



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 163 687 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.09.2004 Patentblatt 2004/36

(51) Int Cl.7: **H01F 7/08**, H01F 3/02,
F01L 9/04, H01F 7/14

(21) Anmeldenummer: **01942784.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/000565

(22) Anmeldetag: **18.01.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/054146 (26.07.2001 Gazette 2001/30)

(54) **ELEKTROMAGNET**
ELECTROMAGNET
ELECTROAIMANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

(30) Priorität: **22.01.2000 DE 10002628**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(73) Patentinhaber:
• **Tyco Electronics AMP GmbH**
64625 Bensheim (DE)
• **Leiber, Heinz**
71739 Oberriexingen (DE)

- **DÜNKEL, Dirk**
64625 Bensheim (DE)
- **KÄHNY, Frank**
74579 Fichtenau (DE)
- **HECKER, Ralf**
55130 Mainz (DE)
- **MASAK, Stefan**
64285 Darmstadt (DE)

(74) Vertreter: **LENZING GERBER**
Patentanwälte
Postfach 20 05 09
40103 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **LEIBER, Heinz**
71739 Oberriexingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 251 321 **WO-A-98/42958**
DE-A- 19 824 537 **DE-C- 946 169**

EP 1 163 687 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Elektromagnete mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Jochs von Magnetkreisen für Elektromagnete werden verschraubt oder erhalten durch Sicken in den Blechen miteinander einen Formschluß. Dies ist die übliche Technik, z. B. für Zündtrafos. Meistens werden diese Jochs auch noch mit Kunststoff umspritzt. Problematisch ist die Eigenspannung dünner Bleche, die wie Tellerfedern wirken und einen dichten Verbund, bei dem jedes Blech ohne Spiel in dem Verbund liegt, durch ein Verspannen mit Schrauben sehr erschweren.

[0003] Hinzu kommt bei einem sogenannten tiefen Magneten, d. h. z. B. einem Magneten mit schwenkbaren Anker und mit in Schwenkachsrichtung breit ausgebildeten Anker und entsprechenden Jochen, dass eine hohe Magnetkraft auftritt. Diese führt zu einer gewissen Durchbiegung des Joches. Diese wird noch verstärkt durch das Verspannen des Joches durch die außen liegenden Spannschrauben. Diese gestalten das Lamellenpaket fächerförmig, d. h. auf der den Schrauben gegenüberliegenden Seite findet eine Aufweitung statt, was sich als Jochdurchbiegung äußert. Hierdurch kommen unterschiedliche Luftspalte in der Mitte des Pakets gegenüber außen zustande. Um einen kleinen Haltestrom und eine entsprechend geringe Verlustleitung zu ermöglichen sollte jedoch ein kleiner und gleichmäßiger Luftspalt erreicht werden.

[0004] Bei Anwendung des Elektromagneten, z. B. in einem Aktuator zum Antreiben eines Ventils eines Verbrennungsmotors, muss dieser neben einer hohen Steifigkeit auch kleine Baumaße aufweisen, um den Zylinderkopf nicht unnötig zu vergrößern. Er muss sich auch auf verschiedene Ventilabstände anpassen lassen. Auch muss das Gewicht sehr klein sein.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine große Steifigkeit mit kleinen Verformungen zu erzielen, bei kleinen Abmaßen und kleinem Gewicht. Außerdem müssen die Magnete auf den Anker leicht einstellbar sein.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Die Unteransprüche 2 bis 11 enthalten Ausgestaltungen, die die Aufgabenlösung weiter unterstützen.

[0008] In den Ansprüchen 12 bis 26 ist eine Anwendung der Erfindung bei einem Aktuator beschrieben, in der sich die Erfindung besonders günstig auswirkt. Hier müssen die Aktuatoren stabil auf den Zylinderkopf oder einen Aktuatorträger oder einer Wanne befestigt werden, um die relativ hohen Kräfte abzufangen.

[0009] Vorwiegend wird die Steifigkeit durch die Jochversteifungen erreicht, welche nicht nur die Magnetkräfte aufnehmen müssen, sondern bei der Ausbildung des Aktuators mit schwenkbarem Anker und Verwendung einer Drehfeder auch die Lagerkräfte und das Abstützmoment des Drehstabes auf der Lagerplatte. Kleine Baumaße werden durch relativ dünne Lagerplatten er-

zielt, die auch vorteilhaft sind für die später beschriebenen Spulenanschlüsse. Entscheidend ist die gute kraft- und/oder formschlüssige Verbindung zwischen den Lagerplatten und den Jochpaketen, da die Jochversteifungen durch die Jochseitenplatten die Kräfte von der Lagerplatte in diese ableiten, so dass aufwendige, dicke Lagerplatten verhindert werden. Die Steifigkeit wird durch entsprechende Abstimmung des Jochpakets mit den Jochversteifungen und einer entsprechenden Gestaltung der Lagerplatten erreicht.

[0010] Im Anspruch 29 ist ein Verfahren zur günstigen Herstellung des Elektromagneten, bzw. des Aktuators beschrieben.

[0011] Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

[0012] Es zeigen:

Fig. 1 den Aufbau eines Aktuators für den Antrieb eines Ventils eines Verbrennungsmotors in Schnittdarstellung, bei dessen Elektromagneten die Erfindung eingesetzt ist;

Fig. 2 den teilweise gezeigten Aktuator in perspektivischer Darstellung;

Fig. 3 eine teilweise alternative Ausbildung.

Fig. 4 einen Aufblick auf die Anker zweier benachbarter Aktuatoren;

Fig. 5 eine der Lagerplatten;

Fig. 6 eine Detail der Fig. 4 und 5.

[0013] In Fig. 1 und Fig. 2 ist ein elektromagnetischer Aktuator 1 für die Ventilbetätigung eines Verbrennungsmotors teilweise gezeigt. Der Aktuator 1 weist zwei Elektromagnete 2 und 3 bestehend aus zweipoligen Jochen 2a und 3a und je einer Wicklung 2b und 3b auf. Die Elektromagnete 2 und 3 arbeiten mit einem Hebel 4 zusammen, der mit einem Ankerrohr 4a verbunden ist. Dieses Ankerrohr 4a ist um eine Achse 5 schwenkbar gelagert. Im Innern des Ankerrohrs 4a ist eine Torsionsfeder 6 in Form eines Drehstabes angeordnet, das am einen Ende starr eingespannt ist und mit seinem anderen Ende mit dem Ankerrohr 4a verbunden ist. Der Drehstab 6 erzeugt, z. B. beide auf den Hebel 4 wirkenden Federkräfte. Der Hebel 4 trägt einen Anker 7, der mit den Elektromagneten 2 und 3 zusammenarbeitet und die Schwenkbewegung erzeugt. Das rechte Ende 4b des Hebels 4 wirkt auf einen nicht gezeigten Schaft eines Ventils ein.

[0014] Die Fig. 2 zeigt, dass das Joch 2a aus Lamellen 2a' aus magnetischem Material zusammengesetzt ist. Es ist zur Verbesserung der Anschaulichkeit nur ein Teil des Lamellenpakets 2a gezeigt. In der Praxis ist der gesamte Raum zwischen den Lagerplatten 8 mit Lamellen 2a' ausgefüllt.

[0015] In den Lagerplatten 8 ist die Lagerung des Hebels 4 und damit des Ankers 7 mittels des Lagerrohrs 4a untergebracht. Die beiden Lagerplatten 8 sind durch zwei Jochseitenplatten 9 und 10 miteinander verbunden, wobei die Seitenplatten 9 und 10 in die Lagerplatten 8 eingeschweißt sind. Die Lamellen 2a' weisen kleine Ausbuchtungen 2a'' auf, über die sie in die Seitenplatten 8, 9 eingehängt sind. Die Seitenplatten 9 und 10 können aus nicht magnetischem Material ausgeführt sein und sie können durch eine Isolierung 11 von den Lamellen 2a' elektrisch isoliert sein. Diese Isolierung kann auch durch einen Luftspalt geschehen. Die Seitenplatte 10 ist als Profil ausgebildet, so dass sie die Wicklung 2 b umgreifen kann. Das Profil erhöht die Biegesteifigkeit der Seitenplatte 10 zusätzlich in Querrichtung. Die beiden Seitenplatten 9 und 10 sind am oberen Ende des Jochs angebracht, deren Ausbuchtung wenig Magnetfluß aufweist und damit auch geringe Wirbelströme erzeugt.

[0016] Der Zusammenbau des Elektromagneten 2 geht in folgender Weise vor sich: Zuerst sind die Seitenplatten 9, 10 nur lose mit den Lagerplatten 8 verbunden. Die Lamellen 2a' werden in die Seitenbleche 9, 10 eingehängt. Der Anker wird in die in Fig. 1 gezeigte Endstellung gebracht und die Lamellen oder das Lamellenpaket mit den Seitenblechen als stabilem Verbund so verschoben, dass die Lamellen auf dem Anker 7 direkt aufliegen oder mit einem vorgegebenen kleinen Luftspalt zu dem Anker 7 liegen. Nun wird das Joch, z. B. durch Magnetkraft auf den Anker gedrückt und zusätzlich werden die beiden Lagerplatten 8 auf das Lamellenpaket 2a gepreßt und danach die Seitenplatten 9, 10 mit den Lagerplatten bei 12 verbunden, z. B. verschweißt, verlötet oder verstemmt. Gegebenenfalls kann durch Zugkraft auf die Seitenplatten eine zusätzliche Verspannung erzeugt werden.

[0017] Zum Verbinden des Lamellenpakets können die Lamellen ineinander passende Verzahnungen aufweisen und/oder es können z. B. in Polnähe, z. B. bei 13 Verschweißungen der Lamellen 2a' miteinander, und/oder eine Umspritzung des Lamellenpakets vorgesehen sein. Vorzugsweise sind die Lamellen mit den Seitenplatten verschweißt, wobei zuvor das Lamellenpaket mit einer definierten Kraft zusammengepreßt werden kann.

Der Elektromagnet 3 kann in äquivalenter Weise zusammengebaut werden.

[0018] Die Fig. 1 und 2 zeigen, dass der gesamte Aktuator auf gemeinsamen Lagerplatten 8 angeordnet ist. Man kann die Lagerplatten 8 aber auch nach rechts erweitern und in diesen Erweiterungen der Lagerplatten 8 einen weiteren Aktuator in gleicher Weise, jedoch um 180° gedreht anordnen, wobei man darauf achten muß, die Hebelenden 4b und die von ihnen angetriebenen Ventile in Richtung in die Papierebene hinein gegeneinander zu versetzen.

[0019] Die Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel bei dem die linke Seitenplatte 10 wie in Fig. 1 und 2 ausge-

bildet ist. Dagegen bedeckt die rechte Seitenplatte 19 im Vergleich zur Seitenplatte 9 der Fig. 1 und 2 in viel stärkerem Maße die Seitenfläche des Jochs 2a. Diese Seitenplatte 19 ist entlang ihren Kanten 20 wenigstens mit einem Teil der Lamellen 2a' verschweißt. Diese Seitenplatte kann aus unmagnetischem Material bestehen; sie kann gegenüber den Lamellen 2a' mit Ausnahme der geschweißten Kanten 20 elektrisch isoliert sein. Diese kann auch so gestaltet werden, dass die Seitenplatte in die Lamellen eingesetzt wird, wie dies auf der rechten Bildhälfte gezeigt wird. Auch hier weisen die Lamellen 2a' die Ausbuchtung 2a'' auf, um die Lamellen einhängen zu können. Alternativ dazu kann die Seitenplatte magnetisch leitend sein und ohne Isolierung am Joch anliegen, wodurch der Magnetfluß unterstützt wird. An den Enden ist auch diese Seitenplatte 19 mit den Lagerplatten 8 verbunden.

[0020] Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch einen Doppelaktuator, wie er vorn angedeutet wurde. Auf der oberen Bildhälfte ist ein lamellierter Anker 25 gezeigt. Dieser ist mit einem geschnitten dargestellten Ankerrohr 21 verbunden, in dem ein Drehstab 22 verläuft. Es ist auch die Lagerung 23 und 23a des Ankerrohrs in der Lagerplatte gezeigt. Diese Lagerung 23 und 23a kann durch Gleit- oder Wälzlager realisiert werden. Auf der linken Seite ist der Drehstab 22 mit dem Ankerrohr 21 und auf der rechten Seite mit einer gehäusefesten Drehstabaufnahme 24 verbunden, die wiederum mit einem Hebel 24a verbunden ist, der als Verlängerung wirkend ungefähr in der Mitte der Lagerplatte 25_r mit dieser bei S₁ verschweißt ist. Diese Verschweißung ermöglicht eine genaue Justage der Drehstabskraft, indem der Anker in die in Fig. 2 gezeigte Schließstellung des Ventils gebracht wird und anschließend der Drehstabhebel 24a solange verdreht wird, bis die entsprechende Kraft erreicht ist. Anschließend erfolgt die Verschweißung. Es ist vorteilhaft ein hydraulisches Spielausgleichselement direkt mit dem Anker 25 zu verbinden und das dafür benötigte Drucköl, z. B. über eine Ventilbetätigungslamelle 25a des Ankers 25 dem zwischen Anker und Ventil angeordneten Spielausgleichselement (nicht gezeigt) zuzuführen. Dazu ist ein Ölschluß 26 notwendig, der mit einer Druckleitung einer Pumpe vorzugsweise der Motorschmierölpumpe verbunden ist. Damit das Drucköl nicht aus der Lagerung 23a austritt ist hinter diesem Lager ein Dichtelement 26a angeordnet. Das Drucköl gelangt über das Ankerrohr 21 in den Kanal 27 in der Ventilbetätigungslamelle 25a. Die Ventilbetätigungslamelle 25a ist außermittig angeordnet. Die entsprechende Lamelle des benachbarten Aktuators (unter Bildhälfte) ist mit 25a' bezeichnet. Der Abstand der Lamellen 25a und 25a' entspricht dem Ventilabstand. Hieraus ist der Vorteil dieser Anordnung erkennbar, da sie in einem weiten Bereich an die Ventilabstände angepasst werden kann. Die Ventilbetätigungslamellen 25 a und 25a' sind in das Ankerpaket eingebettet.

[0021] In die Lagerplatten 25_L und 25_r sind die Lagerbuchsen 28 eingeschweißt oder eingelötet. Zur genau-

en Fluchtung geschieht dies in einer entsprechenden Vorrichtung. Mittels Winkelstücken, von denen in der Fig. 6 das Winkelstück für die Lagerplatte 25_L gezeigt ist, wird der Aktuator mit Schrauben 29 mit dem Zylinderkopf 35 verbunden. Die Lagerplatten sind relativ dünn ausgebildet (etwa 1,5 bis 2mm stark). Die Endlamellen sind ca. 3mm stark, die andern Lamellen etwa 0,3mm.

[0022] Die untere Bildhälfte der Fig. 4 zeigt die entsprechenden Elemente des benachbarten Aktuators. Auf der unteren Bildhälfte ist links ein Teil des Ankerpakets 25 weggeschnitten und das Lamellenpaket 30 eines Jochs mit einer dickeren Endlamelle 31 ist sichtbar. Die äußere Jochverstärkung wird durch die Seitenplatte 32 bewirkt, die bei S₃ mit der Lagerplatte verschweißt ist. Zur inneren Jochverstärkung dient die Seitenplatte 33. Dies entspricht dem in den Fig. 1 und 3 gezeigten Aufbau. Hier ragt die innere Verstärkung nämlich die Jochseitenplatte 33 durch die Lagerplatte 25_L hindurch und wird bei S₂ mit dieser verschweißt.

[0023] Fig. 5 zeigt in Seitenansicht die Lagerplatte 25_L. Fig. 4 zeigt den Blick in die eingezeichnete y-Richtung. Hier sind die Jochseitenplatten 32 und 33 gestrichelt gezeigt und im Vergleich zu Fig. 1 und 2 etwas anders dimensioniert und auch die Durchführung der Seitenplatte 33 durch eine Aussparung in der Lagerplatte 25_L mit den entsprechenden Schweißstellen S₂ ist zu sehen. Auch die Drehstabaufnahme 24 und der Hebel 24a sind hier zu erkennen. Die den Teilen 24 und 24a entsprechenden Elemente des links benachbarten Aktuators sind auf der Lagerplatte 25_r diagonal gegenüberliegend angeordnet. Damit sind gleiche Teile verwendbar. Auch die Befestigungsschraube 29 ist zu sehen. Durch entsprechende Aussparungen der Lagerplatten 25_L und 25_r ragend die Spulen 34 hindurch. Deren Anschlüsse 34a sind damit für die Kontaktierung zum Verbindungskabel gut zugänglich. Das Jochlamellenpaket kann auch verschraubt werden mit eventuell zusätzlichen Verschweißungen oder Verklebungen oder anderen Verbindungsmöglichkeiten. Die in Fig. 5 links gezeigten Verschraubungen 37 und 37a bringen den Vorteil einer einfachen Justage. Es kann z. B. auch nur der obere Magnet verschraubt werden und der untere verschweißt.

[0024] Auch ist denkbar, dass die dickeren Jochendlamellen 31 z. B. für die beiden unten liegenden Magnete in einer Art Brücke verbunden sind, um eine einfachere Montage zu ermöglichen und eine weitere Verstärkung der Lagerplatten zu erreichen. Auch kann der Aktuator der Fig. 4 und 5 zur besseren Wärmeableitung in den Zylinderkopf 35 eingebettet werden, wie das Fig. 5 unten zeigt, wobei die Einbautoleranzen des Luftspalts durch wärmeleitende Füllstoffe ausgeglichen werden können. Auch ist es denkbar, die Wärmeabfuhr für die oberen Magnete dadurch zu verbessern, dass ein Wärmeleitblech 36 eingesetzt wird, welches die Wärme von der Oberseite der Magnete zum Zylinderkopf abführt.

[0025] Die Lagerplatten 25_{L1} und 25_r müssen um nur einen kleinen Nebenschluss herzustellen zumindest im Bereich des Ankers un- oder nur schwach magnetisch sein. In den daneben liegenden Bereichen kann das Material magnetisch sein. Das unmagnetische Material, z. B. V2A kostet ein Vielfaches des magnetisch leitenden Materials. Daher ist es denkbar eine Trennung bei 25_{L1} durchzuführen, derart, dass der mittlere Teil 25_{LM} unmagnetisch und der benachbarte Teil oben 25_{LO} und entsprechend unten magnetisch ist.

[0026] Um eine gute Wärmeabfuhr zu erzeugen sollte der Aktuator bündig mit der Lagerplatten 25_L und 25_r montiert, bzw. justiert werden.

[0027] Fig. 5 und Fig. 6 zeigen die Befestigung des Aktuators mittels der Befestigungsschraube 29 am Zylinderkopf 35. Als Alternative zu der Schraube 29 kann gemäß Fig. 6 eine Schaftschraube 29a verwendet werden mit einem Sechskant am oberen Ende. Diese Ausführung hat Montagevorteile bezüglich der Zugänglichkeit beim Aufsetzen auf den Zylinderkopf.

Patentansprüche

1. Elektromagnet (2, 3) mit einem eine elektrische Wicklung (2b, 3b) aufweisenden Joch (2a, 3a) und einem den Polen des Jochs (2a, 3a) gegenüberliegenden Anker (7), wobei das Joch (2a, 3a) aus Lamellen (2a') zusammengesetzt ist und Mittel (8, 9, 10) zum Zusammenhalt des Lamellenpakets (2a) vorgesehen sind,
dadurch gekennzeichnet, dass das Lamellenpaket (2a) zwischen Endplatten, insbesondere Lagerplatten (8) angeordnet ist, dass diese durch längs des Lamellenpakets (2a) verlaufende, biegesteife Seitenplatten, insbesondere Jochseitenplatten (9, 10) miteinander verbunden sind, und dass die Lagerung des Ankers (7) in den Lagerplatten (8) untergebracht ist.
2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamellen (2a') Ausbuchtungen (2a'') aufweisen, die ein Einhängen der Lamellen (2a') zwischen die Jochseitenplatten (9, 10) ermöglichen.
3. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ausbuchtungen (2a'') in der Nähe des von den Polen des Jochs (2a) abgewandten Endes des Jochs (2a) vorgesehen sind.
4. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung durch kraft- oder formschlüssige Fügeverfahren (z. B. Schweißen, Löten, Kleben, Verstemmen oder Einpassen) hergestellt ist.

5. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Jochseitenplatten (8, 9) aus unmagnetischem Material sind.
6. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Jochseitenplatten (9, 10) gegenüber dem Lamellenpaket (2a) elektrisch isoliert (11) sind.
7. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Seitenplatte (10) ein Profil aufweist.
8. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Lamellen durch eine Verzahnung (z. B. sogenannte Stanzpaketierung) miteinander verbunden sind.
9. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamellen (2a'), insbesondere in Polnähe wenigstens teilweise zusätzlich durch eine Verschweißung oder Verlötlung (bei 13) miteinander verbunden sind.
10. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Herstellung der Verbindung der Jochseitenplatten (9, 10) mit den Lagerplatten (8) unter Verspannen des Lamellenpakets (2a') erfolgt.
11. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet durch** seine Anwendung als Teil eines elektromagnetischen Aktuators (1), bei dem der Anker (7) **durch** Magnetkraft (2, 3) in Verbindung mit zwei entgegengesetzt gerichteten Federkräften (6) in zwei Endstellungen gebracht wird und bei dem die Ankerbewegungen in die beiden Endstellungen zum Antrieb eines Ventils eines Verbrennungsmotors genutzt wird (über Verlängerung 4b).
12. Elektromagnet nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens das Verbinden eines Endes der Seitenplatten (9, 10) mit der entsprechenden Endplatte (8) unter Zusammenpressen des Lamellenpakets (2a') und der Endplatten (8) erfolgt.
13. Elektromagnet nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Lagerplatten (8) die Lagerung des Hebels (4) und damit des Ankers (7) über dessen Lagerrohr (4a) untergebracht ist.
14. Aktuator nach Anspruch 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Lagerplatten (8) die Jochseitenplatten (9, 10) zweier Elektromagnete befestigt sind und dass diese Anordnung des Aktuators eine Montageeinheit darstellt.
15. Aktuator nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endlamellen (31) des Lamellenpakets (30) im Vergleich zu den andern Lamellen (Faktor 5 bis 10) dicker ausgebildet sind und mit den Lagerplatten (25_r, 25_L) verbunden sind und dass die Lagerplatten (25_L, 25_r) selbst dazu relativ dünn (1, 5 bis 2mm) ausgebildet sind.
16. Aktuator nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (7) in den Lagerplatten (8) schwenkbar gelagert ist und eine mit dem Anker verbundene Drehfeder (5) wenigstens einen Teil der Federkräfte liefert.
17. Aktuator nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zusammen mit einem weiteren Aktuator eine Einheit bildet, die für beide Aktuatoren gemeinsame Lagerplatten (25_r, 25_L) aufweist, wobei sich die Aktuatoren gegenüberliegen (Fig. 4, Fig. 5).
18. Aktuatoranordnung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich gegenüberliegenden Aktuatoren außermittig am Anker angebrachte Betätigungselemente für die Ventile aufweisen und um 180° gegeneinander verdreht angeordnet sind (Fig. 4).
19. Aktuatoranordnung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemeinsamen Lagerplatten (25_r, 25_L) auf einem Zylinderkopf oder Aktuatorträger befestigt sind.
20. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Justage das Lagerspiel dadurch eliminiert wird, dass die Lagerung (4a) vorzugsweise in Richtung zum Magneten (2 und 3) hingedrückt wird.
21. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Lagerplatten (25_r, 25_L) durch Schrauben (37, 37a) miteinander verbunden sind.
22. Aktuatoranordnung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich die Jochseitenplatten (32, 33) mit den Lagerplatten (25_r, 25_L) verbunden (z. B. verschweißt, verklebt, verlötet) sind.
23. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Buchsen (23) zur Lagerung der Anker (25) kraft- und/oder formschlüssig in die Lagerplatten (25_r, 25_L) eingebracht sind.
24. Aktuatoranordnung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerbuchsen (23) zumindest näherungsweise auf der Mittellinie der La-

gerplatten (25_r, 25_L) angeordnet sind.

25. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Justage des Drehstabes der Anker in zumindest eine Endstellung (z. B. Aufliegen auf dem Magneten 2) gebracht wird, dass hierbei der Drehstab mittels eines Hebels (24a) auf einen bestimmten Wert vorgespannt wird und dass anschließend der Hebel (24a) festgelegt wird (verschweißt).
26. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endlamellen (31) zweier Lamellenpakete wenigstens teilweise durch eine Brücke miteinander verbunden sind.
27. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerplatten (25_r, 25_L) aus mehreren Teilplatten (25_{LO}, 25_{LM}) zusammengesetzt sind, dass eine der Teilplatten (25_{LM}) aus weitgehend unmagnetischem Material besteht und dass diese Teilplatte (25_{LM}) im Bereich der Anker (25) angeordnet ist.
28. Aktuator nach einem der Ansprüche 18 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerplatten (25_r, 25_L) mittels eines Winkelstücks mit einem Aktuatorträger oder dem Zylinderblock (35) verbunden, insbesondere verschraubt sind.
29. Verfahren zur Herstellung einer Aktuatoranordnung, gemäß den Ansprüchen 18 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (25) in die polnahe Endstellung gebracht wird, **dass** das Lamellenpaket auf minimalen Luftspalt zum Anker (25) justiert wird, **dass** dann das Lamellenpaket zusammengepreßt wird und dass anschließend die Verbindungen zwischen den Lagerplatten (25_r, 25_L) und den Seitenplatten (32, 39) vorzugsweise gleichzeitig auf beiden Seiten erzeugt werden.

Claims

1. Electromagnet (2, 3) with a yoke (2a, 3a) having an electrical winding (2b, 3b) and an armature (7) facing one of the poles of the yoke (2a, 3a), the yoke (2a, 3a) being formed by sheets (2a') and means (8, 9, 10) being provided for holding together the sheet stack (2a), **characterised in that** the sheet stack (2a) is arranged between end plates, in particular bearing plates (8), **in that** these are connected to one another by flexurally stiff plates, in particular yoke side plates (9, 10), extend-

ing along the sheet stack (2a), and **in that** the bearing of the armature (7) is accommodated in the bearing plates (8).

2. Electromagnet according to Claim 1, **characterised in that** the sheets (2a') have protuberances (2a'') which make it possible to suspend the sheets (2a') between the yoke side plates (9, 10).
3. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 2, **characterised in that** protuberances (2a'') are provided in the vicinity of the end of the yoke (2a) on the other side from the poles of the yoke (2a).
4. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the connection is produced by friction-locking or form-fitting assembly methods (for example welding, soldering, adhesive bonding, caulking or engagement).
5. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the yoke side plates (9, 10) are made of a nonmagnetic material.
6. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 5, **characterised in that** the yoke side plates (9, 10) are electrically insulated (11) from the sheet stack (2a).
7. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 6, **characterised in that** at least one side plate (10) has a profile.
8. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 7, **characterised in that** neighbouring sheets are connected to one another by serration (for example so-called punch stacking).
9. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** the sheets (2a') are at least partly also connected to one another by welding or soldering (at 13), in particular near the pole.
10. Electromagnet according to any one of Claims 4 to 9, **characterised in that** the connection of the yoke side plates (9, 10) to the bearing plates (8) is produced by tensioning the sheet stack (2a').
11. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 10, **characterised by** its use as part of an electromagnetic actuator (1), in which the armature (7) is brought into two end positions by magnetic force (2, 3) in conjunction with two oppositely directed spring forces (6), and in which the armature movements into the two end positions are used to operate a valve of a combustion engine (via extension 4b).
12. Electromagnet according to any one of the preced-

ing claims, **characterised in that** the connection of at least one end of the side plates (9, 10) to the corresponding end plate (8) is carried out by pressing together the sheet stack (2a') and the end plates (8).

13. Electromagnet according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the bearing of the lever (4), and therefore of the armature (7) via its bearing tube (4a), is accommodated in the bearing plates (8).
14. Actuator according to Claims 11 to 13, **characterised in that** the yoke side plates (9, 10) of two electromagnets are fastened to the bearing plates (8), and **in that** this arrangement of the actuator constitutes an assembly unit.
15. Actuator according to Claim 14, **characterised in that** the end sheets (31) of the sheet stack (30) are designed to be thicker compared with the other sheets (factor of 5 to 10) and are connected to the bearing plates (25_r, 25_L), and **in that** the bearing plates (25_r, 25_L) are themselves designed to be thin (1.5 to 2 mm) relative thereto.
16. Actuator according to any one of Claims 11 to 15, **characterised in that** the armature (7) is mounted in the bearing plates (8) so that it can tilt, and a torsion spring (5) connected to the armature provides at least part of the spring forces.
17. Actuator according to any one of Claims 11 to 16, **characterised in that** together with another actuator, it forms a unit which has common bearing plates (25_r, 25_L) for the two actuators, with the actuators facing each other (Fig. 4, Fig. 5).
18. Actuator arrangement according to Claim 17, **characterised in that** the opposing actuators have actuation elements for the valves, fitted off-centre on the armature, and are arranged rotated by 180° with respect to each other (Fig. 4).
19. Actuator arrangement according to Claim 17 or 18, **characterised in that** the common bearing plates (25_r, 25_L) are fastened on a cylinder head or actuator support.
20. Actuator arrangement according to any one of Claims 17 to 19, **characterised in that** the bearing play is eliminated during adjustment by pressing in the bearing (4a), preferably in the direction of the magnets (2 and 3).
21. Actuator arrangement according to any one of Claims 18 to 20, **characterised in that** the two bearing plates (25_r, 25_L) are connected to each other by screws (37, 37a).

22. Actuator arrangement according to Claim 21, **characterised in that** the yoke side plates (32, 33) are also connected (for example welded, adhesively bonded, soldered) to the bearing plates (25_r, 25_L).
23. Actuator arrangement according to any one of Claims 18 to 22, **characterised in that** the bushes (23) for bearing the armatures (25) are fitted into the bearing plates (25_r, 25_L) by friction-locking and/or form-fitting.
24. Actuator arrangement according to Claim 23, **characterised in that** the bearing bushes (23) are arranged at least approximately on the mid-line of the bearing plates (25_r, 25_L).
25. Actuator arrangement according to any one of Claims 18 to 24, **characterised in that** for adjustment of the rotary bar, the armature is brought into at least one end position (for example resting on the magnet 2), **in that** the rotary bar is then prestressed to a particular value by means of the lever (24a), and **in that** the lever (24a) is subsequently immobilised (welded).
26. Actuator arrangement according to any one of Claims 18 to 25, **characterised in that** the end sheets (31) of two sheet stacks are at least partly connected to one another by a bridge.
27. Actuator arrangement according to any one of Claims 18 to 26 **characterised in that** the bearing plates (25_r, 25_L) are formed by a plurality of sub-plates (25_{LO}, 25_{LM}), **in that** one of the sub-plates (25_{LM}) consists of a substantially nonmagnetic material, and **in that** this sub-plate (25_{LM}) is arranged in the vicinity of the armature (25).
28. Actuator according to any one of Claims 18 to 27 **characterised in that** the bearing plates (25_r, 25_L) are connected, in particular screwed, to an actuator support or the cylinder block (35) by means of an angle-piece.
29. Method for producing an actuator arrangement according to Claims 18 to 27, **characterised in that** the armature (25) is fitted in the end position near the pole, **in that** the sheet stack is adjusted to a minimum air gap from the armature (25), **in that** the sheet stack is then pressed together, and **in that** the connections between the bearing plates (25_r, 25_L) and the side plates (32, 39) are then produced, preferably simultaneously on both sides.

Revendications

1. Electro-aimant (2, 3) muni d'une culasse (2a, 3a) possédant un bobinage électrique (2b, 3b) et un induit (7) en vis-à-vis des pôles de la culasse (2a, 3a), dans lequel la culasse (2a, 3a) est constituée de lamelles (2a') et des moyens (8, 9 10) sont prévus pour la cohérence du paquet de lamelles (2a),
caractérisé en ce que
le paquet de lamelles (2a) est disposé entre des plaques terminales, en particulier des plaques d'appui (8), **en ce que** ces plaques latérales, en particulier des plaques latérales de culasse, résistantes à la flexion se trouvant le long du paquet de lamelles (2a) sont reliées les unes aux autres, et **en ce que** la disposition de l'induit (7) est introduite dans les plaques d'appui (8). 5
2. Electro-aimant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les lamelles (2a') présentent des courbures (2a'') qui permettent un accrochage des lamelles (2a') entre les plaques latérales de culasse (9, 10). 10
3. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les courbures (2a'') sont prévues près de la partie terminale de la culasse (2a) opposée aux pôles de la culasse (2a). 15
4. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la liaison est effectuée par un procédé de jonction à force ou par emboîtement (par exemple soudage, brasage, collage, matage ou ajustage). 20
5. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 9) sont en matériau non magnétique. 25
6. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (9, 10) sont isolées (11) électriquement par rapport au paquet de lamelles (2a). 30
7. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**au moins une plaque latérale (10) présente un profil. 35
8. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** des lamelles voisines sont reliées les unes aux autres par un engrenement (par exemple par empilage par poinçonnage). 40
9. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les lamelles (2a') sont reliées en particulier au voisinage des pôles au moins partiellement en plus par un soudage ou un brasage (en 13). 45
10. Electro-aimant selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** la fabrication de la liaison des plaques latérales de culasse (9, 10) avec les plaques d'appui (8) se produit par déformation du paquet de lamelles (2a'). 50
11. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé par** son utilisation en tant que partie d'un actuateur électromagnétique (1), dans lequel l'induit (7) est relié, par une force magnétique (2, 3), à deux forces élastiques opposées (6) dans deux positions terminales et dans lequel le mouvement de l'induit est utilisé dans les deux positions terminales pour l'entraînement d'une soupape d'un moteur à combustion interne (grâce au prolongement 4b). 55
12. Electro-aimant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins la liaison d'une extrémité des plaques latérales (9, 10) avec la plaque terminale correspondante (8) est effectuée par pressage du paquet de lamelles (2a') et des plaques terminales (8).
13. Electro-aimant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans les plaques d'appui (8), le scellement du levier (4) et ainsi de l'induit (7) est inséré au-dessus de son tube d'ancrage (4a).
14. Actuateur selon la revendication 11 à 13, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (9, 10) de deux électro-aimants sont fixées aux plaques d'appui (8) et **en ce que** cet agencement d'actuateur représente une unité de montage.
15. Actuateur selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les lamelles terminales (31) du paquet de lamelles (30) sont réalisées plus épaisses en comparaison des autres lamelles (facteur 5 à 10) et sont reliées aux plaques d'appui (25_r, 25_L) et **en ce que** les plaques d'appui (25_r, 25_L) sont réalisées elles-mêmes relativement minces (1,5 à 2 mm).
16. Actuateur selon l'une des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** l'induit (7) est disposé oscillant dans les plaques d'appui (8) et une barre de torsion (5) reliée à l'induit délivre au moins une partie des forces élastiques.
17. Actuateur selon l'une des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce qu'**il forme une unité conjointement avec un autre actuateur, qui présente pour les deux actuateurs des plaques d'appui communes (25_r, 25_L), où les actuateurs se font face (Figure 4, Figure 5).
18. Actuateur selon la revendication 17, **caractérisé en**

ce que les actionneurs en vis-à-vis présentent des éléments de commande pour les soupapes placés à l'extérieur de l'induit et sont disposés décalés de 180° de façon antagoniste.

19. Agencement d'actionneur selon la revendication 17 ou 18, **caractérisé en ce que** les plaques d'appui communes (25_r, 25_L) sont fixées sur une tête de cylindre ou un support d'actionneur. 15
20. Agencement d'actionneur selon l'une des revendications 17 à 19, **caractérisé en ce que** lors de l'alignement, le jeu de palier est éliminé de sorte que le scellement des paliers (4a) est poussé de préférence dans la direction vers les aimants (2 et 3). 15
21. Agencement d'actionneur selon l'une des revendications 18 à 20, **caractérisé en ce que** les deux plaques d'appui (25_r, 25_L) sont reliées l'une à l'autre par des vis (37, 37a). 20
22. Agencement d'actionneur selon la revendication 21, **caractérisé en ce que**, en outre, les plaques latérales de culasse (32, 33) sont reliées (par exemple, soudées, collées, brasées) avec les plaques d'appui (25_r, 25_L). 25
23. Agencement d'actionneur selon l'une des revendications 18 à 22, **caractérisé en ce que** les coussinets (23) sont introduits à force et/ou par emboîtement dans les plaques d'appui (25_r, 25_L) en vue du scellement de l'induit (25). 30
24. Agencement d'actionneur selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** les coussinets (23) sont disposés au moins approximativement sur la ligne centrale des plaques d'appui (25_r, 25_L). 35
25. Agencement d'actionneur selon l'une des revendications 18 à 24, **caractérisé en ce que**, en vue de l'alignement de la barre de torsion, l'induit est amené dans au moins une position terminale (par exemple appui sur l'aimant 2), **en ce que**, ainsi, la barre de torsion est précontrainte au moyen d'un levier (24a) à une certaine valeur et **en ce que**, enfin, le levier (24a) est fixé (soudé). 40 45
26. Agencement d'actionneur selon l'une des revendications 18 à 25, **caractérisé en ce que** les lamelles terminales (31) de deux paquets de lamelles sont reliées les unes aux autres au moins partiellement par un pont. 50
27. Agencement d'actionneur selon l'une des revendications 18 à 26, **caractérisé en ce que** les plaques d'appui (25_r, 25_L) sont constituées de plusieurs plaques partielles (25_{LO}, 25_{LM}), **en ce qu'une** des plaques partielles (25_{LM}) se compose principalement 55

de matériau non magnétique et **en ce que** cette plaque partielle (25_{LM}) est disposée dans la zone de l'induit (25).

- 5 28. Actionneur selon l'une des revendications 18 à 27, **caractérisé en ce que** les plaques d'appui (25_r, 25_L) sont reliées, en particulier vissées, au moyen d'une pièce coudée au support d'actionneur ou au bloc cylindre (35). 10
29. Procédé de fabrication d'un agencement d'actionneur selon les revendications 18 à 27, **caractérisé en ce que** l'induit (25) est amené dans une position terminale proche d'un pôle, **en ce que** le paquet de lamelles est aligné selon un entrefer minimal sur l'induit (25), **en ce qu'ensuite**, le paquet de lamelles est pressé et **en ce qu'enfin**, les liaisons entre les plaques d'appui (25_r, 25_L) et les plaques latérales (32, 39) sont produites de préférence simultanément sur les deux côtés. 15 20 25

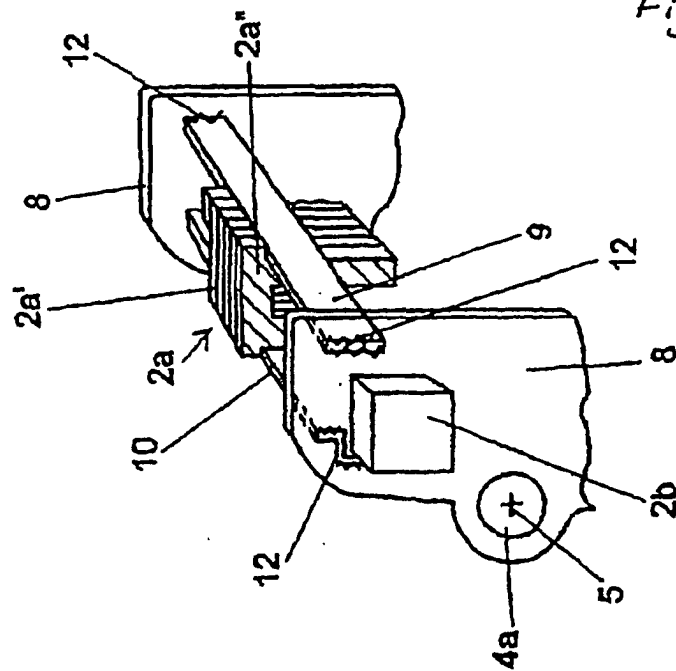
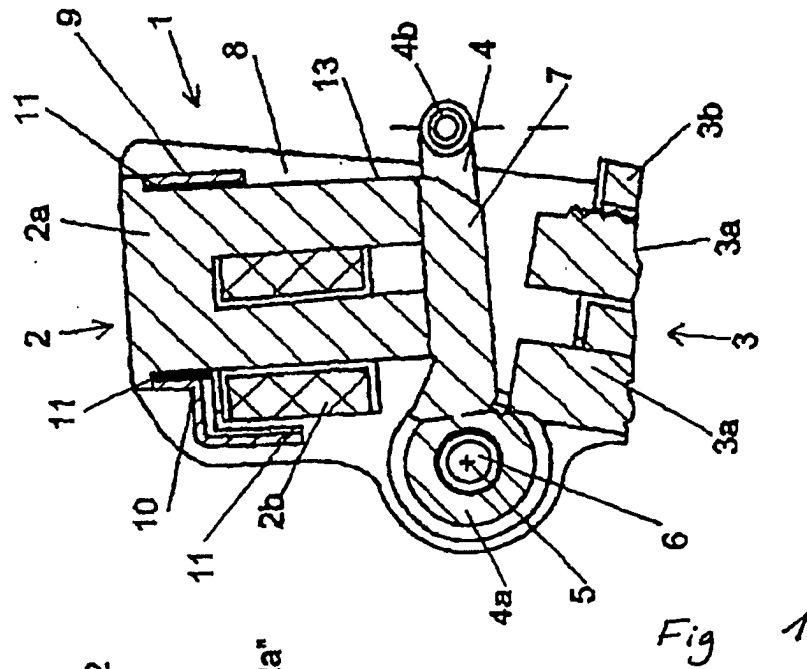


Fig 2

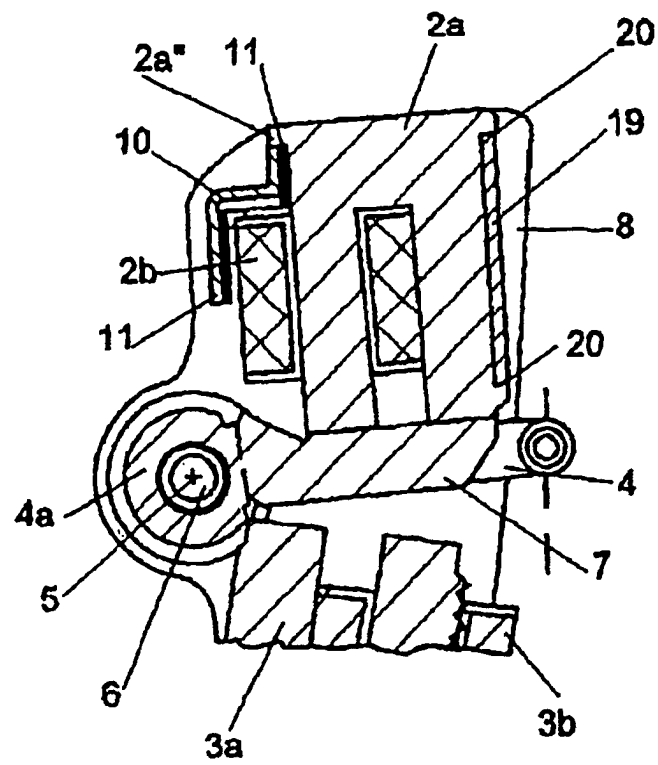
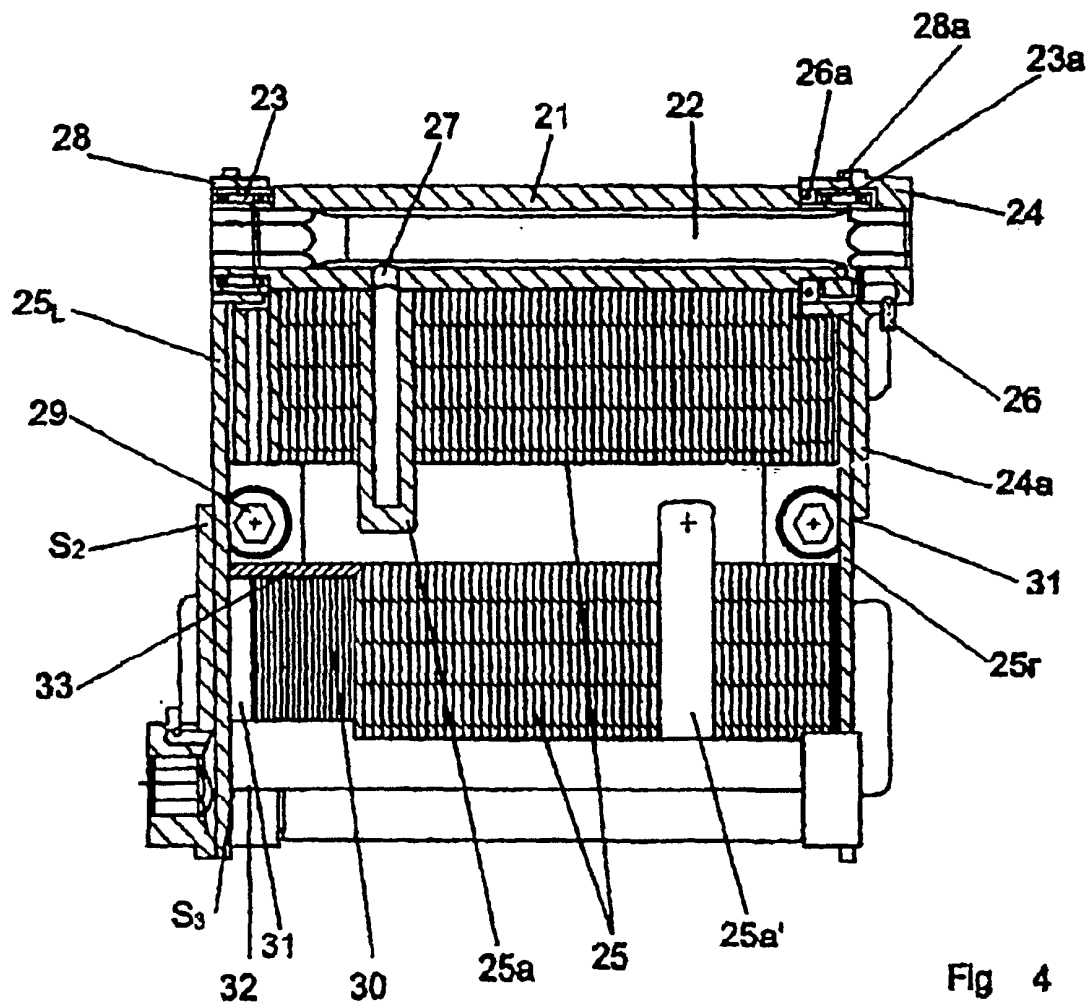


Fig. 3



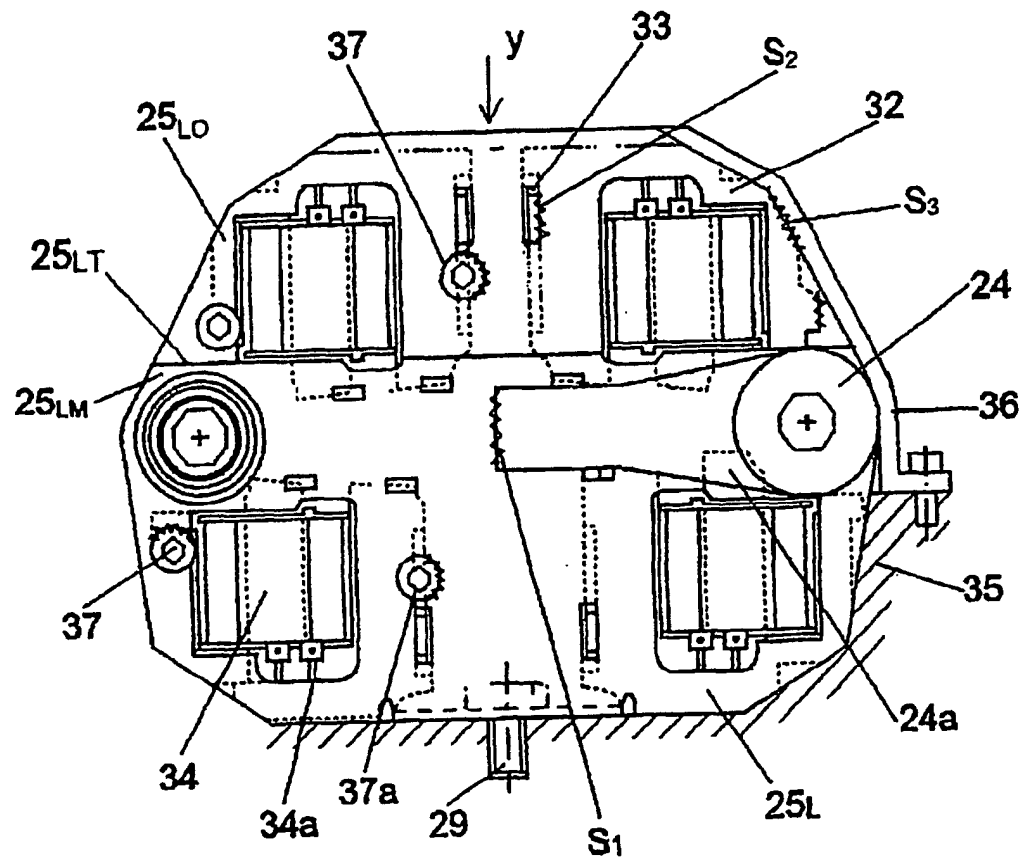


Fig. 5

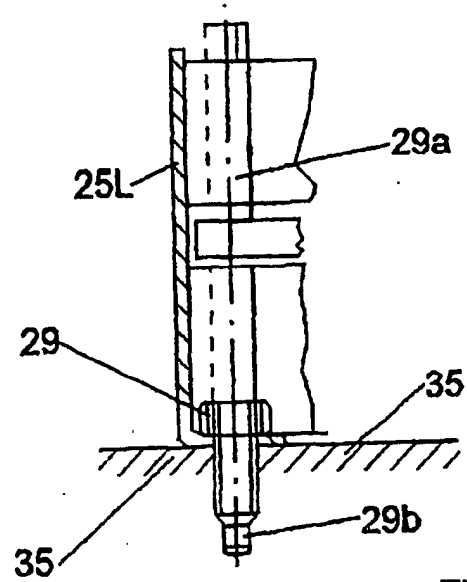


Fig 6