



(10) **DE 10 2010 002 469 B4** 2021.02.25

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 002 469.4**
(22) Anmeldetag: **01.03.2010**
(43) Offenlegungstag: **01.09.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **25.02.2021**

(51) Int Cl.: **H01F 7/121 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

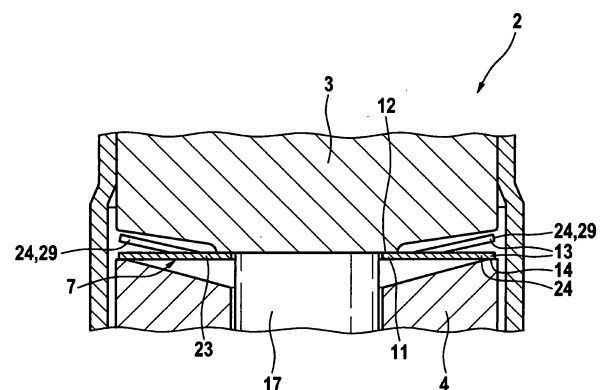
(72) Erfinder:
Kratzer, Dietmar, 71732 Tamm, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 242 994	B1
US	6 367 769	B1
US	5 911 401	A
WO	95/ 31 241	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines elektrisch betätigbaren Magnetkreisbauteils sowie Magnetkreisbauteil**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen eines elektrisch betätigbaren Magnetkreisbauteils (1), wobei das Magnetkreisbauteil (1) über einen Polkern (3), einen in Bezug auf den Polkern (3) verlagerbaren Magnetanker (4) und eine zumindest auf den Magnetanker (4) wirkende Federanordnung (5) verfügt und die Federanordnung (5) wenigstens eine Federscheibe (7) aufweist, wobei an der Federscheibe (7) mehrere mit dem Magnetanker (4) und/oder dem Polkern (3) in Wirkverbindung stehende Federzungen (24) durch Herstellen mindestens zweier Schlitze (26) in der Federscheibe (7) ausgebildet werden, und wobei bei dem Herstellen des Magnetkreisbauteils (1) die Federcharakteristik der Federscheibe (7) durch Verformen oder zumindest bereichsweise Abtrennen der Federzungen (24) eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Federzungen (24) unterschiedlich verformt oder abgetrennt werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines elektrisch betätigbaren Magnetkreisbauteils, insbesondere eines Magnetventils, wobei das Magnetkreisbauteil über einen Polkern, einen in Bezug auf den Polkern verlagerbaren Magnetanker und eine zumindest auf den Magnetanker wirkende Federanordnung verfügt und die Federanordnung wenigstens eine Federscheibe aufweist, wobei an der Federscheibe mehrere mit dem Magnetanker und/oder dem Polkern in Wirkverbindung stehende Federzungen ausgebildet werden, und wobei bei dem Herstellen des Magnetkreisbauteils die Federcharakteristik der Federscheibe durch Verformen oder zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen eingestellt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin ein elektrisch betätigbares Magnetkreisbauteil.

Stand der Technik

[0002] Verfahren der eingangs genannten Art sind aus dem Stand der Technik bekannt. Die herzustellenden Magnetkreisbauteile, beispielsweise auf dem Flachanker-Prinzip basierende Elektromagnete, insbesondere jedoch Magnetventile, weisen den Polkern sowie den Magnetanker auf. Zwischen dem Polkern und dem Magnetanker befindet sich der sogenannte Arbeitsluftspalt. Bei einem Betätigen des Magnetkreisbauteils wird der Magnetanker in Bezug auf den Polkern verlagert, womit sich die Größe des Arbeitsluftspalts verändert. Üblicherweise sind Polkern und Magnetanker derart zueinander angeordnet, dass eine Stirnfläche des Polkerns einer Stirnfläche des Magnetankers gegenüberliegt. Die beiden Stirnflächen sind vorzugsweise zueinander parallel. Die Federanordnung ist dazu vorgesehen, ein Rückstellen des Magnetankers zu bewirken, sobald das Magnetkreisbauteil nicht mehr betätigt wird. Zu diesem Zweck wirkt es zumindest auf den Magnetanker, vorzugsweise jedoch sowohl auf den Polkern als auch auf den Magnetanker. Für die letztere Ausführungsform ist die Federanordnung zumindest bereichsweise zwischen dem Polkern und dem Magnetanker angeordnet. Je kleiner der Arbeitsluftspalt, umso größer wird die über den Polkern auf den Magnetanker ausgeübte Magnetkraft. Üblicherweise liegt dabei ein nicht linearer, insbesondere exponentieller, Anstieg der Magnetkraft bei kleiner werdendem axialem Arbeitsluftspalt vor.

[0003] Ein solcher Magnetkraftverlauf (welcher die Magnetkraft über die Größe des Arbeitsluftspalts bezeichnet) erschwert ein exaktes Stellen des Magnetkreisbauteils. Insbesondere bei Magnetventilen ist es wünschenswert, eine stetige Stellbarkeit beziehungsweise Proportionalisierung zu erreichen. Nur in diesem Fall kann der einer bestimmten Druckdifferenz über einen Ventilsitz des Magnetventils entsprechende Strom dem Magnetventil zugeführt wer-

den. Um eine bessere Stellbarkeit zu erreichen weist üblicherweise die Federanordnung wenigstens die Federscheibe auf. Diese kann dabei einer Druckfeder parallel geschaltet sein, welche den Magnetanker in eine Schließstellung des Magnetventils drängt. Die Druckfeder, insbesondere Schraubendruckfeder, weist dabei vorzugsweise eine lineare Federcharakteristik (welche die Federkraft über den Federweg beschreibt) auf. Die Federscheibe wird vorzugsweise mit einer leicht progressiven Federcharakteristik gewählt. In Summe mit der linearen Federcharakteristik der Schraubendruckfeder ergibt die leicht progressive Federcharakteristik eine progressive Federcharakteristik, die dem ebenfalls progressiven Magnetkraftverlauf entgegenwirkt. Damit wird die Stellbarkeit des Magnetventils beziehungsweise des Magnetkreisbauteils erheblich verbessert. Die Federscheibe ist dabei beispielsweise in dem Arbeitsluftspalt zwischen dem Polkern und dem Magnetanker eingelegt. Die Stirnflächen beziehungsweise Polflächen von Polkern und Magnetanker können spezifisch ausgeführt sein, um die gewünschte Federcharakteristik der Federscheibe zu erzeugen. Bei dem Herstellen des Magnetkreisbauteils tritt jedoch die Schwierigkeit auf, dass zum Erreichen einer bestimmten Stellgenauigkeit ein Kalibrieren beziehungsweise Einstellen der einzelnen Bauteile des Magnetkreisbauteils, insbesondere der Federcharakteristik der Federanordnung beziehungsweise der Federscheibe, notwendig ist. Bisher wird zum Einstellen einer bestimmten Federcharakteristik der Federscheibe ein aufwendiger Herstellungsprozess durchgeführt, beispielsweise mittels Feinschneiden, Ätzen, Laserschneiden und/oder Erodieren.

[0004] Konkret beschreibt die gattungsbildende Druckschrift WO 95/ 31 241 A1 ein Regelventil zur Steuerung einer Flüssigkeit, beispielsweise eines Gasflusses wie zum Beispiel Luft, insbesondere zur Verwendung in einem Anästhesiegerät. Das Regelventil besteht aus einem Ventilgehäuse und einem Reglergehäuse. Das Ventilgehäuse hat einen Einlass für den Strom, der zu einem Ventilsitz und einer Ventilkammer führt, und einen Auslass für den Strom, der mit der Ventilkammer verbunden ist. Zusätzlich gibt es ein Ventilelement, das mit dem Ventilsitz zusammenwirkt, um den Gasfluss durch das Ventilgehäuse zu regulieren. Ein Permanentmagnet und eine Jochanordnung bilden einen ringförmigen Luftspalt, der ein radiales Magnetfeld enthält. Ein rohrförmiger Spulenkörper mit einer darauf befindlichen Spule ist in diesem Magnetfeld beweglich.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Demgegenüber weist das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 den Vorteil auf, dass das Magnetkreisbauteil einfacher und kostengünstiger hergestellt werden kann, wobei dies insbesondere für die Federscheibe gilt. Dies wird erfindungs-

gemäß erreicht, indem die mehreren Federzungen unterschiedlich verformt oder abgetrennt werden. Grundsätzlich ist vorgesehen, dass bei dem Herstellen des Magnetkreisbauteils die Federcharakteristik der Federscheibe durch Verformen oder zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen eingestellt wird. Das Kalibrieren des Magnetkreisbauteils beziehungsweise von dessen Bestandteilen erfolgt somit nach dem Herstellen der einzelnen Bestandteile. Durch das Kalibrieren des Magnetkreisbauteils beziehungsweise der Federscheibe ist es möglich, für letztere ein kostengünstigeres Fertigungsverfahren wie beispielsweise Stanzen zu verwenden. Somit ist es möglich, eine Vielzahl von Magnetkreisbauteilen mit jeweils gleicher oder zumindest sehr ähnlicher, reproduzierbarer Federcharakteristik der Federscheibe herzustellen.

[0006] Die Federzungen können durch Auftrennen oder Verformen der Federscheibe ausgebildet werden. Das Aufteilen ist beispielsweise durch das Einbringen von Schlitzen in radialer Richtung vorgesehen, sodass die Federzungen in radialer Richtung vorliegen. Bei dem Herstellen des Magnetkreisbauteils wird dann die Federcharakteristik der Federscheibe durch Verformen beziehungsweise Abtrennen der Federzunge auf die gewünschte Federcharakteristik eingestellt. Dabei kann auch beispielsweise die gesamte Federscheibe zumindest lokal verformt werden, um dies zu erreichen. Dabei ist unter Federzunge ein Querschnitt durch die Federscheibe zu verstehen, welche entsprechend der gewünschten Federcharakteristik verformt wird. Auf die vorstehend beschriebene Weise hergestellte Magnetkreisbauteile beziehungsweise Magnetventile können beispielsweise als stromlos geschlossene Magnetventile, insbesondere in ABS-, TCS- oder ESP-Systemen, eingesetzt werden. Mit dem hier vorgeschlagenen Verfahren kann die Federcharakteristik der Federscheibe nachträglich, also nach einem Herstellen der Federscheibe, wunschgemäß eingestellt werden. Dabei kann die Federscheibe als Einzelteil vorliegen oder bereits Bestandteil der Federanordnung sein. In letzterem Fall kann die Federcharakteristik der gesamten Federanordnung während des Herstellens des Magnetkreisbauteils beziehungsweise während des Kalibrierens eingestellt werden.

[0007] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Federzungen hauptsächlich in radialer Richtung oder mit einer Komponente in Umfangsrichtung ausgebildet werden. Die Federzungen verlaufen demnach im Wesentlichen radial bezüglich einer Längsachse der Federscheibe. Diese Längsachse entspricht der Richtung, in welcher die Federscheibe in dem Magnetkreisbauteil von dem Polkern und/oder dem Magnetanker beaufschlagt wird. Die Federzungen liegen also im Wesentlichen senkrecht zu dieser Kraftwirkrichtung vor. Die Federzungen können dabei ausschließlich in radialer Richtung verlau-

fen oder der Verlauf zusätzlich eine Komponente in Umfangsrichtung aufweisen. In letzterem Fall kann eine sägeblattähnliche Ausführung der Federscheibe vorliegen.

[0008] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass an den Federzungen zumindest ein Auflagebereich für den Magnetanker oder den Polkern vorliegt. Der Auflagebereich ist zur Herstellung der Wirkverbindung zwischen den Federzungen und dem Magnetanker beziehungsweise dem Polkern vorgesehen. Die Federzungen treten dabei beispielsweise mit der Stirnfläche des Magnetankers beziehungsweise des Polkerns in Berührungskontakt.

[0009] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Federzungen ausgehend von einem Grundelement der Federscheibe an dem äußeren oder an dem inneren Rand der Federscheibe angeordnet werden. Das Grundelement ist dabei vorzugsweise ringförmig ausgebildet. Von dem Grundelement gehen die Federzungen aus und erstrecken sich ausgehend von diesem entweder nach außen oder nach innen, vorzugsweise in radialer Richtung.

[0010] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Verformen durch Anstellen der Federzungen in axialer Richtung nach oben oder nach unten erfolgt. Die axiale Richtung ist dabei, wie bereits vorstehend festgehalten, die Richtung, in welcher die Federscheibe von dem Magnetanker beziehungsweise dem Polkern kraftbeaufschlagt wird. Durch das Verformen beziehungsweise Anstellen der Federzungen in eine der angegebenen Richtungen treten die Federzungen bei jeweils unterschiedlichen Axialpositionen des Magnetankers in Wirkverbindung mit dem Magnetanker beziehungsweise dem Polkern beziehungsweise weisen jeweils eine unterschiedliche Federcharakteristik auf. Die Federzungen werden insofern einer Nachbehandlung unterzogen, um die gewünschte Federwirkung beziehungsweise Federcharakteristik einzustellen. Die gewünschte Federcharakteristik kann dabei eine vollständige Kennlinie der Federkraft über den Federweg oder lediglich einzelne Punkte der Kennlinie umfassen. Durch das Anstellen der Federzungen kann beispielsweise eine Vorspannung, welche die Federscheibe auf den Polkern in dessen Ruheposition ausübt, gezielt eingestellt werden.

[0011] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Federzungen durch Herstellen mindestens zweier Schlitze in der Federscheibe ausgebildet werden. Die Schlitze können dabei eine beliebige Breite aufweisen und verlaufen vorzugsweise in radialer Richtung, ausgehend von dem Grundelement der Federscheibe. Für jede der Federzungen kann nun das Verformen beziehungsweise Abtrennen durchgeführt werden, um die Federcharakteristik einzustellen.

[0012] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Federzungen gleichmäßig über den Umfang der Federscheibe verteilt angeordnet werden. Insbesondere soll die Verteilung der Federzungen symmetrisch bezüglich eines Mittelpunkts der Federscheibe sein. Auf diese Weise kann die Dauerfestigkeit des Magnetkreisbauteils erhöht werden, weil die von der Federscheibe bewirkte Federkraft im Wesentlichen gleichmäßig verteilt ist.

[0013] Die Erfindung sieht vor, dass die Federzungen unterschiedlich verformt oder abgetrennt werden. Es ist also nicht notwendig, dass alle Federzungen in dieselbe Richtung verformt beziehungsweise angestellt werden. Vielmehr kann es vorgesehen sein, dass mehrere Federzungen in unterschiedliche Richtungen angestellt werden oder dass mindestens eine Federzunge verformt und mindestens eine andere Federzunge abgetrennt werden.

[0014] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Einstellen der Federcharakteristik vor einem Zusammenbau oder bei einer Vormontage des Magnetkreisbauteils durchgeführt wird. Prinzipiell kann das Einstellen der Federcharakteristik zu einem beliebigen Zeitpunkt geschehen. Möglich ist es, die Federcharakteristik der Federscheibe bereits vor dem Einbau in das Magnetkreisbauteil, also vor dessen Zusammenbau vorzunehmen. Alternativ ist es auch möglich, das Einstellen während der Vormontage des Magnetkreisbauteils durchzuführen. In diesem Fall können Wechselwirkungen der Federscheibe mit den weiteren Bauteilen des Magnetkreisbauteils berücksichtigt werden und bereits ein endgültiges Kalibrieren des Magnetkreisbauteils beziehungsweise des Magnetventils vorgenommen werden. Auf diese Weise liegt nach dem Einstellen der Federcharakteristik der Federscheibe bereits im Wesentlichen das Magnetkreisbauteil mit seinen endgültigen Eigenschaften, insbesondere Stelleigenschaften, vor. Das Einstellen kann dabei derart erfolgen, dass zunächst die Federscheibe in das Magnetkreisbauteil eingebaut und eine Messung an dem Magnetkreisbauteil durchgeführt wird, wobei insbesondere dieses elektrisch betätigt wird. Anschließend wird die Federscheibe wieder aus dem Magnetkreisbauteil ausgebaut und durch Verformen beziehungsweise Abtrennen auf Grundlage der gewonnenen Messergebnisse die Federcharakteristik der Federscheibe eingestellt. Diese Vorgehensweise bestehend aus Einbauen, Messen, Ausbauen und Einstellen kann prinzipiell beliebig oft in einem iterativen Prozess durchgeführt werden, bis eine gewünschte Genauigkeit erreicht ist, um das Magnetkreisbauteil beziehungsweise die Federscheibe zu kalibrieren.

[0015] Die Erfindung betrifft weiterhin ein elektrisch betätigbares Magnetkreisbauteil, insbesondere Magnetventil, bevorzugt hergestellt gemäß dem vorstehend beschriebenen Verfahren, mit einem Polkern,

einem in Bezug auf den Polkern verlagerbaren Magnetanker und einer zumindest auf den Magnetanker wirkenden Federanordnung, wobei die Federanordnung wenigstens eine Federscheibe aufweist, wobei an der Federscheibe mehrere mit dem Magnetanker und/oder dem Polkern in Wirkverbindung stehende Federzungen durch Herstellen mindestens zweier Schlitze in der Federscheibe ausgebildet sind, und wobei die Federcharakteristik der Federscheibe durch Verformen oder zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen eingestellt ist. Dabei ist vorgesehen, dass an der Federscheibe mehrere mit dem Magnetanker und/oder dem Polkern in Wirkverbindung stehende Federzungen ausgebildet sind, und die Federcharakteristik der Federscheibe durch Verformen oder zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen eingestellt ist. Weiter ist vorgesehen, dass die mehreren Federzungen unterschiedlich verformt oder abgetrennt sind. Das Magnetkreisbauteil kann gemäß den vorstehenden Ausführungen weitergebildet sein. Zum Einstellen der Federcharakteristik der Federscheibe können, wie bereits vorstehend erläutert, die Federzungen verformt beziehungsweise abgetrennt werden. Es kann ebenso vorgesehen sein, die gesamte Federscheibe zumindest bereichsweise zu verformen, wobei die Federzungen in diesem Fall als Querschnitt durch die Federscheibe angesehen werden können. Beispielsweise wird die Federscheibe dabei in einem Auflagebereich, in welchem sie an dem Magnetanker beziehungsweise dem Polkern anliegt, verformt. Dieser Auflagebereich wird häufig an einem der Ränder der Federscheibe vorgesehen sein, sodass dieser Scheibenrand plastisch aufzubiegen wäre. Dazu sind jedoch sehr hohe Kräfte notwendig. Weiterhin wird die sehr verformungssteife Federscheibe durch eine solche aufgezwungene Verformung hoch belastet. Aus einer solchen Ausgestaltung können sich jedoch Vorteile im Vergleich zu einer Federscheibe mit durch Schlitze abgetrennte Federzungen ergeben. Beispielsweise ist eine Relativrotation der Federscheibe bezüglich des Magnetankers beziehungsweise des Polkerns ohne Probleme möglich. Auch ein Verhaken von einzelnen, durch Schlitze getrennten Federzungen, kann in diesem Fall nicht auftreten.

[0016] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein Magnetkreisbauteil, welches als Magnetventil vorliegt, wobei ein Polkern, ein Magnetanker und eine eine Federscheibe aufweisende Federanordnung dargestellt sind,

Fig. 2a einen Ausschnitt einer ersten Ausführungsform der Federscheibe in einer Draufsicht,

Fig. 2b einen Ausschnitt einer Variante der ersten Ausführungsform der Federscheibe in einer Draufsicht,

Fig. 3 eine Draufsicht einer zweiten Ausführungsform der Federscheibe in einer Draufsicht,

Fig. 4 einen Ausschnitt des Magnetventils mit der Federscheibe, wobei Federzungen der Federscheibe in eine erste Richtung angestellt sind,

Fig. 5 die aus **Fig. 4** bekannte Ansicht des Magnetkreisbauteils, wobei die Federzungen in eine zweite Richtung angestellt sind,

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform der Federscheibe in einer Draufsicht, und

Fig. 7 eine vierte und eine fünfte Ausführungsform der Federscheibe in Draufsicht.

[0017] Die **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt durch ein Magnetkreisbauteil **1**, welches in dem hier vorliegenden Fall als Magnetventil **2** ausgebildet ist. Das Magnetventil **2** weist einen Polkern **3**, einen Magnetanker **4** und eine Federanordnung **5** auf. Die Federanordnung **5** besteht in der hier dargestellten Ausführungsform des Magnetventils **2** aus einer Druckfeder **6**, welche als Schraubendruckfeder vorliegt, und einer Federscheibe **7**. Die Federscheibe **7** ist zwischen dem Polkern **3** und dem Magnetanker **4** in dem so genannten Arbeitsluftspalt **8** angeordnet. Der Arbeitsluftspalt **8** liegt dabei zwischen einer Stirnseite **9** des Polkerns **3** und einer Stirnseite **10** des Magnetankers **4** vor. Die Federscheibe **7** ist im Wesentlichen ringförmig ausgebildet. Auf ihrer Innenseite weist sie einen ersten Auflagebereich **11** auf, welcher mit einem Stirnseitenbereich **12** der Stirnseite **9** des Polkerns **3** in Berührung steht beziehungsweise auf diesem aufliegt. Radial außenliegend weist die Federscheibe **7** einen zweiten Auflagebereich **13** auf, welcher mit einem Stirnseitenbereich **14** der Stirnseite **10** des Magnetankers **4** in Berührung steht beziehungsweise auf diesem aufliegt. Die Federscheibe liegt in der hier dargestellten Anordnung von Magnetanker **4** zu Polkern **3** also sowohl an dem Magnetanker **4** als auch an dem Polkern **3** an. Dabei bewirkt sie eine Federkraft, welche den Magnetanker **4** von dem Polkern **3** fort drängt.

[0018] In einer zentralen Ausnehmung **15** des Magnetankers **4** ist die Druckfeder **6** angeordnet. Diese liegt entweder auf dem Boden der Ausnehmung **15** oder, wie hier dargestellt, auf einem Verschlussstück **16** auf. Das Verschlussstück **16** ist dabei in der Ausnehmung **15** befestigt. Auf der dem Verschlussstück **16** abgewandten Seite liegt die Druckfeder **6** an einem Druckstück **17** an. Dieses ist in der Ausnehmung **15** axial beweglich gelagert und tritt mit seiner der Druckfeder **6** abgewandten Seite dem Polkern **3** entgegen beziehungsweise liegt an dessen Stirnseite **9** an. Ebenso wie die Federscheibe **7** bewirkt also

auch die Druckfeder **6** eine Federkraft, welche den Magnetanker **4** von dem Polkern **3** wegdrängt. Die Federanordnung **5**, in welcher die Druckfeder **6** und die Federscheibe **7** wie vorstehend erläutert parallel geschaltet sind, drängt demnach das Magnetventil **2** beziehungsweise ein Dichtelement **18**, welches mit dem Magnetanker **4** wirkverbunden ist, in eine Geschlossenstellung des Magnetventils **2**. In dieser Geschlossenstellung kann kein Fluid durch eine Einströmöffnung **19** und einen Ventilsitz **20** hindurch in eine Fluidkammer **21** gelangen und anschließend durch mindestens eine Ausströmöffnung **22** aus dieser ausströmen, während die in einer zumindest teilweise geöffneten Stellung möglich ist.

[0019] Durch Beaufschlagen des Magnetventils **2** mit elektrischem Strom, also einem elektrischen Betätigen, wird über den Polkern **3** eine magnetische Kraft bewirkt, welche den Magnetanker **4** aus der Geschlossenstellung des Magnetventils **2** heraus in Richtung der Offenstellung auf den Polkern **3** zubewegt. Dabei wirkt die Federkraft der Federanordnung **5** dieser Magnetkraft entgegen. Je weiter der Magnetanker **4** auf den Polkern **3** zubewegt wird, also je kleiner der Arbeitsluftspalt **8** wird, umso stärker steigt die Magnetkraft jedoch an. Dabei liegt insbesondere ein exponentielles Verhalten der Magnetkraft über die Größe des Arbeitsluftspaltes **8** vor. Der durch das Magnetventil **2** fließende Strom entspricht also nicht unmittelbar der gewünschten Druckdifferenz über den Ventilsitz **20** beziehungsweise das Magnetventil **2**. Dies erschwert die stetige Stellbarkeit beziehungsweise Proportionalisierung des Magnetventils **2**. Aus diesem Grund wird die Federscheibe **7** der Druckfeder **6** parallel geschaltet.

[0020] Fertigungsschwankungen der Bauteile des Magnetventils **2** machen zur Erreichung einer notwendigen Funktionsgenauigkeit des Magnetventils **2** jedoch ein Kalibrieren beziehungsweise Einstellen der Bauteile erforderlich. Dies gilt insbesondere für die Druckfeder **6** und die Federscheibe **7**, für welche eine bestimmte gewünschte Federcharakteristik erreicht werden soll. Im Folgenden soll auf das Kalibrieren beziehungsweise Einstellen der Federcharakteristik der Federscheibe **7** eingegangen werden. Das vorgestellte Vorgehen macht es möglich, die Federscheibe **7** in kostengünstigen Herstellungsprozessen, wie beispielsweise Stanzen, herzustellen, anstatt aufwendige und teure Prozesse, wie beispielsweise Feinschneiden, Ätzen, Laserschneiden und/oder Erodieren einzusetzen. Durch das anschließende Einstellen der Federcharakteristik der Federscheibe **7** werden dadurch möglicherweise verursachte Unterschiede beseitigt, sodass eine vergleichsweise geringe Serienstreuung erreicht wird.

[0021] Die **Fig. 2a** zeigt einen Bereich einer ersten Ausführungsform der Federscheibe **7**. Diese weist ein Grundelement **23** und sich davon ausgehend in

radialer Richtung erstreckende Federzungen **24** auf. In dem Grundelement **23** ist eine Ausnehmung **25** vorgesehen, welche nach einem Zusammenbau des Magnetventils **2** von dem Druckstück **17** durchgriffen wird. In der **Fig. 2a** ist ebenfalls angedeutet, dass sich der erste Auflagebereich **11** in einem inneren Bereich der Federscheibe **7** befindet, wohingegen der zweite Auflagebereich **13** auf den Federzungen **24** radial außenliegend an der Federscheibe **7** vorgesehen ist. Die Federzungen **24** werden von Schlitzen **26** separiert, sodass die Federzungen **24** im Wesentlichen voneinander unabhängig auslenkbar sind. In der hier dargestellten Ausführungsform der Federscheibe **7** sind die Federzungen **24** an dem äußeren Rand der Federscheibe **7** angeordnet, weisen also ausgehend von dem Grundelement **23** in radialer Richtung nach außen. Alternativ ist es selbstverständlich auch möglich, die Federzungen **24** an dem inneren Rand anzuordnen, sodass sie von dem Grundelement **23** ausgehend nach innen weisen. Eine solche Ausbildungsform hat Vorteile bei der Handhabung, weil eine Gefahr des Verhakens bei dem Zusammenbau des Magnetventils **2** verringert ist.

[0022] Die **Fig. 2b** zeigt einen Ausschnitt einer Variante der ersten Ausführungsform der Federscheibe in einer Draufsicht. Während die Federzungen **24** der in der **Fig. 2a** gezeigten Federscheibe **7** einen im Wesentlichen radialen Verlauf aufweisen, also in radialer Richtung nach außen verlaufen, weist der Verlauf der Federzungen **24** der in der **Fig. 2** dargestellten Variante eine Umfangskomponente auf. Zu diesem Zweck verlaufen die Schlitze **26** zwischen den Federzungen **24** vorzugsweise gekrümmt beziehungsweise bogenförmig. Die Federscheibe **7** weist insofern einen sägeblattartigen Aufbau auf. Es kann vorgesehen sein, dass die Breite der Schlitze **26** über ihren jeweiligen Verlauf konstant bleibt oder alternativ variiert. Demnach kann auch eine sich über deren Verlauf verändernde Breite der Federzungen **24** verwirklicht sein.

[0023] Die **Fig. 3** zeigt eine zweite Ausführungsform der Federscheibe **7**. Diese ist grundsätzlich ähnlich aufgebaut wie die in **Fig. 2a** gezeigte Ausführungsform, sodass insofern auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen sei. Jedoch sind die Schlitze **26** sehr schmal ausgeführt, sodass lediglich ein Freischneiden der Federzungen **24** vorliegt. Die Abmessungen der Schlitze **26** in Umfangsrichtung der Federscheibe **7** sind derart, dass sich die Federzungen **24** eventuell noch berühren können. Die Schlitze **26** sind demnach als Freischnitte ausgeführt. An dem Grund jedes Schlitzes **26** ist eine Bohrung **27** vorgesehen, welche ein Verschwenken der Federzungen **24** gegeneinander ermöglicht, ohne dass es zu einem Verhaken oder Verkanten zwischen diesen kommt. Prinzipiell können die Federzungen **24** und die Schlitze **26** für die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen der Federscheibe **7** frei über den

Umfang verteilt sein. Vorteilhafterweise ist jedoch eine gleichmäßige Anordnung der Federzungen **24** beziehungsweise der Schlitze **26**.

[0024] Die **Fig. 4** zeigt einen Ausschnitt des Magnetventils **2** mit einem Bereich des Polkerns und einem Bereich des Magnetankers sowie der Federscheibe **7**. Dabei wird deutlich, dass zumindest eine der Federzungen **24** in axialer Richtung (bezogen auf eine Längsachse **28** des Magnetventils **2** beziehungsweise der Federscheibe **7**) nach oben angestellt ist. Diese mindestens eine angestellte Federzunge **24** wird im Folgenden als Federzunge **29** bezeichnet. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel des Magnetventils **2** sind zumindest zwei dieser angestellten Federzungen **29** vorgesehen. Aus der **Fig. 4** wird deutlich, dass sich der zweite Auflagebereich **13** nicht nur auf die Federzungen **24**, sondern auch auf die Federzungen **29** erstreckt. Auch die Federzungen **29** können also mit dem Magnetanker **4** in Berührung treten. Dies ist der Fall, wenn der Magnetanker **4** und der Polkern **3** ausreichend weit aufeinander zugetreten sind. Durch das Anstellen der Federzungen **29** nach oben beziehungsweise entgegen dem Polkern **3** und fort von dem Magnetanker **4**, wird die Federcharakteristik der Federscheibe **7** beziehungsweise die von dieser ausgeübten Federkraft durch Nichtnutzung von Material der Federscheibe **7** verringert. Bei einem Abstand des Magnetankers **4** von dem Polkern **3** derart, dass die Federzungen **29** noch nicht mit dem Magnetanker **4** in Berührung treten, bewirkt die Federscheibe **7** eine erste Federkraft. Falls während des Öffnens des Magnetventils **2**, also einem Aufeinanderzutreten von Magnetanker **4** und Polkern **3**, auch die Federzungen **29** in Berührung mit dem Magnetanker **4** treten, bewirkt die Federscheibe **7** eine größere Federkraft. Die Federcharakteristik, also die von der Federscheibe **7** bewirkte Federkraft über den Federweg, kann somit durch das Verformen der Federzungen **24** beliebig eingestellt werden. Dabei kann es auch vorgesehen sein, die Federzunge **29** unterschiedlich stark anzustellen. Auf diese Weise kann eine mehrfach knickende beziehungsweise unstetig verlaufende Federcharakteristik der Federscheibe **7** erzielt werden. Bei dem Verformen der Federzungen **24** beziehungsweise Federzungen **29** ist darauf zu achten, dass keine (überstehenden) Grate entstehen oder eine unzulässig große Verformung des Grundelements **23** auftritt, um so eine unzulässige Beeinflussung des Magnetkreises beziehungsweise der Bewegung des Magnetventils **2** zu vermeiden.

[0025] Die **Fig. 5** zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des anhand der **Fig. 4** beschriebenen Magnetventils **2**. Insofern sei auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen. Der Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** liegt darin, dass die Federzungen **29** nach unten angestellt sind. Das bedeutet, dass sie bei einem Öffnen des Magnetventils **2**, also

einem Aufeinanderzubewegen des Magnetankers **4** und des Polkerns **3**, früher mit dem Magnetanker **4** in Berührung treten, als die nicht angestellten beziehungsweise verformten Federzungen **24**. Auf diese Weise ergibt sich für ein solches Ausführungsbeispiel des Magnetventils **2** die Möglichkeit, eine mechanische Federvorspannung von größer als 0 N bei einem Hub des Magnetventils **2** beziehungsweise einer Auslenkung des Magnetankers **4** von Null darzustellen. Der weitere Verlauf der Federcharakteristik beziehungsweise der Federkennlinie ist dann je nach Auslegung der Federscheibe **7** steifer oder flacher.

[0026] Generell können die vorstehend beschriebenen Federzungen **24** beziehungsweise Schlitze **26** zur Realisierung einer Verdrehsicherung der Federscheibe **7** beziehungsweise zum Erkennen einer winkelkorrekten Montage der Federscheibe **7** herangezogen werden. Dadurch können sich Vorteile hinsichtlich der Qualität des Magnetventils **2** (bezüglich Stellgüte, Streuung, und dergleichen) oder bei der Montage ergeben. Dabei können beispielsweise unterschiedliche Abmessungen der Schlitze **26** oder Längen der Federzungen **24** beziehungsweise **29** verwendet sein.

[0027] Anstatt die Schlitze **26** in die Federscheibe **7** einzubringen und damit die Federzungen **24** beziehungsweise **29** voneinander mechanisch zu trennen, kann es nicht erfindungsgemäß vorgesehen sein, keine Schlitze **26** in die Federscheibe **7** einzubringen. In diesem Fall können die Federzungen **24** beispielsweise durch Wellungen der Federscheibe **27** in Umfangsrichtung dargestellt werden. Alternativ kann auch ein Querschnitt durch die Federscheibe **7** als Federzunge **24** angesehen werden. In diesem Fall erfolgt das Einstellen der Federcharakteristik durch Verformen der gesamten Federscheibe **7**. Dabei ist es insbesondere vorgesehen, die Federscheibe **7** in dem ersten Auflagebereich **11** und/oder dem zweiten Auflagebereich **13** zu verformen und dabei nach oben oder nach unten anzustellen.

[0028] Die **Fig. 6** zeigt eine dritte Ausführungsform der Federscheibe **7**. Diese ist im Wesentlichen entsprechend der ersten Ausführungsform, welche anhand der **Fig. 2a** beschrieben wurde, ausgebildet. Der Unterschied liegt darin, dass die Federcharakteristik der Federscheibe **7** nicht durch Verformen beziehungsweise Anstellen der Federzungen **24** vorgenommen wird, sondern durch zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen **24**. Das Abtrennen der Federzungen **24** erfolgt dabei derart, dass sie nicht mehr den ersten Auflagebereich **11** beziehungsweise den zweiten Auflagebereich **13** aufweisen, also nicht mit dem Polkern **3** beziehungsweise dem Magnetanker **4** in Berührung treten. Somit können sie nicht zum Bewirken der Federkraft der Federscheibe **7** beitragen. Die zumindest bereichswei-

se abgetrennten Federzungen **24** sind hier wiederum als Federzungen **29** bezeichnet.

[0029] Die **Fig. 7** zeigt eine vierte und eine fünfte Ausführungsform der Federscheibe **7**. Auf der linken Seite der **Fig. 7** ist der Schlitz **26** mit einer im Vergleich zu den anderen Ausführungsformen großen Breite dargestellt. Diese Ausführungsform des Schlitzes **26** kann beispielsweise durch Ausstanzen eines bestimmten Winkelbereichs der Federscheibe **7** verwirklicht sein. Durch das Ausstanzen des Winkelbereichs liegen wiederum die bereits bekannten Federzungen **24** vor. Die rechte Seite der **Fig. 7** zeigt die fünfte Ausführungsform der Federscheibe **7**, welche ähnlich der anhand der **Fig. 3** beschriebenen Ausführungsform ist. Der Unterschied ergibt sich daraus, dass die Federcharakteristik der Federscheibe **7** nicht durch Verformen, sondern durch zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen **24** eingestellt wird. Für die anhand der **Fig. 7** beschriebenen Ausführungsformen der Federscheibe **7** gelten die Ausführungen für die **Fig. 6** entsprechend.

[0030] Magnetventile **2** der vorstehend genannten Art können beispielsweise für ABS-, TCS- und/oder ESP-Systeme eingesetzt werden. Die Federscheibe **7** beziehungsweise die Federanordnung **5** kann auch für Magnetkreisbauteile **1** im Allgemeinen, beispielsweise für Elektrohbmagnete (nahe Flachanker-Geometrie) eingesetzt werden. Die Magnetventile **2** sind insbesondere für Systeme mit erhöhten Anforderungen an die Bremsdruckstellgüte geeignet, beispielsweise für Bremssysteme für Verblendfunktionen, insbesondere für Fahrzeuge mit Hybrid- oder Elektroantrieb.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines elektrisch betätigbaren Magnetkreisbauteils (1), wobei das Magnetkreisbauteil (1) über einen Polkern (3), einen in Bezug auf den Polkern (3) verlagerbaren Magnetanker (4) und eine zumindest auf den Magnetanker (4) wirkende Federanordnung (5) verfügt und die Federanordnung (5) wenigstens eine Federscheibe (7) aufweist, wobei an der Federscheibe (7) mehrere mit dem Magnetanker (4) und/oder dem Polkern (3) in Wirkverbindung stehende Federzungen (24) durch Herstellen mindestens zweier Schlitze (26) in der Federscheibe (7) ausgebildet werden, und wobei bei dem Herstellen des Magnetkreisbauteils (1) die Federcharakteristik der Federscheibe (7) durch Verformen oder zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen (24) eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mehreren Federzungen (24) unterschiedlich verformt oder abgetrennt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federzungen (24) hauptsächlich

in radialer Richtung oder mit einer Komponente in Umfangsrichtung ausgebildet werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Federzungen (24) zumindest ein Auflagebereich (11,13) für den Magnetanker (4) oder dem Polkern (3) vorliegt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federzungen (24) ausgehend von einem Grundelement (23) der Federscheibe (7) an dem äußeren oder an dem inneren Rand der Federscheibe (7) angeordnet werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verformen durch Anstellen der Federzungen (24) in axialer Richtung nach oben oder nach unten erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federzungen (24) gleichmäßig über den Umfang der Federscheibe (7) verteilt angeordnet werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einstellen der Federcharakteristik vor einem Zusammenbau oder bei einer Vormontage des Magnetkreisbauteils (1) durchgeführt wird.

8. Elektrisch betätigbares Magnetkreisbauteil (1), mit einem Polkern (3), einem in Bezug auf den Polkern (3) verlagerbaren Magnetanker (4) und einer zumindest auf den Magnetanker (4) wirkenden Federanordnung (5), wobei die Federanordnung (5) wenigstens eine Federscheibe (7) aufweist, wobei an der Federscheibe (7) mehrere mit dem Magnetanker (4) und/oder dem Polkern (3) in Wirkverbindung stehende Federzungen (24) durch Herstellen mindestens zweier Schlitze (26) in der Federscheibe (7) ausgebildet sind, und wobei die Federcharakteristik der Federscheibe (7) durch Verformen oder zumindest bereichsweises Abtrennen der Federzungen (24) eingestellt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mehreren Federzungen (24) unterschiedlich verformt oder abgetrennt sind.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

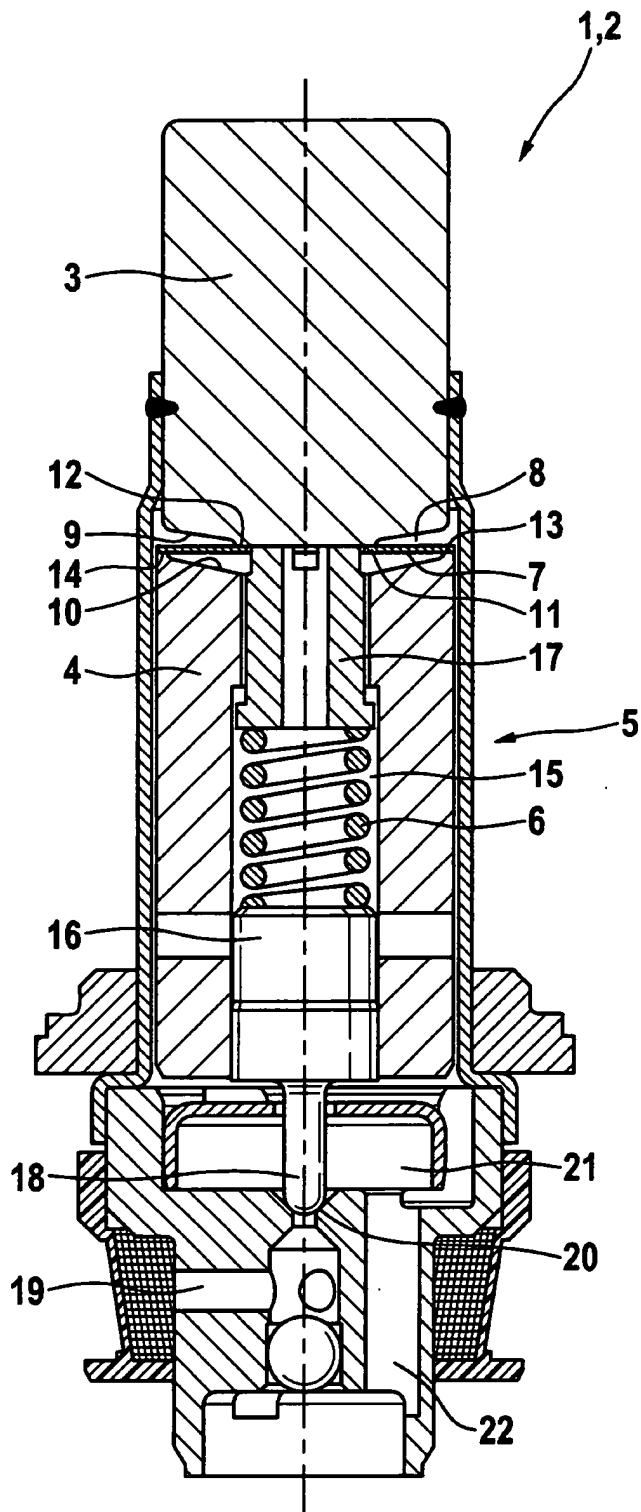


FIG. 1

FIG. 2a

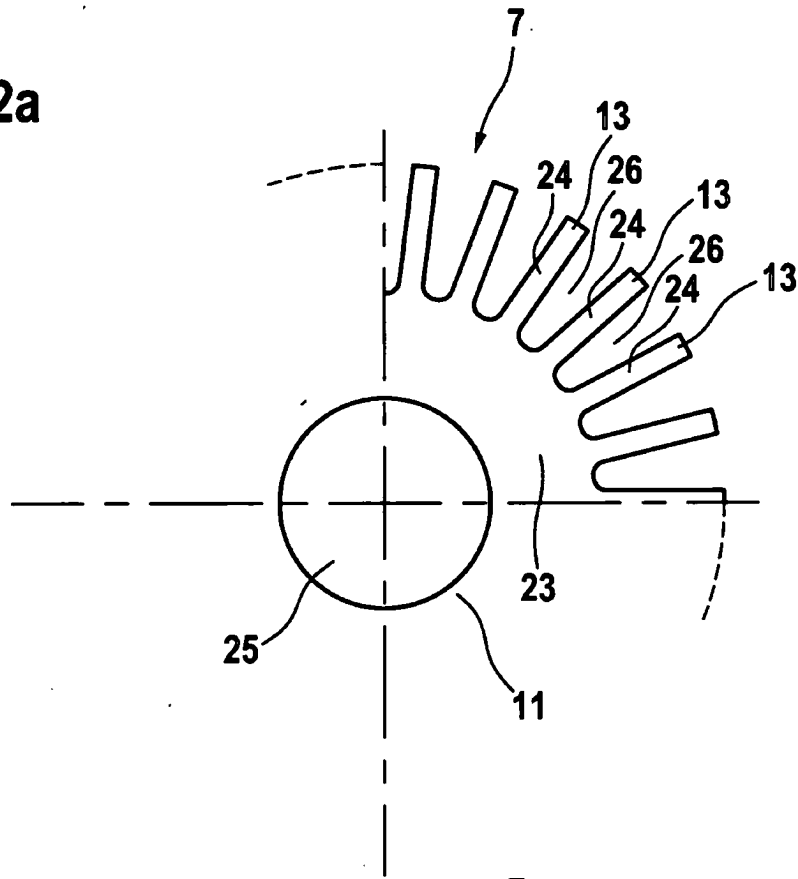


FIG. 2b

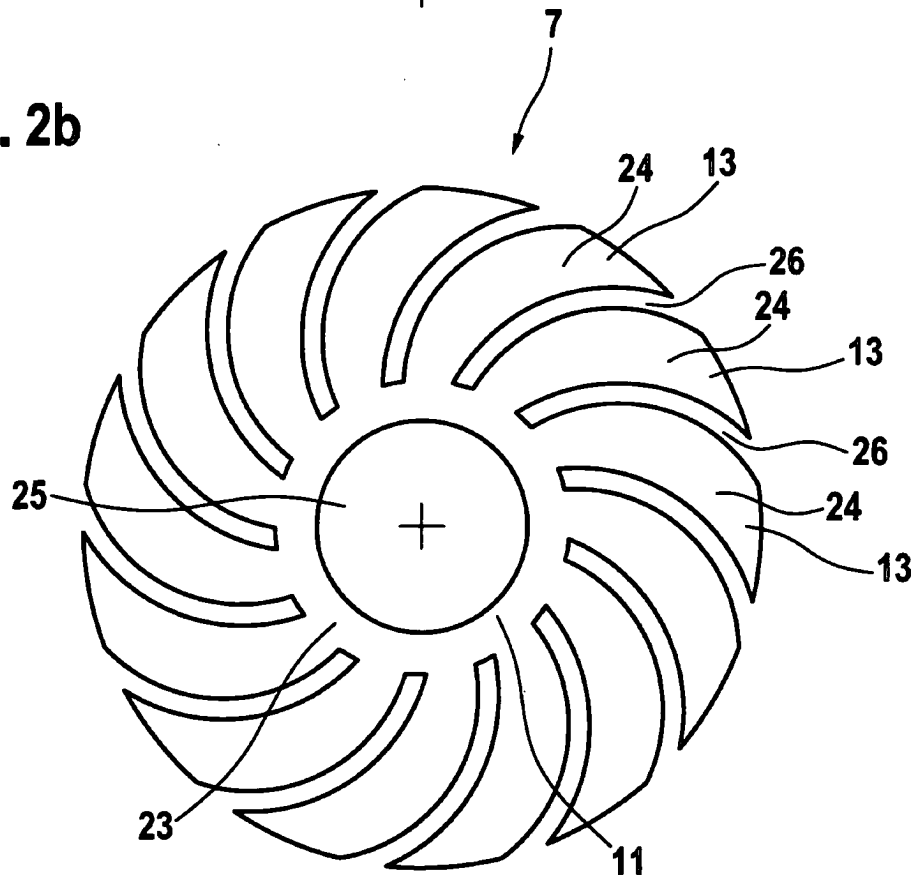


FIG. 3

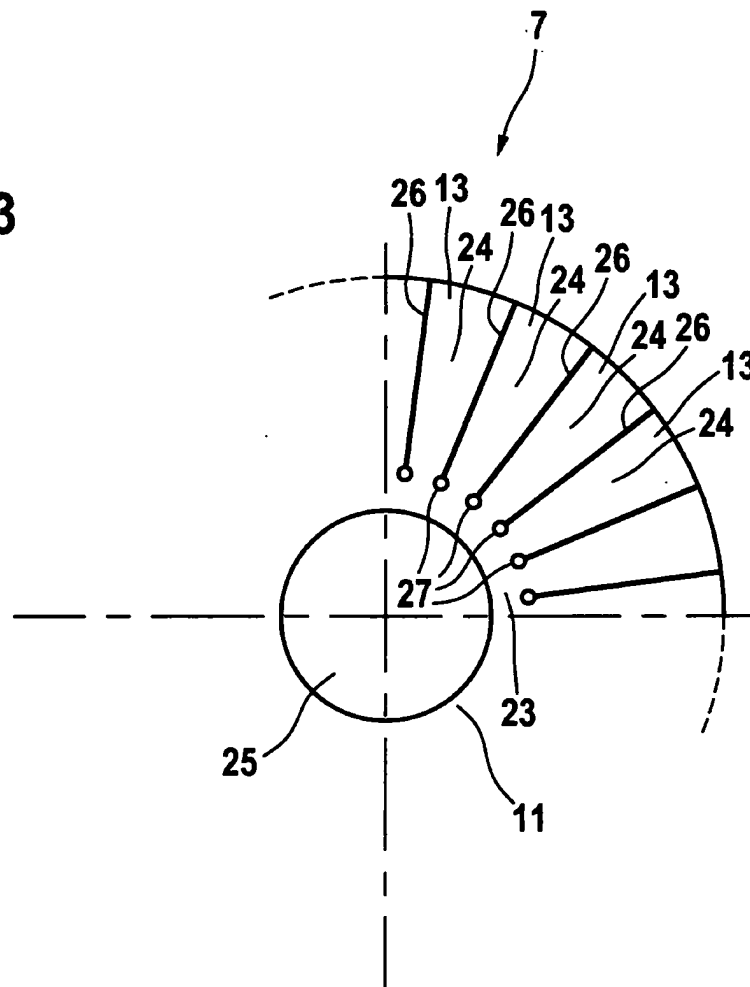


FIG. 4

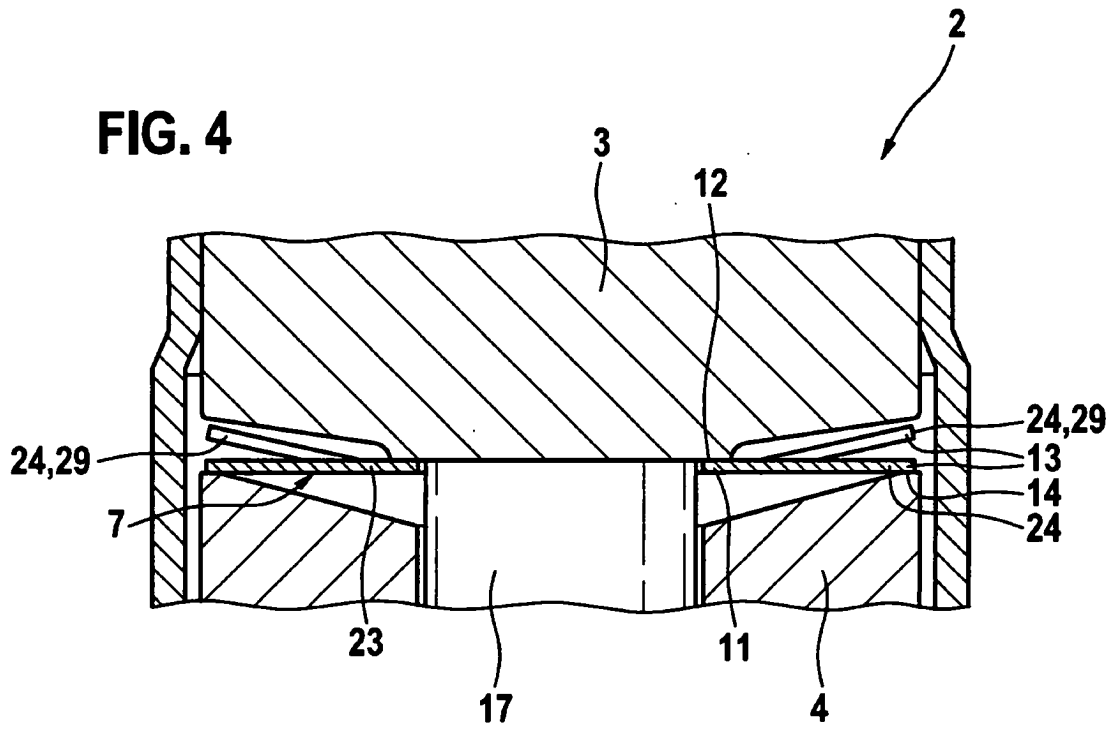


FIG. 5

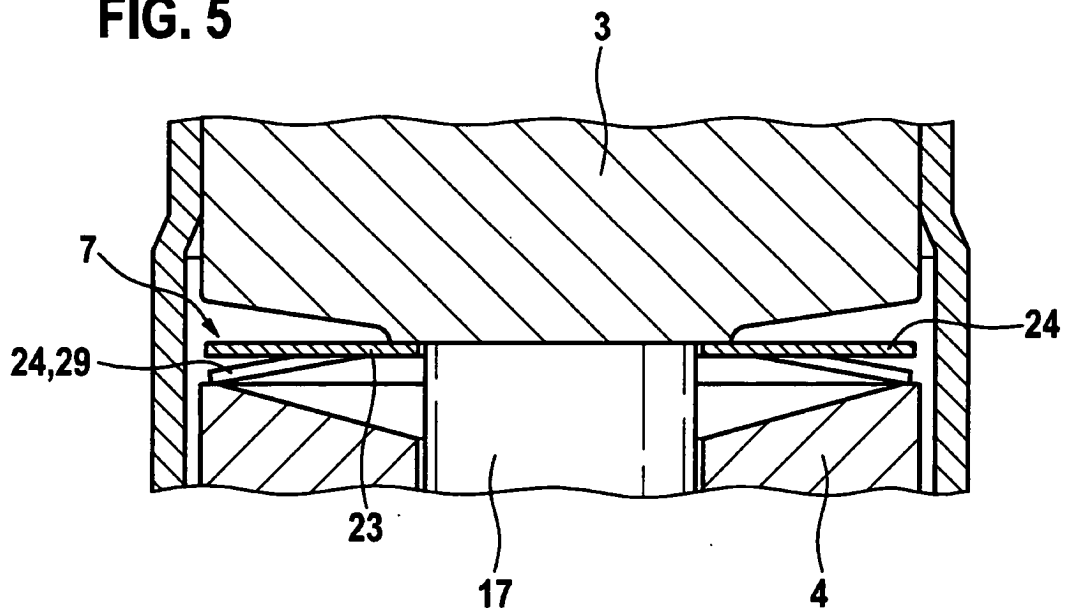


FIG. 6

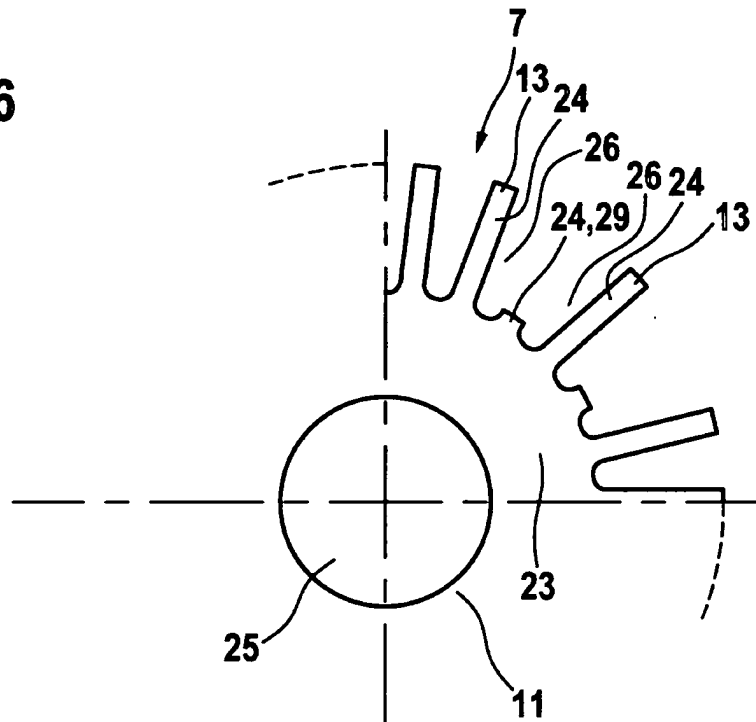


FIG. 7

