



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 163 686 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**28.07.2004 Patentblatt 2004/31**

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

(21) Anmeldenummer: **01909656.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2001/000569**

(22) Anmeldetag: **18.01.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2001/054147 (26.07.2001 Gazette 2001/30)**

(54) **ELEKTROMAGNET**

ELECTROMAGNET

ELECTRO-AIMANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR**

(30) Priorität: **20.01.2000 DE 10002295**  
**16.08.2000 DE 10039869**

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

(73) Patentinhaber:  
• **Tyco Electronics AMP GmbH**  
**64625 Bensheim (DE)**  
• **Leiber, Heinz**  
**71739 Oberriexingen (DE)**  
• **Leiber, Thomas**  
**80796 München (DE)**

- **LEIBER, Thomas**  
**80796 München (DE)**
- **DÜNKEL, Dirk**  
**64625 Bensheim (DE)**
- **KÄHNY, Frank**  
**74579 Fichtenau (DE)**
- **HECKER, Ralf**  
**55130 Mainz (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 1 163 686 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]** Joche von Magnetkreisen für Elektromagnete werden verschraubt oder erhalten durch Sicken in den Blechen miteinander einen Formschluß, durch sogenannte Stanzpaketierung. Dies ist die übliche Technik, z. B. für Zündtrafos. Meistens werden diese Joche auch noch mit Kunststoff umspritzt. Diese Umspritzung dient dem Zusammenhalt des Lamellenpakets und zu dessen Isolation. 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 Verspannen mit Schrauben sehr erschweren.

**[0003]** Hinzu kommt bei einem sogenannten tiefen Magneten, d. h. einem Magneten mit schwenkbaren Anker und mit in Schwenkachrichtung breit ausgebildeten Anker und entsprechenden Jochen, wie er in der DE 19854020.5 beschrieben ist, daß eine hohe Magnetkraft auftritt. Diese führt zu einer gewissen Durchbiegung des Joches. Diese wird noch verstärkt durch das Verspannen des Joches, wenn außen liegend Spannschrauben verwendet werden. 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 gegenüber außen des Pakets zustande. Um einen kleinen Haltestrom und eine entsprechend geringe Verlustleistung zu ermöglichen sollte jedoch ein kleiner und gleichmäßiger Luftspalt erreicht werden.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Jochausbildung eines Elektromagneten durchbiegungssteifer zu gestalten, um die oben erwähnten Nachteile zu vermeiden.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

**[0006]** Die Unteransprüche 2 bis 12 enthalten Ausgestaltungen, die die Aufgabenlösung weiter unterstützen.

**[0007]** Bei der Erfindung ist neben der Versteifung eine Justierung des Joches zum Anker möglich, um die Fertigungstoleranzen auszugleichen.

**[0008]** In den Ansprüchen ab 13 ist eine Anwendung der Erfindung beschrieben, in der sich die Erfindung besonders günstig auswirkt.

**[0009]** Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

**[0010]** Es zeigen:

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

Fig. 2 den Aktuator in perspektivischer Darstellung;

Fig. 3a und 3b alternative Details der Verschweißung;

Fig. 4 bis 6 weitere Details des Jochaufbaus;

Fig. 7 den Zusammenbau zweier benachbarter Aktuatoren;

Fig. 8 bis 10 weitere Möglichkeiten der Ausgestaltung.

**[0011]** In Fig. 1 und Fig. 2 ist ein elektromagnetischer Aktuator 1 für eine Ventilbetätigung eines Verbrennungsmotors 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 Drehrohrs angeordnet, das am einen Ende starr eingespannt ist und mit seinem andern Ende mit dem Ankerrohr 4a verbunden ist. Der Drehstab 6 erzeugt bei diesem Ausführungsbeispiel die auf den Hebel 4 wirkenden beiden 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 des Ventils ein.

**[0012]** Die Fig. 2 zeigt, daß das Joch 2a aus Lamellen 2a' und 2a'' aus magnetischem Material zusammengesetzt ist. Die Lamellen 2a' sind z. B. 0,3mm dick. Die vorzugsweise äußeren Seiten jedes Magneten 2 und 3 tragen biegesteife Jochseitenplatten 8 und 9, die über die gesamte Jochtiefe entlang den Linien 10 mit den Lamellen 2a' verschweißt sind. Die Endlamellen 2a'' der Joche 2a und 3a sind dicker ausgebildet (z.B. 3mm) und wie auch in den Fig. 3a und 3b gezeigt wird (Schnitt X - X), ebenfalls mit den Jochseitenplatten 8 verschweißt. Durch die Verwendung der Jochseitenplatten 8 und 9 und noch mehr durch die Einbeziehung der dickeren Endlamellen 2a'' entsteht eine einer Brücke ähnliche Konstruktion, die das Joch sehr durchbiegungssteif gestaltet. Das Joch befindet sich quasi in einem Käfig. Diese Konstruktion wird noch weiter verbessert und die Vorteile vermehrt, wenn man die Jochendlamellen 2a'' noch mit den Lagerplatten 12 des Aktuators 1 verschweißt, die die Lagerung des Ankers 7 tragen und an denen auch die Jochpakete 2a und 2b befestigt sind. Vor deren Befestigung ist eine Justierung der Magnete 2 und 3 und des Ankers 7 zueinander möglich, wobei die Lamellen 2a' und 2a'' mit den Jochseitenplatten 8 und 9 eine Montageeinheit bilden. Zusammen mit den Lagerplatten 12 bilden sie einen kompletten Aktuator.

**[0013]** In Fig. 2 ist noch auf einen Schlitz 13 in der Jochseitenplatte hinzuweisen, mit dessen Hilfe Wirbelströme reduziert werden.

**[0014]** In Fig. 3a und Fig. 3b ist jeweils eine der

Schweißverbindungen 8' zwischen den Jochendlamellen 2a" und den Jochseitenplatten 8 gezeigt. Hierdurch entsteht zwischen den beiden Jochseitenplatten und den Endlamellen ein Käfig, wobei sich die Jochseitenplatten voll auf den Endlamellen biegesteif abstützen, um die großen Magnetkräfte der Lamellen aufzufangen. Auch ist in Fig. 3a eine Schweißverbindung 8" zwischen der Jochseitenplatte 8 und der Lagerplatte 12 gezeigt, die in einer Aussparung 8'" angebracht ist. Hier ist die Lagerplatte 12 direkt mit der Jochseitenplatte 8 verbunden. Alternativ kann die Schweißverbindung 8" auch durch eine Durchschweißung 12" durch die Lagerplatte 12 zur Endlamelle 2a" ersetzt sein. Beide können auch gleichzeitig angewandt sein. Vorzugsweise wird das Lamellenpaket vor dem Verschweißen stark zusammengepreßt, damit die Lamellen dicht aneinander liegen. Dies kann mit einer Spannungsvorrichtung bewirkt werden, die später noch beschrieben wird.

**[0015]** In Fig. 3b sind die Teile 8 und 12 nur indirekt miteinander verbunden: die Lagerplatte 12 und die Jochseitenplatte 8 sind jeweils mit der Endlamelle 2a" verbunden.

**[0016]** Um zu vermeiden, daß an den Schweißnähten der Jochseitenplatten 8 entstehende Wirbelströme über die Lagerplatten 12 kurzgeschlossen werden, wird vorzugsweise zwischen den Endlamellen 2a" und den Lagerplatten 12 eine Isolation 2c eingebracht z. B. eine Kunststoffolie oder ein Lackauftrag.

**[0017]** Die Fig. 4 zeigt nochmals den Aufbau des Elektromagneten der Fig. 1 mit dem lamellierten Joch 2a, mit den dünnen Lamellen 2a' und den dickeren Endlamellen 2a", der Wicklung 2b und der Lagerplatte 12. Um Wirbelströme zu verringern ist die linke Seitenplatte 8a an ihrem oberen Ende 8a' abgekröpft und ist außerhalb der Wicklung 2b angeordnet. Hierdurch wird eine hohe Biegesteifigkeit erreicht. Sie ist wenigstens oben mit den Lamellen verschweißt. Die verwendeten dicken Endlamellen 2a" stellen eine Versteifung des Pakets dar; dünne Plättchen würden sich wegen der Federwirkung des Lamellenpakets aufwölben und können nicht die auf die Jochseitenplatte übertragenen hohen Magnetkräfte aufnehmen.

**[0018]** Vorzugsweise werden die Jochseitenplatten 8 und 8a mit einer geringen Längentoleranz gefertigt (z. B. < 20[m]). Damit wird es möglich das Lamellenpaket 2a ohne eine Bearbeitung der Stirnflächen der Endlamellen 2a" zusammenzupressen und mit der Lagerplatte zu verschweißen, wobei die Schweißung vorzugsweise über eine große Länge der Berührungsfläche vorgenommen wird.

**[0019]** Vorzugsweise wird zwischen den Seitenplatten 8 und den Lamellen 2a' eine Isolierung 15 eingebracht, wie dies Fig. 5 zeigt. Diese kann auch aus einem definierten Luftspalt bestehen.

**[0020]** Fig. 6 zeigt einen Fall, bei dem die Jochseitenbleche 8 und 8a stumpf mit der Lagerplatte 12 verschweißt sind (Schweißungen 12'''). Zusätzlich kann noch eine Verschweißung 12" zwischen der dicken End-

lamelle 2a" und der Lagerplatte 12 erfolgen. Für die Verbindung des Lamellenpakets mit den Jochseitenplatten zur Lagerplatte gibt es viele Möglichkeiten, wobei hier nur einige beschrieben sind.

**[0021]** Derartige Verschweißungen sind möglich, wenn die Jochseitenplatten eng toleriert werden und das Lamellenpaket mit einer Spannvorrichtung auf dieses eng tolerierte Maß (<20[m]) zusammengedrückt (verspannt) wird.

**[0022]** Um minimalen Schweißverzug, das heißt Abweichungen an den Magneten zu erzielen, ist es günstig zunächst nur einen Teil der Länge zwischen Jochseitenplatten 8 mit den Lagerplatten 12 zu verschweißen. Darauf folgend wird dann günstiger Weise in der selben Weise die gegenüberliegende Platte verschweißt. Vorzugsweise erfolgt dies auch diagonal.

**[0023]** In Fig. 7 ist die Vorderansicht einer Kombination zweier Aktuatoren 40 und 41 gezeigt, die sich hinter einer gemeinsamen Lagerplatte 42 befinden. Der Aktuator 41 entspricht der Lage des Aktuators 1 in der Fig. 1. Der Aktuator 40 liegt dem Aktuator 41 gegenüber; er ist gegen ihn um 180° verdreht, so daß in Fig. 7 sich links bei 41a die Lagerung des Ankerrohrs und dessen Verbindung mit dem Drehrohr 41b entsprechend der Darstellung der Fig. 2 befindet und rechts bei 40a die Einspannung des Drehrohrs 40b in die Lagerplatte 42. Die hintere und vordere Lagerplatte 42 sind auf einem Aktuatorträger 43 befestigt. Die Ventilbetätigungen 44 entsprechend 4b, liegen entsprechend dem Ventilabstand im Zylinderkopf räumlich versetzt.

**[0024]** Die Fig. 7 zeigt nun mögliche Schweißstellen 45 und 46 zwischen der gemeinsamen Lagerplatte 42 und den dahinter liegenden Endlamellen der vier Joche. Bei einer Durchschweißung entsprechend Fig. 3a würde die Schweißnaht 47 entsprechend der U-Form des Magneten abgebildet sein, wie dies im oberen Teil des Aktuators 41 gezeigt ist.

**[0025]** Oben wurde häufig von Verschweißen als Verbindung von Teilen erwähnt. Alternativ kann auch ein Verlöten, Verkleben oder ein formschlüssiges Verbinden, z. B. durch Stifte in Frage kommen.

**[0026]** Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel bei dem die Jochseitenplatten zu einer Einbettung des Lamellenpakets in eine Hülle 48 erweitert sind, die durch Eingießen oder Umspritzen mit Metall oder Kunststoff hergestellt werden kann. Vorzugsweise bietet sich hier Aluminium-Druckguss an.

**[0027]** Auf der linken Bildhälfte ist die Hülle 48 mit dem Lamellenpaket 49 gezeigt. Im Joch ist die Spule 50 gelagert. Am Ende der Jochschenkel ist ein Teil des Ankers 51 gezeigt. Diese Hülle 48 ist hier mittels Schrauben 52 und 52a zwischen die Lagerplatten 53 und 53a (sh. Fig. 9) geklemmt. Die Spannkkräfte der Schrauben wirken vorwiegend nur auf die Hülle 48. Zur besserem Haftung des Lamellenpakets 49 an der Hülle 48 weist das Lamellenpaket Nocken 49' zur Verankerung auf.

**[0028]** Auf der rechten Bildhälfte ist die Hülle 54 ohne Verschraubung dargestellt. Der andersartige Zusam-

menhalt mit den Lagerplatten 53 und 53a ist in Fig. 9 in zwei Schnitten A-A und B-B durch die Anordnung der Fig. 8 gezeigt. Am Ende des Lamellenpakets ist eine dickere Endlamelle 55 vorgesehen, ähnlich der Endlamelle 2a" der Fig. 5. Diese besitzt Nuten oder Aussparungen 56 zur Verankerung der Hülle 54. Diese Endlamellen sind mit der Lagerplatte 53 durch Verschweißungen 57 verbunden. Diese Verankerung mit den Endlamellen 55 hat den Vorteil, der Möglichkeit einer günstigen Befestigung 58 der Lagerplatten 53 und 53a mit dem Zylinderkopf 59. Es liegen nahezu gleiche Wärmeausdehnungen zwischen Hülle 54 und dem Zylinderkopf 59 vor, wenn die Hülle 54 und der Zylinderkopf 59 aus Aluminium sind. Auf der linken Seite sind die Durchgangsschrauben 52 und 52a mittels Muttern 60 und 60a an der Lagerplatte 53 angeschraubt. Die Spule 50 ragt durch die Lagerplatte hindurch. Die Hüllen 48 und 54 können zusätzlich mit den Lagerplatten 53 und 53a an der Stelle KL verbunden, z. B. verklebt werden.

**[0029]** Fig. 10 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit Jochseitenplatten 61 und 62. Die Befestigung des Lamellenpakets erfolgt, wie in Fig. 9, mittels Durchgangsschrauben 64 an den Jochseitenplatten 61 und 62. Diese sind hier als Blechbiegeteile links mit Umkehrung um die Schraube 64 ausgeführt und teilweise mit einander verschweißt (Verschweißung  $S_M$ ). Diese sind an den Schweißstellen  $S_1$  bis  $S_4$  mit dem Lamellenpaket verschweißt. Die Schrauben haben Vorteile hinsichtlich der Feinjustierung des Magnetjoches zum Anker. Außerdem verringern sie die Durchbiegung der Joche und unterstützen damit die Jochseitenplatten 61 und 62. An der Stelle  $S_L$  sind die Jochseitenplatte 61 und 62 mit den Lagerplatten 53, bzw. 53a verschweißt.

**[0030]** In den Fig. 8 ist die Spule mit Spulenkörper 50a gezeigt. Die Konzeption des Lamellenpakets mit umgebenden Jochseitenplatten, bzw. Hüllen bietet sich auf für eine körperlose eingespritzte oder gegossenen Spule an, wie dies Fig. 10 zeigt. Zur besseren Verankerung der Spule mit dem Lamellenpaket kann der Jochschenkel eine Verzahnung aufweisen. Hierbei besteht die Gefahr, dass sich im Betrieb Gießharzpartikel lösen und in den Luftspalt zwischen Joch und Anker geraten und damit zum Ausfall des Aktuators führen. Um dies zu verhindern ist zwischen den Jochen, bzw. zwischen den Jochen und der Jochseitenplatte eine Dichtungsschale 63 angeordnet, die z. B. eingeschrumpft ist, so dass kein Luftspalt entsteht.

#### 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', 2a'') zusammengesetzt ist und Mittel (8, 9, 10) zum Zusammenhalt des Lamellenpakets vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, daß we-**

nigstens an einem Teil der Seitenflächen vorzugsweise an den äußeren Seitenflächen des Lamellenpakets (2a, 3a) über dessen Tiefe Jochseitenplatten (8, 9) angeordnet sind und daß die Lamellen (2a', 2a'') wenigstens teilweise mit den Jochseitenplatten (8, 9) verschweißt, verlötet, verklebt oder formschlüssig verbunden sind.

2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lamellenpaket vor und während dem Verschweißen oder Verlöten usw. zusammengepreßt wird.

3. Elektromagnet nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ränder der Jochseitenplatten (8, 9) an ihren Auflagestellen (10) mit wenigstens einem Teil der Lamellen (2a') verschweißt, verlötet oder verklebt sind.

4. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Jochseitenplatten (8, 9) in enger Passung formschlüssig in die Lamellen (2a', 2a'') eingepreßt sind.

5. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Endlamellen (2a'') dicker als die übrigen Lamellen (2a') ausgebildet sind und daß diese Endlamellen (2a'') mit den Jochseitenplatten (8, 9) verschweißt oder verlötet usw. sind.

6. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Jochseitenplatten (8, 9) aus magnetisch nicht leitendem Material bestehen.

7. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Jochseitenplatten (8, 9) aus magnetisch leitendem Material bestehen

8. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Laserschweißung angewendet wird.

9. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Jochseitenplatten (8, 8a) zur Verringerung von Wirbelströmen außerhalb der Wicklungen (2b, 3b) angebracht sind.

10. Elektromagnet nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die eine Jochseitenplatte (8a) in ihrem oberen Teil (8a') zur Umfassung der Wicklung (2b) abgekröpft ist.

11. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Isolierung (15) zwischen den dünnen Lamellen (2a') und den

Jochseitenplatten (8, 9) vorgesehen ist.

12. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Jochseitenplatten (8, 9) etwa parallel zu den Lamellen (2a) mit wenigstens einem Schlitz (13) versehen sind. 5
13. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Jochseitenplatten (61, 62) mittels Durchgangsschrauben (60) mit den Lagerplatten (53, 53a) verbunden sind. 10
14. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mechanische Abdichtung (Dichtungsschale 63) des Luftspalts zwischen dem Anker den Polen gegenüber der Wicklung vorgesehen ist. 15
15. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **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). 20 25
16. Aktuator nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Verwendung von Lagerplatten (12) an denen der Aktuator (1) befestigt und gehalten ist, auch diese Lagerplatten (12) direkt (Fig. 3a und Fig. 6) oder indirekt (Fig. 3b) mit den Jochseitenplatten (8) verschweißt oder verlötet usw. sind. 30 35
17. Aktuator nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen den Lagerplatten (12) und dem Lamellenpaket eine Isolierung insbesondere eine Kunststoffolie oder eine Lackierung eingebracht ist. 40
18. Aktuator nach Anspruch 15, 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Anker (7) schwenkbar gelagert ist und eine mit dem Anker verbundene Drehfeder (5) wenigstens einen Teil der Federkräfte liefert. 45
19. Aktuator nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** dessen Endlamellen und/oder Jochseitenplatten zusammen mit den Endlamellen und/oder Jochseitenplatten eines weiteren Aktuators (40) mit für beide Aktuatoren (40, 41) gemeinsamen Lagerplatten (42) verschweißt usw. sind, wobei sich die Aktuatoren (40, 41) gegenüberliegen. 50 55
20. Aktuator nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Jochseitenplatten

(8, 9) in ihrer Länge eng toleriert sind.

21. Aktuator nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Jochseitenplatten (8, 9) vorzugsweise über einen großen Teil der Länge direkt mit den Lagerplatten (12) verschweißt usw. sind.
22. Aktuator nach einem der Ansprüche 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lamellenpakete (2a, 3a) über die Seitenplatten (8, 9) mittels einer Spannvorrichtung auf konstante Länge verspannt und dann verschweißt usw. werden.
23. Aktuator nach einem der Ansprüche 15 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Justage der Magnete der Anker in den Endstellungen jeweils fixiert wird, daß die Joche jeweils auf den Anker gepreßt werden (vorzugsweise durch die eigene Magnetkraft) und daß danach die Verschweißung zwischen Jochendlamelle und Lagerplatte erfolgt.
24. Aktuator nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der Justage das Lagerspiel dadurch eliminiert wird, daß das Lagerrohr (4a) vorzugsweise in Richtung zum Magneten (2) hin gedrückt wird.
25. Aktuatoranordnung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die sich gegenüberliegenden Aktuatoren um 180° gegeneinander verdreht angeordnet sind.
26. Aktuatoranordnung nach Anspruch 19 oder 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** die gemeinsamen Lagerplatten (42) auf einem Aktuatorträger oder Zylinderkopf (43) befestigt sind.
27. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Jochseitenplatte (8, 9) mit den Lagerplatten (12) zuerst nur teilweise verschweißt wird, dann zur anderen Jochseitenplatte (8, 9) gewechselt wird, wobei die Verschweißungen vorzugsweise diagonal vorgenommen werden.
28. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Jochseitenplatten zu einer das Lamellenpaket (49) seitlich wenigstens weitgehend umgebenden Hülle (48, 54) aufgeweitet sind.
29. Aktuatoranordnung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle (48, 54) durch Umspritzen oder Umgießen erzeugt wird.
30. Aktuatoranordnung nach Anspruch 28 oder 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle (48, 54) mittels Durchgangsschrauben (52, 52a) mit dem

Lagerplatten (53, 53a) verbunden ist.

31. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 28 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lamellenpaket an der der Hülle (48, 54) zugewandten Fläche Nocken (49a) und/oder Aussparungen aufweist.
32. Aktuatoranordnung nach einem der Ansprüche 28 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle (48, 54) mit den Endlamellen (55) und diese mit den Lagerplatten verbunden, insbesondere verschweißt sind.

### Claims

1. Electromagnet (2, 3) with a yoke (2a, 3a) having an electric coil (2b, 3b) and an armature (7) lying opposite the poles of the yoke (2a, 3a), whereby the yoke (2a, 3a) is composed of lamellae (2a', 2a'') and means (8, 9, 10) are provided for holding the lamella packet together, **characterised in that** yoke side plates (8, 9) are arranged at least on a part of the sides, preferably on the outer sides of the lamella packet (2a, 3a) over its depth, whereby the lamellae (2a', 2a'') are welded, soldered, bonded or positively connected at least partly to the yoke side plates (8, 9).
2. Electromagnet according to Claim 1, **characterised in that** the lamella packet is compressed before and during the welding or soldering etc.
3. Electromagnet according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the edges of the yoke side plates (8, 9) are welded, soldered or bonded at their contact points (10) to at least some of the lamellae (2a').
4. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the yoke side plates (8, 9) are pressed into the lamellae (2a', 2a'') resulting in a positive tight fit.
5. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the end lamellae (2a'') are formed thicker than the other lamellae (2a') and that these end lamellae (2a'') are welded or soldered etc. to the yoke side plates (8, 9).
6. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 5, **characterised in that** the yoke side plates (8, 9) consist of magnetically non-conductive material.
7. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 5, **characterised in that** the yoke side plates (8, 9) consist of magnetically conductive material.
8. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 7, **characterised in that** laser welding is used.
9. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** the yoke side plates (8, 8a) are fitted outside the coils (2b, 3b) to reduce eddy currents.
10. Electromagnet according to Claim 9, **characterised in that** the one yoke side plate (8a) is crimped at its upper part (8a') for embracing the coil (2b).
11. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 10, **characterised in that** insulation (15) is provided between the thin lamellae (2a') and the yoke sides plates (8, 9).
12. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 11, **characterised in that** the yoke side plates (8, 9) are provided approximately parallel to the lamellae (2a) with at least one slot (13).
13. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 12, **characterised in that** the yoke side plates (61, 62) are connected by means of through bolts (60) to the base plates (53, 53a).
14. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 13, **characterised in that** mechanical sealing (seal membrane 63) of the air gap is provided between the armature opposite the poles of the coil.
15. Electromagnet according to any one of Claims 1 to 14, **characterised by** its application as part of an electromagnetic actuator (1), in the case of which the armature (7) is moved to two end positions by magnetic force (2, 3) in conjunction with two oppositely-directed spring forces (6) and in the case of which the armature movement to the two end positions is used to operate a valve of a combustion engine (by means of extension 4b).
16. Actuator according to Claim 15, **characterised in that** if base plates (12) are used for mounting and holding the actuator (1), these base plates (12) are directly (Fig. 3a and Fig. 6) or indirectly (Fig. 3b) welded or soldered etc. to the yoke side plates (8).
17. Actuator according to Claim 15, **characterised in that** insulation, in particular plastic foil or paint, is applied between the base plates (12) and the lamella packet.
18. Actuator according to Claim 15, 16 or 17, **characterised in that** the armature (7) is pivotally mounted and a torsion spring (5) connected to the armature supplies at least some of the spring forces.

19. Actuator according to any one of Claims 15 to 18, **characterised in that** its end lamellae and/or yoke side plates together with the end lamellae and/or yoke side plates of a further actuator (40) are welded etc. to base plates (42) common for both actuators (40, 41), whereby the actuators (40, 41) face one another.
20. Actuator according to any one of Claims 15 to 19, **characterised in that** the length of the yoke side plates (8, 9) has close tolerances.
21. Actuator according to Claim 20, **characterised in that** preferably the yoke side plates (8, 9) are welded etc. over a large part of the length directly to the base plates (12).
22. Actuator according to any one of Claims 20 or 21, **characterised in that** the lamella packages (2a, 3a) are stretched to constant length over the side plates (8, 9) by means of a stretching device and then welded etc.
23. Actuator according to any one of Claims 15 to 22, **characterised in that** for adjusting the magnets the respective armature is fastened at the end position, whereby the respective yokes are pressed onto the armature (preferably by inherent magnetic force) and whereby afterwards the weld is carried out between yoke end lamella and base plate.
24. Actuator according to Claim 23, **characterised in that** during the adjustment bearing play is eliminated by virtue of the fact that the base tube (4a) is preferably pressed towards the magnet (2).
25. Actuator arrangement according to Claim 19, **characterised in that** the actuators lying opposite each other are arranged rotated 180° against one another.
26. Actuator arrangement according to Claim 19 or 25, **characterised in that** the common base plates (42) are mounted on an actuator carrier or cylinder head (43).
27. Actuator arrangement according to any one of Claims 1 to 26, **characterised in that** one yoke side plate (8, 9) is firstly only partially welded to the base plates (12), then welding is switched to the other yoke side plate (8, 9), whereby the welds are preferably carried out diagonally.
28. Actuator arrangement according to any one of Claims 15 to 27, **characterised in that** the yoke side plates are expanded to form covers (48, 54), laterally encasing at least to a large extent the lamella packet (49).

29. Actuator arrangement according to Claim 28, **characterised in that** the covers (48, 54) are produced by extrusion coating or all-round casting.

5 30. Actuator arrangement according to Claim 28 or 29, **characterised in that** the covers (48, 54) are connected to the base plates (53, 53a) by means of through bolts (52, 52a).

10 31. Actuator arrangement according to any one of Claims 28 to 30, **characterised in that** the lamella packet has cams (49a) and/or recesses on the face turned towards the covers (48, 54).

15 32. Actuator arrangement according to any one of Claims 28 to 31, **characterised in that** the covers (48, 54) are connected, especially welded, to the end lamellae (55) and these to the base plates.

20

### Revendications

1. Electro-aimant (2, 3) muni d'une culasse (2a, 3a) présentant un bobinage électrique (2b, 3b) et un induit (7) en vis-à-vis d'un des pôles de la culasse (2a, 3a), dans lequel la culasse (2a, 3a) est composée de lamelles (2a', 2a'') et des moyens (8, 9, 10) sont prévus en relation avec l'ensemble de lamelles, **caractérisé en ce que**, au moins sur une partie des surfaces latérales de préférence sur les surfaces latérales extérieures de l'ensemble de lamelles (2a, 3a) sont disposées des plaques latérales de culasse (8, 9) sur toute sa profondeur et **en ce que** les lamelles (2a', 2a'') sont reliées au moins en partie aux plaques latérales de culasse (8, 9) par soudage, brasage, collage ou emboîtement.
2. Electro-aimant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ensemble de lamelles est pressé avant et pendant le soudage ou le brasage etc.
3. Electro-aimant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les bords des plaques latérales de culasse (8, 9) sont soudées, brasées ou collées en leurs positions d'appui (10) à au moins une partie des lamelles (2a').
4. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 9) sont enfoncées dans un ajustement étroit par emboîtement dans les lamelles (2a', 2a'').
5. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les lamelles terminales (2a'') sont formées plus épaisses que le reste des lamelles (2a') et **en ce que** ces lamelles terminales (2a'') sont soudées ou brasées etc. avec les plaques latérales de culasse (8, 9).

6. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 9) sont composées d'un matériau magnétique non conducteur.
7. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 9) sont composées d'un matériau magnétique conducteur.
8. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**une soudure par laser est utilisée.
9. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 8a) sont placées en vue d'une réduction des courants de Foucault à l'extérieur des bobinages (2b, 3b).
10. Electro-aimant selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la plaque latérale de culasse (8a) est coudée à angle droit dans sa partie supérieure (8a') en vue d'entourer le bobinage (2b).
11. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**une isolation (15) est prévue entre les fines lamelles et les plaques latérales de culasse (8, 9).
12. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 9) presque parallèles aux lamelles (2a) sont munies d'au moins une rainure (13).
13. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (61, 62) sont reliées avec les plaques d'appui (53, 53a) au moyen de vis traversantes (60).
14. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**un joint mécanique (couche étanche 63) de la discontinuité magnétique est prévu entre l'induit et les pôles en vis-à-vis du bobinage.
15. Electro-aimant selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** son utilisation en tant que partie d'un actuateur électromagnétique (1), dans lequel l'induit (7) est mis en rapport avec deux forces élastiques (6) opposées dans deux positions terminales par l'intermédiaire d'une force magnétique (2, 3) et dans lequel les mouvements de l'induit sont utilisés dans les deux positions terminales en vue de l'actionnement d'une soupape d'un moteur à combustion interne (par l'intermédiaire du prolongement 4b).
16. Actuateur selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** lors de l'utilisation de plaques d'appui (12) auxquelles l'actuateur (1) est fixé et maintenu, ces plaques d'appui (12) sont également directement (Figure 3 et Figure 6) ou indirectement (Figure 3b) soudées ou brasées etc. aux plaques latérales de culasse.
17. Actuateur selon la revendication 15, **caractérisé en ce que**, entre les plaques d'appui (12) et l'ensemble de lamelles, est introduite une isolation en particulier une feuille de matière plastique ou une couche de vernis.
18. Actuateur selon la revendication 15, 16 ou 17, **caractérisé en ce que** l'induit (7) est disposé oscillant et une barre de torsion reliée à l'induit délivre au moins une partie des forces élastiques.
19. Actuateur selon l'une des revendications 15 à 18, **caractérisé en ce que** ses lamelles terminales et/ou plaques latérales de culasse sont soudées etc. conjointement avec les lamelles terminales et/ou plaques latérales de culasse d'un autre actuateur (40) avec pour les deux actuateurs (40, 41) des plaques d'appui communes (42), où les deux actuateurs (40, 41) sont en vis-à-vis.
20. Actuateur selon l'une des revendications 15 à 19, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 9) sont à tolérances étroites dans leurs longueurs.
21. Actuateur selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse (8, 9) sont soudées etc. de préférence sur une grande partie de leur longueur directement avec les plaques d'appui (12).
22. Actuateur selon l'une des revendications 20 ou 21, **caractérisé en ce que** les ensembles de lamelles (2a, 3a) au-dessus des plaques latérales (8, 9) sont déformés au moyen d'un dispositif de serrage sur une longueur constante et ensuite soudées etc.
23. Actuateur selon l'une des revendications 15 à 22, **caractérisé en ce que**, en vue de l'alignement des aimants, l'induit est fixé respectivement dans les positions terminales, **en ce que** les culasses sont pressées sur l'induit (de préférence par l'intermédiaire de la force magnétique propre) et **en ce que**, ensuite, le soudage est réalisé entre les lamelles terminales de la culasse et les plaques d'appui.
24. Actuateur selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** lors de l'alignement, le jeu de palier est éliminé, de sorte que l'arbre (4a) est enfoncé de préférence dans la direction des aimants (2).

25. Agencement d'actuateur selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** les actuateurs en vis-à-vis sont disposés décalés de 180°.
26. Agencement d'actuateur selon la revendication 19 ou 25, **caractérisé en ce que** les plaques d'appui communes (42) sont fixées au support d'actuateur ou à la tête de cylindre (43). 5
27. Agencement d'actuateur selon l'une des revendications 1 à 26, **caractérisé en ce qu'**une plaque latérale de culasse (8, 9) est soudée tout d'abord en partie aux plaques d'appui (12), une autre plaque latérale de culasse (8, 9) est ensuite prise, les soudures étant ainsi réalisées de préférence en diagonale. 10 15
28. Agencement d'actuateur selon l'une des revendications 15 à 27, **caractérisé en ce que** les plaques latérales de culasse sont élargies en une enveloppe entourant au moins largement l'ensemble de lamelles (49) latéralement. 20
29. Agencement d'actuateur selon la revendication 28, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (48, 54) est produite par extrusion ou par refonte. 25
30. Agencement d'actuateur selon la revendication 28 ou 29, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (48, 54) est reliée au moyen de vis traversantes (52, 52a) aux plaques d'appui (53, 53a). 30
31. Agencement d'actuateur selon l'une des revendications 28 à 30, **caractérisé en ce que** l'ensemble de lamelles présente des taquets (49a) et/ou des évidements sur la surface tournée vers l'enveloppe (48, 54). 35
32. Agencement d'actuateur selon l'une des revendications 28 à 31, **caractérisé en ce que** les enveloppes (48, 54) sont reliées, en particulier soudées, aux lamelles terminales (55) et celles-ci avec les plaques d'appui. 40

45

50

55

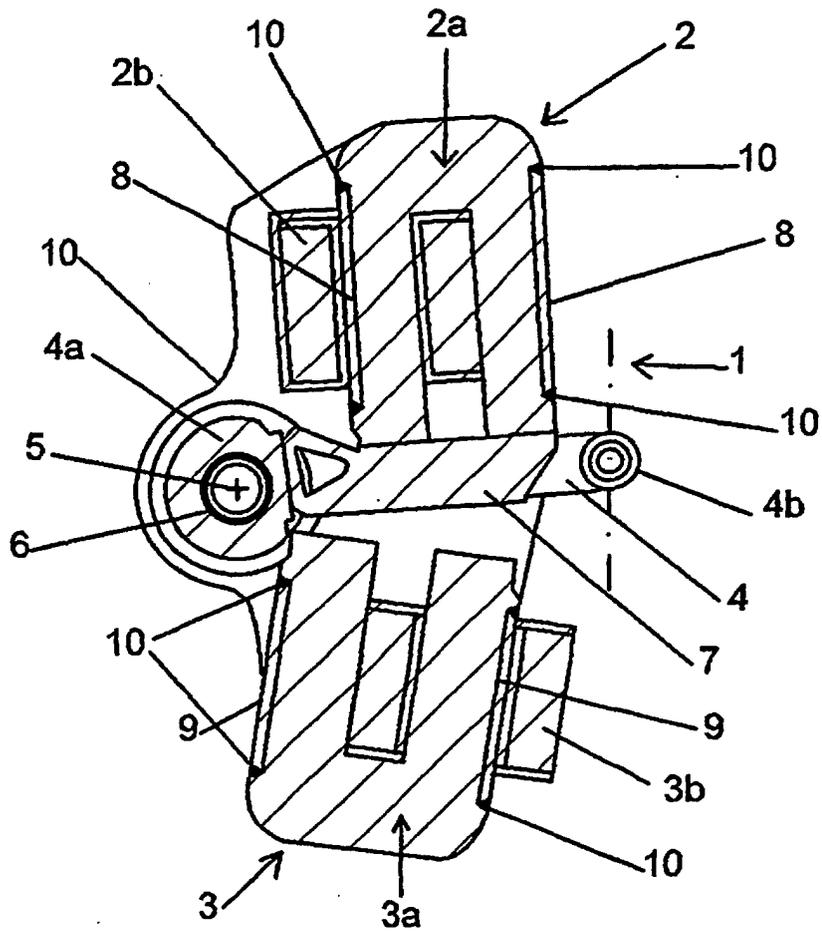


Figure 1

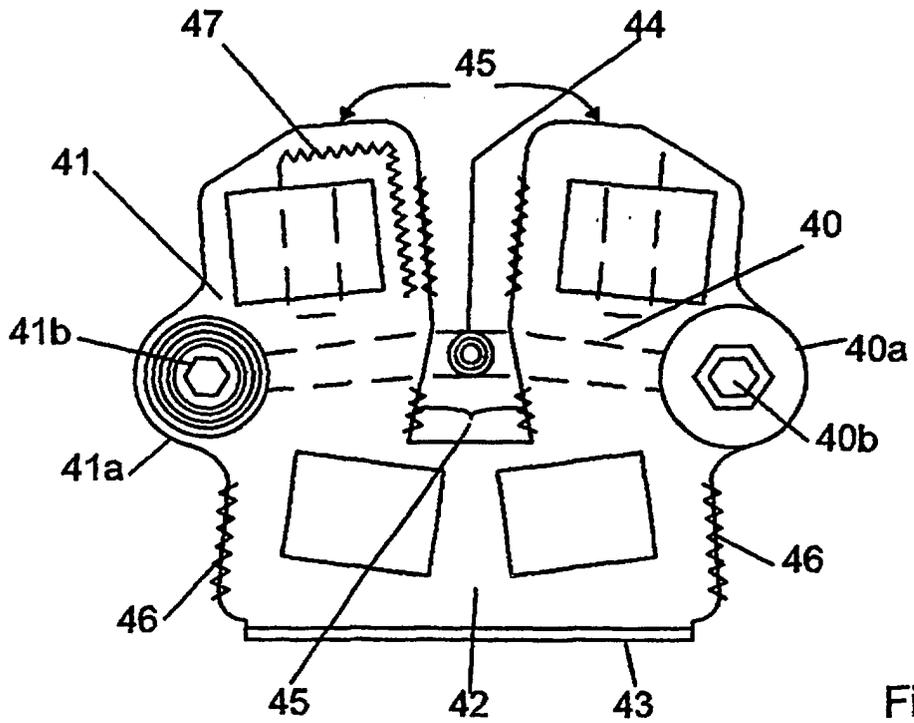
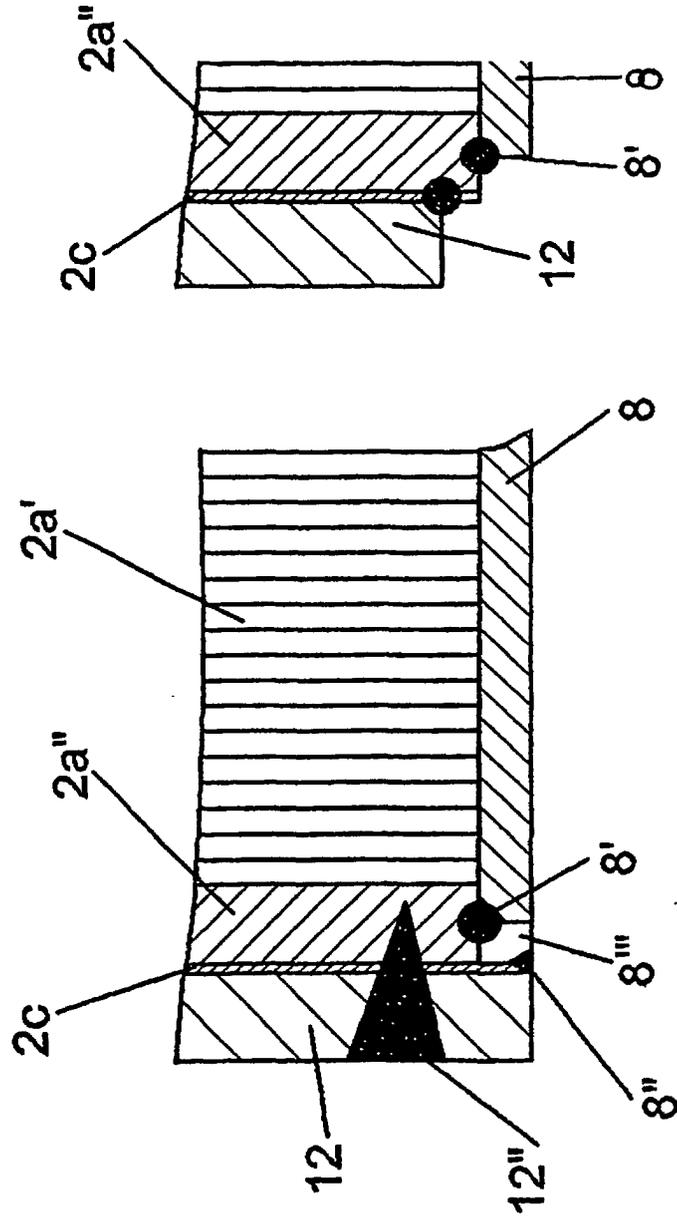


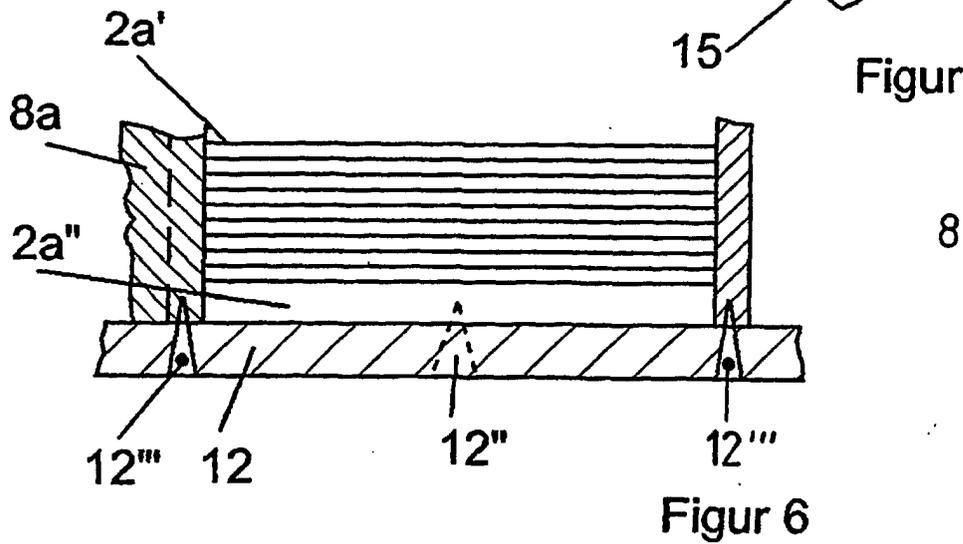
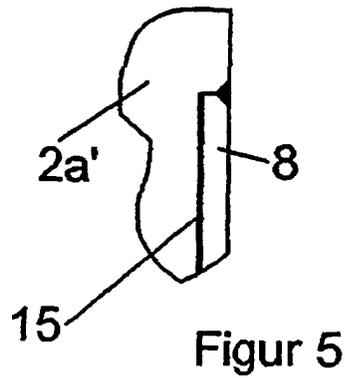
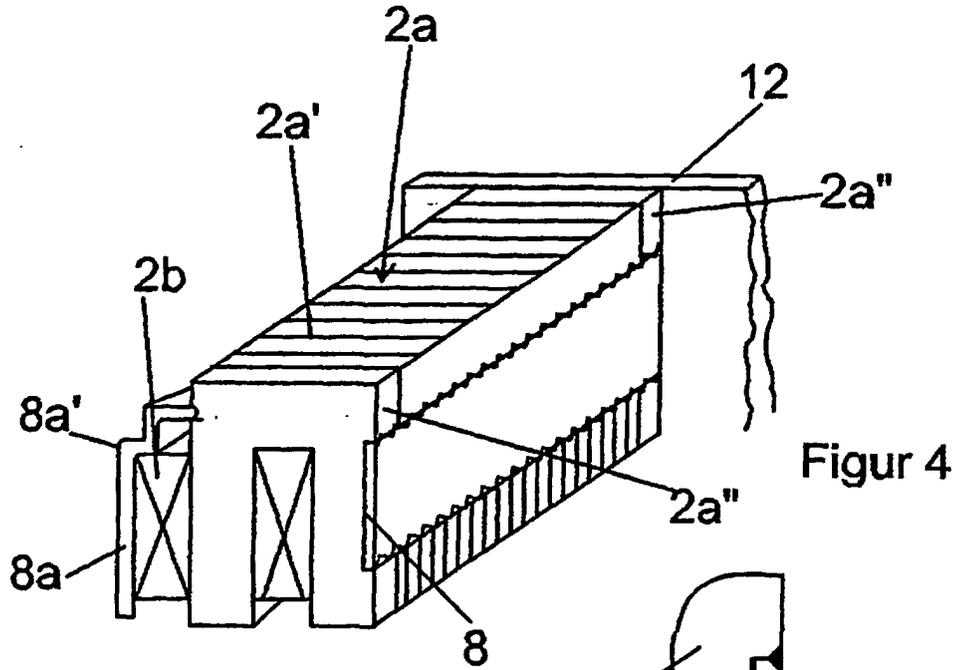
Figure 7





Figur 3b

Figur 3a



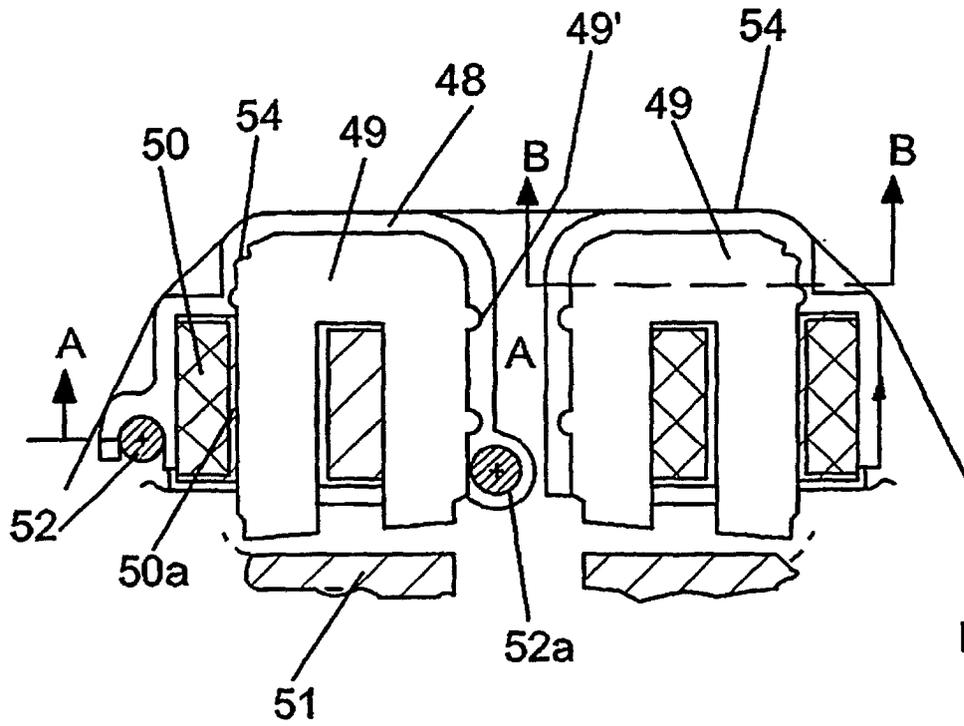


Figure 8

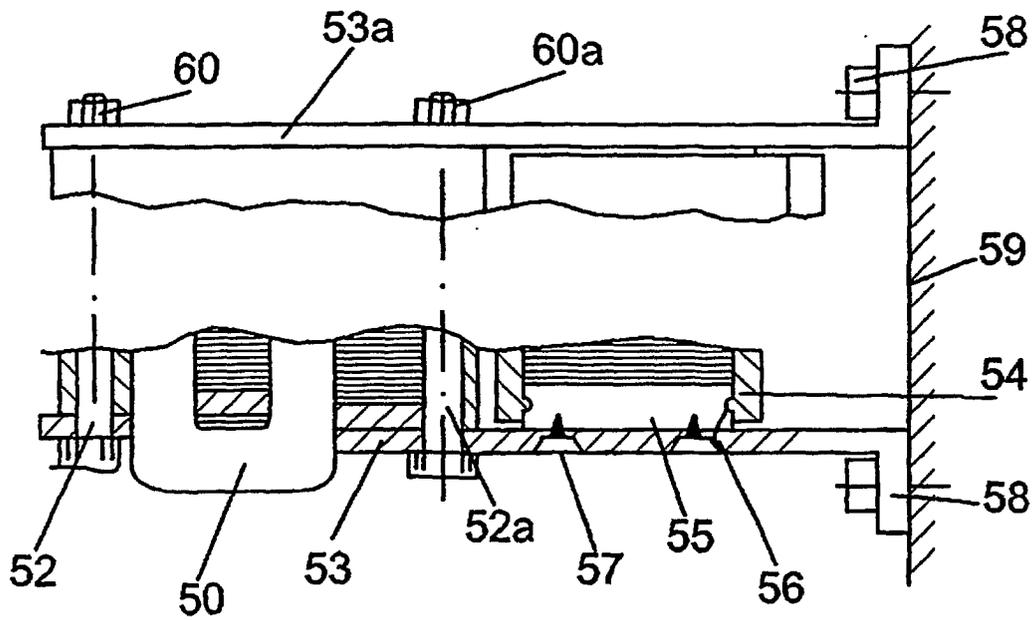
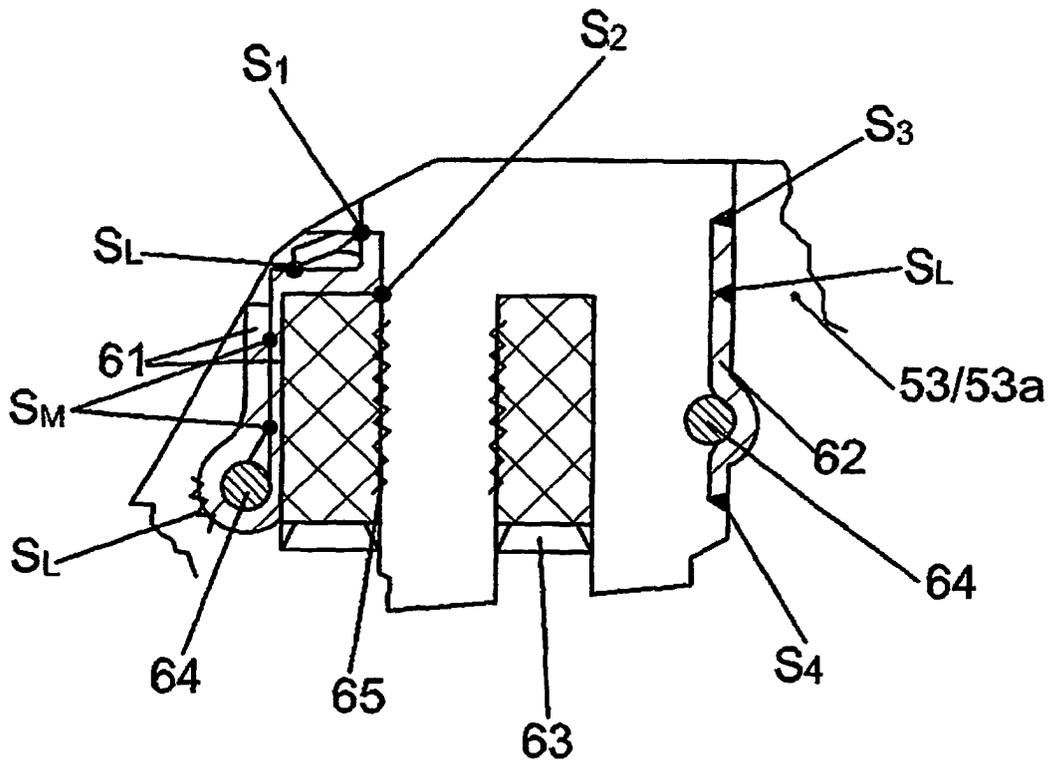


Figure 9



Figur 10