



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.08.2017 Patentblatt 2017/35

(51) Int Cl.:
H01F 7/16 (2006.01) H01F 7/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17165459.3**

(22) Anmeldetag: **15.03.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **16.03.2011 DE 202011004021 U**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
12714594.4 / 2 686 853

(71) Anmelder: **ETO MAGNETIC GmbH**
78333 Stockach (DE)

(72) Erfinder:
• **Boll, Jonas**
22761 Hamburg (DE)
• **Härter, Daniela**
81927 München (DE)
• **Bory, Raphael**
85386 Echinge (DE)
• **Steyer, Robert**
80993 München (DE)

• **Terhorst, Philipp**
882057 Icking (DE)
• **Schiepp, Thomas**
78606 Seitingen-Oberflacht (DE)
• **Laufenberg, Markus**
78333 Stockach (DE)
• **Thode, Oliver**
78333 Stockach (DE)
• **Raff, Viktor**
78467 Konstanz (DE)

(74) Vertreter: **Behrmann, Niels**
Behrmann Wagner Partnerschaftsgesellschaft mbB
Patentanwälte
Hegau-Tower
Maggistraße 5 (10. OG)
78224 Singen (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 07-04-2017 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **ELEKTROMAGNETISCHE AKTUATORVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Aktuatorvorrichtung mit einer ersten Jochabschnitt einer stationären Jocheinheit umschließenden und durch Bestromung aktivierbaren Spuleneinheit (44, 46) und relativ zur Jocheinheit bewegbar geführten, mit einem abtriebsseitigen Stellpartner zusammenwirkenden und zum Ausführen einer Stellbewegung antreibbaren Ankermittel (40), die mit einem zweiten Jochabschnitt (42) der Jocheinheit unter Ausbildung eines außerhalb des ersten Jochabschnitts liegenden Luftspalts für einen durch die aktivierte Spuleneinheit erzeugten Magnetfluss zusammenwirken, wobei die Spuleneinheit eine Mehrzahl von Einzelspulen (44, 46) aufweist, denen Ankermittel in Form einer gemeinsamen Ankereinheit (40) so benachbart zugeordnet sind, dass unter Ausbildung einer Mehrzahl von Flussleitkreisen, von denen jeder durch eine betreffende Einzelspule und die gemeinsame Ankereinheit verläuft, ein sich bei Bestromung der Spuleneinheit bildender Magnetfluss der jeweiligen Einzelspulen im zweiten Jochabschnitt addiert und/oder gleichgerichtet überlagert,

wobei der Arbeitsluftspalt zwischen den mantelseitig benachbart des zweiten Jochabschnitts (42) und mantelseitig benachbart zueinander vorgesehenen Einzelspulen liegt.

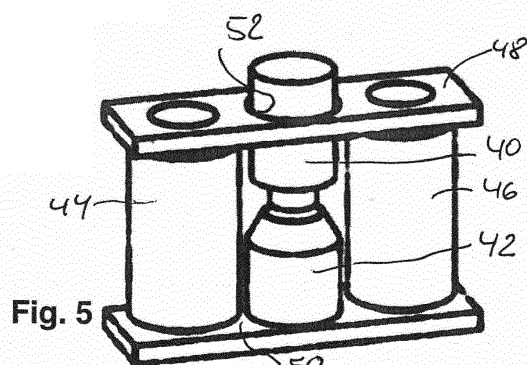


Fig. 5

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektromagnetische Aktuatorvorrichtung nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der JP 2000 170951 A bekannt und betrifft eine elektromagnetische Aktuatorvorrichtung zur Realisierung eines 3-Wege-Ventils, bei welcher, in Abkehr von üblichen und darüber hinaus als bekannt vorauszusetzenden Aktuatortechnologien, die Spulenwicklung nicht den Anker (bzw. den zugehörigen Arbeitsluftspalt) umschließt, vielmehr die Spulenwicklung, in der Art einer "ausgelagerten Spule", gegenüber einer Anker-Bewegungslängsachse (bzw. einem zugehörigen Luftspalt) lateral versetzt ist und eine magnetische Flussübertragung zur Ankereinheit bzw. zum Luftspalt mittels geeigneter flussleitender Abschnitte des Jochs erfolgt.

[0003] Allerdings erfolgt die Offenbarung gemäß JP 2000 170951 A in einem sehr speziellen technischen Kontext, der insbesondere eine Übertragung auf andere, generische Stellaufgaben (oder aber auf andere Ventilantriebe) nur sehr begrenzt möglich macht. Zudem benötigt auch die aus diesem Stand der Technik bekannte Vorrichtung einen nicht unbeträchtlichen Bauraum, wobei zusätzlich eine Wärmeabfuhr von der bekannten Vorrichtung nicht unproblematisch ist.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine elektromagnetische Aktuatorvorrichtung nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs zu schaffen, bei welcher eine bestrombare Spuleneinheit einen ersten Jochabschnitt einer stationären Jocheinheit umschließt und relativ zur Jocheinheit bewegbar geführte, mit einem Stellpartner zusammenwirkende und zum Ausführen einer Stellbewegung antreibbare Ankermittel mit einem zweiten Jochabschnitt der Jocheinheit unter Ausbildung des Arbeitsluftspaltes zusammenwirken, im Hinblick auf eine kompaktere, insbesondere auch flexiblere mechanische Realisierung zu verbessern, dabei insbesondere die Möglichkeit zu schaffen, die Spuleneinheit vom Arbeitsluftspalt zu separieren, und die Möglichkeit zu schaffen, eine verbesserte Wärmeabfuhr zu realisieren bzw. Wärme lokal verteilt (und damit weniger auf einen Ort konzentriert) entstehen zu lassen.

[0005] Die Aufgabe wird durch die elektromagnetische Aktuatorvorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst; vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0006] In erfindungsgemäß vorteilhafter Weise ist es einerseits vorgesehen, bei lokal separiertem Anker von der Spuleneinheit (d.h. die Spuleneinheit umschließt nicht den Arbeitsluftspalt) der Spuleneinheit mindestens einen, bevorzugt mehrere Arbeitsluftspalt/e zuzuordnen, welche(r) entsprechend mit einer bzw. mehreren Ankereinheit(en) zusammenwirken. Insoweit kann der von der Spuleneinheit erzeugte Magnetfluss für die Mehrzahl der Ankereinheiten, entsprechend einer weiterbildungsgemäß zu beschreibenden Flussaufteilung, verwendet wer-

den.

[0007] So ist es im Rahmen der Erfindung bereits möglich, die Aufgabe auch durch eine gattungsgemäße elektromagnetische Aktuatorvorrichtung zu lösen, bei welcher lediglich eine (mindestens eine) Ankereinheit vorgesehen ist und, zum Verwirklichen des erfindungsgemäßen Prinzips, von der Spuleneinheit bzw. dem ersten Jochabschnitt seitlich beabstandet und/oder benachbart vorgesehen ist.

[0008] Gleichermaßen von der Erfindung umfasst ist das unabhängig beanspruchte Lösungsprinzip, dass die Spuleneinheit in Form einer Mehrzahl von voneinander getrennt, gleichwohl magnetflussmäßig miteinander verbundenen Einzelspulen realisiert ist, welche gemäß weiterer bevorzugter Ausgestaltungen der Erfindung dann lösungsgemäß eine lokal verteilte Anordnung jeweils (kleiner zu dimensionierender und damit auch potentiell geringer wärmeerzeugender) Einzelspulen ermöglichen, deren jeweiliger Magnetfluss dann kumuliert für den gemeinsamen Anker (bzw. den zugehörigen Arbeitsluftspalt) zusammengeführt und insoweit addiert wird.

[0009] Allen Aspekten der Erfindung ist gemein, dass der Arbeitsluftspalt (bzw. der im Rahmen des ersten Erfindungsaspekts vorgesehene mindestens eine Luftspalt außerhalb des ersten Jochabschnitts gebildet ist/sind, mithin also nicht von einer (weiterbildungsgemäß typischerweise zylindrisch oder rechteckförmig ausgebildeten) Spuleneinheit umschlossen ist, sondern im vorstehend diskutierten Sinne lateral ausgelagert ist.

[0010] In besonders bevorzugter Ausgestaltung des ersten Aspekts der Erfindung, nämlich der Ausbildung eines einzelnen oder einer Mehrzahl von magnetischen Flussleitkreisen in der Jocheinheit, wobei jeder der Flussleitkreise durch den (die gemeinsame Spule tragenden) ersten Jochabschnitt sowie über einen jeweiligen einer der Mehrzahl der Ankereinheiten zugeordneten Luftspalte verläuft, ist ein magnetischer Flusswiderstand von Flussleitmitteln mindestens eines der magnetischen Flussleitkreise in Abhängigkeit von einem darin fließenden magnetischen Fluss veränderlich. Dies geschieht insbesondere dadurch, dass durch geeignete Ausgestaltung eines wirksamen Flussleitquerschnittes dieser Flussleitmittel ab einer vorbestimmten magnetischen Flussdichte eine Sättigung auftritt, mithin ab dieser Schwelle der magnetische Flusswiderstand erhöht ist. Konsequenz dieses Effektes ist, dass dann ein Magnetfluss vom betreffenden Flussleitkreis in einen anderen der Flussleitkreise verdrängt wird, insoweit dann eine Ankerbewegung ausgelöst oder beeinflusst werden kann.

[0011] Weitere Möglichkeiten zur Voreinstellung bzw. vorbestimmten Beeinflussung des Bewegungsverhaltens der Mehrzahl der Ankereinheiten (in den jeweiligen Jochzweigen) besteht darin, die Luftspalte unterschiedlich auszugestalten (jeweils bezogen auf eine vorbestimmte, vergleichbare Ankerposition, etwa eine Anschlagposition der Ankereinheiten). Dabei ist es insbesondere weiterbildungsgemäß bevorzugt, den wirksamen Luftspalt in einem jeweiligen Jochzweig zu variieren

bzw., entsprechend einem beabsichtigten Bewegungsverhalten (etwa einer beabsichtigten Reihenfolge einer Aktivierung), unterschiedlich einzurichten.

[0012] Eine weitere Möglichkeit, das Schalt- bzw. Bewegungsverhalten einer jeweiligen Ankereinheit der Ankermittel zu beeinflussen, liegt darin, dieser Ankereinheit Federmittel oder dergleichen Kraftspeicher zuzuordnen und etwa weiterbildungsgemäß eine oder mehrere der Ankereinheiten gegen eine Rückstellkraft einer derartigen Feder zu lagern bzw. zu führen (wobei wiederum weiterbildungsgemäß durch unterschiedliche Ausgestaltungen etwa der Federkräfte dann das jeweilige Schalt- bzw. Bewegungsverhalten der zugeordneten Ankereinheiten vorbestimmt beeinflusst werden kann).

[0013] Die elektromagnetische Aktuatorvorrichtung gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt, wonach eine Mehrzahl von Einzelspulen (in potentiell kleinem Raum) geeignet benachbart dem zweiten Jochabschnitt mit dem Arbeitsluftspalt so angeordnet sind, dass der Arbeitsluftspalt zwischen den Einzelspulen liegt, sieht weiterbildungsgemäß vorteilhaft vor, dass mindestens eine der Einzelspulen, weiter bevorzugt sämtliche der Einzelspulen, sich parallel zu einer Bewegungsrichtung der Ankereinheit erstrecken, sodass, etwa bei Anordnung der Einzelspulen um den Arbeitsluftspalt herum, hier eine besonders kompakte Einheit geschaffen werden kann, welche gleichwohl keine Symmetrie aufweisen muss.

[0014] Insbesondere ermöglicht es auch die vorliegende Erfindung durch die beschriebene Variabilität eine (bzw., bei mehreren Einzelspulen, mehrere) wirksame Querschnittsflächen des ersten Jochabschnitts zu optimieren, so dass etwa die darauf vorgesehene Spuleneinheit (im Hinblick z.B. auf das Kupfergewicht der Wicklung) optimiert werden kann.

[0015] Durch weiterbildungsgemäß geeignet vorgesehene Flussleitmittel in Form von geeigneten Elementen (welche weiter bevorzugt etwa als herstellungstechnisch günstig zu stanzende Bleche bzw. Blechstapel realisiert sein können) lassen sich so einem jeweiligen Einsatzzweck (bzw. jeweiligem Einsatzort und den dort geltenden Einbaubedingungen) günstig angepasste Aufbaustrukturen realisieren: So ist es beispielsweise weiterbildungsgemäß bevorzugt, diese Flussleitelemente als flache bzw. plane Elemente zu realisieren, welche weiter vorteilhaft etwa beidseits von Mittelachsen sowohl der Mehrzahl der Spulenvorrichtungen, als auch des zweiten Jochabschnitts (mit dem Arbeitsluftspalt) zum flussleitenden Verbinden derselben vorgesehen sind, sodass wiederum eine einfach und großserientauglich fertigbare, gleichwohl im Hinblick auf eine Raumausnutzung optimierte Anordnung entsteht (wobei hier insbesondere auch konstruktive Möglichkeiten existieren, thermische Optimierungen vorzunehmen).

[0016] Damit ist es vorteilhaft und weiterbildungsgemäß insbesondere auch ermöglicht, unsymmetrische Anordnungen der Mehrzahl der Spuleneinheiten in Verbindung mit dem zweiten Jochabschnitt zu realisieren,

wobei etwa zu diesem Zweck und bei einer Ausgestaltung der beschriebenen planen, plattenförmigen Flussleitmittel diese eine abgewinkelte (bzw. mit zueinander in einem Winkel etwa zwischen 90° und 180° in einer Ebene einer Flachseite zueinander stehenden Schenkeln realisierte) Struktur sein kann.

[0017] Im Rahmen weiterer bevorzugter Realisierungsformen des zweiten Erfindungsaspekts ist es dabei auch möglich und bevorzugt, etwa die für den ersten Erfindungsaspekt (gemäß Hauptanspruch bzw. unabhängigen Anspruch 15) weiterbildungsgemäß vorgesehene Querschnittsbeeinflussung und/oder Flusswiderstandsbeeinflussung innerhalb eines jeweiligen Flussleitkreises geeignet analog vorzusehen, ebenso wie etwa die Ankermittel gegen eine geeignete Rückstellkraft anbietende Federmittel gelagert oder geführt sein können.

[0018] Entsprechend analog ist es im Rahmen weiterer bevorzugter Ausführungsformen des ersten Erfindungsaspekts vorgesehen, die Jocheinheit mittels geeigneter blechförmiger, weiter bevorzugt durch Stanzen hergestellter Flussleitelemente, ggf. geeignet gestapelt, zu realisieren, um auch hier, neben Vorteilen in der Herstellung, Wirbelströme zu reduzieren.

[0019] Auch gilt es als von der vorliegenden Erfindung erfasst und offenbart, dass etwa die mittels der planen bzw. flachen Flussleitmittel realisierte raumoptimierte (und weiterbildungsgemäß etwa abgewinkelte) Aufbau-geometrie analog auch für Realisierungsformen vorgesehen sein kann, bei welchen etwa endseitig der Flussleitmittel Ankereinheiten (mit einem jeweiligen Arbeitsluftspalt) geeignet vorgesehen sind, während in einem mittleren Bereich die gemeinsame Spuleneinheit vorgesehen ist.

[0020] Im Rahmen bevorzugter Weiterbildungen der Erfindung liegt es ferner, die Einzelspulen im Rahmen der Erfindung mit beliebigen Umfangskonturen bzw. Querschnitten zu versehen, um insoweit wiederum die baulich-konstruktiven Optimierungsmöglichkeiten zu nutzen; neben zylindrischen Außenkonturen ist es dabei insbesondere vorteilhaft und weiterbildungsgemäß beansprucht, eine oder mehrere der Einzelspulen querschnittlich rechteckig auszugestalten.

[0021] Im Ergebnis eignet sich die erfindungsgemäße elektromagnetische Aktuatorvorrichtung zwar bevorzugt zur Realisierung von Hydraulik- oder Pneumatikventillösungen, insbesondere im Fahrzeugbereich, ist jedoch nicht auf diese Anwendungsgebiete beschränkt. Vielmehr lässt sich die vorliegende Erfindung günstig für nahezu beliebige Anwendungsgebiete nutzen und geeignet konfigurieren, bei welchen bauliche bzw. räumliche Flexibilität in Verbindung mit flexibel gestaltbaren magnetischen Flussführungen bzw. Flussverläufen innerhalb der jeweiligen Flussleitkreise genutzt werden können.

[0022] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in:

- Fig. 1: eine Prinzipdarstellung einer elektromagnetischen Aktuatorvorrichtung gemäß dem ersten Erfindungsaspekt und gemäß einer ersten Ausführungsform dieser Erfindung zum Verdeutlichen des prinzipiellen Zusammenwirkens der verschiedenen Funktionskomponenten;
- Fig. 2-Fig. 4: verschiedene Betriebs- bzw. Magnetfluss- und Schaltzustände der Vorrichtung gemäß Fig. 1, verdeutlicht durch einen jeweiligen Magnetfluss symbolisierende Pfeilschaaren;
- Fig. 5: eine Perspektivansicht einer Ausführungsform der elektromagnetischen Aktuatorvorrichtung des zweiten Aspekts der Erfindung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;
- Fig. 6 - Fig. 8: konstruktive Varianten der Ausgestaltung eines Flussleitelements in weiteren Ausführungsbeispielen gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5.

[0023] Die Fig. 1 verdeutlicht in der schematischen Längsschnittansicht eine elektromagnetische Aktuatorvorrichtung zum Antreiben zweier Ankereinheiten 10, 12 mittels einer gemeinsamen, zentral (mittig) zwischen diesen auf einem Jochabschnitt 13 vorgesehenen Spuleneinheit 14. Genauer gesagt sind, wie schematisch anhand des Schaubilds der Fig. 1 erkennbar, die langgestreckt dargestellten Ankereinheiten 10 bzw. 12 axial beweglich geführt (in einer Bewegungs- und Antriebsrichtung senkrecht in der Zeichnungsebene), wobei die Ankereinheiten 10 und 12 zusammenwirken mit stationären Jochabschnitten 15 bzw. 16 und, zur Realisierung entsprechender, gemeinsam durch die Spuleneinheit 14 verlaufender Flussleitkreise, die über flussleitende Verbindungsabschnitte 18 bis 24 geführt sind. Entsprechend entstehen für die Ankereinheiten 10 bzw. 12 wirksame Luftspalte 26 bzw. 28.

[0024] Die Fig. 2 bis 4 verdeutlichen verschiedene Betriebszustände als Reaktion auf eine Bestromung der Spuleneinheit 14: So zeigt etwa die Fig. 3 zwei Flussverläufe in den durch die jeweiligen Anker 10 bzw. 12 verlaufenden Flussleitkreise anhand der Pfeilschaaren 30 bzw. 32, wobei diese Magnetflüsse durch den der Spuleneinheit 14 zugeordneten Jochabschnitt 13 ("ersten Jochabschnitt") fließen, wie durch die Pfeilschaar 34 symbolisiert. Ist dagegen, wie in der Fig. 2 gezeigt, durch einen verkürzten Luftspalt 28 ein wirksamer Flusswiderstand im rechten Flussleitkreis (d.h. bezogen auf die Ankereinheit 12) gegenüber dem anderen Zweig vermindert, konzentriert sich der Magnetfluss, wie durch die Pfeilschaar 36 in Fig. 2 gezeigt, auf diesen rechten Bereich, mit der Wirkung, dass primär eine Antriebswirkung

auf die Ankereinheit 12 in Richtung auf das statische Element 16 entsteht, entsprechend dieser Luftspalt dann geschlossen wird (Darstellung der Fig. 4). Durch diese Wirkung und eine entsprechende (Querschnitt-) Dimensionierung im rechtseitigen Flussleitkreis (z.B. der flussleitenden Komponenten 16, 20, 24 bzw. 12) tritt dann jedoch eine Sättigung in diesem Flussleitkreis auf, mit der Wirkung, dass durch den dadurch wiederum erhöhten Flusswiderstand ein Teil des Magnetflusses in den linken Flussleitkreis, wirksam für die Ankereinheit 10, verdrängt wird. Entsprechend kommt es durch diesen verdrängten Fluss 38 zu einer Kraftbeaufschlagung der Ankereinheit 10, welche darauffolgend den Luftspalt 30 schließt. Mithin verdeutlicht die gezeigte asymmetrische Konfiguration (ausgehend von der Fig. 2), wie etwa ein unterschiedliches, hier zeitlich aufeinanderfolgendes, Bewegungs- bzw. Schaltverhalten der Ankereinheiten provoziert werden kann.

[0025] Alternativ kann eine derartige Wirkung auch durch geeignet an den Ankereinheiten vorzusehende Federmittel (mit entsprechend verschiedenen Federkräften) realisiert werden, wiederum ergänzend oder alternativ mittels vorbestimmt eingestellter und dann entsprechend eine Sättigung erreichender wirksamer magnetischer Flussquerschnitte der beteiligten flussleitenden Komponenten.

[0026] Mechanisch befinden sich bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 4 beide Ankereinheiten 10 bzw. 12 unmittelbar am Spulenumfang bzw. diesem benachbart, sodass in potentiell einen Spulenwirkungsgrad erhöhender Weise eine optimierte Feldlinienbündelung über beide Anker und damit beidseits der Spuleneinheit erfolgt, vergleiche die Fig. 3. Eine geometrisch-mechanische Unsymmetrie, etwa durch Variation der jeweiligen Ankerabstände von der mittleren Spule, gestattet dann hier wiederum das Einrichten geeigneter abweichender Flussverläufe bzw. davon bestimmter Ankerbewegungen. Auch ist im Rahmen des ersten Erfindungsaspekts eine Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, welche in in den Figuren nicht gezeigter Weise lediglich eine Ankereinheit mit einem zugehörigen zweiten Jochabschnitt, erfindungsgemäß bevorzugt seitlich beabstandet bzw. benachbart zur Spuleneinheit, vorsieht. Auch diese einfachste Ausführungsform realisiert bereits ein Erfindungsprinzip des ausgelagerten Ankers, nämlich eines im Rahmen eines Flusskreiszweiges vorgesehenen und seitlich bzw. benachbart angeordneten Ankers (samt zugehörigem Luftspalt), so dass eine Ankerbewegungsrichtung zwar weiterbildungsgemäß achsparallel zu einer Erstreckungsrichtung der Spuleneinheit (bzw. des zugehörigen ersten Jochabschnitts) erfolgen kann, diese Achsen jedoch nicht mehr coaxial verlaufen.

[0027] Anhand der Fig. 5 bis 8 wird nachfolgend der zweite Erfindungsaspekt anhand eines weiteren Ausführungsbeispiels beschrieben. Eine erste Variante verdeutlicht die Fig. 5 in der perspektivischen Ansicht: Beidseits einer einen axial beweglichen Anker 40 sowie einen stationären Jochabschnitt 42 aufweisenden mittleren An-

ordnung ist ein Paar von Einzelspulen 44 bzw. 46 vorgesehen, dergestalt, dass Anker 40 bzw. Stator 42 beidseits von den Einzelspulen 44, 46 umrahmt sind. Ein (bei Bestromung der Spulen entstehender) Magnetfluss der Spulen 44 bzw. 46 wird über gemeinsame, langgestreckt-plattenförmige Flussleitelemente 48 bzw. 50 in den Anker 40 bzw. den Stator 42 eingetragen, wobei die Elemente 48 bzw. 50 zusätzlich für eine mechanische Verbindung der Gesamtanordnung (mit einer Austrittsöffnung 52 für die Ankereinheit) sorgen.

[0028] Im Hinblick auf eine Flussführung in dieser Vorrichtung sind wiederum zwei Flussleitkreise ausgebildet, wobei ein jeweiliger der Flussleitkreise durch eine der Einzelspulen 44 bzw. 46 verläuft und beide Flussleitkreise dann gemeinsam durch die Anker-Stator-Anordnung 40, 42 fließen (insoweit entspricht der Flussverlauf analog der Fig. 3, jedoch bei einem Vorsehen einer mittleren Anker-Stator-Anordnung und zwei außenliegenden Einzelspulen).

[0029] Diese prinzipielle Konfiguration der Fig. 5 ist gleichwohl weder auf zwei Einzelspulen, noch etwa die gezeigte symmetrische Anordnung beschränkt; vielmehr kann, etwa durch Variation der Geometrie der Elemente 48, 50, eine Abstandsänderung erfolgen, es kann auch, wie in den Fig. 6 bis 8 verdeutlicht, eine gegenüber den langgestreckten Elementen 48, 50 geeignet abgeknickte Konfiguration vorliegen, oder aber es können mehr als zwei Einzelspulen um eine (oder aber auch um mehrere) gemeinsame Anker-Stator-Anordnung(en) herum vorgesehen sein: So beschreibt etwa die Fig. 6 in der Draufsicht eine Variation der Elemente 48 bzw. 50, dergestalt, dass nunmehr zwei Schenkel 54, 56, voneinander um einen Winkel 58 von ca. 135° abgewinkelt, sich erstrecken und endseitig, vergleiche Fig. 8, mit den Einzelspulen 44 bzw. 46 flussleitend verbunden sind. Eine Vergleichsanordnung der als bekannt vorausgesetzten, traditionellen Art in der Darstellung der Fig. 7 verdeutlicht den dadurch realisierten Einbauraum- bzw. Geometrie-vorteil: Um nämlich ein dem Paar von Einzelspulen 44, 46 vergleichbares magnetisches Flussverhalten zu erzeugen, müsste eine Einzelspule eines Wicklungsquerschnitts 60, wie in Fig. 7 angedeutet, vorhanden sein, was aber möglicherweise in einem beschränkten Einbauraum (angepasst an die Konfiguration der Fig. 6, 8) nicht möglich ist.

[0030] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung mit einer Mehrzahl von benachbart einer Anker-Stator-Anordnung vorgesehener Einzelspulen mit sich addierendem bzw. überlagerndem Flussverlauf, etwa der in Fig. 5 bzw. Fig. 6 und 8 gezeigten Art, liegt darin, dass mögliche Querkräfte (auf den Anker) im Vergleich zu einer Lösung mit lediglich einer benachbart der Ankereinheit ausgelagerten Spule verringert sind (da insoweit eine gegenseitige Kompensation stattfindet, vergleiche etwa das Flussdiagramm der Fig. 3 bei analoger Anwendung auf eine Anordnung mit zwei außenliegenden Einzelspulen). Gerade bei Produkten mit hohen Lebensdaueranforderungen, wie etwa im Ventilbereich, wirkt

sich eine derartige Verringerung der Querkräfte auf den Anker günstig auf einen Verschleiß und mithin eine wirk-same Nutzungsdauer aus.

[0031] Die vorliegende Erfindung, unabhängig von den gezeigten oder weiteren möglichen Ausführungsformen, ermöglicht zahlreiche praktische Vorteile: So bietet etwa das Anordnen einer (oder mehrerer) Ankereinheit(en) in einer Verwendung als Ventil deutlich flexiblere Anschlussmöglichkeiten in der erfindungsgemäßen Konfiguration benachbart der Spuleneinheit (oder mehrerer Spuleneinheiten), etwa gegenüber dem bekannten Stand der Technik, bei welchem typischerweise die langgestreckte Ankereinheit von der Spuleneinheit (typischerweise zylindrisch-radial) umgeben ist. Entsprechend kann der Arbeitsluftspalt flexibler (und geeignet für einen jeweiligen Anwendungsfall) ausgestaltet werden.

[0032] Zusätzlich weiterbildungsgemäß vorteilhaft ist vorgesehen, angepasst an jeweilige Einbau- und Raumbedingungen, eine jeweilige Spule (bzw. die Mehrzahl von Einzelspulen) nicht mit zylindrischen Wicklungen zu versehen, sondern etwa rechteckige oder andere Spulenquerschnitte vorzusehen. Dies gilt insbesondere im Zusammenwirken mit flussleitenden Elementen, welche mithilfe von (typischerweise durch Stanzen hergestellten) Blechen realisiert sind und weiter vorteilhaft in geeigneten Stapelkonfigurationen vorliegen.

[0033] Damit lässt sich auch für die vorliegende Erfindung der Vorteil einer Wirbelstromreduktion (gerade für höhere Frequenzen) geblechter Flussleitelemente nutzen.

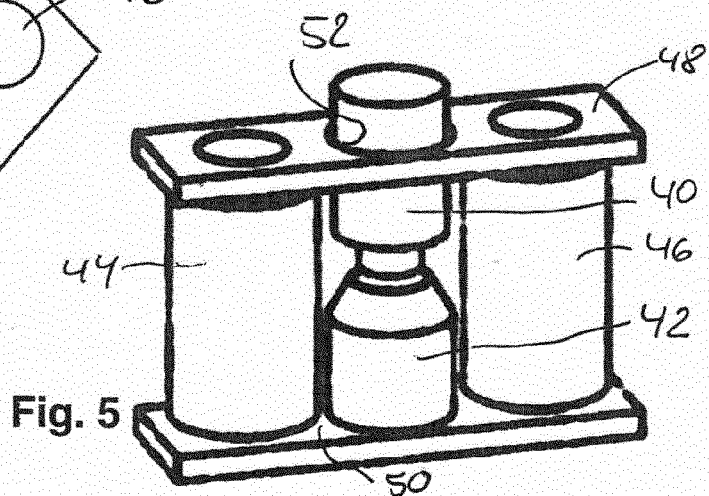
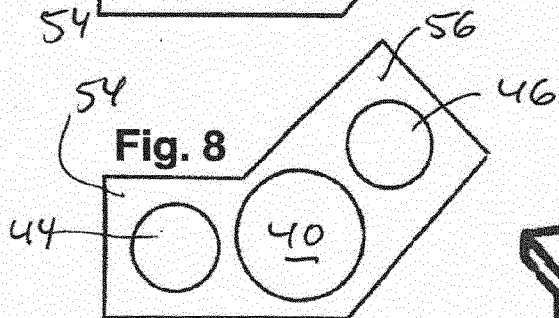
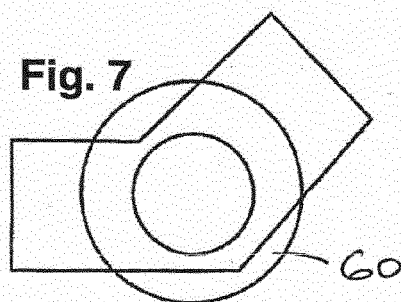
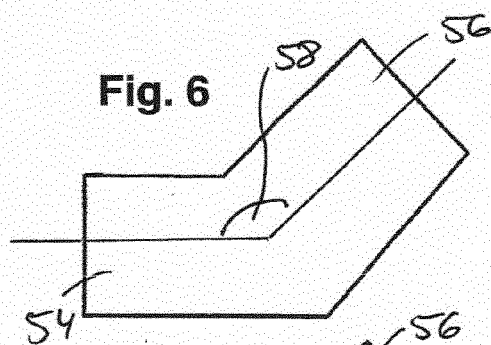
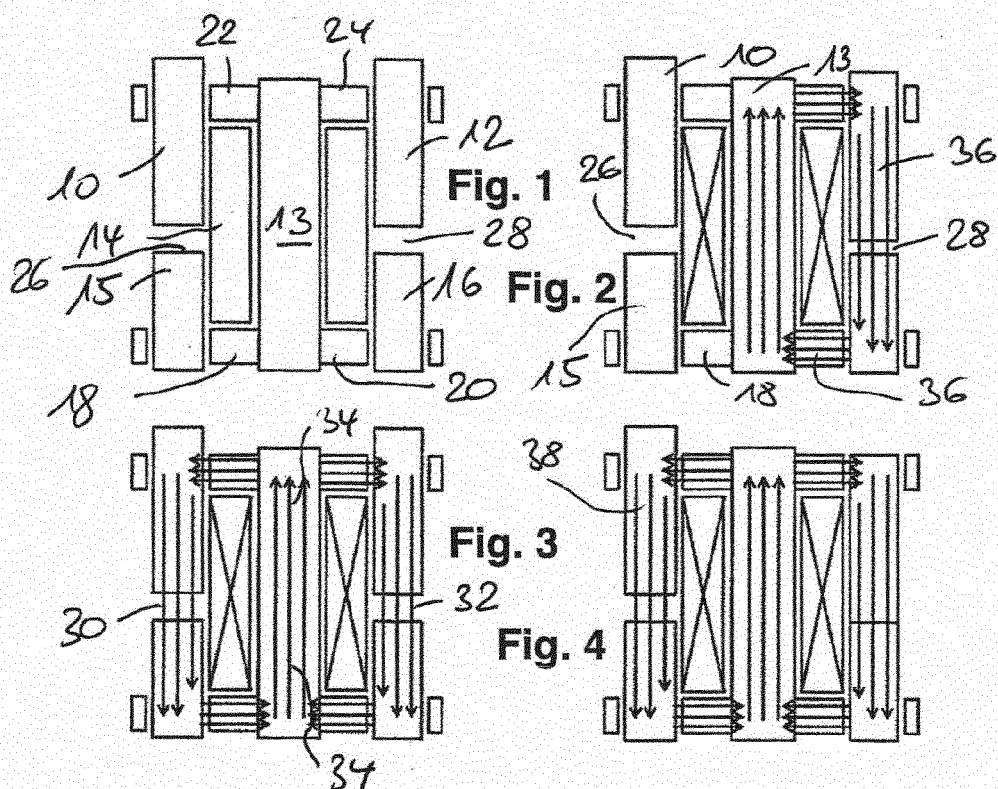
Patentansprüche

1. Elektromagnetische Aktuatorvorrichtung mit einer einen ersten Jochabschnitt einer stationären Jocheinheit umschließenden und durch Bestromung aktivierbaren Spuleneinheit (44, 46) und relativ zur Jocheinheit bewegbar geführten, mit einem abtriebsseitigen Stellpartner zusammenwirkenden und zum Ausführen einer Stellbewegung antreibbaren Ankermittel (40), die mit einem zweiten Jochabschnitt (42) der Jocheinheit unter Ausbildung eines außerhalb des ersten Jochabschnitts liegenden Luftspalts für einen durch die aktivierte Spuleneinheit erzeugten Magnetfluss zusammenwirken, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spuleneinheit eine Mehrzahl von Einzelspulen (44, 46) aufweist, denen Ankermittel in Form einer gemeinsamen Ankereinheit (40) so benachbart zugeordnet sind, dass unter Ausbildung einer Mehrzahl von Flussleitkreisen, von denen jeder durch eine betreffende Einzelspule und die gemeinsame Ankereinheit verläuft, ein sich bei Bestromung der Spuleneinheit bildender Magnetfluss der jeweiligen Einzelspulen im zweiten Jochabschnitt addiert und/oder gleichgerichtet überlagert,

wobei der Arbeitsluftspalt zwischen den mantelseitig benachbart des zweiten Jochabschnitts (42) und mantelseitig benachbart zueinander vorgesehenen Einzelspulen liegt.

insbesondere für ein Kraftfahrzeug.

- 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Einzelspulen eine axiale Erstreckung aufweist, die parallel zu einer Bewegungsrichtung der Ankereinheit verläuft oder gegenüber der Bewegungsrichtung einen Winkel $< 10^\circ$, bevorzugt $< 5^\circ$, ausbildet. 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mehrzahl von Einzelspulen mantelseitig benachbart der zweite Jochabschnitt (42) vorgesehen ist und/oder die Einzelspulen über endseitig an die Mehrzahl der Einzelspulen angreifende, sich in einer Ebene senkrecht zu einer Spulenlängsachse und/oder der Bewegungsrichtung der Ankereinheit erstreckende Flussleitmittel (48, 50) miteinander sowie mit dem zweiten Jochabschnitt flussleitend verbunden sind. 15
20
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flussleitmittel als flache und/oder eine plane Oberfläche aufweisende Elemente und/oder Abschnitte der Jocheinheit realisiert sind, die jeweils endseitig den ersten Jochabschnitt einer jeweiligen Einzelspule flussleitend kontaktieren und sich bevorzugt beidends und zueinander parallel zwischen der Mehrzahl der Einzelspulen und dem zweiten Jochabschnitt erstrecken. 25
30
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die planen Flussleitmittel, bezogen auf einen Kontaktbereich für den zweiten Jochabschnitt, zwei Schenkel (54, 56) ausbilden, die sich diametral erstrecken oder zwischen sich einen Winkel (58) $< 180^\circ$ aufspannen. 35
40
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelspulen eine zylindrische oder eine vieleckförmige, insbesondere rechteckförmige, Außen- und/oder Querschnittskontur aufweisen. 45
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Jocheinheit und/oder der erste Jochabschnitt und/oder der zweite Jochabschnitt und/oder ein Flussleitabschnitt zwischen dem ersten und dem zweiten Jochabschnitt als Blechelement, insbesondere stapelfähiges Blechelement, und/oder als Schichtanordnung aus einer Mehrzahl von Blechelementen realisiert ist. 50
55
8. Verwendung der elektromagnetischen Aktuatorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Realisierung eines Pneumatik- oder Hydraulikventils,





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 16 5459

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 20 2008 015303 U1 (BUERKERT WERKE GMBH & CO KG [DE]) 26. März 2009 (2009-03-26) * Abbildungen 1-6 *	1-8	INV. H01F7/16 H01F7/08
A	GB 2 176 343 A (LUCAS IND PLC) 17. Dezember 1986 (1986-12-17) * Abbildung 2 *	1-8	
A	DE 101 46 899 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 10. April 2003 (2003-04-10) * Abbildungen 7,8 *	1-8	
A	DE 20 2008 015980 U1 (ETO MAGNETIC GMBH [DE]) 29. April 2010 (2010-04-29) * Abbildungen 6,14,15 *	1-8	
A	DE 100 33 923 A1 (LSP INNOVATIVE AUTOMOTIVE SYS [DE]) 24. Januar 2002 (2002-01-24) * Abbildung 1 *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Juli 2017	Prüfer Weisser, Wolfgang
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 16 5459

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-07-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202008015303 U1	26-03-2009	CN 101740194 A	16-06-2010
		DE 202008015303 U1	26-03-2009
		EP 2189992 A1	26-05-2010
		US 2010123093 A1	20-05-2010

GB 2176343 A	17-12-1986	DE 3618729 A1	11-12-1986
		ES 8800500 A1	01-01-1988
		FR 2583210 A1	12-12-1986
		GB 2176343 A	17-12-1986
		IT 1188736 B	28-01-1988
		JP S61285055 A	15-12-1986
		US 4716393 A	29-12-1987

DE 10146899 A1	10-04-2003	CN 1557007 A	22-12-2004
		DE 10146899 A1	10-04-2003
		EP 1430490 A1	23-06-2004
		WO 03030188 A1	10-04-2003

DE 202008015980 U1	29-04-2010	CN 102239531 A	09-11-2011
		DE 202008015980 U1	29-04-2010
		EP 2370980 A1	05-10-2011
		US 2011267159 A1	03-11-2011
		WO 2010063394 A1	10-06-2010

DE 10033923 A1	24-01-2002	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 2000170951 A [0002] [0003]