

(19)



(11)

**EP 2 649 281 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.05.2015 Patentblatt 2015/19**

(51) Int Cl.:  
**F01L 1/047<sup>(2006.01)</sup> F01L 1/344<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **12713896.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2012/054234**

(22) Anmeldetag: **12.03.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/126756 (27.09.2012 Gazette 2012/39)**

(54) **NOCKENWELLENBAUGRUPPE SOWIE VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER NOCKENWELLENBAUGRUPPE**

CAMSHAFT ASSEMBLY AND METHOD OF PRODUCTION

ENSEMBLE D'ARBRE A CAMES ET SON PROCEDE DE FABRICATION

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

(30) Priorität: **18.03.2011 DE 102011001420**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.10.2013 Patentblatt 2013/42**

(73) Patentinhaber: **Eto Magnetic GmbH**  
**78333 Stockach (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BENDER, Stefan**  
**78234 Engen (DE)**

• **SCHIEPP, Thomas**  
**78606 Seitingen-Oberflacht (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**JP-A- 2010 190 060**

**EP 2 649 281 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenbaugruppe, umfassend eine in ihrem Inneren einen Aufnahmeraum aufweisende, d.h. zumindest abschnittsweise als Hohlwelle ausgebildete Nockenwelle, zumindest abschnittsweise, insbesondere im Bereich einer elektromagnetischen Stelleinheit, aus einem magnetisierbaren (flussleitenden) Material, für einen Verbrennungsmotor und eine elektromagnetische Stelleinheit zur Betätigung eines Stellpartners, insbesondere eines Steuerventils eines, vorzugsweise hydraulischen, Nockenwellenverstellers, mit einer Spulenwicklung und einem durch Bestromen der Spulenwicklung verstellbaren Anker zum Zusammenwirken mit dem Stellpartner gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Nockenwellenbaugruppe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12 als auch einen Motorblock gemäß Anspruch 16.

**[0002]** Eine Nockenwellenbaugruppe, umfassend einen hydraulischen Nockenwellenversteller ist in der EP 1 596 040 A2 beschrieben. Der Nockenwellenversteller dient dazu, den Öffnungs- oder Schließzeitpunkt von Gaswechselventilen des Verbrennungsmotors einzustellen.

**[0003]** In der DE 10 2006 031 517 A1 ist eine alternative Nockenwellenbaugruppe beschrieben, umfassend einen Nockenwellenversteller, dessen Steuerventil mit Hilfe einer elektromagnetischen Stelleinheit verstellbar ist. Die elektromagnetische Stelleinheit der bekannten Nockenwellenbaugruppe ist an der Stirnseite der Nockenwelle angeordnet und wirkt axial mit dem in der Nockenwelle angeordneten Steuerventil des Nockenwellenverstellers zusammen.

**[0004]** Aus der JP 2010 190060 A ist eine Nockenwellenbaugruppe bekannt, bei der eine Spulenwicklung zum berührungslosen Verstellen eines Ankers entlang der Nockenwellendrehachse innerhalb der Nockenwelle angeordnet ist.

**[0005]** Aus der EP 2 252 774 B1 ist eine Nockenwellenbaugruppe bekannt, bei der die Spulenwicklung zur Betätigung eines mit einem Steuerventil eines Nockenwellenverstellers zusammenwirkenden Ankers in einem Gehäuse außerhalb des Motorblocks angeordnet ist, und zwar mit Axialabstand zu der vollständig im Motorblock aufgenommenen Nockenwelle. An dieser ist eine in das Gehäuse für die Spulenwicklung hineinragende Joch- und Kerneinheit festgelegt, wobei Joch und Kern der Joch- und Kerneinheit über unmagnetisches Material miteinander verbunden sind. Nachteilig bei der bekannten Nockenwellenbaugruppe ist, dass diese einen vergleichsweise hohen Bauraumbedarf aufweist.

**[0006]** Es bestehen Bestrebungen den hohen Bauraumbedarf von Nockenwellenbaugruppen zu reduzieren.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine alternative Nockenwellenbaugruppe anzugeben, deren Bauraumbedarf insbesondere im Bereich der

Stirnseite der Nockenwelle, reduziert ist. Ferner besteht die Aufgabe darin, ein Verfahren zum Herstellen einer derartig bauraumoptimierten Nockenwellenbaugruppe anzugeben.

**[0008]** Hinsichtlich der Nockenwellenbaugruppe wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich des Herstellungsverfahrens zum Herstellen einer solchen Nockenwellenbaugruppe mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

**[0009]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen. Zur Vermeidung von Wiederholungen sollen vorrichtungsgemäß offenbarte Merkmale als verfahrensgemäß offenbart gelten und beanspruchbar sein. Ebenso sollen verfahrensgemäß offenbarte Merkmale als vorrichtungsgemäß offenbart gelten und beanspruchbar sein.

**[0010]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, den Anker, zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, innerhalb der, zumindest abschnittsweise als Hohlwelle ausgebildeten, Nockenwelle, also in einem im Inneren der Nockenwelle ausgebildeten Aufnahmeraum anzuordnen und die Spulenwicklung zum Verstellen des Ankers radial beabstandet zum Anker, und zwar außerhalb der Nockenwelle. Um bei Bestromung der Spulenwicklung einen ausreichend starken magnetischen Fluss von der Spulenwicklung zum Anker und wieder zurück zu erzeugen ist gemäß der Erfindung vorgesehen, dass die Nockenwelle einen ersten und einen zweiten Axialabschnitt aufweist, zwischen denen ein den magnetischen Fluss beeinflussender Materialbereich vorgesehen ist, der geeignet und bestimmt ist, den magnetischen Fluss von einem der Axialabschnitte zum jeweils anderen Axialabschnitt (im Vergleich zu einer Ausführung ohne einen solchen Materialbereich) über den Anker sowie über den zwischen dem Innenumfang der Nockenwelle und dem Anker vorgesehenen, ggf. ölgefüllten Luftspeicher zu erhöhen. Der Materialbereich ist also so beschaffen, dass er den magnetischen Fluss, zumindest größtenteils, ganz besonders bevorzugt vollständig von einem der Axialabschnitte zum Anker und vom Anker zum jeweils anderen Axialabschnitt "zwingt" also derart, dass der magnetische Fluss den Abstand zwischen den Axialabschnitten und dem Anker überquert und den "Umweg" über den Anker nimmt. Hierdurch wird eine platzsparende, wirkungsgradoptimierte Ausbildung der elektromagnetischen Stelleinheit erhalten. Theoretisch wäre es denkbar, die, vorzugsweise radialdurchbruchsfreie, Nockenwelle aus einem nichtmagnetisierbaren Material auszubilden, um somit auf zwei über einen Materialbereich beabstandete Axialabschnitte zu verzichten - diese Alternativlösung hätte jedoch aufgrund des großen, magnetisch nicht leitenden Radialabstandes zwischen Spulenwicklung und Anker den Nachteil, dass eine vergleichsweise großdimensionierte Spulenwicklung eingesetzt werden müsste, um eine Verstellung des Ankers

zu gewährleisten. Im Gegensatz dazu kommt eine erfindungsgemäße Nockenwellenbaugruppe mit vergleichsweise kleindimensionierter Spulenwicklung aus, so dass die erfindungsgemäße Nockenwellenbaugruppe nicht nur in axialer Richtung, sondern auch in radialer Richtung bauraumoptimiert ist.

**[0011]** Bevorzugt wird auf eine axial an die Nockenwelle angrenzende Joch- und Kerneinheit verzichtet, da diese Funktion von dem ersten und dem zweiten Axialabschnitt der Nockenwelle übernommen wird.

**[0012]** Bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei welcher die Nockenwelle vollständig innerhalb eines Motorblocks angeordnet ist. Weiter bevorzugt befinden sich der Anker und die Spulenwicklung ebenfalls vollständig innerhalb des Motorblocks und nicht wie im Stand der Technik an einem außen am Motorblock festgelegten Gehäuse, auf welches weiterbildungsgemäß bevorzugt vollständig verzichtet wird.

**[0013]** Ganz besonders bevorzugt ist es, wenn der den Magnetfluss beeinflussende Bereich in radialer Richtung nicht über die axial benachbarten Nockenwellenabschnitte bzw. über deren, bevorzugt gemeinsame zylindrische, Hüllkontur vorsteht.

**[0014]** Um eine optimale Beeinflussung des magnetischen Flusses in der zuvor beschriebenen Art und Weise zu bewirken, ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass das den Materialbereich ausbildende Material, also das Material, dass im Materialbereich umfasst ist oder aus welchem dieser besteht, magnetisch nicht leitend ist oder zumindest weniger magnetisch leitend ist als das (sonstige) Material der Nockenwelle. In diesem Zusammenhang sei definiert, dass unter dem anspruchsgemäßen magnetisierbaren Material der Nockenwelle das Material oder die Materialkombinationen der Nockenwelle benachbart zu dem den magnetischen Fluss beeinflussenden Materialbereich zu verstehen ist, also das oder die Materialien, aus dem oder denen die Axialabschnitte gebildet sind. Durch die Ausbildung des den magnetischen Fluss beeinflussenden Materialbereichs aus einem nicht oder zumindest weniger magnetisierbaren Material, vorzugsweise Metall, beispielsweise Lagerwerkstoffe, wie z.B. Messing, wird eine optimale magnetische Trennung zwischen den beiden Axialabschnitten erreicht. Diese magnetische Trennung kann vollständig oder nur teilweise realisiert werden, je nachdem, ob die beiden Axialabschnitte ausschließlich über den den magnetischen Fluss beeinflussenden Materialbereich miteinander verbunden sind, oder ob zusätzlich zu dem Materialbereich eine Materialbrücke aus Nockenwellenmaterial vorgesehen ist. Die Qualität bzw. das Maß der magnetischen Trennung wird auch beeinflusst von der Materialwahl des Materialbereichs, also dadurch, ob nicht magnetisierbares oder nur schwer magnetisierbares Material eingesetzt wird.

**[0015]** In der vorliegenden Anmeldung wird "magnetisierbar" im Sinne von "flussleitend" verstanden, d.h. ein magnetisierbares Material ist flussleitend, wohingegen ein schwer magnetisierbares Material schlechter fluss-

leitend ist, d.h. das schwer magnetisierbare Material setzt dem magnetischen Fluss einen großen Widerstand entgegen. Nicht magnetisierbares Material ist nicht flussleitend. "Magnetisierbar" meint also nicht eine mögliche Remanenz (Aufmagnetisierbarkeit) des Materials sondern, dass eine signifikante Magnetisierung des Materials unter äußerem Magnetfeld eintritt.

**[0016]** Bevorzugt ist es, wenn die Nockenwelle, vorzugsweise zumindest im Bereich der Stelleinheit (Aktorbereich) aus magnetisierbarem (flussleitendem) Material, insbesondere einem geeigneten Stahl ausgebildet ist.

**[0017]** Ganz besonders bevorzugt ist eine Ausführungsvariante, bei der der erste und der zweite Axialabschnitt, insbesondere ausschließlich, über den Materialbereich mechanisch fest miteinander verbunden sind. Dies kann insbesondere dadurch realisiert werden, dass der erste und der zweite Axialabschnitt durch Verschweißen, insbesondere Auftragsschweißen unter Verwendung von nicht oder wenig magnetisch leitendem Material miteinander verbunden werden. Alternativ zu einem Schweißprozess ist es denkbar, dass der Materialbereich von einem Lotmaterial gebildet ist, welches zwar die Materialabschnitte mechanisch fest miteinander verbindet, jedoch im Gegensatz zu einem Schweißprozess keine materialschlüssige, dennoch eine mechanisch feste Verbindung herstellt. Bevorzugt wird die Nockenwellenmantelfläche (Oberfläche) nach dem Schweißen oder Lötten bearbeitet, insbesondere geglättet, beispielsweise durch Abdrehen und/oder Schleifen.

**[0018]** Beispielsweise als Alternative zum Aufbringen eines zusätzlichen Materials, insbesondere eines Lot- oder Schweißmaterials zur Ausbildung des Materialbereichs ist es möglich, den Materialbereich durch eine Materialveränderung in einem Abschnitt axial zwischen den beiden Axialabschnitten der Nockenwelle zu realisieren bzw. zu bilden. Dies kann beispielsweise durch partielle Wärmebehandlung, insbesondere Glühen oder sonstige Verfahren zur Gefügeumwandlung erreicht werden.

**[0019]** Eine weitere alternative Herstellungsmöglichkeit besteht darin, als den magnetischen Fluss beeinflussenden Materialbereich zwischen dem ersten und dem zweiten Axialabschnitt ein Ringbauteil bzw. Hohlzylinderbauteil aus einem nicht- oder schlecht-magnetisch leitendem Material, beispielsweise Messing vorzusehen, welches in geeigneter Weise, beispielsweise durch Reibschweißen mit den beiden Axialabschnitten, vorzugsweise mit den einander zugewandten Stirnseiten der Axialabschnitte verbunden wird.

**[0020]** Besonders bevorzugt ist es, wenn der Materialbereich zwischen den beiden Axialabschnitten der Nockenwelle durch Auffüllen eines Freiraums mit, bevorzugt nicht oder schlecht magnetisierbarem Material erzeugt wird, wobei der Freiraum eine Aussparung, insbesondere eine Umfangsnut in der Nockenwelle sein kann, dass also neben dem Freiraum, insbesondere radial innen benachbart eine, vorzugsweise möglichst dünne, Verbindung aus Nockenwellenmaterial zwischen den beiden Axialabschnitten der Nockenwelle verbleibt. Al-

ternativ kann es sich bei dem Freiraum um eine vollständige Trennung, d.h. einen radial durchgehenden, insbesondere umfangsgeschlossenen Spalt bzw. Axialabstand zwischen den beiden Axialabschnitten der Nockenwelle handeln. Wie bei der Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. einer bevorzugten Ausführungsvariante des Verfahrens noch zu erkennen sein wird, ist es besonders zweckmäßig, wenn das Herstellen des Freiraums durch Herstellen einer Aussparung oder vollständiges Trennen der beiden Axialabschnitte der Nockenwelle in derselben Einspannung erfolgt, so dass die beiden Axialabschnitte exakt zueinander positioniert bleiben und kein erneutes Relativpositionieren notwendig ist.

**[0021]** Wie bereits erläutert ist es besonders zweckmäßig, wenn der Freiraum durch Auftragsschweißen gefüllt wird, wobei in diesem Fall das nicht oder schlecht leitende magnetische Material in einem fluiden, erhitzten Zustand aufgebracht wird.

**[0022]** Wie zuvor bereits angedeutet, ist es grundsätzlich denkbar, dass die beiden Axialabschnitte der Nockenwelle nicht ausschließlich über den Materialbereich aus nicht oder schlecht magnetisierbarem Material aneinander gehalten sind, sondern dass unmittelbar an den Materialbereich angrenzend, insbesondere radial innerhalb, ein axialer, vorzugsweise ringförmiger, noch weiter bevorzugt möglichst dünner, d.h. eine möglichst geringe Radialerstreckung aufweisender Verbindungssteg bzw. Verbindungsring vorgesehen wird. Bevorzugt ist dieser Verbindungsabschnitt, insbesondere Ringabschnitt so dünn ausgelegt bzw. mit einem so dünnen Querschnitt in radialer Richtung versehen, dass bei Bestromung der Spulenwicklung (schnell) eine magnetische Sättigung erreicht wird, wodurch negative Auswirkungen des magnetisierbaren Verbindungsabschnitts auf den Wirkungsgrad der elektromagnetischen Stelleinheit minimiert werden.

**[0023]** Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der die Nockenwelle bis auf den den magnetischen Fluss beeinflussenden Bereich maximal zweiteilig ausgebildet ist, d.h. nicht mehr als zwei Teile umfasst. Eine einteilige Ausgestaltung ist möglich, wenn die beiden Axialabschnitte, wie zuvor beschrieben über eine Materialbrücke miteinander verbunden sind oder der den magnetischen Fluss beeinflussende Bereich durch Gefügeumwandlung eines Nockenwellenabschnittes erzeugt ist. Bei einer zweiteiligen Ausführungsform sind die beiden Axialabschnitte (bevorzugt ausschließlich) über den den magnetischen Fluss beeinflussenden Materialbereich miteinander verbunden. Weiter bevorzugt weist die Nockenwelle eine axial durchgehende zylindrische Außenkontur auf.

**[0024]** Im Hinblick auf die geometrische Ausgestaltung des nicht- oder nur schlechtmagnetisierbaren Materialbereichs gibt es unterschiedliche Alternativen. Grundsätzlich ist es möglich, den Materialbereich mit einer im Querschnitt rechteckigen Kontur zu versehen. Besonders zweckmäßig ist es, insbesondere um möglichst gro-

ße Verbindungs- bzw. Fixierflächen zwischen den Axialabschnitten und dem Materialbereich zu erhalten, wenn die Verbindungsflächen bzw. Halteflächen zwischen dem Materialbereich und den Axialabschnitten schräg ausgebildet sind. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Axialerstreckung des Materialbereichs über seine Radialerstreckung, d.h. in Richtung Anker betrachtet, abnimmt.

**[0025]** Um eine möglichst gute magnetische Trennung zwischen den beiden Axialabschnitten zu erreichen ist es bevorzugt, wenn der Materialbereich aus nicht oder schwermagnetisierbarem Material umfangsgeschlossen, d.h. ringförmig ausgebildet ist.

**[0026]** Im Hinblick auf die Anordnung der Spulenwicklung gibt es mehrere Alternativen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante ist die Spulenwicklung koaxial zur Nockenwelle angeordnet, umschließt diese also ringförmig. Alternativ ist die Spulenwicklung neben der Nockenwelle angeordnet, vorzugsweise derart, dass eine Spulenwicklungsachse parallel zur Nockenwelle verläuft. Auch ist es denkbar mehrere in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete, d.h. über den Umfang der Nockenwelle verteilte Spulenwicklungen vorzusehen.

**[0027]** Gemäß der Erfindung ist der Anker zumindest abschnittsweise in der Nockenwelle, genauer dem in der Nockenwelle vorgesehenen, vorzugsweise von dieser begrenzten Aufnahmeraum aufgenommen. Besonders zweckmäßig im Hinblick auf einen optimierten Raumbedarf ist es, wenn der Anker über den größten Teil seiner Axialerstreckung, vorzugsweise vollständig in der Nockenwelle angeordnet ist. Ebenso ist es bevorzugt, wenn der Stellpartner, insbesondere ein Steuerventil eines Nockenwellenverstellers, mit welchem der Anker zusammenwirkt, zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig in der Nockenwelle aufgenommen ist. Besonders zweckmäßig ist es, wenn der Stellpartner zumindest axial von einer Stirnseite her in die Nockenwelle hineinragt.

**[0028]** Die Erfindung führt auch auf ein Verfahren zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Nockenwellenbaugruppe. Kern des Verfahrens ist es, das in einem (Zwischen-) Bereich zwischen einem ersten Axialabschnitt und einem zweiten Axialabschnitt einer Nockenwelle ein, vorzugsweise die beiden Axialabschnitte mechanisch fest miteinander verbindender, Materialbereich so vorgesehen wird, dass dadurch eine magnetische Flussführung bewirkt wird, bei welcher der magnetische Fluss von einem der Axialabschnitte der Nockenwelle zu dem jeweils anderen Axialabschnitt über den Anker (im Vergleich zu einer Ausführungsvariante ohne einen solchen Materialbereich) erhöht wird.

**[0029]** Im Hinblick auf die Erzeugung des Materialbereichs gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Besonders bevorzugt ist es den Materialbereich durch Auffüllen, beispielsweise mittels Auftragsschweißens, eines Freiraums zwischen den beiden Axialabschnitten mit einem Material zu erzeugen, welches nicht oder zumindest we-

niger leicht magnetisierbar ist als das Material der beiden Axialabschnitte der Nockenwelle. Bevorzugt bestehen die beiden Axialabschnitte der Nockenwelle aus dem gleichen Material. Grundsätzlich denkbar ist auch eine Ausführungsvariante, bei denen die beiden Nockenwellenaxialabschnitte aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

**[0030]** Vor dem Auffüllen des Freiraums wird dieser bevorzugt hergestellt, alternativ durch spanende Bearbeitung eines Nockenwellenrohrlings, beispielsweise durch Einbringen einer Nut oder durch Trennen eines zuvor einteiligen Nockenwellenkörperrohrlings, wobei es besonders bevorzugt ist, wenn das Herstellen des Freiraums in derselben Einspannung erfolgt, wie das Auffüllen des Freiraums, um eine erneute Positionierung der beiden Axialabschnitte im Falle der vollständigen Trennung zu vermeiden.

**[0031]** Alternativ ist es möglich, zwei Nockenwellenkörperrohlinge, die später die beiden Axialabschnitte der Nockenwelle bilden, unter Einhaltung des Freiraums zu positionieren und daraufhin den Freiraum mit, insbesondere nicht- oder zumindest weniger leicht magnetisierbarem Material, beispielsweise durch Auftragsschweißen aufzufüllen.

**[0032]** Gemäß einer alternativen Herstellungsvariante des Materials Bereichs wird bevorzugt kein Freiraum aufgefüllt, sondern es wird das ursprünglich magnetisierbare Material des Nockenwellenkörperrohrlings partiell bearbeitet (verändert), so dass das Material in dem späteren Materialbereich nicht oder zumindest weniger leicht magnetisierbar wird als das Material des ersten und/oder zweiten Axialabschnittes. Hierzu wird das Material im späteren Materialbereich beispielsweise partiell durch Wärmebehandlung bearbeitet.

**[0033]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen.

**[0034]** Diese zeigen in:

Fig. 1 in einer stark schematisierten nur hälftig dargestellten, geschnittenen Ansicht eine Nockenwellebaugruppe, bei der zwei Axialabschnitte der Nockenwelle ausschließlich über einen Materialbereich aus nicht- magnetisierbarem Material axial fest miteinander verbunden sind, und

Fig. 2 eine alternative Ausführungsvariante der Nockenwellebaugruppe, bei der die beiden Axialabschnitte zusätzlich zu dem Materialbereich über einen ringförmigen Verbindungsabschnitt aus Nockenwellenmaterial miteinander verbunden sind, wobei die Radialerstreckung dieses Verbindungsbereichs so gewählt ist, dass dieser Bereich bei Bestromung einer Spulenwicklung rasch magnetisch gesättigt wird.

**[0035]** In den Figuren sind gleiche Elemente und Ele-

mente mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0036]** In Fig. 1 ist in einer schematischen Längsschnittansicht eine Nockenwellenbaugruppe mit einer hohlen Nockenwelle aus einem magnetisierbaren Material, hier Stahl, sowie einem hydraulischen Nockenwellenversteller 3, einer elektromagnetischen Stelleinheit 4 und einem Stellpartner 5 für die elektromagnetische Stelleinheit in Form eines Steuerventils des Nockenwellenverstellers 3 gezeigt. Der Nockenwellenversteller 3 ist samt Stellpartner 5 (Steuerventil) auf der Nockenwelle 2 in an sich bekannter Art und Weise angeordnet und fixiert. Ein nicht separat dargestelltes Nockenwellenverstellergehäuse ist direkt oder indirekt mit einer ebenfalls nicht dargestellten Kurbelwelle des ebenfalls nicht dargestellten Verbrennungsmotors verbunden und von dieser angetrieben. Zudem weist der Nockenwellenversteller 3 mit der Nockenwelle 2 verbundene, nicht gezeigte Verstellelemente auf, die durch eine hydraulische Betätigung in an sich bekannter Weise relativ zum Nockenwellenverstellergehäuse verdreht werden können. Die Verdrehung dieser Verstellelemente bewirkt eine Phasenverstellung der Nockenwelle 2 relativ zur Kurbelwelle.

**[0037]** Die elektromagnetische Stelleinheit 4 umfasst einen in der Nockenwelle 2, genauer in einem Aufnahmeraum 6 der Nockenwelle 2 angeordneten Anker 7, der axial verschieblich gelagert ist und durch Bestromung einer radial außerhalb und mit Abstand zu der Nockenwelle 2 angeordneten Spulenwicklung 8 in axialer Richtung der Nockenwelle 2 verstellbar ist. Der Anker 7 ist axial benachbart zum Stellpartner 5 angeordnet, welcher alternativ vollständig in der Nockenwelle 2 angeordnet ist und axial in diese hineinragt. Auch ist es denkbar, dass sich der Stellpartner außerhalb der Nockenwelle 2 befindet und der Anker 7 ein Stück weit aus der Nockenwelle 2 hinausragt.

Wie erläutert ist der Stellpartner 5 ein Steuerventil des Nockenwellenverstellers 3, wobei mit Hilfe des Steuerventils der Nockenwellenversteller 3 angesteuert werden kann, indem dem hydraulischen Nockenwellenversteller 3 durch das Steuerventil (Stellpartner 5) in einer für die gewünschte Verstellung erforderlichen Menge und den notwendigen Druck die verstellende bewirkende Hydraulikflüssigkeit zugeführt wird. Durch die Hydraulikflüssigkeit werden die Verstellelemente des Nockenwellenverstellers 3 relativ zum Gehäuse des Nockenwellenverstellers 3 verdreht, was dann, wie erläutert in einer Phasenverstellung der Nockenwelle 2 resultiert.

**[0038]** Wie aus Fig. 1 zu entnehmen ist, umfasst die Nockenwelle 2 einen ersten Axialabschnitt 9 sowie einen zweiten Axialabschnitt 10. Zwischen dem ersten und dem zweiten Axialabschnitt 9, 10 ist ein den magnetischen Fluss beeinflussender Materialbereich 11 aus einem nicht oder nur schlecht magnetisierbarem Material vorgesehen. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind die beiden Axialabschnitte 9, 10 ausschließlich über diesen Materialbereich 11 aneinander fixiert bzw. miteinander verbunden. Der Materialbereich

11 bildet eine vollständige oder teilweise magnetische Trennung der beiden Axialabschnitte 9, 10. Der Materialbereich 11 dient dazu, den lediglich schematisch eingezeichneten magnetischen Fluss 12 von einem der Axialabschnitte über einen ggf. ölgefüllten oder luftgefüllten (Umfangs-) Spalt 13 zum Anker 7 zu leiten, der von dem magnetischen Fluss 12 axial durchsetzt wird und dann wiederum von dem Anker 7 zurück über den Spalt 13 zum jeweils anderen Axialabschnitt.

**[0039]** Aus Fig. 1 ist zu entnehmen, dass die Spulenwicklung 8 koaxial zur Nockenwelle 2 bzw. zur Längsmittelachse 14 der Nockenwelle 2 mit Radialabstand zur Nockenwelle 2 angeordnet ist. Zwischen der Nockenwelle 2 und der Spulenwicklung 8 ist ein geringer Umfangsluftspalt 15 realisiert, so dass sich die Nockenwelle 2 relativ zu der ortsfest angeordneten Spulenwicklung 8 verdrehen kann. Alternativ kann die Nockenwelle nicht koaxial sondern parallel neben der Nockenwelle 2 angeordnet werden.

**[0040]** Der Spulenwicklung 8 sind ein erster und ein zweiter Jochabschnitt 16, 17 zugeordnet, die ringscheibenförmig ausgebildet sind und sich in radialer Richtung erstrecken. Die beiden Jochabschnitte 16, 17 sind in axialer Richtung von einem, hier hohl-zylindrischen, magnetisierbaren Gehäuse 18 miteinander verbunden. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem ersten, Jochabschnitt 16, dem zweiten Jochabschnitt 17 und dem Gehäuse 18 um separate, miteinander verbundene Bauteile, wobei bei einer alternativen Ausführungsvariante zumindest einer der Jochabschnitte 16, 17 einteilig mit dem Gehäuse 18 verbunden sein kann.

**[0041]** Bei Bestromung der Spulenwicklung 8 ergibt sich der lediglich schematisch dargestellte magnetische Fluss 12, wobei die Flussrichtung und damit die Bewegungsrichtung des Ankers 7 abhängig ist von der Bestromungsrichtung der Spulenwicklung 8. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel verläuft der magnetische Fluss von dem radial inneren Ende des ersten Jochabschnittes 16 in radialer Richtung nach außen in das zylindrische Gehäuse 18, in diesem in axialer Richtung zum radial äußeren Ende des zweiten Jochabschnittes 17 und dann im zweiten Jochabschnitt 17 nach radial innen, überbrückt dann einen zweiten Spalt 19 zwischen dem zweiten Jochabschnitt 17 und dem zweiten Axialabschnitt, durchsetzt den zweiten Axialabschnitt im Wesentlichen in radialer Richtung nach innen, überbrückt dann den Spalt 13 hin zum Anker 7, verläuft im Anker 7 in axialer Richtung, überbrückt dann wieder in radialer Richtung nach außen den Spalt 13 in den ersten Axialabschnitt 9 hinein und verläuft in diesem radial nach außen und überbrückt einen ersten Spalt 20 zwischen dem ersten Axialabschnitt 9 und dem ersten Jochabschnitt 16.

**[0042]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann eine Rückstellung, entweder vom Stellpartner weg oder auf den Stellpartner zu mittels eines, beispielsweise mechanischen Verstellmechanismus erfolgen, insbesondere über einen Federmechanismus (nicht dargestellt). Zur

Begrenzung der axialen Verstellbewegung des Ankers 7 in Richtung von dem Stellpartner 5 weg ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein schematisch dargestellter Axialanschlag 21, auf der von dem Stellpartner 5 abgewandten Seite des Ankers 7 vorgesehen.

**[0043]** In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist der Anker 7 mehrteilig ausgebildet und umfasst einen Hülsenabschnitt 22, an dem ein Bolzenabschnitt 23, beispielsweise durch Einpressen, festgelegt ist. In dem Bolzenabschnitt 23 ist stirnseitig eine Kugel 24 in einem Käfig verdrehbar gehalten, wobei sich der Anker 7 über die Kugel 24 axial am Stellpartner 5 abstützt.

**[0044]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 wurde der Materialbereich 11 durch Auftragsschweißen hergestellt. Hierzu wurde ein Nockenwellenkörperrohling aus magnetisierbarem Material im Bereich des jetzigen Materialbereichs 11 aufgeteilt in zwei separate Axialabschnitte, die jetzt den ersten und zweiten Axialabschnitt 9, 10 bilden. Diese beiden Axialabschnitte wurden durch Auftragsschweißen von nicht-magnetisierbarem Material 11, d.h. durch Herstellen des Materialbereichs 11 fest, hier materialschlüssig miteinander verbunden. Zu erkennen ist, dass die Axialer Streckung des Materialbereichs von radial außen nach radial innen abnimmt, und dass an jedem Axialabschnitt 9, 10 stirnseitig jeweils mindestens eine schräge Kontaktfläche ausgebildet ist, um die Kontaktflächen zum Materialbereich 11 und damit die Festigkeit des Systems zu erhöhen.

**[0045]** Es ist auch auf alternative Weise möglich, die magnetische Trennung zwischen den beiden Axialabschnitten 9, 10 zu realisieren, beispielsweise indem als Materialbereich 11 ein Ring aus einem nicht- oder nur schwermagnetisierbarem Material vorgesehen wird, um die beiden separaten, d.h. späteren Axialabschnitte 9, 10 miteinander zu verbinden.

**[0046]** Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 entspricht im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen im Folgenden im Wesentlichen nur auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen eingegangen wird. Im Hinblick auf die Gemeinsamkeiten zwischen den Ausführungsbeispielen wird auf Fig. 1 mit zugehöriger Figurenbeschreibung verwiesen.

**[0047]** Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind die beiden Axialabschnitte 9, 10 nicht vollständig magnetisch getrennt, sondern neben dem Materialbereich 11 ist radial innen ein in der Schnittansicht stegartiger Verbindungsabschnitt 25 vorgesehen, welcher im Wesentlichen ringförmig ist und unmittelbar radial benachbart zum Materialbereich 11 angeordnet ist. Die Radialer Streckung, d.h. Dickener Streckung des Verbindungsabschnittes 25 ist so bemessen, dass bei Bestromung der Spulenwicklung 8 im Verbindungsabschnitt 25 eine magnetische Sättigung schnell erreicht wird, so dass ein hieraus resultierender Verlust minimiert wird. Der Hauptfluss verläuft wie in Fig. 1 eingezeichnet.

**[0048]** Hergestellt werden kann das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2, indem in einem Nockenwellenkör-

perrohling ein Freiraum in Form des jetzigen Materialbereichs 11, beispielsweise durch spanende Bearbeitung hergestellt und dieser Freiraum dann mit dem den Materialbereich 11 bildenden Material, insbesondere durch Auftragsschweißen aufgefüllt wird. Anstelle der Füllung des Freiraums 11 mit fluidem, erstarrendem Material ist es alternativ möglich einen festen Ringeinsatz aus nicht- oder nur schwer-magnetisierbarem Material, beispielsweise aus Messing einzusetzen und diesen bevorzugt mit beiden Axialabschnitten, beispielsweise durch Reibschweißen zu verbinden.

**[0049]** Der Vorteil des zweiten Ausführungsbeispiels gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel besteht in einer erhöhten mechanischen Stabilität. Weiterhin stellt sich das Problem nicht, dass eine Fluchtung der beiden Nockenwellenabschnitte über den Materialbereich hinweg gesondert sichergestellt werden muss.

**[0050]** Bei sämtlichen gezeigten Ausführungsbeispielen ragt der Stellpartner 5 von axial außen exemplarisch in die Nockenwelle 2 hinein. Besonders bevorzugt ist eine (nicht dargestellte) Ausführungsform, bei der sich der Stellpartner, insbesondere ein Steuerventil für die Nockenwellenverstellung wie beispielsweise in der EP 2 252 774 B1 gezeigt, vollständig innerhalb der Nockenwelle befindet.

Bezugszeichenliste

**[0051]**

- |    |                        |
|----|------------------------|
| 1  | Nockenwellenbaugruppe  |
| 2  | Nockenwelle            |
| 3  | Nockenwellenversteller |
| 4  | Stelleinheit           |
| 5  | Stellpartner           |
| 6  | Aufnahmeraum           |
| 7  | Anker                  |
| 8  | Spulenwicklung         |
| 9  | Axialabschnitt         |
| 10 | Axialabschnitt         |
| 11 | Materialbereich        |
| 12 | magnetischer Fluss     |
| 13 | Spalt                  |
| 14 | Längsmittelachse       |
| 15 | Umfangsluftspalt       |
| 16 | Jochabschnitt          |
| 17 | Jochabschnitt          |
| 18 | Gehäuse                |
| 19 | zweiter Spalt          |
| 20 | erster Spalt           |
| 21 | Axialanschlag          |
| 22 | Hülsenabschnitt        |
| 23 | Bolzenabschnitt        |
| 24 | Kugel                  |
| 25 | Verbindungsabschnitt   |

## Patentansprüche

1. Nockenwellenbaugruppe, umfassend eine in ihrem Innern einen Aufnahmeraum (6) aufweisende Nockenwelle (2), zumindest abschnittsweise aus einem magnetisierbaren Material für einen Verbrennungsmotor und eine elektromagnetische Stelleinheit (4) zur Betätigung eines Stellpartners (5), insbesondere eines Steuerventils eines Nockenwellenverstellers (3), mit einer Spulenwicklung (8) und einem durch Bestromen der Spulenwicklung (8) verstellbaren Anker (7) zum Zusammenwirken mit dem Stellpartner (5),  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Anker (7), zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, innerhalb der Nockenwelle (2) in dem Aufnahmeraum (6) und die Spulenwicklung (8) zum berührungslosen Verstellen des Ankers (7) radial außerhalb der Nockenwelle (2) angeordnet sind, und dass die Nockenwelle (2) einen ersten Axialabschnitt (9) und einen zweiten Axialabschnitt (10) aufweist, zwischen denen ein den magnetischen Fluss (12) beeinflussender Materialbereich (11) vorgesehen ist, um den magnetischen Fluss (12) von einem der Axialabschnitte (9, 10) zum jeweils anderen Axialabschnitt (9, 10) über den Anker (7) zu erhöhen.
2. Nockenwellenbaugruppe nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Materialbereich (11) aus einem Material ausgebildet ist, welches nicht magnetisierbar ist oder zumindest schwerer magnetisierbar ist als das magnetisierbare Nockenwellenmaterial.
3. Nockenwellenbaugruppe nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der erste und der zweite Axialabschnitt (9, 10) über den Materialbereich (11) mechanisch fest miteinander verbunden sind.
4. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der erste Axialabschnitt (9) und der zweite Axialabschnitt (10) über den Materialbereich (11) materialschlüssig verbunden sind.
5. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Materialbereich (11) durch eine Gefügeumwandlung, beispielsweise durch eine partielle Wärmebehandlung der Nockenwelle (2), erhalten ist.
6. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorherge-

- henden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Materialbereich (11) durch Auffüllen, insbesondere durch Auftragsschweißen, eines Freiraums zwischen dem ersten und dem zweiten Axialabschnitt (9, 10) mit Material, insbesondere im erhitzten, bevorzugt fluiden, Zustand, oder durch das Vorsehen, vorzugsweise Festelegen eines separaten Ringelementes, erhalten ist.
7. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der erste Axialabschnitt (9) und der zweite Axialabschnitt (10) ausschließlich über den Materialbereich (11) aneinander gehalten sind, oder dass der erste Axialabschnitt (9) und der zweite Axialabschnitt (10) in einem zu dem Materialbereich (11) benachbarten Abschnitt über einen, vorzugsweise als Ringabschnitt ausgebildeten Verbindungsabschnitt (25) verbunden bzw. einteilig ausgebildet sind, der aus dem Material des ersten und zweiten Axialabschnittes (9, 10) besteht.
8. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Materialbereich (11) umfangsgeschlossen ist.
9. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Spulenwicklung (8) die Nockenwelle (2) umschließt und coaxial zu der Nockenwelle (2) und zu dem Anker (7) angeordnet ist, oder dass die Spulenwicklung (8) neben der Nockenwelle (2) angeordnet ist, vorzugsweise derart, dass eine Spulenwicklungsachse parallel zur Nockenwelle (2) verläuft.
10. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Anker (7) über den größten Teil seiner Axialerstreckung, vorzugsweise vollständig, in der Nockenwelle (2) aufgenommen ist und/oder dass Stellpartner (5) zumindest abschnittsweise in der Nockenwelle (2) aufgenommen ist, vorzugsweise axial in diese hinein ragt.
11. Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Axialerstreckung des Materialbereichs (11) über seine Radialerstreckung unterschiedlich ist, vorzugsweise dass die Axialerstreckung mit geringer werdendem Radialabstand zum Anker (7) abnimmt.
12. Verfahren zum Herstellen einer Nockenwellenbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zwischen einem ersten Axialabschnitt (9) und einem zweiten Axialabschnitt (10) einer Nockenwelle (2) ein den magnetischen Fluss (12) beeinflussen der Materialbereich (11) vorgesehen wird, um einen magnetischen Fluss (12) von einem der Axialabschnitte (9, 10) zum jeweils anderen Axialabschnitt (9, 10) über einen in der Nockenwelle (2) aufnehmbaren Anker (7) zu erhöhen.
13. Verfahren nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
der Materialbereich (11) durch eine Gefügeumwandlung, beispielsweise durch eine partielle Wärmebehandlung der Nockenwelle (2), erhalten wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Materialbereich (11) durch Auffüllen, insbesondere durch Auftragsschweißen, eines Freiraums zwischen dem ersten und dem zweiten Axialabschnitt (9, 10) mit Material, insbesondere im erhitzten, bevorzugt fluiden, Zustand, erhalten wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Herstellen des Freiraums in derselben Einspannung erfolgt wie das Auffüllen des Freiraums.
16. Motorblock mit einer Nockenwellenbaugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei bevorzugt die Nockenwelle (2) und/oder der Anker (7) und/oder die Spulenwicklung (8) innerhalb des Motorblocks angeordnet sind/ist.

## Claims

1. A camshaft assembly, comprising a camshaft (2) having in its interior a receiving space (6), at least partially of a magnetisable material for an internal combustion engine and an electromagnetic actuating unit (4) for actuating an actuating partner (5), in particular a control valve of a camshaft adjuster (3), with a coil winding (8) and an armature (7), adjustable by energizing the coil winding (8), for cooperating with the actuating partner (5),  
**characterized in that**  
the armature (7), at least partially, preferably completely, is arranged inside the camshaft (2) in the receiving space (6) and the coil winding (8) for non-contact adjusting of the armature (7) is arranged radially outside the camshaft (2), and that the camshaft (2) has a first axial section (9) and a second axial section (10), between which a material region (11) influencing the magnetic flux (12) is provided, in or



der to increase the magnetic flux (12) from one of the axial sections (9, 10) to the respectively other axial section (9, 10) via the armature (7).

2. The camshaft assembly according to Claim 1, **characterized in that** the material region (11) is constructed from a material which is not magnetisable or is at least more difficult to magnetise than the magnetisable camshaft material. 5
3. The camshaft assembly according to one of Claims 1 or 2, **characterized in that** the first and the second axial section (9, 10) are connected securely with one another mechanically via the material region (11). 10
4. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first axial section (9) and the second axial section (10) are connected in a materially connected manner via the material region (11). 15
5. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the material region (11) is obtained by a microstructural transformation, for example by a partial heat treatment of the camshaft (2). 20
6. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the material region (11) is obtained by filling, in particular by build-up welding, of a free space between the first and the second axial section (9, 10) with material, in particular in the heated, preferably fluid, state, or by the provision, preferably fixing, of a separate annular element. 25
7. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first axial section (9) and the second axial section (10) are held against one another exclusively via the material region (11), or that the first axial section (9) and the second axial section (10) in a section adjacent to the material region (11) are connected via a connecting section (25), preferably constructed as an annular section, or respectively are constructed in one piece, which connecting section consists of the material of the first and second axial section (9, 10). 30
8. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the material region (11) is circumferentially closed. 35
9. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coil winding (8) surrounds the camshaft (2) and is arranged coaxially to the camshaft (2) and to the armature (7), or that the coil winding (8) is arranged adjacent to the camshaft (2), preferably such that a coil winding 40

axis runs parallel to the camshaft (2).

10. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the armature (7) is received over the majority of its axial extent, preferably completely, in the camshaft (2) and/or that actuating partner (5) is received at least partially in the camshaft (2), preferably extends axially into the latter. 45
11. The camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the axial extent of the material region (11) is different over its radial extent, preferably that the axial extent decreases with a radial distance from the armature (7) becoming less. 50
12. A method for the production of a camshaft assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** between a first axial section (9) and a second axial section (10) of a camshaft (2) a material region (11), influencing the magnetic flux (12), is provided, in order to increase a magnetic flux (12) from one of the axial sections (9, 10) to the respectively other axial section (9, 10) via an armature (7) which is able to be received in the camshaft (2). 55
13. The method according to Claim 12, **characterized in that** the material region (11) is obtained by a microstructural transformation, for example by a partial heat treatment of the camshaft (2).
14. The method according to one of Claims 12 or 13, **characterized in that** the material region (11) is obtained by filling, in particular by build-up welding, of a free space between the first and the second axial section (9, 10) with material, in particular in the heated, preferably fluid, state.
15. The method according to Claim 14, **characterized in that** the production of the free space takes place in the same clamping as the filling of the free space.
16. An engine block with a camshaft assembly according to one of Claims 1 to 11, wherein preferably the camshaft (2) and/or the armature (7) and/or the coil winding (8) is/are arranged inside the engine block.

## Revendications

1. Ensemble d'arbre à cames, comportant un arbre à cames (2) comprenant un espace de réception (6) dans son intérieur, au moins partiellement en un matériau magnétisable, pour un moteur à combustion interne, et une unité de réglage électromagnétique (4) pour l'actionnement d'un partenaire de réglage

(5), en particulier d'une soupape de commande d'un déphaseur d'arbre à cames (3), comprenant un enroulement de bobine (8) et une armature (7) déplaçable par alimentation en courant électrique de l'enroulement de bobine (8) pour coopérer avec le partenaire de réglage (5),

**caractérisé en ce que**

l'armature (7) est disposée au moins partiellement, de préférence complètement, à l'intérieur de l'arbre à cames (2) dans l'espace de réception (6) et l'enroulement de bobine (8) est disposé radialement à l'extérieur de l'arbre à cames (2) pour le déplacement sans contact de l'armature (7), et **en ce que** l'arbre à cames (2) comprend une première portion axiale (9) et une deuxième portion axiale (10), entre lesquelles est prévue une région de matériau (11) influençant le flux magnétique (12), afin d'augmenter le flux magnétique (12) à partir de l'une des portions axiales (9, 10), vers l'autre portion axiale (9, 10) respective par le biais de l'armature (7).

2. Ensemble d'arbre à cames selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

la région de matériau (11) est réalisée à partir d'un matériau qui n'est pas magnétisable ou au moins plus difficilement magnétisable que le matériau d'arbre à cames magnétisable.

3. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que**

la première et la deuxième portion axiale (9, 10) sont reliées fixement l'une à l'autre mécaniquement par le biais de la région de matériau (11).

4. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

la première portion axiale (9) et la deuxième portion axiale (10) sont reliées par liaison de matière par le biais de la région de matériau (11).

5. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

la région de matériau (11) est obtenue par une transformation de structure, par exemple par un traitement thermique partiel de l'arbre à cames (2).

6. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

la région de matériau (11) est obtenue par remplissage, en particulier par rechargement par soudure, d'un espace libre entre la première et la deuxième portion axiale (9, 10) avec du matériau, en particulier à l'état chauffé, de préférence fluide, ou en prévoyant, de préférence en fixant, un élément annu-

laire séparé.

7. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

la première portion axiale (9) et la deuxième portion axiale (10) sont maintenues l'une contre l'autre exclusivement par le biais de la région de matériau (11), ou **en ce que** la première portion axiale (9) et la deuxième portion axiale (10) sont, dans une portion adjacente à la région de matériau (11), reliées par le biais d'une portion de liaison (25) réalisée de préférence sous forme de portion annulaire ou sont réalisées d'une seule pièce, laquelle portion de liaison est constituée du matériau de la première et de la deuxième portion axiale (9, 10).

8. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

la région de matériau (11) est réalisée avec une périphérie fermée.

9. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

l'enroulement de bobine (8) entoure l'arbre à cames (2) et est disposé de manière coaxiale à l'arbre à cames (2) et à l'armature (7), ou **en ce que** l'enroulement de bobine (8) est disposé près de l'arbre à cames (2), de préférence de telle sorte qu'un axe d'enroulement de bobine s'étende parallèlement à l'arbre à cames (2).

10. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

l'armature (7) est reçue dans l'arbre à cames (2) sur la majeure partie de son étendue axiale, de préférence entièrement, et/ou **en ce que** le partenaire de réglage (5) est reçu au moins partiellement dans l'arbre à cames (2), de préférence pénètre axialement dans celui-ci.

11. Ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

l'étendue axiale de la région de matériau (11) est différente sur son étendue radiale, de préférence en ce que l'étendue axiale diminue au fur et à mesure que la distance radiale à l'armature (7) devient plus petite.

12. Procédé de fabrication d'un ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce**

qu'une région de matériau (11) influençant le flux

magnétique (12) est prévue entre une première portion axiale (9) et une deuxième portion axiale (10) d'un arbre à cames (2), afin d'augmenter le flux magnétique (12) à partir de l'une des portions axiales (9, 10), vers l'autre portion axiale (9, 10) respective 5  
par le biais d'une armature (7) pouvant être reçue dans l'arbre à cames (2).

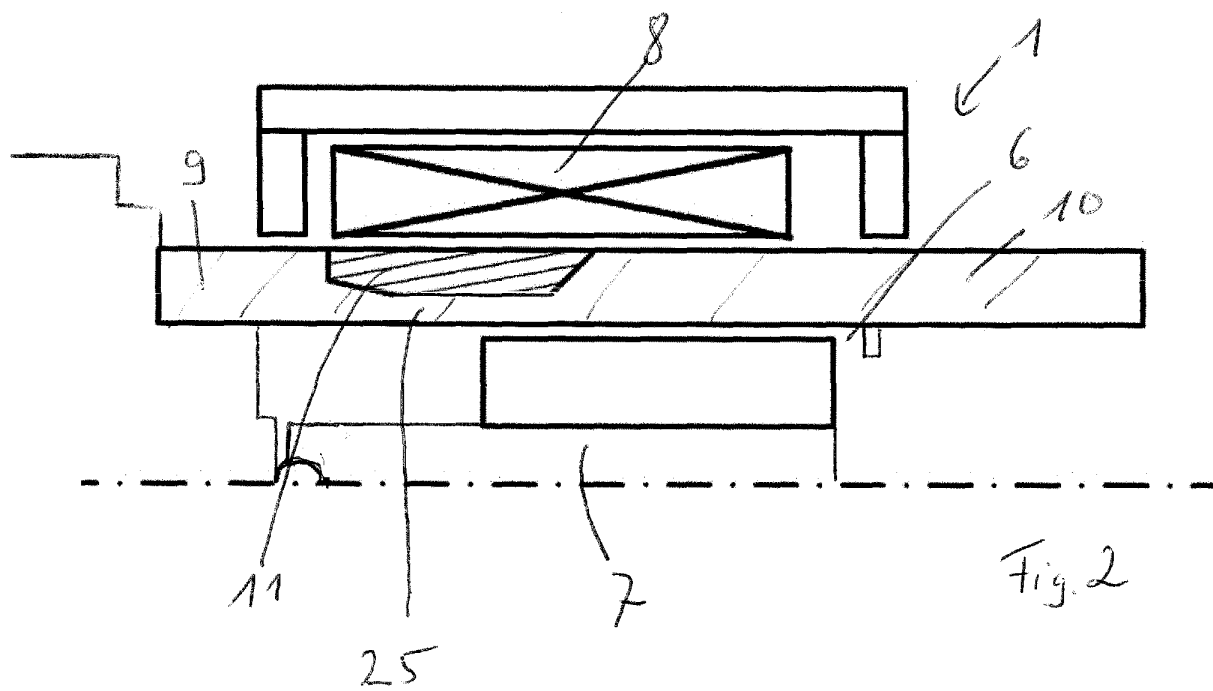
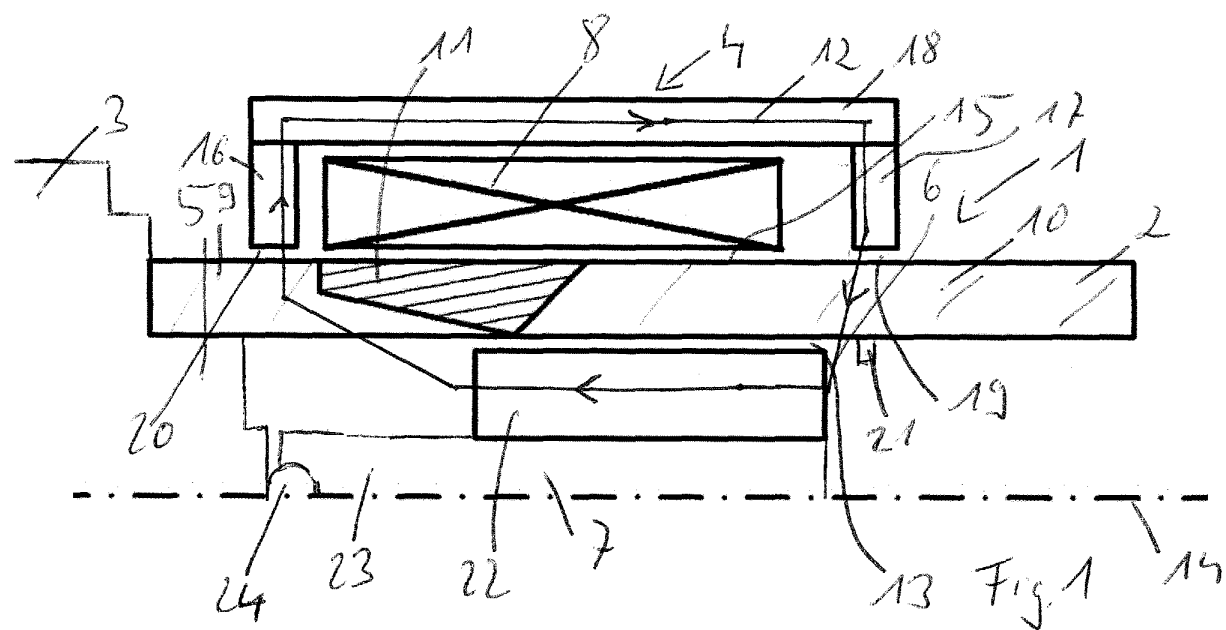
13. Procédé selon la revendication 12, 10  
**caractérisé en ce que**  
la région de matériau (11) est obtenue par une transformation de structure, par exemple par un traitement thermique partiel de l'arbre à cames (2).
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, 15  
**caractérisé en ce que**  
la région de matériau (11) est obtenue par remplissage, en particulier par rechargement par soudure, d'un espace libre entre la première et la deuxième 20  
portion axiale (9, 10) avec du matériau, en particulier à l'état chauffé, de préférence fluide.
15. Procédé selon la revendication 14, 25  
**caractérisé en ce que**  
la fabrication de l'espace libre s'effectue lors du même serrage que le remplissage de l'espace libre.
16. Bloc-moteur comprenant un ensemble d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel de préférence l'arbre à cames (2) 30  
et/ou l'armature (7) et/ou l'enroulement de bobine (8) est/sont disposé(e)(s) à l'intérieur du bloc-moteur. 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**

- EP 1596040 A2 [0002]
- DE 102006031517 A1 [0003]
- JP 2010190060 A [0004]
- EP 2252774 B1 [0005] [0050]