(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 06 868 T2** 2004.10.28

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 028 048 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 06 868.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 300 898.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **04.02.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.08.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **03.12.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.10.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B62D 6/02**

(30) Unionspriorität:

9902064	**10.02.1999**	**KR**
9917901	**18.05.1999**	**KR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Mando Corp., Pyungtaek, Kyonggi, KR

(72) Erfinder:
Kim, Je-deok, Wonju-shi, Kangwon-do, KR

(74) Vertreter:
Einsel und Kollegen, 38102 Braunschweig

(54) Bezeichnung: **Servolenkung für Kraftfahrzeuge**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug, und sie bezieht sich insbesondere auf eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug, die bei Betätigung die Lenkungskraft durch die Verwendung elektromagnetischer Kräfte in einer Weise so erhöht beziehungsweise senkt, dass die vom Fahrer aufzubringenden Lenkungskräfte abhängig von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs verändert werden.

[0002] Im Allgemeinen schließt eine bekannte hydraulische Servolenkung für ein Kraftfahrzeug, die einen hydraulischen Antrieb als Lenkungsunterstützungskraftquelle verwendet, eine Ausgangswelle, die mit den zu lenkenden Rädern des Fahrzeuges verbunden ist, und einen Drehstab für eine Eingangswelle ein, die mit dem Lenkrad verbunden ist. Die Ausgangswelle und der Drehstab sind koaxial miteinander verbunden. In dem Fall, dass durch einen Fahrer ein Lenkungsdrehmoment auf das Lenkrad ausgeübt wird, entsteht eine relative Winkelversetzung zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle in Bezug auf die Drehung des Drehstabs, welche durch das Ausüben des Lenkungsdrehmoments verursacht wird. Zu diesem Zeitpunkt wird abhängig von der relativen Winkelversetzung durch die Drehung eines Drehventils, das zwischen der Eingangswelle und einem Ventilkörper angeordnet ist, Fluiddruck auf eine Arbeitskammer ausgeübt, die der Lenkungsrichtung entspricht, wodurch Lenkungsunterstützungskraft erzeugt wird.

[0003] Eine Lenkungsunterstützungskraft, die auf diese Weise erzeugt wird, steht mit dem Lenkungsdrehmoment und der Drehversetzung des Drehstabs in Beziehung. **Fig.** 1 ist eine Darstellung, die die Beziehung zwischen dem Lenkungsdrehmoment und der Drehversetzung eines Drehstabs in einer Servolenkung für ein Kraftfahrzeug abbildet. Aus **Fig.** 1 kann leicht entnommen werden, dass bei einer Zunahme der Drehversetzung eines Drehstabs das Lenkungsdrehmoment ebenfalls im Verhältnis zur Drehversetzung des Drehstabes zunimmt.

[0004] Dadurch, dass die Steuerungseigenschaften lediglich durch die Drehversetzung des Drehstabs festgelegt werden, entsteht wie in **Fig.** 2 dargestellt eine proportionale Beziehung zwischen dem Lenkungsdrehmoment, das auf das Lenkrad ausgeübt wird, und der Lenkungsunterstützungskraft, die durch den Fluiddruck erzeugt wird, der auf einen Hydraulikzylinder ausgeübt wird.

[0005] Unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 ist eine Darstellung wiedergegeben, die die Beziehung zwischen dem Lenkungsdrehmoment und dem Fluiddruck in einer Servolenkung für ein Kraftfahrzeug zeigt. Beobachtet man die Änderung im Fluiddruck im Verhältnis zum Lenkungsdrehmoment, so kann man leicht erkennen, dass in einem unteren Bereich 'b' des Lenkungsdrehmoments, der Fluiddruck niedrig ist und sanft ansteigt, und, in einem höheren Bereich 'a' des Lenkungsdrehmoments "a", der Fluiddruck abrupt ansteigt. Wenn man daher ein Fahrzeug parkt oder es mit geringer Geschwindigkeit laufen lässt, werden Steuerungseigenschaften des höheren Bereiches 'a' des Lenkungsdrehmoments übernommen, in denen der Fluiddruck abrupt ansteigt, weil große Lenkungsunterstützungskräfte benötigt werden.

[0006] Wenn man dagegen bei einer mittleren Geschwindigkeit oder bei einer höheren Geschwindigkeit fährt, werden Steuerungseigenschaften des unteren Bereichs 'b' des Lenkungsdrehmoments übernommen, in denen der Fluiddruck niedrig ist, sodass die Fahrstabilität sichergestellt und das Fahrzeug mit geringer Lenkungsunterstützungskraft gesteuert wird.

[0007] In dem Fall, in dem der Drehmomentwert des Lenkrades einfach auf der Grundlage der Parksituation oder der Situation mit niedriger Fahrgeschwindigkeit festgelegt wird, und das Fahrzeug auch mit einem sehr geringen Drehmoment in der Situation des Fahrens mit hoher Geschwindigkeit gesteuert wird, entsteht dadurch jetzt ein Problem derart, dass die Geradeausfahrstabilität des Fahrzeuges bei der Situation mit hoher Fahrgeschwindigkeit verschlechtert wird. In dem Fall jedoch, bei dem der Drehmomentwert des Lenkrades weitgehend auf der Grundlage der Situation des Fahrens mit hoher Geschwindigkeit festgelegt wird, wird ein Problem dadurch verursacht, dass es unmöglich ist, eine zufriedenstellende Lenkungsunterstützungskraft in der Parksituation oder in der Situation mit niedriger Fahrgeschwindigkeit zu erhalten.

[0008] Um mit diesen Problemen umzugehen, wurde eine von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängige, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung entwickelt. In der von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängigen, eine Widerstandskraft erzeugenden Vorrichtung wird abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges das Lenkungsdrehmoment in Bezug auf die Drehversetzung geändert, und der Fluiddruck in Bezug auf das Lenkungsdrehmoment geändert, wodurch bei einer Situation mit niedriger Fahrgeschwindigkeit eine hohe Lenkungsunterstützungskraft mit geringem Lenkungsdrehmoment erreicht wird, und bei einer Situation mit hoher Fahrgeschwindigkeit, die Lenkungswiderstandskraft erhöht wird, um die Laufstabilität zu verbessern.

[0009] Bei einer von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängigen, eine Widerstandskraft erzeugenden Vorrichtung sind eine hydraulische, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung und eine elektromagnetische, eine Widerstandskraft erzeugende

Vorrichtung aus dem Stand der Technik bekannt. Die hydraulische, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung verwendet eine Reaktionskraft auf der Grundlage des Fluiddruckes einer einen Fluidfluss steuernden Vorrichtung, die eine Fluidzufuhrmenge erhöht, wenn ein Fahrzeug bei niedriger Geschwindigkeit läuft und eine Fluidzufuhrmenge verringert, wenn das Fahrzeug bei hoher Geschwindigkeit läuft. Die hydraulische, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung verwendet außerdem eine mechanische Reaktionskraft eines Ventils. Die elektromagnetische, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung verändert die Widerstandskraft durch einen Einsatz einer elektromagnetischen Kraft.

[0010] **Fig.** 3 ist eine teilweise weggebrochene, perspektivische Ansicht, die einen elektromagnetischen Mechanismus einer elektromagnetischen, eine Widerstandskraft erzeugenden Vorrichtung einer bekannten Servolenkung für ein Kraftfahrzeug abbildet.

[0011] Die elektromagnetische, eine Widerstandskraft erzeugende in **Fig.** 3 dargestellte Vorrichtung **92** ist in dem US-Patent 5,119,898 offenbart, welches alle Merkmale des Oberbegriffes des Anspruchs 1 zeigt, und schließt eine verkapselte ringförmige Anregungsspule **130**, ein zylindrisches Permanentmagnetringelement **104**, und zwei drehbare ferromagnetische Polstücke **106** und **108** ein. Die beiden drehbaren ferromagnetischen Polstücke **106** und **108** sind mit mehreren nach außen gerichteten Zähnen **120** und mehreren nach innen gerichteten Zähnen **122** ausgestattet. Das zylindrische Permanentmagnetringelement **104** wird durch eine Rotornabe **110** festgehalten, die einen Ventilkörper mittels eines Gleitlagers derart trägt, dass der Ventilkörper gedreht werden kann. Das drehbare ferromagnetische Polstück **106**, das dem zylindrischen Permanentmagnetringelement **104** gegenüberliegt, ist in einer Weise so angeordnet, dass es gemeinsam mit einer länglichen zylindrischen Haspelwelle gedreht werden kann.

[0012] Zugleich ist das zylindrische Permanentmagnetringelement **104** so ausgebildet, dass seine radialmagnetisierten Polaritäten sich in seiner Umfangsrichtung wiederholt abwechseln.

[0013] **Fig.** 4 ist eine schematische Ansicht, die den Magnetfluss eines Drehmagnetkreises des elektromagnetischen Mechanismus aus **Fig.** 3 abbildet.

[0014] Dabei stellt **Fig.** 4A einen Zustand dar, in welchem eine zentrierte Ausrichtung von Magnetfeldlinien bewirkt wird, und **Fig.** 4B stellt einen Zustand dar, in dem eine zentrierte Ausrichtung von Magnetfeldlinien aufgrund der Bewegung des zylindrischen Permanentmagnetringelementes **104** gestört ist.

[0015] In dem Fall, in dem kein Lenkungsdrehmoment auf ein Lenkrad ausgeübt wird, werden Magnetfeldlinien, die durch die eingekapselte ringförmige Anregungsspule **130** induziert werden, wie in der **Fig.** 4A dargestellt in einem Zustand gehalten, in welchem sie zwischen den beiden drehbaren ferromagnetischen Polstücken **106** und **108** zentriert sind. Dann, wenn ein Lenkungsdrehmoment auf das Lenkrad ausgeübt wird, wird das zylindrische Permanentmagnetringelement **104** aufgrund der Drehbedingungen des Ventilkörpers gedreht und dadurch, wie in der **Fig.** 4B dargestellt, wird die zentrierte Ausrichtung der Magnetfeldlinien gestört. Aufgrund der in diesem Fall gestörten Magnetfeldlinien wird, da ein Wiederherstellungsphenomen für die zentrierte Ausrichtung auftritt, eine Wiederherstellungskraft zum Zurückdrehen des zylindrischen Permanentmagnetringelements **104** in seine ursprüngliche Position erzeugt, und diese Wiederherstellungskraft wirkt als Widerstandskraft gegen die Lenkungsunterstützungskraft.

[0016] Auf diese Weise wird es durch Modifizierung der Größe der Wiederherstellungskraft der zentrierenden Ausrichtung der Magnetfeldlinien, die durch die eingekapselte ringförmige Anregungsspule **130** induziert werden, möglich, die Lenkungsunterstützungskraft abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges zu regeln.

[0017] Allerdings leidet die elektromagnetische, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung **92** aus dem Stand der Technik, die wie vorstehend aufgebaut ist, an Nachteilen dadurch, dass das zylindrische Permanentmagnetringelement **104** in einer Weise ausgebildet ist, bei der seine radialmagnetisierten Polaritäten sich wiederholt längs der Umfangsrichtung abwechseln, und dass es zwischen die beiden drehbaren ferromagnetischen Polstücke **106** und **108** eingeschoben ist, um eine hydraulische Betätigung der Servolenkung und eine Wiederherstellungskraft zum zentrierenden Ausrichten der Magnetfeldlinien, die von der eingekapselten ringförmigen Anregungsspule **131** induziert sind, zu erhalten, und eine Rückkehr des zylindrischen Permanentmagnetringelements **104** in seine ursprüngliche Position zu bewirken. Dadurch wird es schwierig, das zylindrische Permanentmagnetringelement **104** so zu magnetisieren, dass seine Polaritäten wiederholt längs der Umfangsrichtung wie vorbeschrieben abwechseln, wodurch die Produktivität verschlechtert wird.

[0018] Eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug mit einem zweistückigen inneren Polelement und ein Verfahren zum Herstellen desselben sind darüber hinaus in dem US-Patent 5,931,195 offenbart, das für Joel Edward Birsching et al. am 3. August 1999 veröffentlicht wurde (das heißt, nach dem Prioritätstag des vorliegenden Patentes), und das auf die General Motors Corporation übertragen wurde.

[0019] Die in der US-PS 5,931,195 offenbarte elek-

tromagnetische Vorrichtung sieht vor, eine Größe eines wirksamen Wiederherstellungsdrehmomentes eines Drehstabes zu verändern. Die elektromagnetische Vorrichtung weist eine stationäre Anregungsspule, ein inneres Polelement mit einer Verlängerung eines zylindrischen Ventilelementes mit mehreren nach außen gerichteten Zähnen, und ein äußeres auf einer Haspelwelle befestigtes und mit dieser drehendes und mit einer gleichen Zahl von gegenüberliegenden nach innen gerichteten Zähnen versehenes Polelement auf. Dabei weist das innere Polelement ein in einer ringförmigen zylindrischen durch die Spule erstreckt Konfiguration ausgebildetes Nabenelement aus einem ersten magnetischen Material mit einer hohen Magnetisierung für einen gegebenen Spulenstrom für einen maximalen Fluss durch die Spule auf, und weist außerdem ein Zahnelement, dass mehrere nach außen gerichtete Zähne besitzt und aus einem zweiten magnetischen Material mit einer kleineren Magnetisierung als das erste magnetische Material für den gegebenen Spulenstrom besteht, auf.

[0020] Allerdings ist die elektromagnetische, in der US-PS 5,931,195 offenbarte und wie vorstehend aufgebaute Vorrichtung nach wie vor mit einem Problem behaftet. Da das innere Polelement aus zwei magnetischen Materialien mit unterschiedlichen Magnetisierungen ausgebildet ist, wird keine Widerstandskraft, sondern lediglich eine Anziehungskraft erzeugt, und die Lenkungskraft wird unter Verwendung dieser Anziehungskraft geregelt. Daher ist der Regelbereich eines Fehlerwertes auf die Hälfte reduziert verglichen mit einer Struktur, die einen Permanentmagneten verwendet. Als Ergebnis ist es lediglich möglich, die Lenkungskraft in einer Weise zu regeln, dass die Lenkungskraft vergrößert wird, was heißt, dass das Lenkrad mit großer Kraftanstrengung zu drehen ist, und dass es unmöglich ist, die Lenkungskraft in einer Weise zu regeln, die die Lenkungskraft vermindert, was bedeutet, dass das Lenkrad mit wenig Kraftanstrengung zu drehen ist, wodurch eine zufriedenstellende Lenkungsunterstützungskraft nicht erreicht werden kann.

[0021] Dementsprechend wurde die vorliegende Erfindung gemacht in einem Bemühen, die in dem Stand der Technik auftretenden Probleme zu lösen. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug vorzuschlagen, in welcher alle kreisumfangförmig erstreckten radial inneren Teile und kreisumfangförmig erstreckten radial äußeren Teile eines Permanentmagnetrings, der in einer elektromagnetischen, eine Widerstandskraft erzeugenden Vorrichtung verwendet wird, in einer Form magnetisiert sind, sodass sie alle nur eine einzige magnetische Polarität besitzen, wodurch die Magnetisierungsarbeiten leicht durchgeführt und die Produktivität verbessert werden kann und gleichzeitig der magnetische Fluss, der von einer Anregungsspule erhalten wird und der magnetische Fluss, der von einem Permanentmagnetring erhalten wird, jeweils einander direkt entgegengesetzt sind, wodurch eine Widerstandskraft durch eine Anziehungskraft erhalten wird.

[0022] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug vorzuschlagen, in welchem eine Spurplatte (pass plate) und eine magnetische Polstückhülse derart ineinander integriert sind, dass sie einen Drehbehinderungsfaktor eliminieren, der andernfalls aufgrund der Anziehungskraft auftreten würde, durch welche die mit der magnetischen Polstückhülse verbundenen Elemente an der Spurplatte hängen bleiben könnten, wodurch sie die Drehbewegung der Drehelemente nicht behindern.

[0023] Zur Lösung der vorstehenden Aufgabe wird erfindungsgemäß eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, mit einer Eingangswelle, die mittig in einem Gehäuse angeordnet ist, mit einem Drehstab, der mit der Innenseite der Eingangswelle verbunden ist, mit einer Ritzelwelle, die mit dem unteren Ende der Eingangswelle verbunden ist, und mit einem Ventilkörper, der um die äußere Umfangsoberfläche der Eingangswelle eingerichtet ist, wobei die Servolenkung Lenkungsunterstützungskraft durch das Erzeugen eines Fluidflusses erhält, wobei die Servolenkung eine ringförmige Anregungsspule aufweist, die in Umfangsrichtung gewickelt und um die Eingangswelle herum zentriert ist, sowie einen Permanentmagnetring, der längs der magnetischen Feldlinien angeordnet ist, die durch die ringförmige Anregungsspule induziert werden, und sicher an dem Gehäuse befestigt ist, wobei der Permanentmagnetring einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen inneren Abschnitt und einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen äußeren Abschnitt besitzt, von denen jeder so magnetisiert ist, dass er eine einzige Polarität besitzt; und wobei die inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücke radial innerhalb des Permanentmagnets angeordnet und miteinander gekoppelt sind, um beide abhängig von einer Verschiebung der Eingangswelle und des Drehstabes zu einer Relativdrehung in der Lage zu sein, wobei sowohl das innere, als auch das äußere ferromagnetische Polstück mit mehreren Zähnen in einer Weise ausgebildet ist, dass die Zähne der inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücke einander gegenüber liegen.

[0024] Im Folgenden wird die Betriebsweise der erfindungsgemäßen Servolenkung mit den vorstehend erwähnten Merkmalen näher beschrieben.

[0025] Wenn die Magnetfeldlinien bei der Zufuhr von Strom zur ringförmigen Anregungsspule abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit induziert werden, wird durch die Anregungsspule eine magneti-

sche Kraft erzeugt und auf das innere ferromagnetische Polstück übertragen, und eine durch den Permanentmagnetring erzeugte magnetische Kraft wird auf das äußere ferromagnetische Polstück übertragen. Zu diesem Zeitpunkt wird durch die Umkehrung der Richtung des der Anregungsspule zugeführten Stromes dann, wenn das innere ferromagnetische Polstück eine Polarität besitzt, die der Polarität des äußeren ferromagnetischen Polstücks durch den Permanentmagnet entgegen gesetzt ist, eine Anziehungskraft zwischen den inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücken erzeugt, wodurch eine Widerstandskraft, die der Relativdrehung der inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücke entgegen wirkt, erzeugt wird. Wird andererseits wiederum bei einer Umkehrung der Richtung des der Anregungsspule zugeführten Stromes dann, wenn das innere ferromagnetische Polstück eine Polarität besitzt, die die gleiche ist, wie die des äußeren ferromagnetischen Polstücks durch den Permanentmagnetring, eine Abstoßungskraft zwischen den inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücken erzeugt, wodurch eine Widerstandskraft, die der Relativdrehung zwischen den inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücken entgegen wirkt, nicht erzeugt wird. Da es in Folge dessen möglich ist, abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit eine Widerstandskraft, die der Lenkungsunterstützungskraft entgegen wirkt, durch Anziehungskraft und Abstoßungskraft zwischen der von der Anregungsspule erzeugten Magnetkraft und der durch den Permanentmagnetkraft erzeugten Magnetkraft zu erzeugen und nicht zu erzeugen, kann eine stabile Lenkungsmöglichkeit sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Geschwindigkeitsbereichen erzielt werden.

[0026] Die vorstehenden Aufgaben und weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nach dem Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung noch verständlicher werden, wenn sie im Zusammenhang mit den Zeichnungen genommen wird, in welchen:

[0027] **Fig.** 1 eine Grafik ist, die den Zusammenhang zwischen dem Lenkungsdrehmoment und der Drehversetzung eines Drehstabs in einer Servolenkung für ein Kraftfahrzeug darstellt;

[0028] **Fig.** 2 eine Grafik ist, die den Zusammenhang zwischen dem Lenkungsdrehmoment und dem Fluiddruck in einer Servolenkung für ein Kraftfahrzeug darstellt;

[0029] **Fig.** 3 eine teilweise weggebrochene perspektivische Ansicht ist, die einen elektromagnetischen Mechanismus einer elektromagnetischen, einen Widerstand erzeugenden Vorrichtung einer bekannten Servolenkung für ein Kraftfahrzeug darstellt;

[0030] **Fig.** 4 eine schematische Ansicht ist, die den Magnetfluss eines Drehmagnetschaltkreises eines elektromagnetischen Mechanismus aus **Fig.** 3 darstellt;

[0031] **Fig.** 5 eine Querschnittsansicht von vorne in Längsrichtung ist, die eine elektromagnetische, von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängige, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung einer Servolenkung für ein Kraftfahrzeug entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0032] **Fig.** 6 eine Querschnittsansicht längs der Linie VI-VI aus der **Fig.** 5 ist;

[0033] **Fig.** 7 eine Querschnittsansicht in Längsrichtung ist, die eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0034] **Fig.** 8 eine Querschnittsansicht längs der Linie VIII-VIII in **Fig.** 7 ist;

[0035] **Fig.** 9 eine schematische Ansicht ist, die den Magnetfluss darstellt, der durch eine in **Fig.** 7 dargestellte Anregungsspule erhalten wird; und

[0036] **Fig.** 10 eine Grafik ist, die den Zusammenhang zwischen dem Eingangslenkungsdrehmoment und dem Fluiddruck in der Servolenkung für ein Kraftfahrzeug gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0037] Bezugnahme wird nunmehr in genauerem Detail auf eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung genommen, von der ein Beispiel in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. Wo immer möglich werden die gleichen Bezugszeichen in den gesamten Zeichnungen und der Beschreibung verwendet, um die gleichen oder ähnliche Teile zu bezeichnen.

[0038] **Fig.** 5 ist eine Querschnittsansicht von vorne in Längsrichtung, die eine elektromagnetische, von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängige, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung einer Servolenkung für ein Kraftfahrzeug in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt; und **Fig.** 6 ist eine Querschnittsansicht längs der Linie VI-VI aus **Fig.** 5.

[0039] Insgesamt besitzt eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug eine Eingangswelle **2**, die mittig in einem Gehäuse **1** angeordnet ist, einen Drehstab **3**, der mit der Innenseite der Eingangswelle **2** verbunden ist, eine Ritzelwelle **4**, die mit dem unteren Ende der Eingangswelle **2** verbunden ist und einen Ventilkörper **5**, der um die äußere Umfangsoberfläche der Eingangswelle **2** herum eingerichtet ist. In der Servolenkung schließt eine elektromagnetische, von der

Fahrzeuggeschwindigkeit abhängige, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein inneres gezahntes Element **11** ein, dass um die äußere Umfangsfläche der Eingangswelle **2** eingerichtet ist und mehrere Zähne **11a** besitzt, die auf der unteren Hälfte des inneren gezahnten Elements **11** ausgebildet sind; ein äußeres gezahntes Element **12** mit mehreren Zähnen **12a**, die auf der inneren Umfangsoberfläche des äußeren gezahnten Elements **12** in einer Weise so ausgebildet sind, dass sie den mehreren Zähnen **11a** des inneren gezahnten Elements **11** gegenüberliegen; eine in mehreren Wicklungen in Umfangsrichtung und über die Zähne **11a** und **12a** der inneren und äußeren gezahnten Elemente **11** und **12** geführte Spule **7**; eine eine äußere Oberfläche und eine äußere Umfangsoberfläche der Spule **7** umgebende Spurplatte **13** (pass plate **13**), um eine Unterstützung bei der Bildung von Magnetfeldlinien zu erhalten; einen um das äußere gezahnte Element 12 herum eingerichteten Permanentmagneten **14** eine um den Permanentmagneten **14** und eine unter dem inneren gezahnten Element **11**, dem äußeren gezahnten Element **12** und dem Permanentmagneten **14** eingerichtete magnetische Polstückhülse **15** angeordnete nicht magnetische Polstückhülse **16**. In der erfindungsgemäßen, elektromagnetischen, von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängigen, eine Widerstandskraft erzeugenden Vorrichtung besitzen der Permanentmagnet **14** und das äußere gezahnte Element **12** die gleiche Polarität, und das innere gezahnte Element **11** hat die andere, entgegengesetzte Polarität.

[0040] In der eine Widerstandskraft erzeugenden Vorrichtung wird durch die zwischen der Spurplatte **13** und der magnetischen Polstückhülse **15** erzeugte Magnetkraft eine Anziehungskraft erzeugt, durch welche die nicht magnetische Polstückhülse **16** und der mit der magnetischen Polstückhülse **15** verbundene Ventilkörper **5** dazu neigen, an der Passplatte **13** festzuhalten. Berücksichtigt man dies, kann es von Vorteil sein, wenn eine Abstoßungskraft im Hinblick auf eine sanfte Drehung der vorstehenden Komponenten ausgeübt wird. Hierzu wird eine Struktur, die in der Lage ist, durch eine zwischen der magnetischen Polstückhülse **15** und der nicht magnetischen Polstückhülse **16** erzeugte Abstoßungskraft die Widerstandskraft zu reduzieren, die der relativen Drehung zwischen diesen widersteht, in der folgenden Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt.

[0041] Die Betriebsweise der eine Widerstandskraft erzeugenden Vorrichtung, die wie vorstehend erwähnt aufgebaut ist, wird dabei im Zusammenhang mit einer Fahrzeugsituation beschrieben, bei der mit hoher Geschwindigkeit gefahren wird. Falls ein Fahrer ein Lenkrad dreht, während er mit hoher Geschwindigkeit fährt, wird während ein Strom der Spule **7** zugeführt wird in dem inneren gezahnten Element **11** eine elektromagnetische Kraft erzeugt. Beispielsweise werden in der vorliegenden Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Magnetfeldlinien in einer Weise so induziert, dass wenn der hinter dem äußeren gezahnten Element **12** angeordnete Permanentmagnet **14** eine N-Polarität besitzt, die elektromagnetische Kraft des inneren gezahnten Elements **11** eine S-Polarität besitzt, wodurch die Kraftanstrengung zum Drehen des Lenkrades durch die zwischen diesen erzeugte magnetische Kraft (Anziehungskraft) schwer gemacht wird. Wenn daher das Lenkrad gedreht wird, wird die gemeinsam mit dem Lenkrad gedrehte Eingangswelle **2** nicht leicht gedreht, so dass die Laufstabilität sichergestellt werden kann.

[0042] Das bedeutet, dass wenn die Magnetfeldlinien in einer Weise induziert werden, dass das äußere gezahnte Element **12** vollständig in N-Polarität magnetisiert wird und das innere gezahnte Element **11** vollständig in S-Polarität magnetisiert wird, dann erzeugt der Magnetfluss rund um die Spule **7** eine stärkere magnetische Kraft, weil die Spurplatte **13** die Bildung von Magnetfeldlinien unterstützt.

[0043] **Fig.** 7 ist eine Querschnittsansicht in Längsrichtung, die eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt; **Fig.** 8 ist eine Querschnittsansicht längs der Linie VIII-VIII der **Fig.** 7.

[0044] Wie man den **Fig.** 7 und 8 leicht entnehmen kann, besitzt eine Servolenkung für ein Kraftfahrzeug eine Eingangswelle **220**, die in einem mittleren Abschnitt eines ersten Gehäuses **200** befestigt ist, einen Drehstab **230**, der in der Eingangswelle **220** eingeführt ist, eine Ritzelwelle **240**, die mit dem unteren Ende der Eingangswelle **220** verbunden ist, und einen Ventilkörper **250**, der um die äußere Umfangsfläche der Eingangswelle **220** herum eingerichtet ist. Ein Ritzel **242**, das auf der äußeren Umfangsfläche der Ritzelwelle **240** ausgebildet ist, kämmt mit einer Zahnstange **244**. Eine Bestätigungskraft eines Lenkrades, die auf die Eingangswelle **220** übertragen wird, wird mittels des Ritzels **242** und der Zahnstange **244** weiter auf eine Ausgangswelle übertragen, wodurch sie die lenkbaren Räder in einer Drehrichtung dreht.

[0045] In der Servolenkung schließt eine elektromagnetische, von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängige, eine Widerstandskraft erzeugende Vorrichtung entsprechend der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine in Umfangsrichtung gewickelte und um die Eingangswelle **220** zentrierte ringförmige Anregungsspule **130** ein; ein zweites, auf dem ersten Gehäuse **200** zum Bilden von durch die ringförmige Anregungsspule **130** induzierten Magnetfeldlinien befestigtes Gehäuse **270**; einen fest auf

dem zweiten Gehäuse **270** befestigten Permanentmagnetring **204**, der einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen inneren Abschnitt und einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen äußeren Abschnitt besitzt, die beide so magnetisiert sind, dass sie eine einzige Polarität besitzen; und innere und äußere radial innerhalb des Permanentmagnetrings **204** angeordnete und miteinander gekoppelte ferromagnetische Polstücke **206** und **208**, die zu einer relativen Drehung abhängig von der Versetzung der Eingangswelle **220** und des Drehstabes **230** in der Lage sind, wobei sowohl das innere als auch das äußere ferromagnetische Polstück **206** und **208** mit mehreren Zähnen **216** beziehungsweise **218** in einer Weise versehen sind, dass die Zähne **216** und **218** auf den inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücken **206** und **208** einander gegenüber liegen.

[0046] Das äußere ferromagnetische Polstück **208** ist in einer Weise so angeordnet, dass ein vorbestimmter Abstand zwischen dem äußeren ferromagnetischen Polstück **208** und dem Permanentmagnetring **204** gebildet wird, wodurch diese in der Lage sind, abhängig von der Bewegung der Eingangswelle **220** gedreht zu werden.

[0047] Wenn der ringförmigen Anregungsspule **130** wie in **Fig.** 8 dargestellt Strom zugeführt wird, dann werden Magnetfeldlinien durch das innere ferromagnetische Polstück **206**, das äußere ferromagnetische Polstück **208**, den Permanentmagnetring **204** und das äußere Gehäuse **270** gebildet.

[0048] Wie man am Besten in **Fig.** 8 sieht, fließt der durch die ringförmige Anregungsspule **130** erhaltene Magnetfluss außerdem durch das innere ferromagnetische Polstück **206**, das äußere ferromagnetische Polstück **208**, den Permanentmagnetring **204** und das zweite Gehäuse **270**. Andererseits wird in dem Fall, dass eine Richtung des durch die ringförmige Anregungsspule **230** erhaltenen Magnetflusses umgedreht wird, der Magnetfluss in umgedrehter Reihenfolge fließen, was bedeutet, durch das zweite Gehäuse **270**, den Permanentmagnetring **204**, das äußere ferromagnetische Polstück **208** und das innere ferromagnetische Polstück **206**.

[0049] Im Folgenden wird ein eine Widerstandskraft erzeugendes Verfahren der Servolenkung unter Verwendung einer elektromagnetischen Kraft im Detail unter Bezugnahme auf **Fig.** 9 beschrieben werden. **Fig.** 9 ist eine schematische Ansicht, die den magnetischen Fluss abbildet, der durch eine Anregungsspule erhalten wird, wie sie in **Fig.** 7 dargestellt ist.

[0050] **Fig.** 9A gibt den Zustand wieder, in welchem eine Anziehungskraft zwischen dem inneren ferromagnetischen Polstück **206** und dem äußeren ferromagnetischen Polstück **208** wirkt, und die **Fig.** 9B stellt den Zustand dar, in welchem eine Abstoßungskraft zwischen dem inneren ferromagnetischen Polstück **206** und dem äußeren ferromagnetischen Polstück **208** wirkt.

[0051] Wird zunächst wie in **Fig.** 9A dargestellt ein Strom der ringförmigen Anregungsspule **130** durch eine Steuereinheit zugeführt, um dadurch die Erzeugung einer kraftvollen Widerstandskraft zu ermöglichen, die der Lenkkraft des Fahrers entgegenwirkt, so werden die mehreren Zähne **216** des inneren ferromagnetischen Polstücks **206** in einer S-Polarität magnetisiert. Gleichzeitig werden die mehreren Zähne **218** des äußeren ferromagnetischen Polstücks **208** durch den Permanentmagnetring **204** mit einer N-Polarität magnetisiert. Dementsprechend wirkt eine kraftvolle Anziehungskraft zwischen dem inneren ferromagnetischen Polstück **206** und dem äußeren ferromagnetischen Polstück **208** und erzeugt auf diese Weise eine kraftvolle Widerstandskraft, die der Drehung des Drehstabes **230** entgegen wirkt.

[0052] Wird außerdem wie in **Fig.** 9B dargestellt ein in seiner Richtung umgekehrter Strom der ringförmigen Anregungsspule **130** durch die Steuereinheit zugeführt, um so eine der Lenkkraft des Fahrers entgegenwirkende Widerstandskraft nicht zu erzeugen, so werden die mehreren Zähne **216** des inneren ferromagnetischen Polstücks **206** mit einer N-Polarität magnetisiert. Gleichzeitig werden die mehreren Zähne **218** des äußeren ferromagnetischen Polstücks **208** durch den Permanentmagnetring **204** in einer N-Polarität magnetisiert. Dementsprechend wirkt eine kraftvolle Abstoßungskraft zwischen dem inneren ferromagnetischen Polstück **206** und dem äußeren ferromagnetischen Polstück **208** und führt so dazu, dass kein unerwünschter Einfluss auf die Drehung des Drehstabes **230** ausgeübt wird.

[0053] **Fig.** 10 ist eine Graphik, die die Beziehung zwischen dem Eingangslenkungsdrehmoment und dem Fluiddruck in der Servolenkung für ein Kraftfahrzeug nach der vorliegenden Erfindung dargestellt.

[0054] Folgendes kann man leicht aus der **Fig.** 10 entnehmen: Vergrößert man die Stromstärke, die der ringförmigen Anregungsspule **130** zugeführt wird, in der positiven Richtung, so bewegen sich die resultierenden Kurven in der Graphik nach rechts. Dadurch wird es möglich, eine Charakteristik zu erhalten, in welcher das Eingangslenkungsdrehmoment bei konstantem Fluiddruck gesteigert wird.

[0055] Insbesondere bezeichnet die Kurve 'A' ein Lenkungsdrehmoment beim Parken, die Kurve 'B' ein Lenkungsdrehmoment beim Fahren mit mittlerer Geschwindigkeit, und die Kurve 'C' bezeichnet ein Lenkungsdrehmoment bei einem Fahren mit hoher Geschwindigkeit.

[0056] Vergrößert man ferner die Stromstärke, die

der ringförmigen Anregungsspule **130** zugeführt wird in negativer Richtung, so bewegen sich die resultierenden Kurven in der Graphik nach links. Dadurch wird es möglich, eine Charakteristik zu erhalten, in welcher das Eingangslenkungsdrehmoment bei konstantem Fluid-druck abnimmt.

[0057] Dementsprechend wird es durch das Regeln der Größe und der Richtung des Stromes, der der ringförmigen Anregungsspule **130** zugeführt wird, möglich, unterschiedliche Lenkkräfte des Lenkrades bei der gleichen Torsionseigenschaft des Drehstabes **230** für die Parksituation, die Situation bei niedriger Geschwindigkeit und die Situation bei hoher Geschwindigkeit zu erhalten.

[0058] Wie oben beschrieben entstehen durch eine erfindungsgemäße Servolenkung für ein Kraftfahrzeug Vorteile dadurch, dass es durch die Verwendung einer Anziehungskraft und einer Abstoßungskraft zwischen einer magnetischen, durch eine Anregungsspule erzeugten Kraft und einer magnetischen, durch einen Permanentmagneten erzeugten Kraft möglich wird, eine passende Widerstandskraft zu erzeugen, die der Lenkungsunterstützungskraft entgegen wirkt, so dass eine stabile Lenkbarkeit sowohl im Bereich niedriger Geschwindigkeit als auch im Bereich hoher Geschwindigkeit erzielt werden kann.

[0059] Außerdem können durch den Umstand, dass der Permanentmagnet einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen inneren Abschnitt und einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen äußeren Abschnitt besitzt, die beide in einer einzigen Polarität magnetisiert sind, die Magnetisierungsarbeiten leicht durchgeführt werden und dadurch die Produktivität verbessert werden.

[0060] Da außerdem die Spurplatte und eine magnetische Polstückhülse, die die Magnetfeldlinien bilden, ineinander integriert sind, wird es möglich, die Drehbewegung der drehbaren Elemente nicht zu behindern.

[0061] In den Zeichnungen und der Beschreibung werden typische bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung offenbart, und obwohl spezifische Begriffe verwendet werden, werden sie lediglich in ihrer allgemeinen und beschreibenden Weise verwendet und nicht zum Zwecke der Beschränkung des Schutzbereiches der Erfindung, der in den folgenden Ansprüchen ausgeführt wird.

Patentansprüche

1. Servolenkung für ein Kraftfahrzeug, mit einer Eingangswelle (**2**, **220**), die mittig in einem Gehäuse (**1**, **200**) angeordnet ist, mit einem Drehstab (**3**, **230**), der mit der Innenseite der Eingangswelle verbunden ist, mit einer Ritzelwelle (**4**, **240**), die mit dem unteren Ende der Eingangswelle verbunden ist, und mit einem Ventilkörper (**5**, **250**), der um die äußere Umfangsoberfläche der Eingangswelle eingerichtet ist, wobei die Servolenkung Lenkungsunterstützungskraft durch das Erzeugen eines Fluidflusses erhält, wobei die Servolenkung aufweist:
eine ringförmige Anregungsspule (**7**, **130**), die in Umfangsrichtung gewickelt und um die Eingangswelle herum zentriert ist;
einen Permanentmagnetring (**14**, **204**), der längs der magnetischen Feldlinien angeordnet ist, die durch die ringförmige Anregungsspule induziert werden, und sicher an dem Gehäuse befestigt ist;
innere und äußere ferromagnetische Polstücke (**11**, **206**; **12**, **208**), die miteinander gekoppelt sind, um beide abhängig von einer Verschiebung der Eingangswelle und des Drehstabes zu einer Relativdrehung in der Lage zu sein, wobei sowohl das innere, als auch das äußere ferromagnetische Polstück mit mehreren Zähnen (**11a**, **216**; **12a**, **218**) in einer Weise ausgebildet ist, dass die Zähne der inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücke einander gegenüber liegen;
dadurch gekennzeichnet,
dass der Permanentmagnetring einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen inneren Abschnitt und einen in Umfangsrichtung erstreckten radialen äußeren Abschnitt besitzt, von denen jeder so magnetisiert ist, dass er eine einzige Polarität besitzt; und
dass die inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücke radial innerhalb des Permanentmagnetrings angeordnet sind.

2. Servolenkung nach Anspruch 1, bei der das innere ferromagnetische Polstück (**11**) um die äußere Umfangsfläche der Eingangswelle eingerichtet ist und mehrere Zähne (**11a**) besitzt, welche auf einer unteren Hälfte des inneren ferromagnetischen Polstücks ausgebildet sind;
bei der das äußere ferromagnetische Polstück (**12**) mehrere Zähne (**12a**) besitzt, die auf einer inneren Umfangsfläche des äußeren ferromagnetischen Polstücks derart ausgebildet sind, dass sie den mehreren Zähnen des inneren ferromagnetischen Polstücks gegenüber stehen;
bei der die Spule (**7**) mit mehreren Windungen in einer Umfangsrichtung und oberhalb der mehreren Zähne der inneren und äußeren ferromagnetischen Polstücke gewickelt ist;
bei der das System eine Spurplatte (pass plate, **13**) umgebend eine obere Oberfläche und eine äußere Umfangsfläche der Spule besitzt, um eine Unterstützung bei der Bildung der Magnetfeldlinien zu erhalten;
bei der der Permanentmagnet (**14**) um die äußeren gezahnten Elemente eingerichtet ist und
eine magnetische rund um den Permanentmagneten eingerichtete Polstückhülle (**15**) besitzt; und
bei der das System eine unter dem inneren und dem äußeren ferromagnetischen Polstück und dem Per-

manentmagneten angeordnete nichtmagnetische Polstückhülle (**16**) besitzt, wobei der Permanentmagnet und das äußere ferromagnetische Polstück die gleiche eine Polarität besitzen, während das innere ferromagnetische Polstück die andere entgegengesetzte Polarität besitzt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

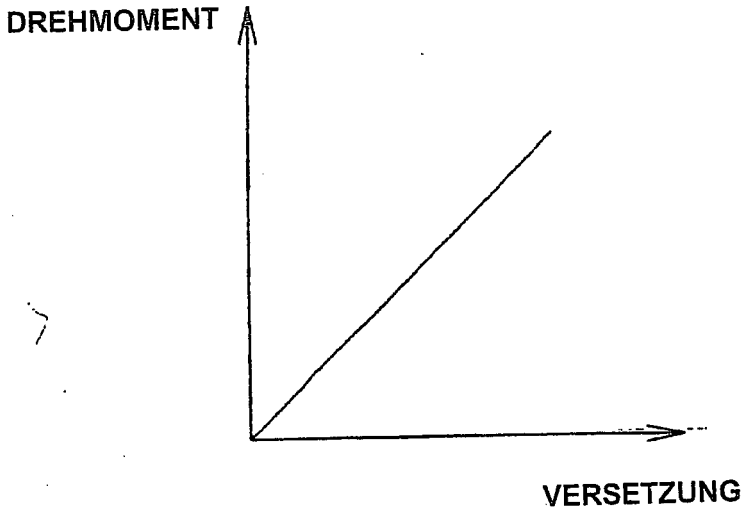


FIG. 2

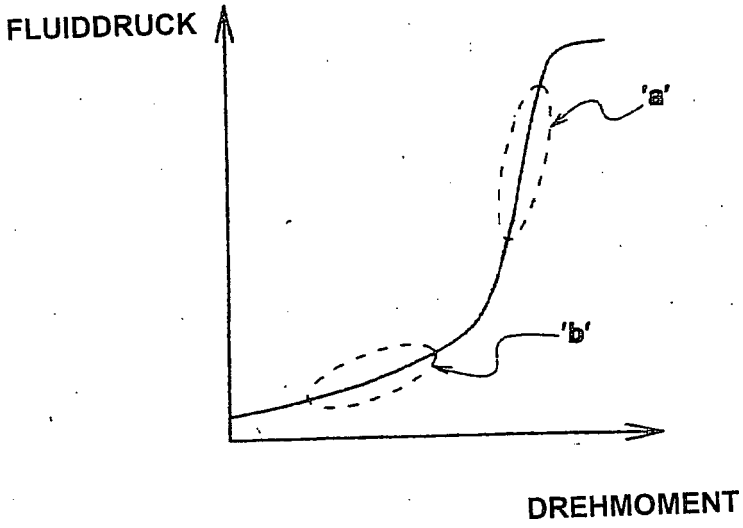


FIG. 3

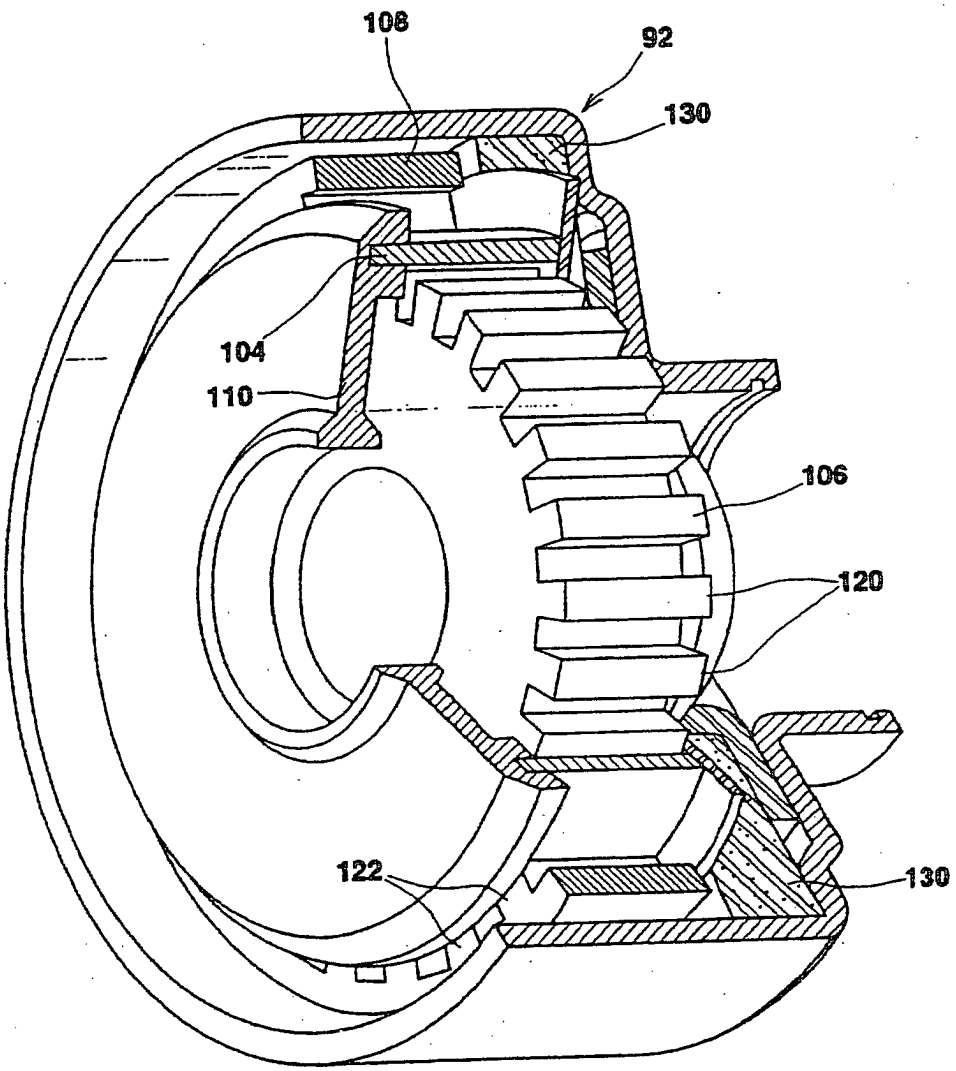


FIG. 4A

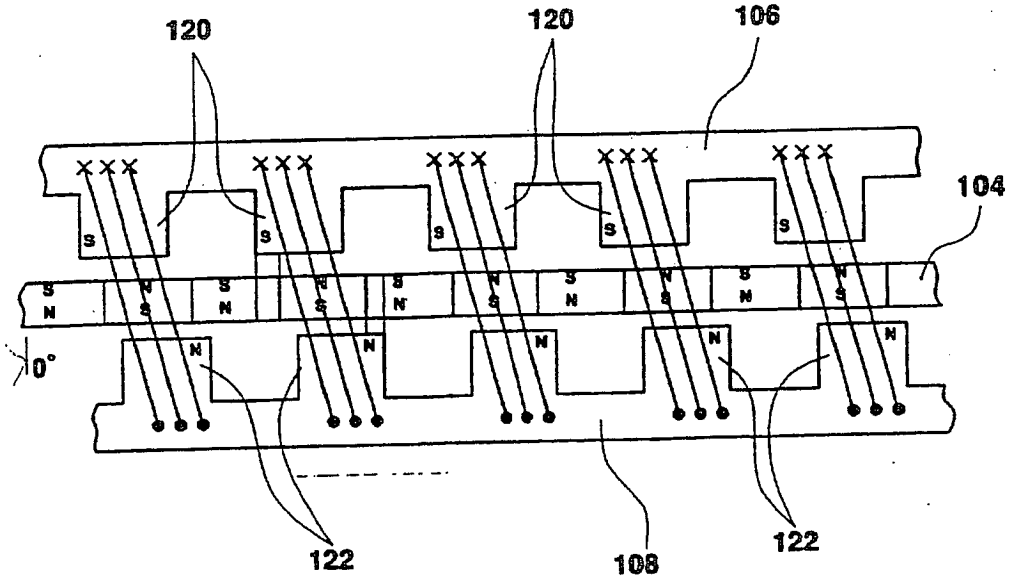


FIG. 4B

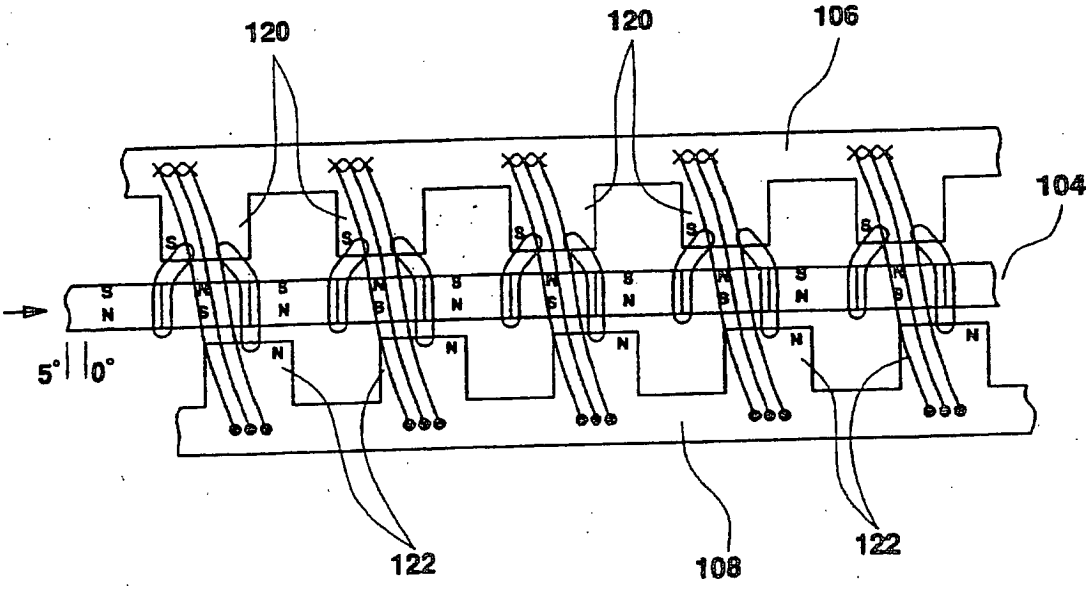


FIG. 5

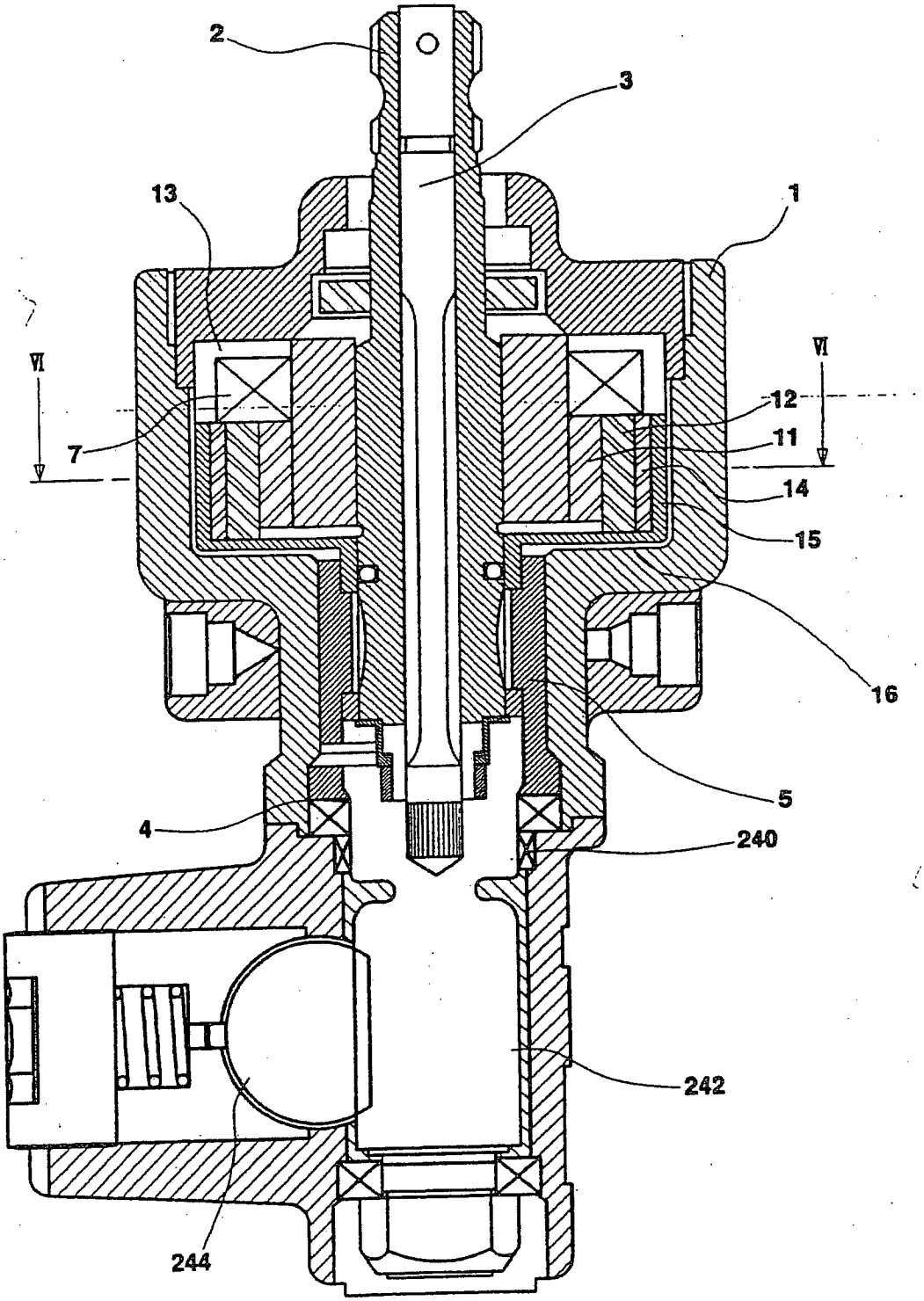


FIG. 6

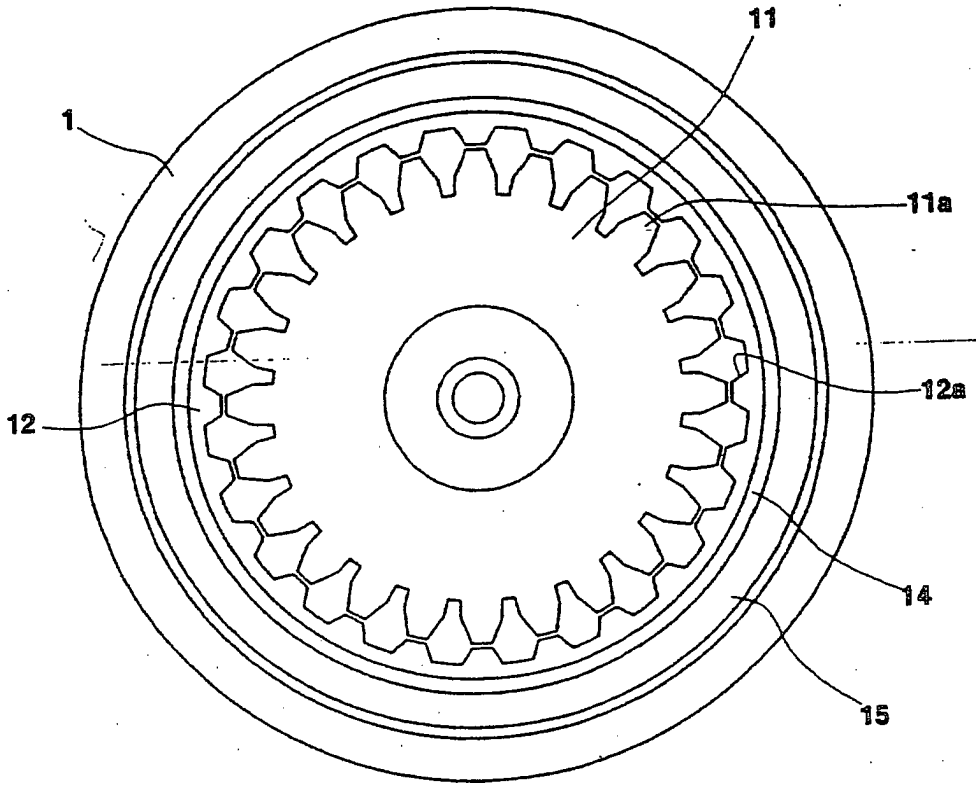


FIG. 7

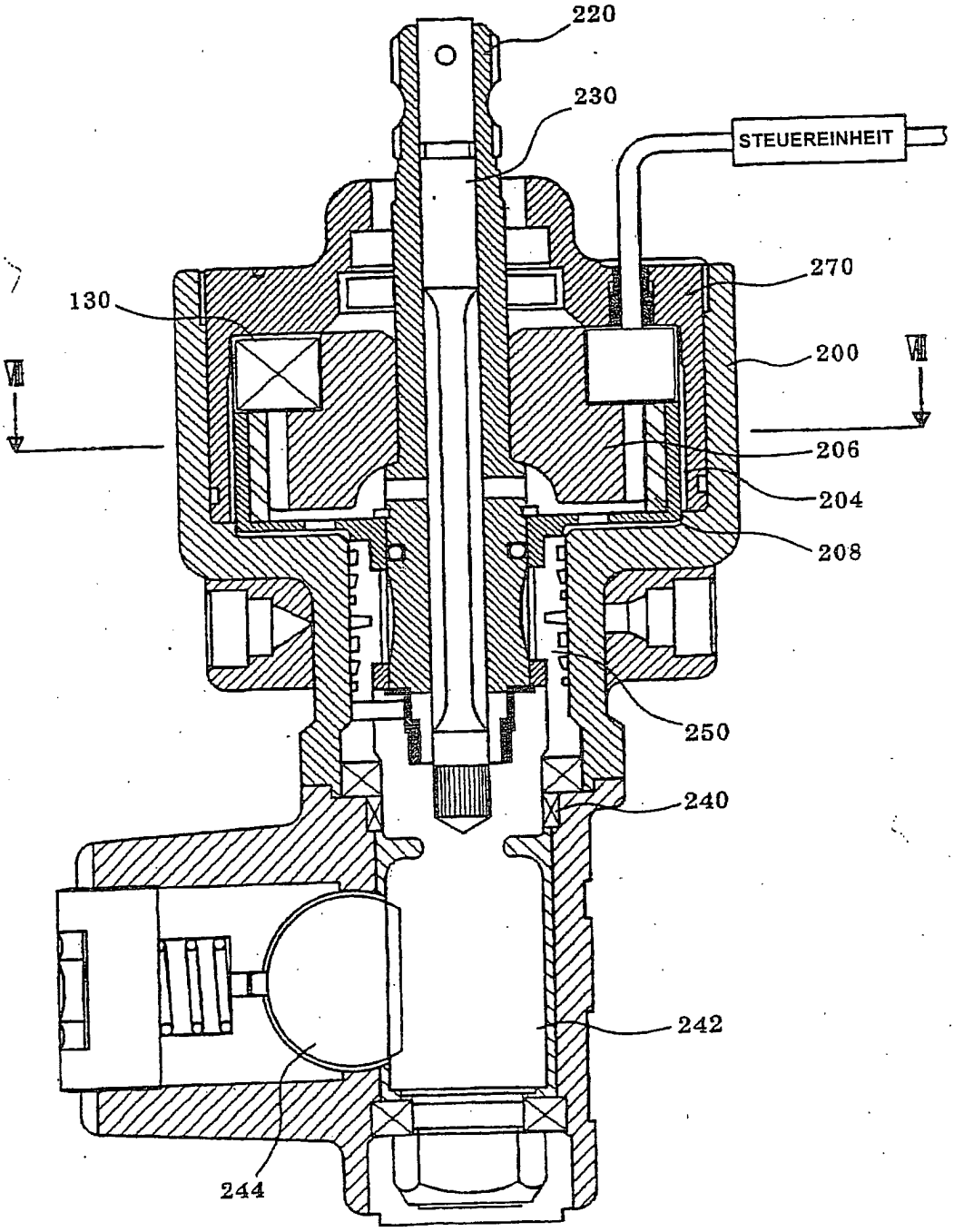

220
230
STEUEREINHEIT
270
130
200
VII
VII
206
204
208
250
240
242
244

FIG. 8

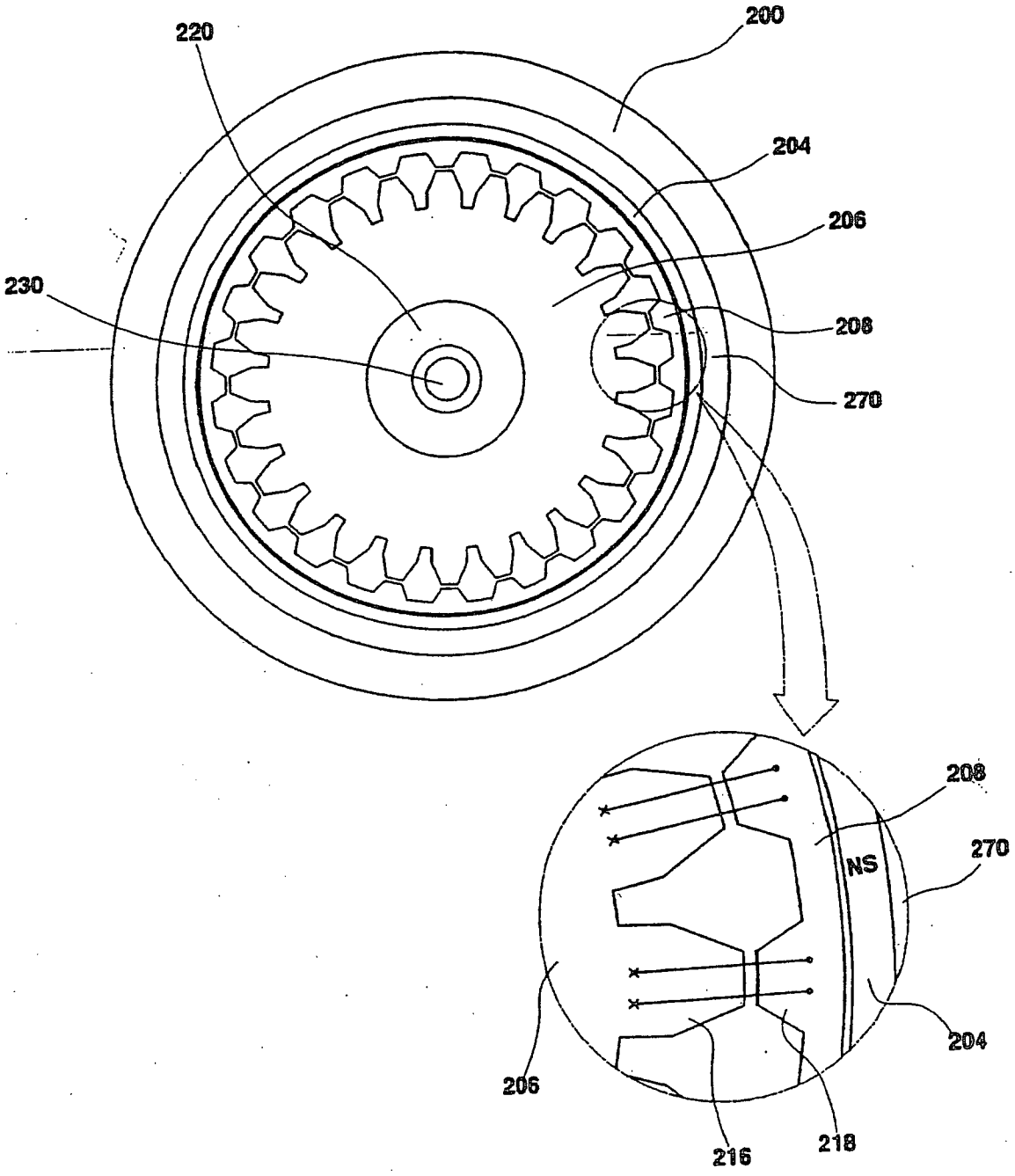


FIG. 9A

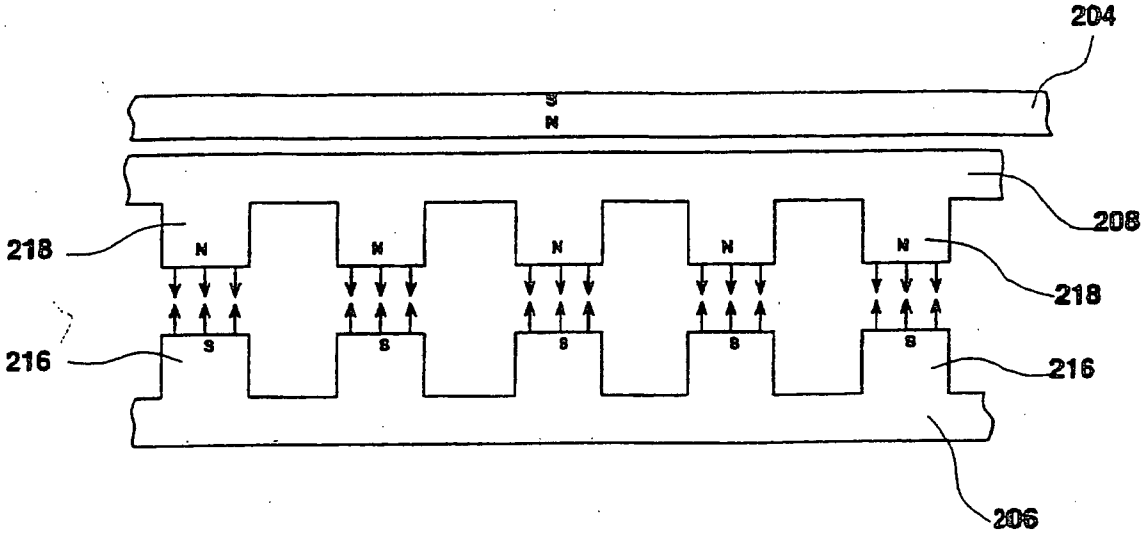

204
S
N
208
218
N
N
N
N
N
218
216
S
S
S
S
S
216
206

FIG. 9B

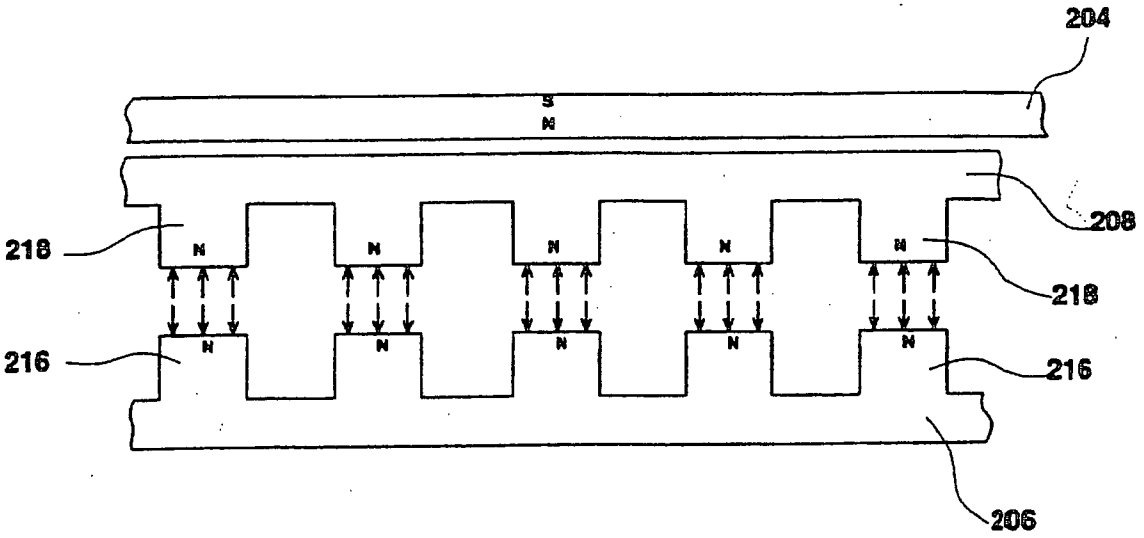
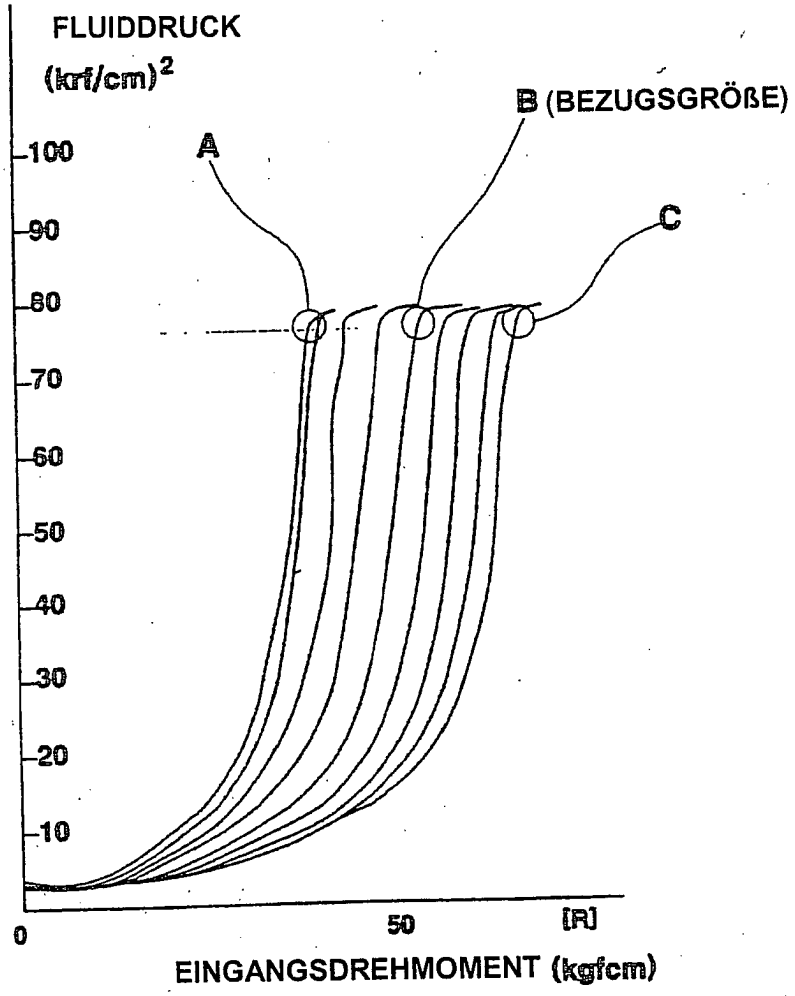

204
S
N
208
218
N
N
N
N
N
218
216
N
N
N
N
N
216
206

FIG. 10


FLUIDDRUCK
(krf/cm)2
B (BEZUGSGRÖßE)
A
C
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
50
[R]
EINGANGSDREHMOMENT (kgfcm)