



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 004 755 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2000 Patentblatt 2000/22

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**

(21) Anmeldenummer: **99121415.6**

(22) Anmeldetag: **27.10.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

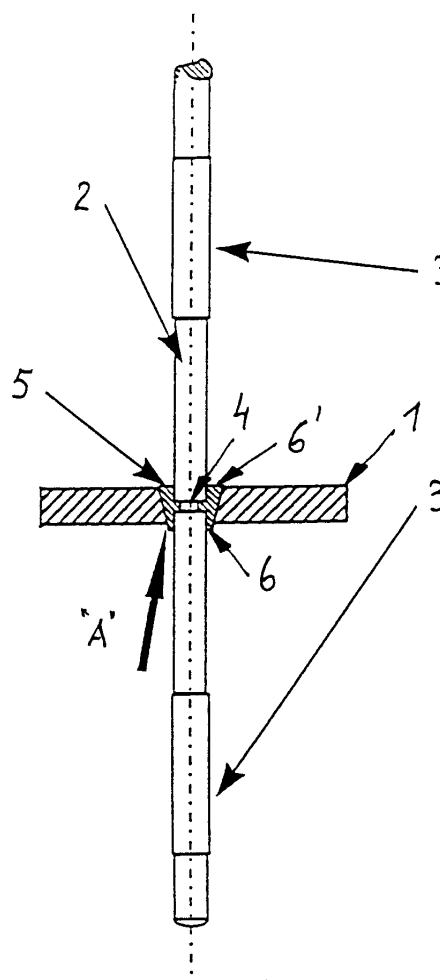
(30) Priorität: **25.11.1998 DE 19854377**

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Luchner, Clemens
85598 Baldham (DE)**
• **Hundt, Wolfgang, Dr.
81247 München (DE)**
• **Rech, Torsten
80339 München (DE)**
• **Hörl-Liegl, Albert
84416 Taufkirchen (DE)**

(54) **Herstellverfahren für einen stößelgeführten Anker eines Aktuators für Hubventile einer Brennkraftmaschine**

(57) Bei einem Herstellverfahren für einen stößelgeführten Anker eines Aktuators für Hubventile einer Brennkraftmaschine wird ein Keramik-Stößel mit einem gesondert ausgebildeten Anker aus einem weichmagnetischen Eisenwerkstoff über längsgeteilte Kegelsstücke im wesentlichen kraftschlüssig verbunden, wobei die über eine Umfangsnut im Keramik-Stößel positionierten Kegelstücke in eine Press-Sitz-Verbindung mit dem Anker gebracht werden, der zusätzlich mittels einer stoff- oder formschlüssigen Ausbildung an den Kegelstücken lagegesichert ist.



EP 1 004 755 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 auf ein Herstellverfahren für einen stoßelgeführten Anker eines Aktuators für Hubventile einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Stößel mit einem gesondert ausgebildeten Anker aus einem weichmagnetischen Eisenwerkstoff antriebsfest verbunden wird.

[0002] Eine bekannte antriebsfeste Verbindung des Ankers mit dem Schaft ist beispielsweise durch Löten erzielt, wie dies der schematischen Darstellung der Zeichnung der Patentanmeldung 197 55 271 zu entnehmen ist.

[0003] Dieses Verbindungs-Verfahren ist in nachteiliger Weise aufwendig und erfordert beispielsweise wegen der Einhaltung des Lötspaltes eine aufwendige Haltevorrichtung zur Positionierung von Anker und Schaft zueinander. Weiter führt die relativ hohe Löt-Temperatur dazu, daß der aus einem weichmagnetischen Eisenwerkstoff gestaltete Anker seine magnetischen Eigenschaften verliert, die in einem aufwendigen Wärmeprozess wieder herzustellen sind. Bei diesem Wärmeprozess unterliegt der aus einem Eisenwerkstoff gefertigte Stößel einer bezüglich der Verschleißfestigkeit ungünstigen Gefügeumwandlung. Schließlich ergibt sich aufgrund der relativ langen Wärmeeinwirkung der Nachteil eines Verzuges beider Komponenten durch Schiefstand oder durch Biegen der Bauteile, wobei gegebenenfalls eine weitere Nachbearbeitung des Ankers erforderlich werden kann.

[0004] Bei der bekannten Anordnung ist der Stößel aus einem Eisenwerkstoff gefertigt, wodurch in nachteiliger Weise sich eine relativ hohe Masse bzw. eine große Massenträgheit ergibt und ferner der aus einem Eisenwerkstoff gefertigte Stößel magnetische Störfelder verursacht.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Herstellverfahren für eine massereduzierte Stößel-Anker-Einheit aufzuzeigen.

[0006] Diese Aufgabe ist mit dem Patentanspruch 1 gelöst, wobei der Stößel aus einem Keramik-Werkstoff mit zumindest einem Führungsabschnitt gefertigt wird und mit einer vom Führungsabschnitt axial beabstandeten Umfangsnut zur Positionierung längsgeteilter Kegelstücke ausgebildet wird, wobei auf den am Stößel positionierten Kegelstücken ein auf Fertigmaß bearbeiteter Anker mit Press-Sitz angeordnet und zumindest mit den verjüngten Abschnitten der Kegelstücke zusätzlich formschlüssig oder durch Elektronenstrahlschweißen stoffschlüssig verbunden wird.

[0007] Mit der Erfindung ist in vorteilhafter Weise ein serientaugliches Verfahren erzielt, das bei zusätzlicher formschlüssiger Sicherung des Ankers auf den Keilstücken ohne Wärmeeintrag durchführbar ist und somit der Anker weder einem Verzug noch einem Verlust an maximalen weichmagnetischen Eigenschaften unterliegt. Die vorgenannten Vorteile bleiben auch gegeben, wenn

zur zusätzlichen Sicherung des Ankers mit den Kegelstücken dieser mittels Elektronenstrahlschweißung mit diesen verbunden wird, weil der damit verbundene Wärmeeintrag bei entsprechender Steuerung der Elektronenstrahlschweißung minimal ist.

[0008] Grundgedanke der Erfindung ist, den Anker auf die am Schaft befindlichen Kegelstücke so aufzupressen, daß über die auf Selbsthemmung ausgelegten Kegelflächen eine radiale Klemmung der Kegelstücke auf dem Keramikschaft erreicht wird, die vorteilhafterweise so hoch ist, daß die gesamten aus Feder- und Magnetkräften resultierenden Betriebskräfte kraftschlüssig übertragen werden, wobei die Umfangsnut lediglich zur Positionierung der Kegelstücke dient.

[0009] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene zusätzliche stoff- oder formschlüssige Verbindung des Ankers mit den Kegelstücken dient dazu, einer Lockerung des Ankers durch die wirkenden Wechselkräfte entgegenzuwirken.

[0010] Mit der Erfindung ist in weiterer vorteilhafter Weise ein geringeres Gewicht der Stößel-Anker-Einheit bzw. eine geringere bewegte Masse erzielt, so daß die Federkräfte des Feder-Masse-Systems verringert werden können und ebenso die Magnetfläche jedes Aktuators, womit Gewicht und Bauraum vorteilhaft reduziert sind. Weiter ist mit dem erfindungsgemäßen Herstellverfahren ein minimaler Schiefstand zwischen Anker und Stößel erreicht, wobei im weiteren die magnetischen Eigenschaften des Ankers voll erhalten sind und durch den Stößel aus einem Keramik-Werkstoff magnetische Störfelder entfallen. Schließlich ist eine prozeßsichere Verbindung bei geringen Herstellkosten erreicht, insbesondere dann, wenn in weiterer Ausgestaltung der Erfindung der Stößel aus Silizium-Nitrid-Keramik gefertigt und auf Fertigmaß bearbeitet dem Herstellverfahren zugeführt wird.

[0011] Weitere Ausgestaltungen sind Inhalte der Unteransprüche.

[0012] Die Erfindung ist anhand einer in der Zeichnung dargestellten Stößel-Anker-Einheit erläutert.

[0013] Bei einem Herstellverfahren für einen stoßelgeführten Anker 1 eines nicht gezeigten Aktuators für Hubventile einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine wird ein Stößel 2 mit einem gesondert ausgebildeten Anker 1 aus einem weichmagnetischen Eisenwerkstoff antriebsfest verbunden.

[0014] Bei dem erfindungsgemäß verbesserten Herstellverfahren für eine massereduzierte Stößel-Anker-Einheit wird von einem aus einem Keramikwerkstoff gefertigten Stößel 2 ausgegangen, der zumindest einen Führungsabschnitt 3 aufweist. Weiter wird der Stößel 2 mit einer von den Führungsabschnitten 3 axial beabstandeten Umfangsnut 4 zur Positionierung längsgeteilter Kegelstücke 5 ausgebildet. Diese auf dem Stößel 2 positionierten Kegelstücke 5 dienen dazu, den auf Fertigmaß bearbeiteten Anker 1 mit Press-Sitz anzuordnen. Damit wird der Anker 1 auf die am Stößel 2 angeordneten Kegelstücke 5 so aufgepreßt, daß über die auf

Selbsthemmung ausgelegten Kegelflächen eine radiale Klemmung der Kegelstücke auf dem Keramik-Stößel 2 erreicht wird, die so hoch ist, daß die aus Feder- und Magnetkräften resultierenden Betriebskräfte kraftschlüssig übertragen werden, wobei die Umfangsnut 4 lediglich zur Positionierung der Kegelstücke 5 dient.

[0015] Um einer Lockerung der Press-Sitz-Verbindung zwischen den Kegelstücken und dem Anker 1 aufgrund dessen wechselnder Kraftbeaufschlagung zu vermeiden, wird der Anker 1 zumindest mit den verjüngten Abschnitten 6 der Kegelstücke 5 zusätzlich entweder formschlüssig oder durch Elektronenstrahlschweißen stoffschlüssig verbunden. Die Sicherung des Ankers 1 an den Kegelstücken 5 kann weiter dadurch gesteigert sein, daß die Kegelstücke 5 beidseitig mit dem Anker 1 stoff- oder formschlüssig verbunden werden.

[0016] In Ausgestaltung der Erfindung wird weiter vorgeschlagen, daß der Stößel 2 aus Silizium-Nitrid-Keramik gefertigt wird mit dem Vorteil, daß dieser Stößel 2 auf Fertigmaß endbearbeitet dem Herstellverfahren zugeführt werden kann.

[0017] Der in dem erfindungsgemäßen Herstellverfahren verwendete Anker 1 ist entweder aus Reineisen oder aus einer Nickel-Eisen-Verbindung (NiFe) oder aus einer Silizium-Eisen-Verbindung (SiFe) oder aus einer Kobalt-Eisen-Verbindung (CoFe) gefertigt, wobei der Anker 1 ferner auf seine Gestalt endbearbeitet und bezüglich optimaler magnetischer Eigenschaften warmbehandelt dem erfindungsgemäßen Herstellverfahren zugeführt wird.

[0018] Gemäß einem weiteren Vorschlag für das erfindungsgemäße Herstellverfahren ist vorgesehen, daß die je Keramik-Stößel 2 verwendeten beiden Kegelstücke 5 als Fließpressteile aus einem durch Stauchen/Prägen verformbaren oder zum Elektronenstrahlschweißen geeigneten niedrig legierten Kohlenstoffstahl mit $C \leq 0,4\%$ gefertigt sind.

[0019] Zur Erzielung eines Herstellverfahrens ohne jeglichen, insbesondere für den Anker 1 nachteiligen Wärmeeintrag werden die Kegelstücke 5 an ihren über den Anker 1 jeweils vorstehenden Abschnitten 6 und 6' zur Lage-Sicherung des Ankers 1 gestaucht oder mit gequetscht abstehend geformten Fortsätzen versehen (nicht gezeigt).

[0020] Um bei einer stoffschlüssigen Verbindung des Ankers 1 mit den Kegelstücken 5 einen ungefährlichen, geringstmöglichen Wärmeeintrag zu haben, wird der Anker 1 mit den Kegelstücken 5 mittels Elektronenstrahl verschweißt.

[0021] Mit dem erfindungsgemäßen Herstellverfahren ist eine prozeßsichere, reproduzierbare Verbindung des Ankers aus einem weichmagnetischen Eisenwerkstoff mit einem Keramik-Stößel 2 bei relativ geringen Herstellkosten erzielt, wobei der Keramik-Stößel 2 auf Fertigmaß bearbeitet mit gefinishen Abschnitten 3 dem Herstellverfahren zugeführt wird.

Patentansprüche

1. Herstellverfahren für einen stoßelgeführten Anker eines Aktuators für Hubventile einer Brennkraftmaschine,

- bei dem ein Stößel (2) mit einem gesondert ausgebildeten Anker (1) aus einem weichmagnetischen Eisenwerkstoff antriebsfest verbunden wird,

dadurch gekennzeichnet,

- daß der Stößel (2) aus einem Keramik-Werkstoff mit zumindest einem Führungsabschnitt (3) gefertigt wird, und
- mit einer vom Führungsabschnitt (3) axial beabstandeten Umfangsnut (4) zur Positionierung längsgeteilter Kegelstücke (5) ausgebildet wird, wobei
- auf den am Stößel (2) positionierten Kegelstücken (5) ein auf Fertigmaß bearbeiteter Anker (1) mit Press-Sitz angeordnet und zumindest mit den verjüngten Abschnitten (6) der Kegelstücke (5) zusätzlich formschlüssig oder durch Elektronenstrahlschweißen stoffschlüssig verbunden wird.

2. Herstellverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stößel (2) aus Silizium-Nitrid-Keramik gefertigt und auf Fertigmaß endbearbeitet dem Herstellverfahren zugeführt wird.

3. Herstellverfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anker (1) aus Reineisen oder NiFe oder SiFe oder CoFe gefertigt, auf Gestalt endbearbeitet und bezüglich magnetischer Eigenschaften warmbehandelt dem Herstellverfahren zugeführt wird.

4. Herstellverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die je Stößel (2) verwendeten beiden Kegelstücke (5) als Fließpressteile aus einem durch Stauchen/Prägen verformbaren oder zum Elektronenstrahlschweißen (Pfeil "A") geeigneten niedriglegierten Kohlenstoffstahl mit $C \leq 0,4\%$ gefertigt werden.

5. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kegelstücke (5) beidseitig (6, 6') mit dem Anker (1) stoff- oder formschlüssig verbunden werden.

