



(11) **EP 1 136 583 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch: **17.12.2008 Patentblatt 2008/51** (51) Int Cl.: **C23C 4/16** (2006.01) **C23C 4/12** (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
06.05.2004 Patentblatt 2004/19

(21) Anmeldenummer: **01810005.7**

(22) Anmeldetag: **04.01.2001**

(54) **Verfahren sowie Vorrichtung zum thermischen Beschichten von Zylinderwandungen von Verbrennungsmotoren**

Method and apparatus for thermally coating the cylinder surfaces of combustion engines

Procédé et dispositif d'application thermique de revêtement des surfaces des cylindres de moteurs à combustion

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

(30) Priorität: **20.03.2000 CH 525002000**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.09.2001 Patentblatt 2001/39

(73) Patentinhaber: **Sulzer Metco AG
5610 Wohlen (CH)**

(72) Erfinder: **Keller, Silvano
5315 Böttstein (CH)**

(74) Vertreter: **Kluthe, Stefan
Sulzer Management AG
Patentabteilung / 0067
Zürcherstrasse 14
8401 Winterthur (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 716 158 DE-A- 19 705 628
GB-A- 1 259 599 US-A- 3 900 639
US-A- 5 573 814**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30. April 1999 (1999-04-30) & JP 11 001758 A (NGK INSULATORS LTD), 6. Januar 1999 (1999-01-06)**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 145, 20. September 1982 (1982-09-20) & JP 59 052570 A (NISSAN MOTOR), 27. März 1984 (1984-03-27)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 081 (C-014), 11. Juni 1980 (1980-06-11) & JP 55 047377 A (ADACHI SEIYA), 3. April 1980 (1980-04-03)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 13, 30. November 1999 (1999-11-30) & JP 11 221516 A (KANSAI PAINT CO LTD), 17. August 1999 (1999-08-17)**
- **Auszug aus dem "Lehrbuch für den Maschinenbau", Dubbel, 14. Auflage (1981), Seite 164-165.**
- **Artikel: "Method and Apparatus for the Application of Thermal Spray Coatings onto Aluminium Engine Cylinder Bores" von L. Byrnes et al., aus Proceedings of the 7th National Thermal Spray Conference 20-24 June 1994, Boston, Massachusetts, Seite 39-42.**
- **Versuchsprotokoll der Einsprechenden vom 27.10.99, "Einfluß der Absaugung unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen des Brennerkühlstrahls, der Pulverkornfraktion und der Pulverförderate" von Dr. Izquierdo, FT4/T1,; als Zeuge für das Versuchsprotokoll wird benannt: Dr. Patrick Izquierdo, Sedan Str. 27, 89077 Ulm, Mitarbeiter im Hause der Einsprechenden.**

EP 1 136 583 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Beschichten von Zylinderwandungen von Verbrennungsmotoren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

[0002] Bei der Herstellung von Verbrennungsmotoren finden heutzutage vermehrt Motorblöcke aus Leichtmetall Verwendung. Währenddem zur Bildung der Zylinderlaufflächen bis anhin zumeist Gusseisenbüchsen in den Motorblock eingesetzt wurden, geht man nun dazu über, die Zylinderwandungen von Aluminium-Motorblöcken mittels einer eisenhaltigen Laufschrift zu versehen, wobei zum Aufbringen dieser Laufschrift vorzugsweise rotierende Plasmatrons verwendet werden. Eine grundsätzliche Problematik beim Plasmaschichten von Substraten besteht darin, dass nicht alle im Plasmastrahl aufgeschmolzenen Beschichtungspartikel an der Substratoberfläche haften bleiben. Währenddem dies in vielen Fällen nicht von Bedeutung ist, muss beim Beschichten von Motorblöcken aus verständlichen Gründen darauf geachtet werden, dass keine Beschichtungspartikel im Motorblock zurückbleiben. Bisher wurde diesem Problem zumeist dadurch abgeholfen, dass Abdeckungen angebracht wurden, mittels welchen die exponierten Stellen des Motorblocks geschützt wurden. Nachteilig an derartigen Abdeckungen ist, dass Wärmestaus entstehen, die zu einer hohen thermischen Belastung des Motorblocks führen und ausserdem unerwünschte Partikeleinschlüsse in der aufgetragenen Schicht entstehen lassen, da Umgebungsstaub und nicht aufgeschmolzene bzw. wieder abgekühlte Partikel vom Beschichtungsstrahl mitgerissen werden und zu unerwünschten Einschlüssen führen.

[0003] Aus der US 5 573 814 ist ein Verfahren zum Abdecken des äusseren Endes von Zylinderbohrungen während des thermischen Beschichtens bekannt. Dazu ist eine aufblasbare Maske vorgesehen, welche von unten gegen die Zylinderbohrung gedrückt wird. Die Maske ist mit einer Absaugleitung verbunden, über welche Gase aus der Zylinderbohrung abgesaugt werden können.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, ein einfach anzuwendendes Verfahren zum thermischen Beschichten von Zylinderwandungen von Motorblöcken von Verbrennungsmotoren vorzuschlagen, mittels welchem zum einen die Qualität der aufgetragenen Schicht verbessert wird und zum anderen der Motorblock vor Verunreinigungen geschützt wird.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angeführten Verfahrensschritte gelöst.

[0006] Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass durch die vorgeschlagene Massnahme die Schichtqualität in zweierlei Hinsicht verbessert wird und dass gleichzeitig auch der Motorblock vor Verunreinigungen geschützt werden kann. Indem die Luft während des thermischen Beschichtens mit einer Geschwindigkeit zwischen 7 und 12 m/s durch die Zylinderbohrung geleitet

wird, werden die nicht aufgetragenen Beschichtungspartikel zuverlässig abgeführt und der Gehalt von in der Schicht gebundenem Sauerstoff (Oxydanteil) wird in einem Bereich gehalten, in dem sowohl die tribologischen Eigenschaften der Schicht wie auch deren Zerspanbarkeit optimiert werden. Zudem wird durch die Luftströmung eine Kühlung des Motorblocks bewirkt. Schliesslich wird durch die vorgeschlagene Massnahme auch die Verschmutzung des Plasmatrons reduziert.

[0007] Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 4 umschrieben.

[0008] Im Anspruch 5 wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen. Eine bevorzugte Ausführung dieser Vorrichtung ist im abhängigen Anspruch 6 definiert.

[0009] Anhand einer Zeichnung wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Die einzige Zeichnung zeigt dabei eine schematische Ansicht auf einen Motorblock zusammen mit einer Absaugvorrichtung.

[0010] Aus dieser Figur sind in schematischer Darstellung zwei Plasmaspritzgeräte 1, 2, ein Motorblock 6 sowie eine Absaugvorrichtung 18 ersichtlich. Zum Beschichten der Zylinderlaufbahnen 8 des 4-zylindrigen Motorblocks sind Plasmaspritzgeräte 1, 2 mit rotierenden Brennerköpfen 3, 4 vorgesehen. Die Absaugvorrichtung 18 weist vier Absaugstutzen 12, eine mit Luftklappen versehene Steuereinrichtung 20 sowie eine Absaugpumpe 25 auf. Bei der Steuereinrichtung 20 sind aus dieser Darstellung nicht die eigentlichen Luftklappen sondern nur deren Verstellmechanismus 22 ersichtlich. Die Steuereinrichtung 20 weist im vorliegenden Fall eine mit vier Luftklappen versehene Luftklappenbatterie 21 auf. Die vier Absaugstutzen 12 sind in einer Halterung 13 aufgenommen und über flexible Schläuche 14 mit der Steuereinrichtung 20 verbunden, wobei die Schläuche 14 nur andeutungsweise eingezeichnet sind. Die Schläuche 14 führen zu einem Anschlusselement 15, welches über Leitungen 17 mit der Steuereinrichtung 20 verbunden ist. Von der Steuereinrichtung 20 führen Leitungen 23 zu der Absaugpumpe 25. Die Steuereinrichtung 20 ist zudem mit Drucksensoren (nicht eingezeichnet) versehen, mittels welchen der beim Absaugen in den Absaugleitungen 14, 17 vorherrschende Luftdruck gemessen werden kann.

[0011] Das Beschichten der Zylinderlaufbahnen 8 geht folgendermassen vonstatten: Zuerst werden die vier Absaugstutzen 12 von unten durch das Kurbelgehäuse 10 des Motorblocks 6 an das untere Ende 9 der Zylinderbohrungen 7 herangeführt. Danach wird der eigentliche Beschichtungsvorgang gestartet, indem die Plasmaspritzgeräte 1, 2 in die Zylinderbohrungen 7 eingeführt und deren Wandungen 8 beschichtet werden. Während des Beschichtens wird mittels der Absaugvorrichtung 18 kontinuierlich Luft abgesaugt. Dabei wird mittels der Drucksensoren der in den Absaugleitungen 14, 17 vorherrschende Luftdruck gemessen. Aufgrund des gemess-

senen Luftdrucks kann auf die Strömungsgeschwindigkeit der durch die Zylinderbohrungen 7 strömenden Luft geschlossen werden, wobei die elektronischen Mittel zum Berechnen der Luftgeschwindigkeit nicht näher dargestellt sind. Mittels des Verstellmechanismus 22 können die Luftklappen und damit der Absaugquerschnitt verändert werden, so dass die Luftgeschwindigkeit innerhalb der Zylinderbohrungen 7 im gewünschten Bereich zwischen 7 und 12 m/s gehalten werden kann. Nachdem zwei der vier Zylinderbohrungen 7 beschichtet wurden, werden die beiden anderen Zylinderbohrungen 7 ebenfalls beschichtet und die Strömungsgeschwindigkeit der durch diese Zylinderbohrungen 7 strömenden Luft in der vorgängig beschriebenen Weise gemessen und innerhalb des vorgegebenen Wertes gehalten.

[0012] Es hat sich gezeigt, dass eine Luftgeschwindigkeit von 7 bis 12 m/s in vielerlei Hinsicht das Optimum darstellen dürfte. Zum einen wird dadurch sichergestellt, dass die nicht aufgetragenen Beschichtungspartikel sowie anderer Staub sicher abgeführt werden, auch wenn zwischen dem jeweiligen Absaugstutzen 12 und dem unteren Ende 9 der Zylinderbohrung 7 ein Spalt bestehen sollte. Daher kann auf eine Abdichtung zwischen dem unteren Ende 9 der Zylinderbohrung 7 und dem jeweiligen Absaugstutzen 12 verzichtet werden, so dass letztlich eine schnelle, effiziente und kostengünstige Beschichtung der Zylinderbohrungen 7 begünstigt wird. Ausserdem wird durch eine Luftgeschwindigkeit von 7 bis 12 m/s der Gehalt von in der Schicht gebundenem Sauerstoff in einem Bereich von ca. 1 bis 4 Gewichtsprozent gehalten, wodurch sowohl die tribologischen Eigenschaften der Schicht wie auch deren Zerspanbarkeit optimiert werden. Zudem wird durch die Luftströmung eine Kühlung des Motorblocks 6 bewirkt und die Verschmutzung des jeweiligen Plasmatröns 3, 4 reduziert. Wird die Luft schneller als mit 12 m/s durch die Zylinderbohrungen 7 geleitet, so besteht die Gefahr, dass der Plasmastrahl gestört wird und nicht mehr alle Beschichtungspartikel im Plasmastrahl vollständig aufgeschmolzen werden, was letztlich zu einer qualitativ unbefriedigenden Schicht mit beispielsweise zu hoher Porosität führt. Wird die Luft langsamer als mit 7 m/s durch die Zylinderbohrungen 7 geleitet, so besteht die Gefahr, dass der Gehalt an gebundenem Sauerstoff in der Schicht zu hoch ist, was wiederum auch zu einer qualitativ unbefriedigenden Schichtqualität führen würde. Zudem besteht bei zu tiefer Luftgeschwindigkeit die Gefahr, dass die Staubbelastung innerhalb des zu beschichtenden Zylinders 7 zu hoch ist und einzelne Partikel durch einen allenfalls zwischen dem Ansaugstutzen 12 und dem unteren Ende 9 der Zylinderbohrung 7 bestehenden Spalt in das Kurbelgehäuse 10 des Motorblocks 6 eindringen können. Bei einem V-Motor können einzelne Partikel ggf. auch in die gegenüberliegenden Zylinderbohrungen gelangen.

[0013] Das gezeigte Ausführungsbeispiel einer Absaugvorrichtung eignet sich für die Beschichtung von Vierzylinder-Reihenmotoren sowie von Achtzylindermo-

toren in V-Form. Es versteht sich, dass ebenso Absaugvorrichtungen für andere Varianten von Motorblöcken vorgesehen werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum thermischen Beschichten von Zylinderwandungen (8) von Motorblöcken (6) von Verbrennungsmotoren, bei welchem während des Beschichtungsvorgangs eine Luftströmung durch Absaugen erzeugt wird, indem die Luft nach unten durch das Kurbelgehäuse (10) des Motorblocks (6) abgesaugt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere mit einer Absaugpumpe (25) in Verbindung stehende Absaugstutzen (12) von unten durch das Kurbelgehäuse (10) des Motorblocks (6) eingeführt und an die Unterseite (9) der Zylinderbohrungen (7) herangeführt werden, und die Luft mit einer Geschwindigkeit zwischen 7 und 12 m/s durch die sich im aktiven Beschichtungsvorgang befindlichen Zylinderbohrung(en) (7) geleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine metallhaltige, vorzugsweise eine eisenhaltige Schicht mittels Plasmaspritzen auf die Zylinderwandungen (8) aufgebracht wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Beschichtungsvorgangs der in Absaugleitungen (14, 17) vorherrschende Luftdruck gemessen wird, und dass aufgrund der gemessenen Werte die Geschwindigkeit der durch die Zylinderbohrung(en) (7) geleiteten Luft ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ermittelte Luftgeschwindigkeit zum Ansteuern eines mit Luftklappen in den Absaugleitungen in Wirkverbindung stehenden Verstellmechanismus (22) herangezogen wird.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung mehrere Absaugstutzen (12) aufweist, welche über zumindest teilweise flexible Absaugleitungen (14, 17, 23) mit einer zentralen Absaugpumpe (25) verbunden sind, und die Vorrichtung Drucksensoren zum Erfassen des in den Absaugstutzen (12) oder in den Absaugleitungen vorherrschenden Luftdrucks und Mittel (22) zum Verändern des absaugrelevanten Leitungsquerschnitts zur Steuerung der Luftgeschwindigkeit innerhalb der Zylinderbohrungen im Bereich zwischen 7 und 12 m/s aufweist, wobei zwischen den Absaugstutzen (12) und der Absaugpumpe (25) eine Luftklappenbatterie (21) zum individuellen Verändern des jewei-

ligen Querschnitts der Absaugleitungen (14, 17, 23) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Drucksensor zum Erfassen des in den Absaugstutzen (12) oder in den Absaugleitungen (14, 17, 23) vorherrschenden Luftdrucks vorgesehen ist und dass elektronische Mittel zum Errechnen der Luftgeschwindigkeit aufgrund des Luftdrucks vorgesehen sind.

Claims

1. A method for the thermal coating of cylinder walls (8) of engine blocks (6) of combustion engines in which an air flow is produced by suction during the coating process in that the air is sucked away downwardly through the crankcase (10) of the engine block, **characterised in that** a plurality of suction stubs (12) connected to a suction pump (25) are introduced through the crankcase (10) of the engine block (6) from below and guided up to the lower side (9) of the cylinder bores (7) and the air is led through the cylinder bore(s) (7), which are in the active coating process, at a speed of between 7 and 12 m/s.
2. A method in accordance with claim 1, **characterised in that** a layer containing metal, preferably containing iron, is applied to the cylinder walls (8) by means of plasma spraying.
3. A method in accordance with claim 1 or claim 2, **characterised in that** the air pressure prevailing in the suction lines (14) is measured during the coating process; and **in that** the speed of the air led through the cylinder bore(s) (7) is determined on the basis of the values measured.
4. A method in accordance with claim 3, **characterised in that** the air speed determined is used for the control of an adjustment mechanism (22) actively connected to air flaps in the suction lines.
5. An apparatus for the carrying out of the method in accordance with claim 1, **characterised in that** the apparatus has a plurality of suction stubs (12) which are connected to a central suction pump (25) via suction lines (14) which are at least partly flexible, and the apparatus has pressure sensors for detecting the air pressure prevailing in the suction stubs (12) or in the suction lines and means (22) to change the line cross-section relevant to suction for the control of the air speed within the cylinder bores in the range between 7 and 12 m/s, wherein a battery (21) of air flaps for the individual changing of the respective cross-section of the suction lines (17) is arranged between the suction stubs (12) and the suction pump

(25).

6. An apparatus in accordance with claim 5, **characterised in that** at least one pressure sensor is provided for the detection of the air pressure prevailing in the suction stubs (12) or in the suction lines (14, 17, 23); and **in that** electronic means are provided for the calculation of the air speed on the basis of the air pressure.

Revendications

1. Procédé de revêtement thermique de parois de cylindre (8) de blocs-moteur (6) de moteurs à combustion, dans lequel, pendant l'opération de revêtement, un écoulement d'air est produit par aspiration, en ce que l'air est aspiré vers le bas à travers le boîtier de manivelle (10) du bloc-moteur (6), **caractérisé en ce que** plusieurs tubulures d'aspiration (12) en liaison avec une pompe d'aspiration (25) sont insérées depuis en dessous à travers le boîtier de manivelle (10) du bloc-moteur (6) et sont amenées au côté inférieur (9) des alésages de cylindre (7), et l'air est guidé à une vitesse entre 7 et 12 m/s à travers le ou les alésages de cylindre (7) soumis à l'opération de revêtement active.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** couche contenant du métal, de préférence contenant du fer, est appliquée par pulvérisation de plasma sur les parois de cylindre (8).
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** pendant l'opération de revêtement, la pression d'air régnant dans les conduits d'aspiration (14, 17) est mesurée, et **en ce qu'en** raison des valeurs mesurées, la vitesse de l'air guidé à travers le ou les alésages de cylindre (7) est déterminée.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la vitesse d'air déterminée est utilisée pour commander un mécanisme de déplacement (22) fonctionnellement relié à des volets d'air dans les conduits d'aspiration.
5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif présente plusieurs tubulures d'aspiration (12), qui sont reliées par des conduits d'aspiration (14, 17, 23) au moins partiellement flexibles à une pompe d'aspiration centrale (25), et que le dispositif présente des capteurs de pression pour détecter la pression d'air régnant dans les tubulures d'aspiration (12) ou dans les conduits d'aspiration, et des moyens (22) pour modifier la section transversale

du conduit, importante pour l'aspiration, pour la commande de la vitesse d'air à l'intérieur des alésages de cylindre dans la plage entre 7 et 12 m/s, où est disposé entre les tubulures d'aspiration (12) et la pompe d'aspiration (25) une batterie de volets d'air (21) pour la modification individuelle de la section transversale respective des conduits d'aspiration (14,17,23). 5

6. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'il** est prévu au moins un capteur de pression pour détecter la pression d'air régnant dans les tubulures d'aspiration (12) ou dans les conduits d'aspiration (14,17,23), et **en ce que** des moyens électroniques sont prévus pour calculer la vitesse d'air sur la base de la pression d'air. 10 15

20

25

30

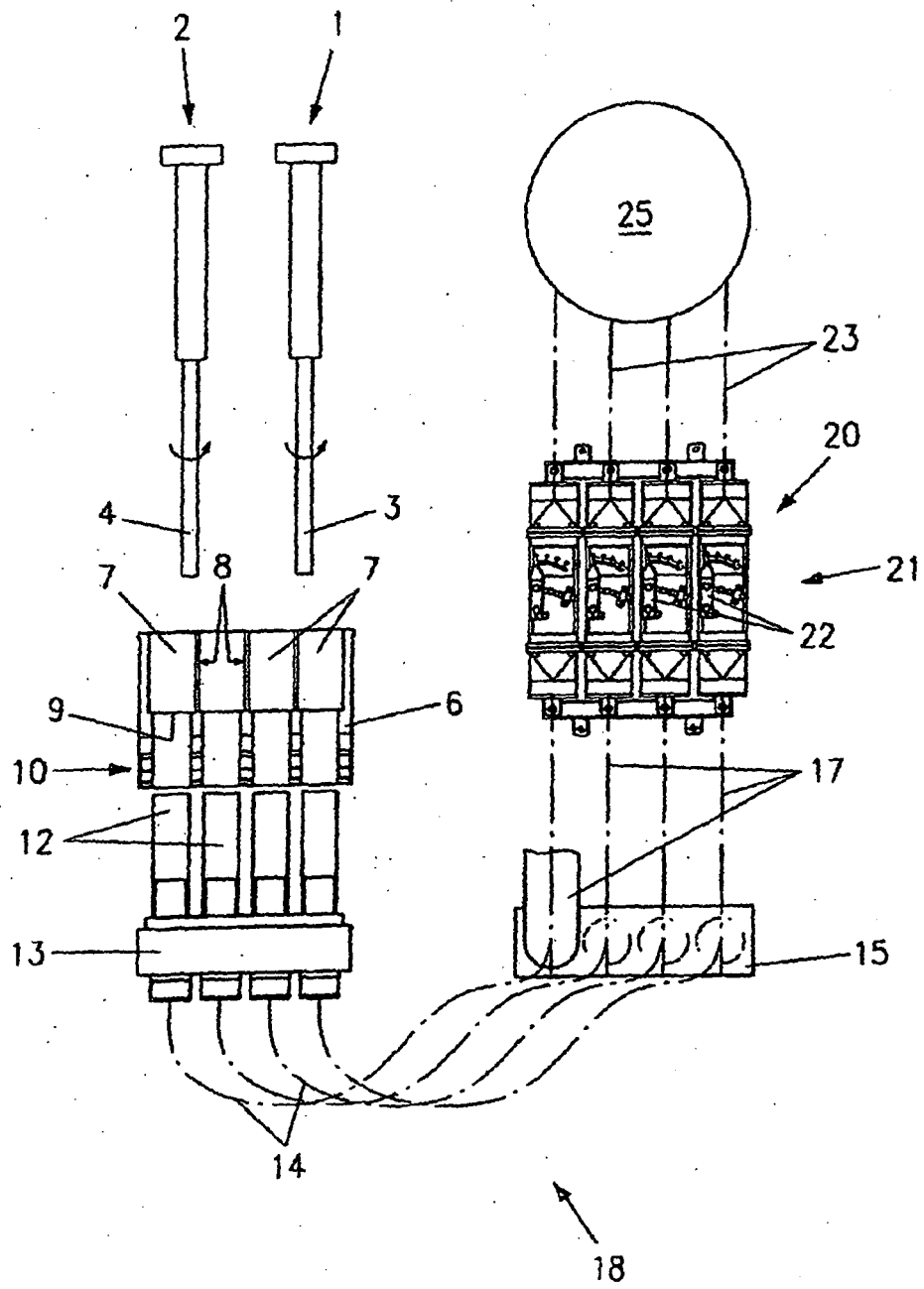
35

40

45

50

55



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

- US 5573814 A [0003]