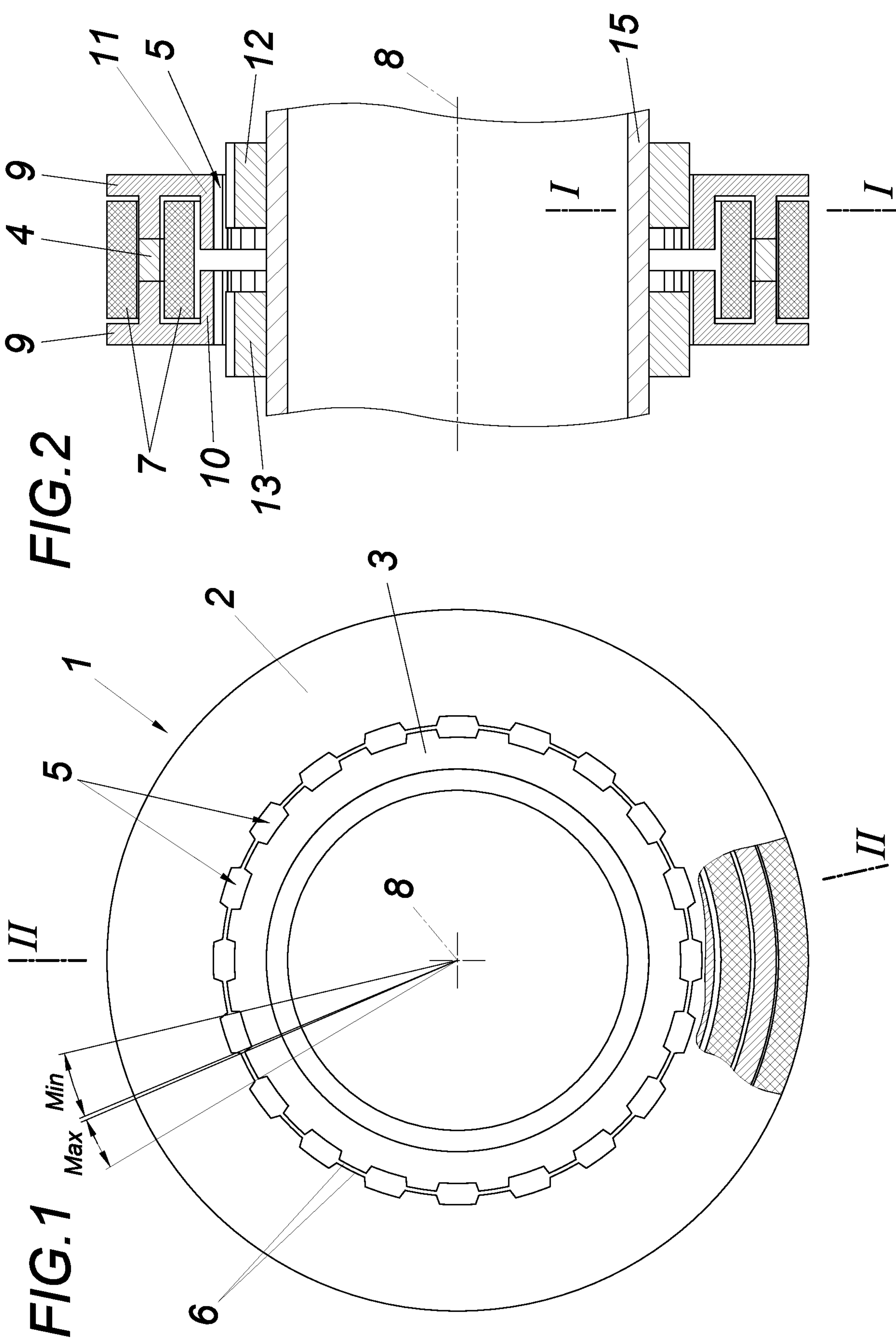


FIG.3

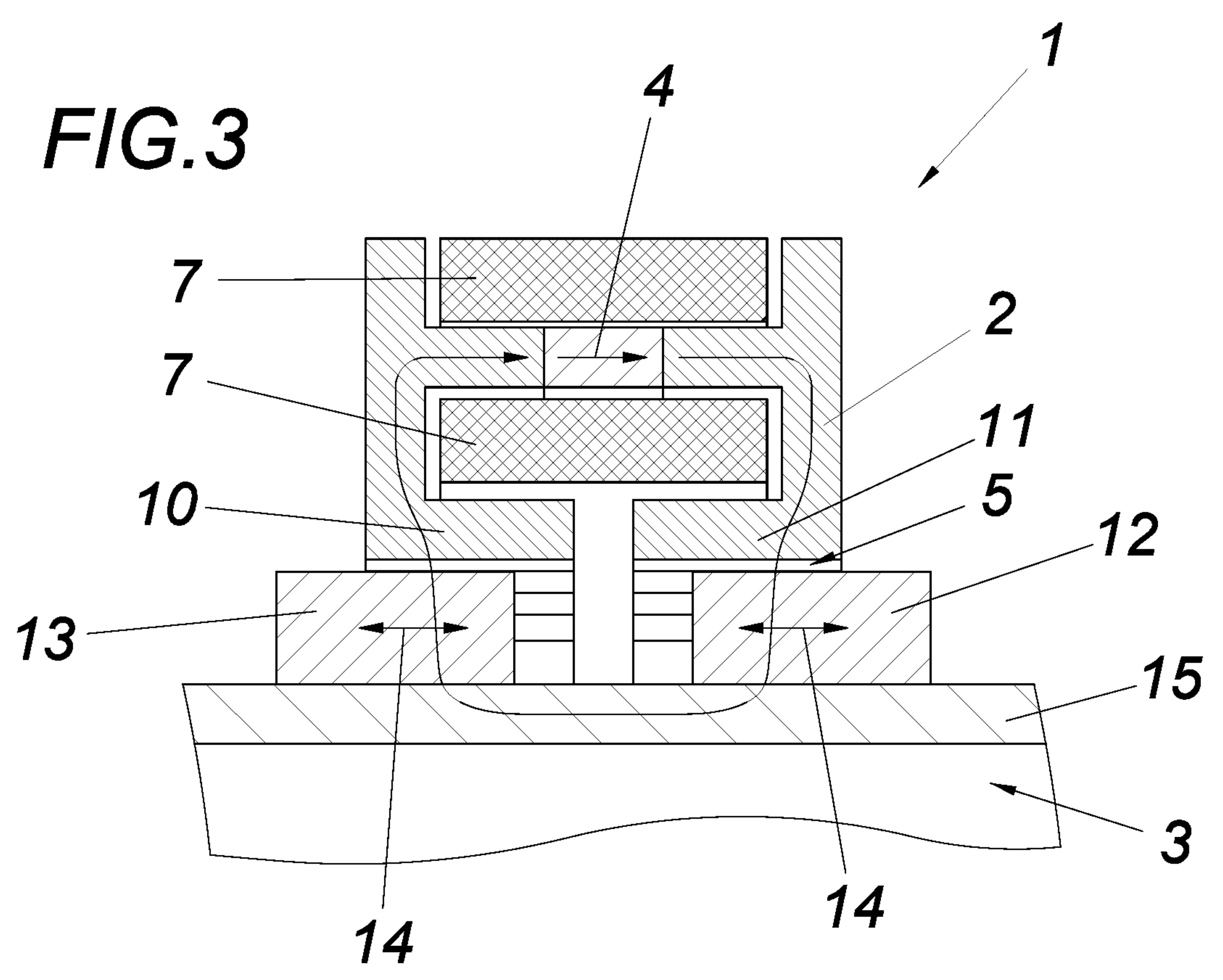


FIG.4

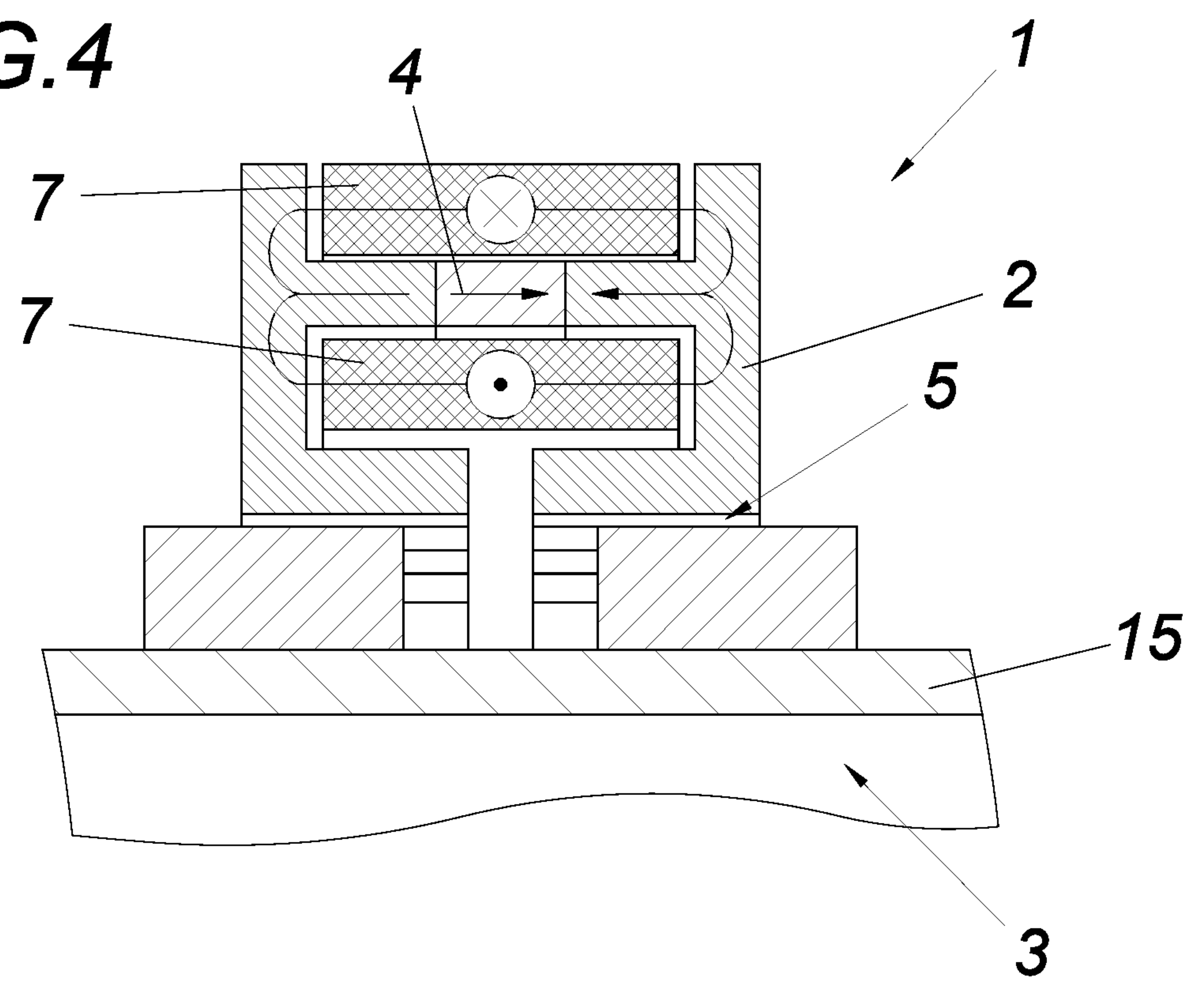


FIG.5

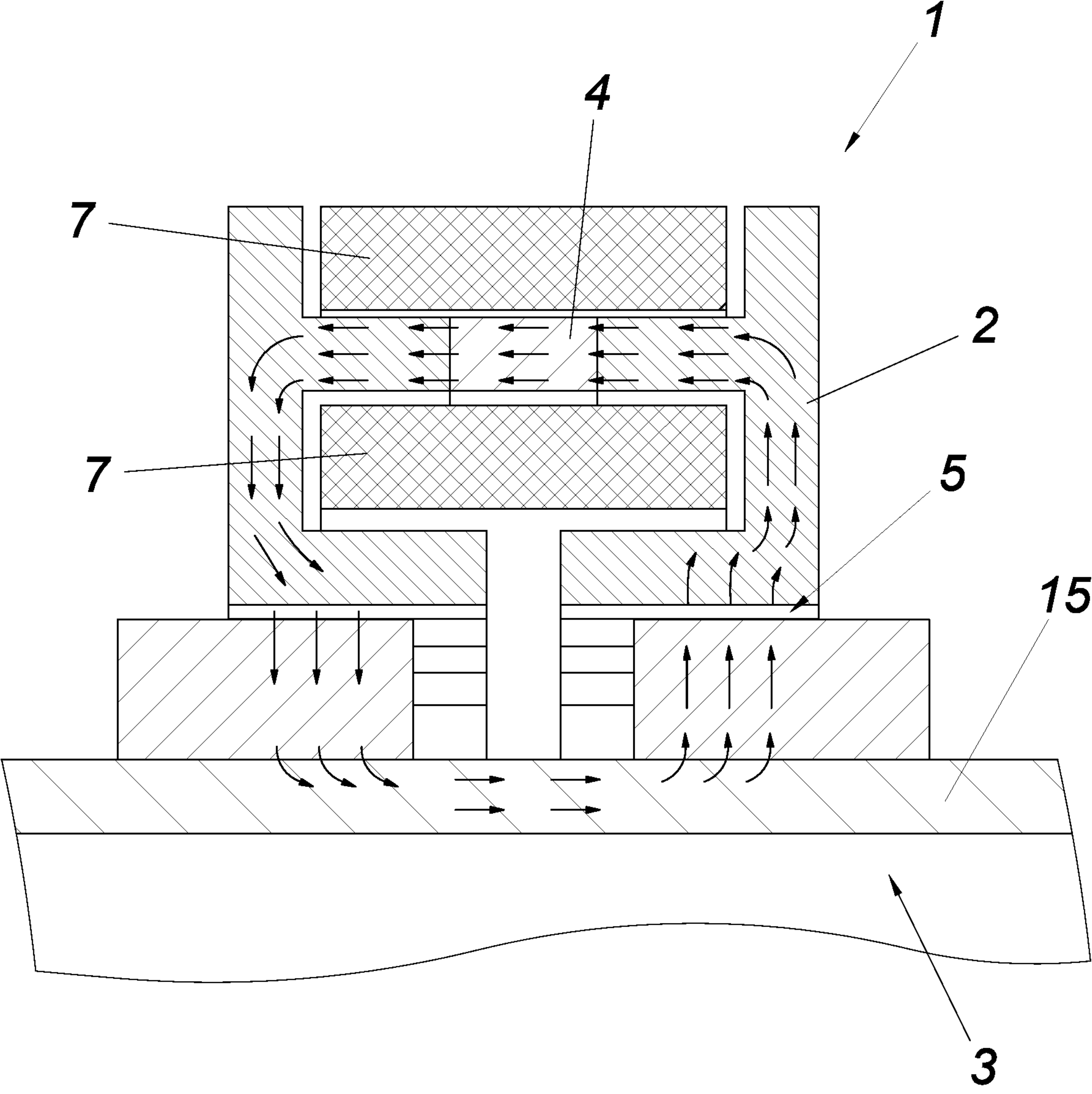


FIG.6

VII

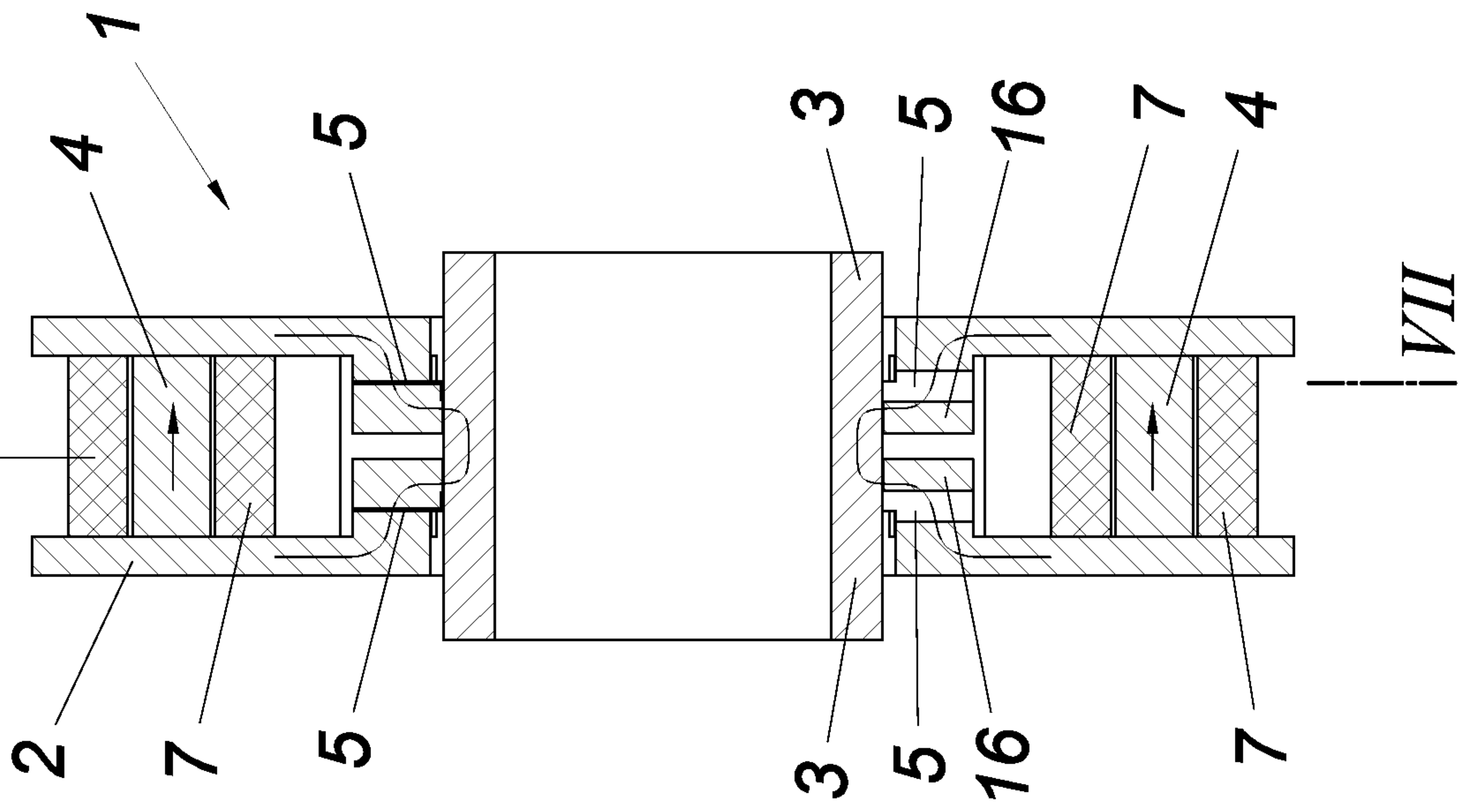


FIG.7

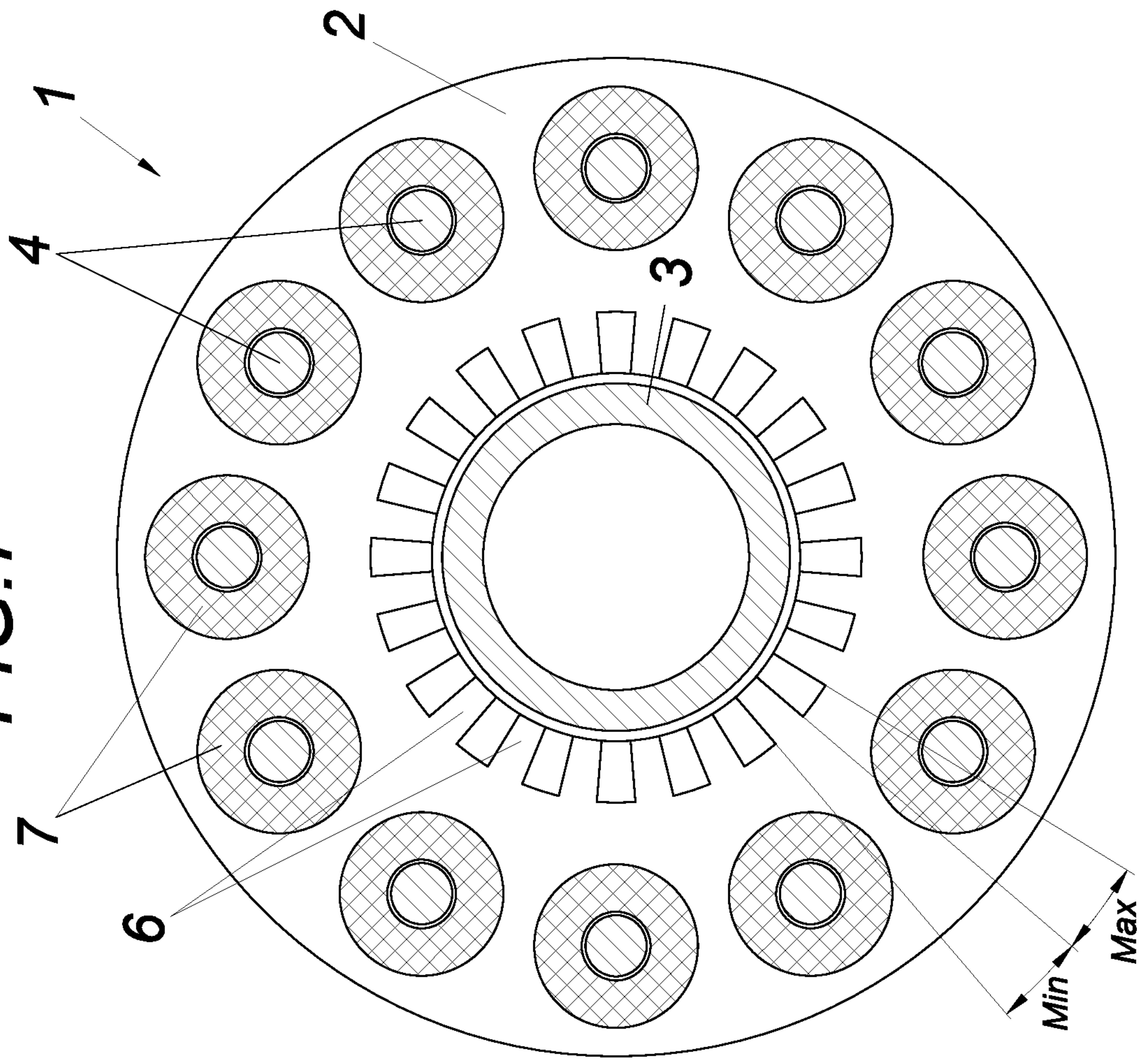


FIG.8

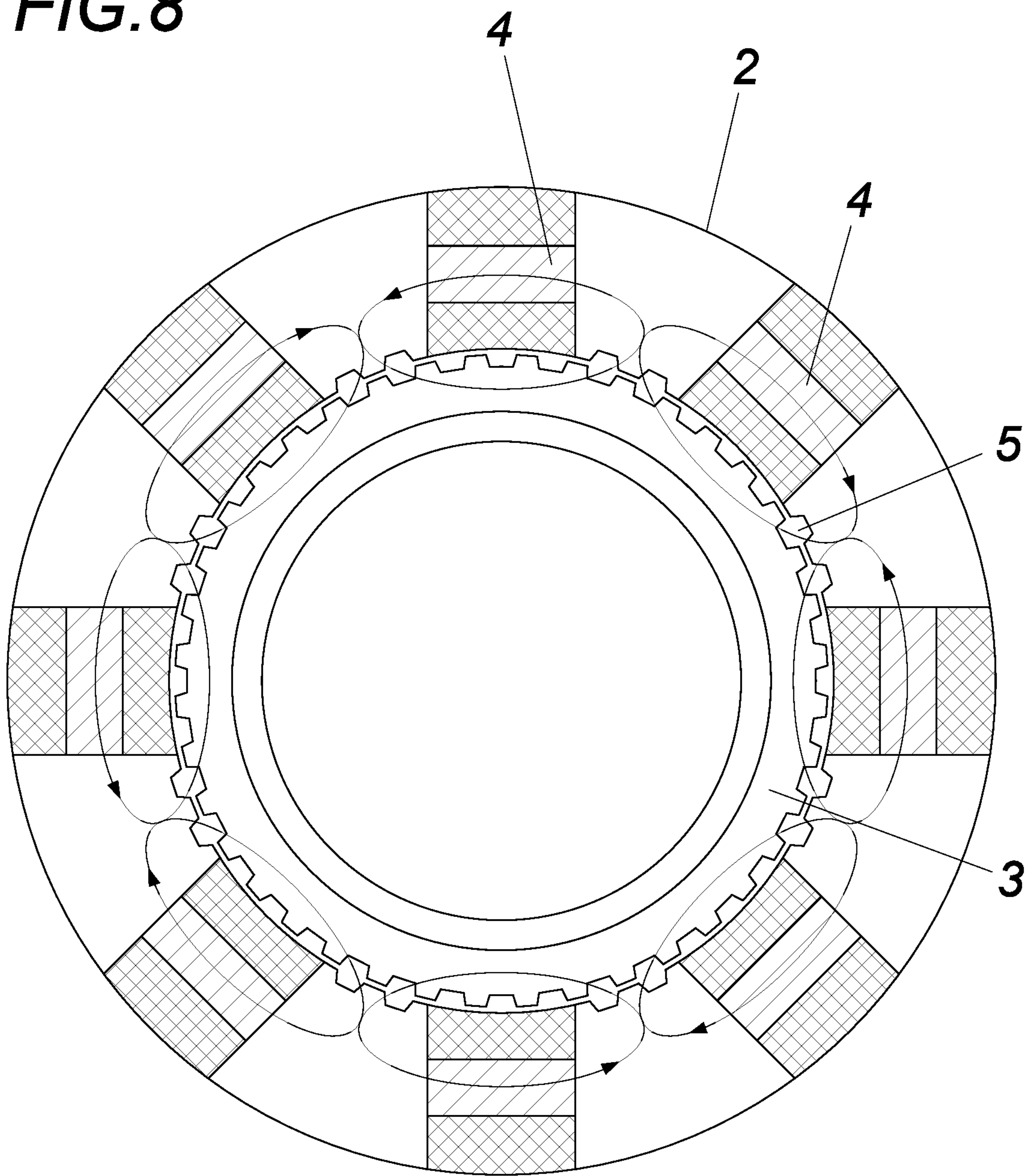


FIG.9

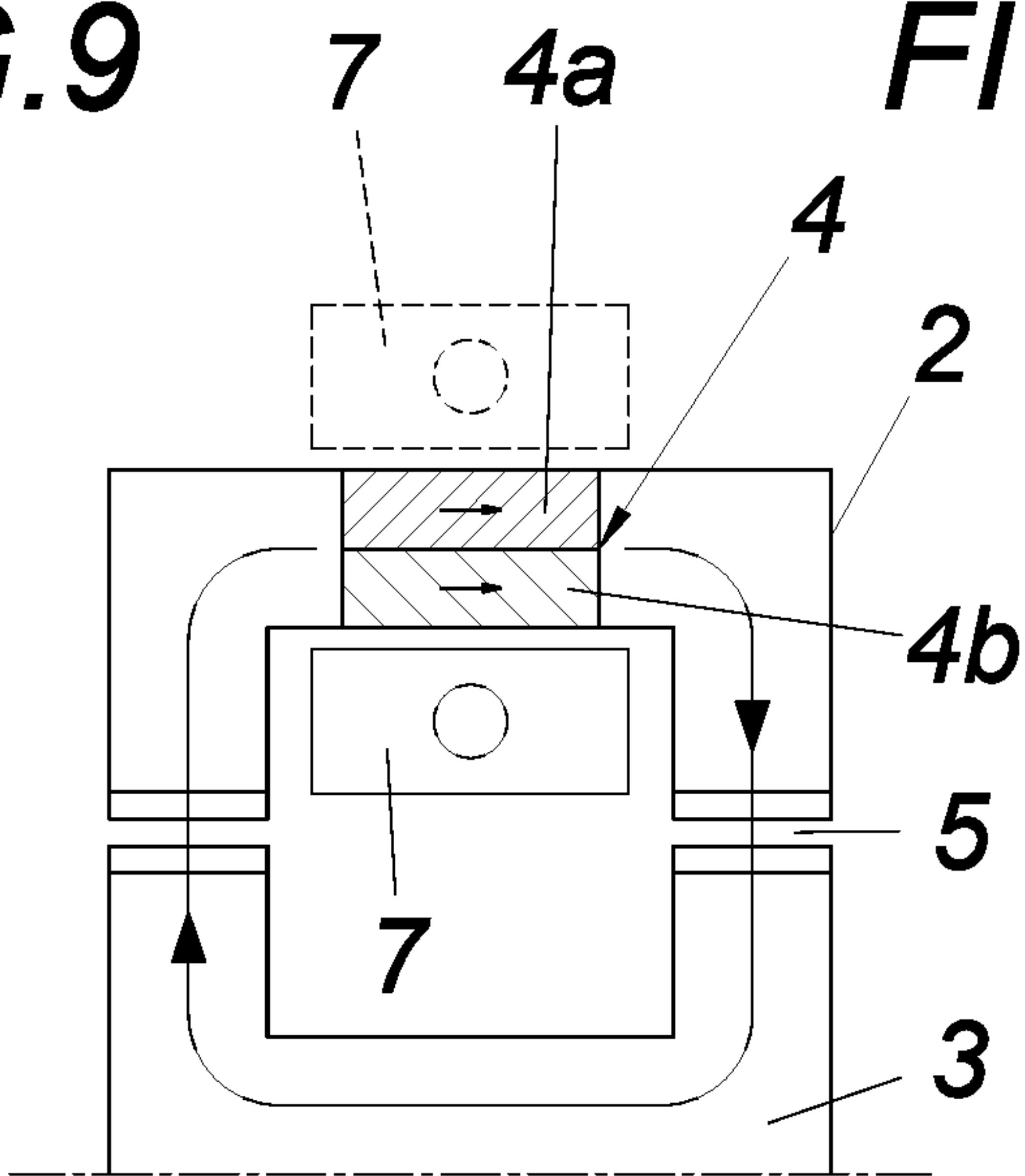


FIG.10

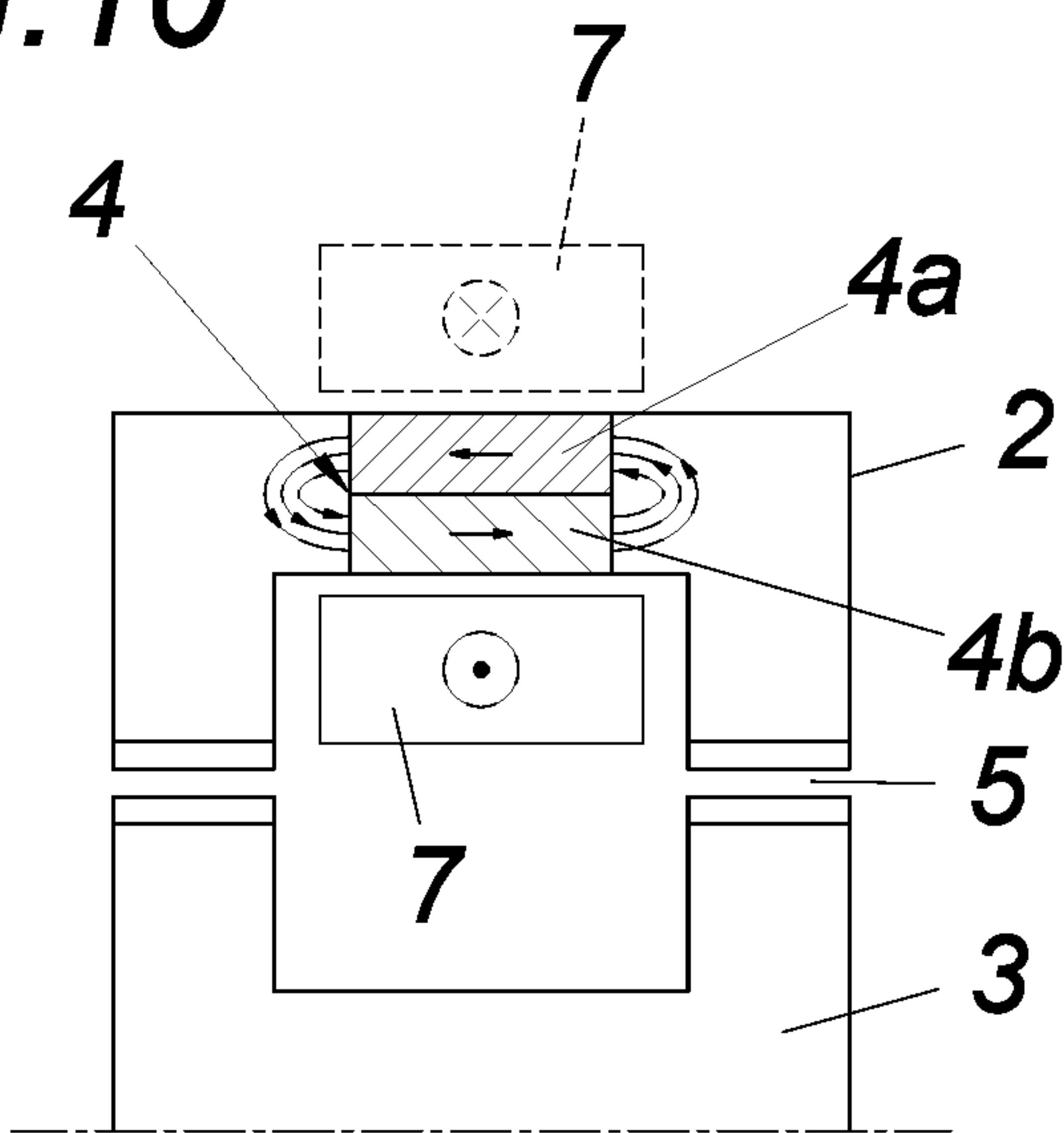


FIG.11

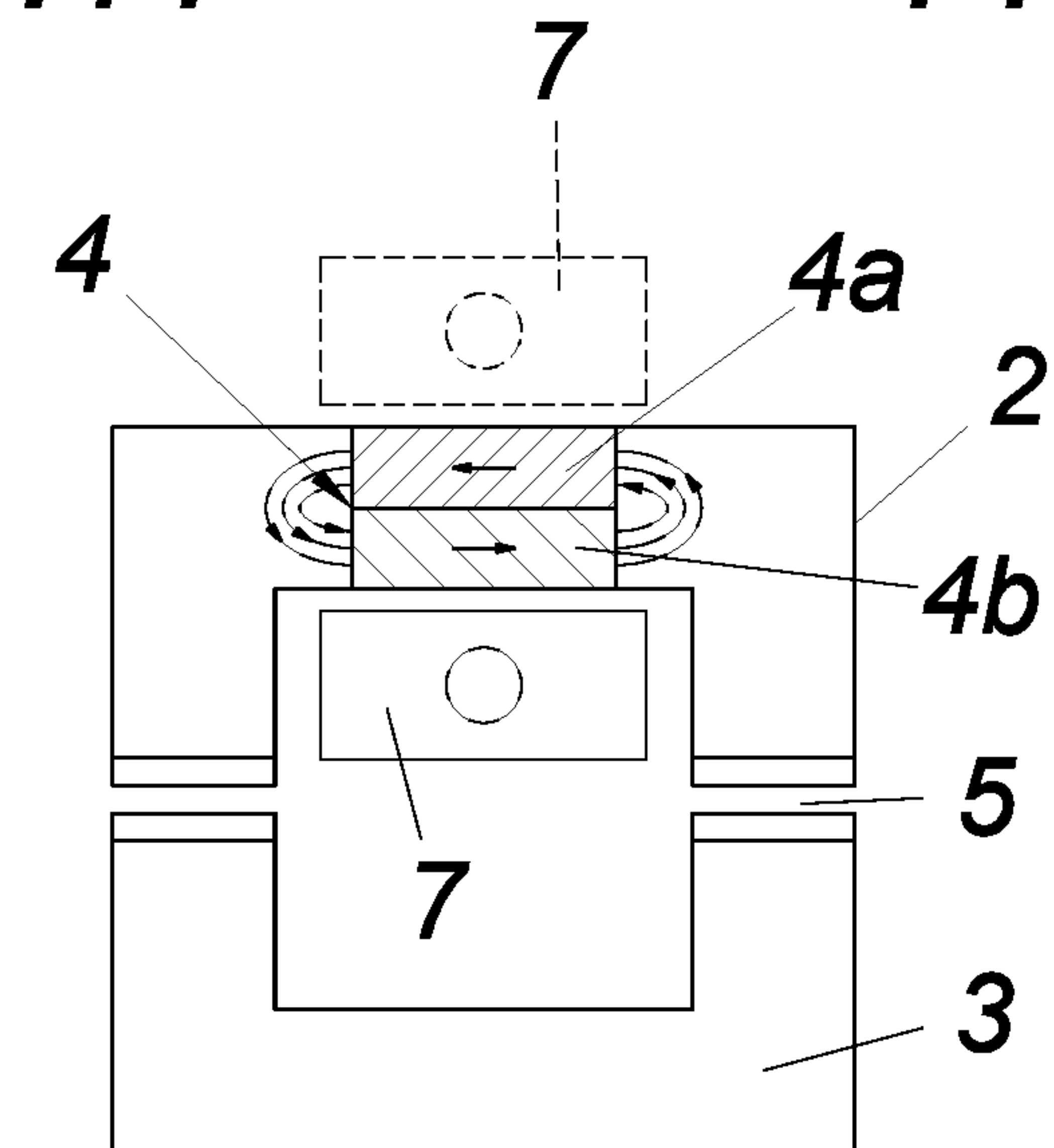


FIG.12

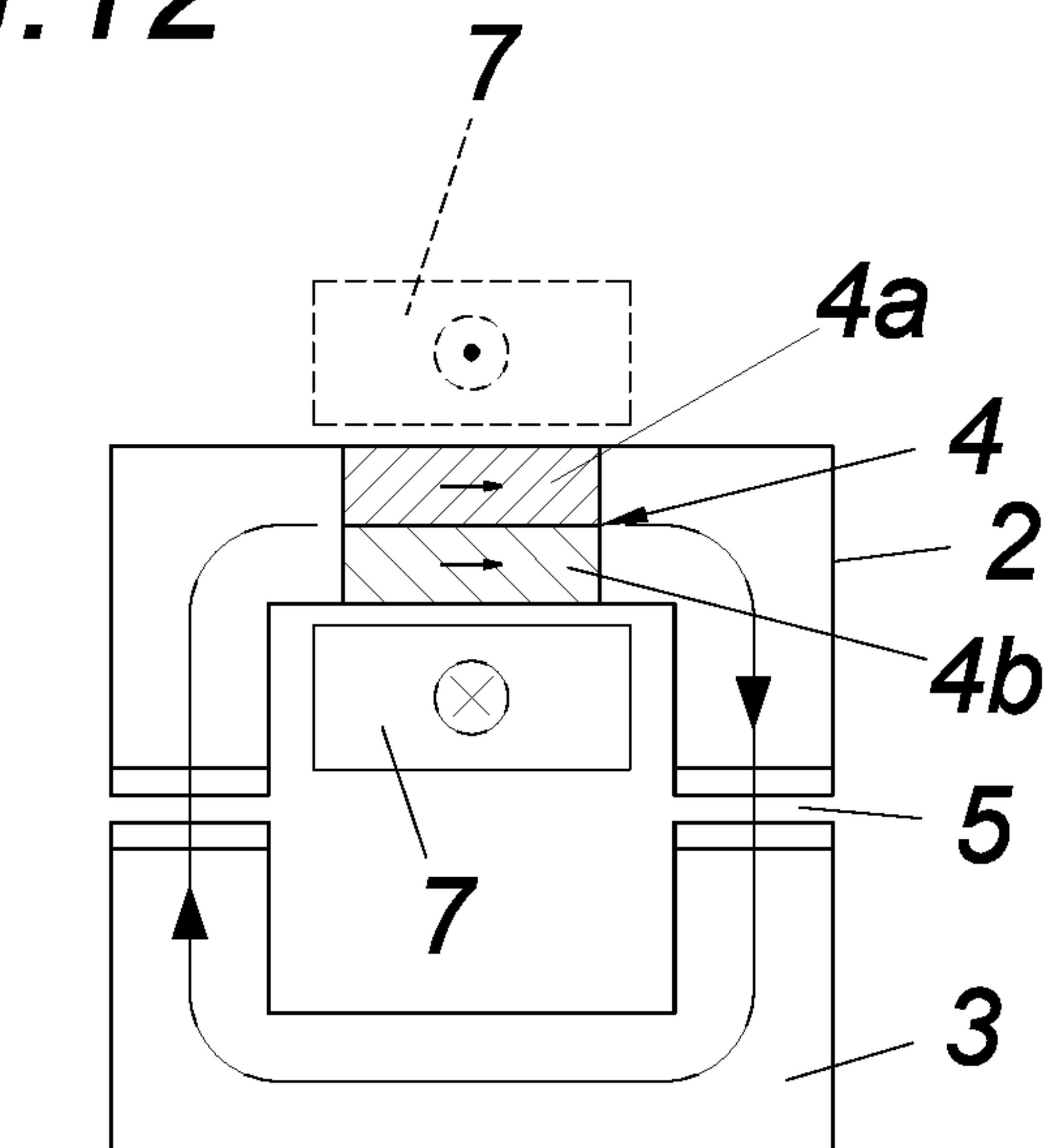


FIG.13

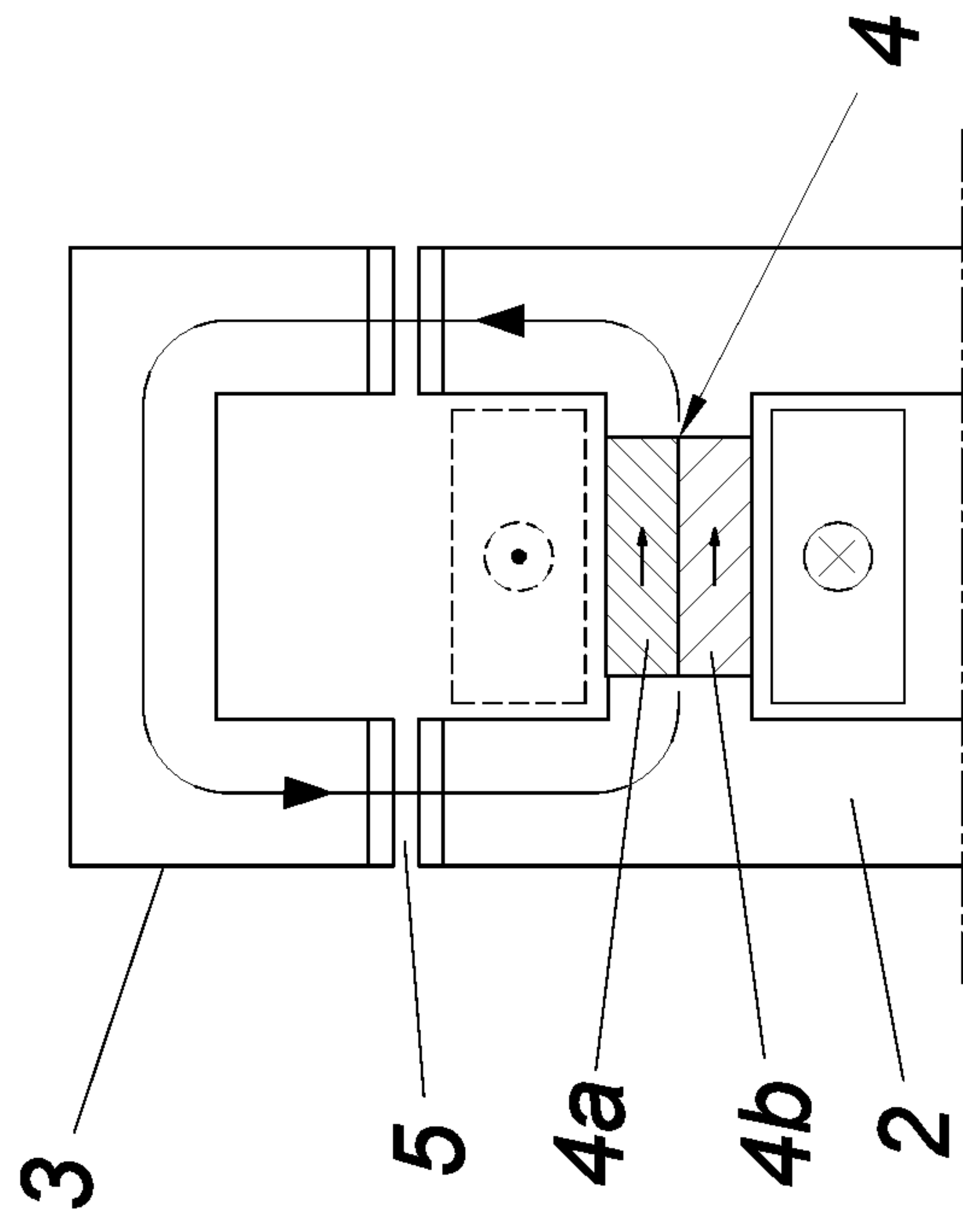


FIG.14

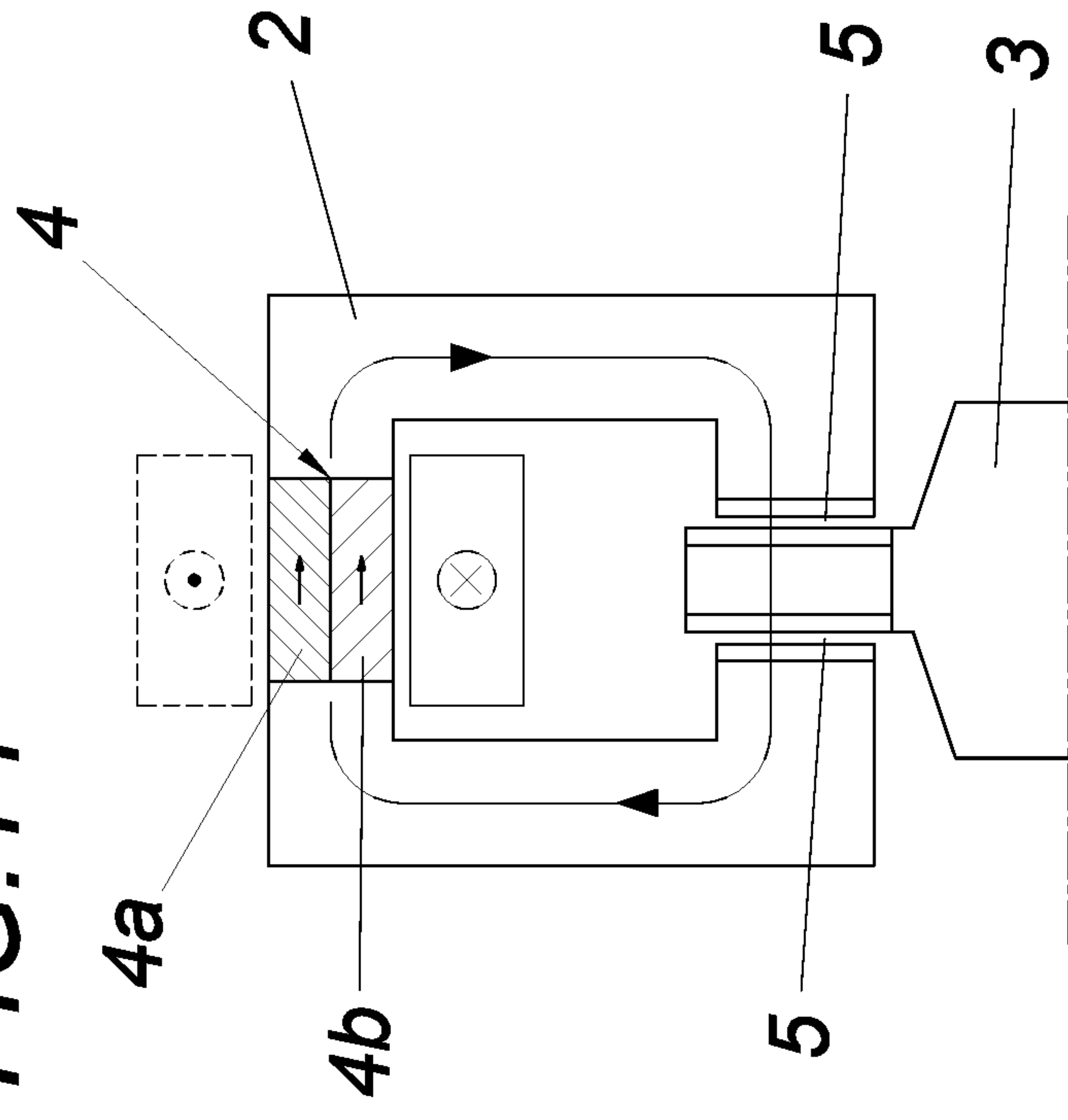
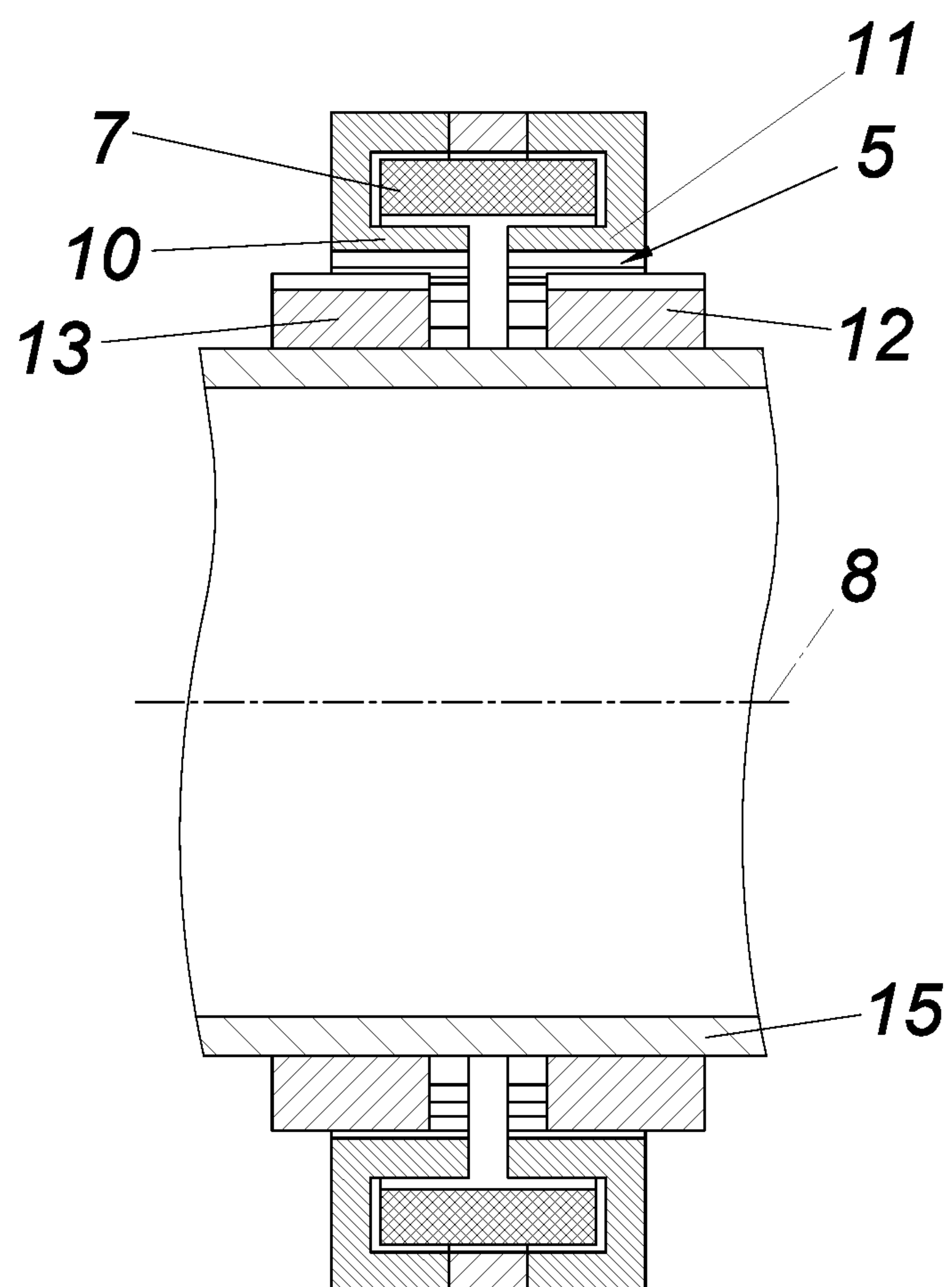


FIG.2a



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H02K 49/10 (2006.01); **H02K 49/06** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H02K 49/10 (2013.01); **H02K 49/06** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
H02K

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPIAP, PATENW, PATDEW

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 28.10.2019 eingereichten Ansprüchen 1-14 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102017129723 A1 (ARIANEGROUP GMBH) 13. Juni 2019 (13.06.2019) Zusammenfassung; Fig. 1, 2; Beschreibung der Figuren; Abs. 5, 10, 1-4, 16, 18, 20, 21, 38, 42, 43, 45-48	1-8, 13
Y		9
Y	EP 2395635 A1 (RINGFEDER POWER TRANSMISSION GMBH) 14. Dezember 2011 (14.12.2011) Zusammenfassung; Fig. 1A, 1B, 5; Beschreibung der Figuren	9
A		8
X	DE 102013202459 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 21. August 2014 (21.08.2014) Zusammenfassung; Fig. 1-4; Beschreibung der Figuren; Abs. 6, 8, 15, 18	1-8, 13
A	DE 102008053166 A1 (MAYR CHRISTIAN GMBH & CO KG) 29. April 2010 (29.04.2010) Zusammenfassung; Fig. 1-3; Beschreibung der Figuren	9

Datum der Beendigung der Recherche:
29.09.2020

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

KARLICEK Gerhard

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungs-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für
einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach
dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Magnetbremse (1) mit einem magnetischen Leiter, in dessen, einen Stator (2) und einen Rotor (3) aufweisenden, magnetischen Kreis wenigstens ein Permanentmagnet (4) angeordnet ist, der in dem magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss erzeugt, wobei ein Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) derart ausgebildet ist, dass sich über wenigstens einen Umfangsabschnitt (Max), ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt, an welchen Umfangsabschnitt (Max) wenigstens ein weiterer Umfangsabschnitt (Min) folgt, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt und dass der Permanentmagnet (4) das Feststellmoment zwischen Rotor (3) und Stator (2) bewirkt, wobei im magnetischen Kreis wenigstens eine Spule (7) vorgesehen ist, welche in den magnetischen Kreis einen dem vom wenigstens einen Permanentmagneten (4) erzeugten magnetischen Fluss entgegengesetzten oder unterstützenden magnetischen Fluss erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass ein Permanentmagnet (4) je wenigstens zwei Magnete (4a, 4b) mit unterschiedlich hoher Koerzitivfeldstärke umfasst, die in dem magnetischen Kreis einen gleich- oder entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss erzeugen.
2. Magnetbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) derart ausgebildet ist, dass sich über mehrere Umfangsabschnitte (Max), ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt, zwischen welchen Umfangsabschnitte (Max) je ein Umfangsabschnitt (Min) vorgesehen ist, an dem sich ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt.

3. Magnetbremse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Luftspalt (5) zwischen Rotor (3) und Stator (2) gegeneinander vorragende Zähne (6) vorgesehen sind, deren Zahnköpfe Umfangsabschnitte (Max) darstellen, zwischen denen sich je ein Maximum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt und deren Zahnfüße Umfangsabschnitte (Min) darstellen, zwischen denen sich je ein Minimum der permanentmagneterregten magnetischen Flussdichte zwischen Rotor (3) und Stator (2) einstellt.
4. Magnetbremse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Rotor (3) und Stator (2) nach Art von, gegebenenfalls schrägverzahnten, Stirnrädern ausgebildet sind.
5. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (4) eine rotorachsparelle Magnetisierung aufweist.
6. Magnetbremse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (4) in wenigstens eine Spule (7) eingebettet ist, die einen rotorachsparellen magnetischen Fluss erzeugt.
7. Magnetbremse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (4) stirnseitig von einem ferromagnetischen Material überdeckt ist.
8. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass über den Umfang des Stators (2) verteilt mehrere Permanentmagnete (4) voneinander beabstandet zwischen magnetischen Leitern angeordnet sind, wobei die Permanentmagnete (4) in Statorumfangsrichtung magnetisiert sind und wobei benachbarte Permanentmagnete (4) je eine entgegengesetzte Polarisierung aufweisen.
9. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (3) und/oder der Stator (2) je zwei mit einer in den Luftspalt (5)

vorrangende Verzahnung aufweisende gezahnte Räder (10, 11, 12, 13) umfasst, die gegenüber Rotor (3) und/oder Stator (2) rotorachsparell verschiebbar geführt sind.

10. Magnetbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Magnet (4a) eine geringere Koerzitivfeldstärke aufweist und beispielsweise aus AlNiCo besteht und dass der andere Magnet (4b) eine höhere Koerzitivfeldstärke aufweist und insbesondere aus NdFeB oder SmCo besteht.

11. Magnetbremse nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnet (4a) mit geringerer Koerzitivfeldstärke und der Magnet (4b) mit höherer Koerzitivfeldstärke einen zumindest annähernd gleichen magnetischen Fluss in dem magnetischen Kreis erzeugen.

12. Verfahren zum Betreiben einer Magnetbremse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 als Feststellbremse, wobei das Feststellmoment zwischen Rotor (3) und Stator (2) leistungslos von wenigstens einem Permanentmagnet (4) aufgebracht wird, der in dem magnetischen Kreis einen magnetischen Fluss erzeugt, wodurch zwischen Rotor (3) und Stator (2) ein Rastmoment erzeugt wird und dass zum Lösen der Magnetbremse ein Elektromagnet, nämlich wenigstens eine im magnetischen Kreis angeordnete Spule (7), mit Strom derart versorgt wird, dass entweder der mit dem Elektromagnet erzeugte Fluss den permanentmagneterzeugten magnetischen Fluss aufhebt oder dass der Permanentmagnet (4) entmagnetisiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Permanentmagnet (4) je wenigstens zwei Magnete (4a, 4b) mit unterschiedlich hoher Koerzitivfeldstärke umfasst, die in dem magnetischen Kreis einen gleich- oder entgegengesetzt gerichteten magnetischen Fluss erzeugen und dass die wenigstens eine im magnetischen Kreis angeordnete Spule (7) zum Lösen der Magnetbremse derart mit Strom versorgt wird, dass die Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit geringerer Koerzitivfeldstärke entgegen der Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit höherer Koerzitivfeldstärke ausgerichtet wird, womit die permanentmagneterzeugten magnetischen Flüsse einander entgegenwirken, sodass der Summenfluss im Luftspalt (5) verringert wird und dass die Spule (7) zum Feststellen der Magnetbremse derart mit Strom versorgt wird,

dass die Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit geringerer Koerzitivfeldstärke gleich der Richtung des magnetischen Flusses des Magneten mit höherer Koerzitivfeldstärke ausgerichtet wird, womit sich die permanentmagneterzeugten magnetischen Flüsse addieren, sodass der Summenfluss im Luftspalt (5) erhöht wird.