

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 924 395 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.06.1999 Patentblatt 1999/25

(51) Int Cl.⁶: **F01L 9/04, H01F 7/08**

(21) Anmeldenummer: **98123153.3**

(22) Anmeldetag: **04.12.1998**

(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: **20.12.1997 DE 19757169**

(71) Anmelder: **TEMIC TELEFUNKEN microelectronic
GmbH
74072 Heilbronn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Nagel, Michael
90491 Nürnberg (DE)**

- **Gramann, Matthias
91233 Neunkirchen (DE)**
- **Thiel, Wolfgang
85095 Denkendorf (DE)**
- **Wilczek, Rudolf
90518 Altdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Maute, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing.
Daimler-Benz AG,
Intellectual Property Management,
Postfach 35 35
74025 Heilbronn (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines elektromagnetischen Aktuators**

(57) 1. Verfahren zur Herstellung eines elektromagnetischen Aktuators.

2.1. Bei bekannten elektromagnetischen Aktuatoren mit einem durch Magnetkraft von Elektromagneten bewegten Anker und einem mit dem Anker verbundenen Stößel führen betriebsbedingte Störgrößen zu erhöhtem Materialverschleiß und zu einer geringen Lebensdauer des Aktuators. Mit dem neuen Verfahren soll auf kostengünstige Weise die

Lebensdauer des Aktuators erhöht werden.

2.2. Zur Reduzierung des Materialverschleißes im Aktuator werden der Anker (1) und der mit diesem verbundene Stößel (2) in einem gemeinsamen Prozessschritt durch Oberflächenbehandlung gehärtet.

2.3. Herstellung von Aktuatoren zur Betätigung von Gaswechselventilen (5) in Brennkraftmaschinen.

EP 0 924 395 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Elektromagnetische Aktuatoren werden insbesondere zur Betätigung vom Gaswechselventilen in Brennkraftmaschinen verwendet. Ein derartiger Aktuator ist beispielsweise aus der DE 296 04 946 U1 bekannt. Dieser vorbekannte Aktuator weist einen Stößel und einen quer zur Stößel-Längsachse befestigten Anker auf sowie zwei Elektromagnete mit sich gegenüberliegenden Polflächen, zwischen denen der Anker gegen die Kraft zweier Stellfedern linear bewegbar ist. Durch abwechselnde Bestromung der beiden Elektromagnete wird der Anker, der bei stromlos geschalteten Elektromagneten durch die Stellfedern etwa in der Mitte zwischen den Polflächen der Elektromagnete festgehalten wird, zwischen den Polflächen der Elektromagnete hin- und herbewegt und über den mit dem Anker mitbewegten Stößel ein Gaswechselventil betätigt.

[0003] Der wesentliche Nachteil dieses Aktuators liegt darin, daß Störgrößen, insbesondere Temperaturschwankungen, Viskositätsänderungen des Schmiermittels oder Verschmutzungen des Aktuators zu betriebsbedingten Schwankungen der auf den Anker wirkenden Magnetkraft und folglich zu erhöhtem Materialverschleiß führen, so daß ein sicherer Dauerbetrieb des Aktuators nicht gewährleistet ist.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, das kostengünstig durchführbar ist und durch das die Lebensdauer des Aktuators erhöht wird, um einen sicheren Dauerbetrieb zu ermöglichen.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0006] Erfindungsgemäß werden der Anker und der mit diesem verbundene Stößel in einem gemeinsamen Prozeßschritt durch Oberflächenbehandlung gehärtet. Vorzugsweise werden der Anker und der Stößel als zwei getrennte Bauteile hergestellt, die in einem der Oberflächenbehandlung vorangehenden Prozeßschritt zu einer Anker-Stößel-Baugruppe fest miteinander verbunden werden. In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens werden der Anker und der Stößel aus einem einzigen Rohling als einteilige Anker-Stößel-Baugruppe hergestellt.

[0007] Bei der Oberflächenbehandlung wird vorteilhafterweise die gesamte Oberfläche der Anker-Stößel-Baugruppe, beispielsweise durch Salzbadnitrieren, mit einer verschleißhemmenden Schicht, insbesondere mit einer Titan-Nitrid-Schicht, beschichtet. Alternativ kann die Anker-Stößel-Baugruppe auch durch Nitrierverfahren gehärtet werden, bei denen Stickstoff in die Oberfläche der Anker-Stößel-Baugruppe eingebracht wird, beispielsweise durch Plasmanitrieren.

[0008] Die Erfindung wird im folgenden anhand der

Figur näher beschrieben. Diese zeigt als bevorzugtes Ausführungsbeispiel einen Aktuator zur Betätigung eines Gaswechselventils in einer Brennkraftmaschine.

[0009] Gemäß der Figur weist der Aktuator einen in Kraftwirkung mit einem Gaswechselventil 5 stehenden Stößel 2, einen mit dem Stößel 2 quer zur Stößel-Längsachse befestigten Anker 1, sowie einen als Öffnermagnet wirkenden Elektromagneten 3 und einen von diesem in Richtung der Stößel-Längsachse beabstandet angeordneten, als Schließermagnet wirkenden, weiteren Elektromagneten 4 auf. Die Elektromagnete 3, 4 sind mittels eines Gehäuseteils 7 miteinander verbunden und weisen gegenüberliegende Polflächen 31, 41 auf, zwischen denen der Anker 1 durch abwechselnde Bestromung der Erregerspulen 30, 40 der beiden Elektromagnete 3, 4 linear bewegt wird. Zwei gegensinnig wirkende Stellfedern 60, 63, die zwischen dem Öffnermagnet 3 und dem Gaswechselventil 5 angeordnet sind und mittels zweier Federteller 61, 62 am Aktuator bzw. Zylinderkopf 8 der Brennkraftmaschine befestigt sind, bewirken, daß der Anker 1 im stromlosen Zustand der Erregerspulen 30, 40 in einer Zwischenstellung etwa in der Mitte zwischen den Polflächen 31, 41 der Elektromagnete 3, 4 festgehalten wird. Zum Schließen des Gaswechselventils 5 wird die Erregerspule 40 des Schließermagnets 4 bestromt, so daß der Anker 1 in Richtung Polfläche 41 des Schließermagnets 4 bewegt wird und dort bis zur Unterbrechung des Stromflusses festgehalten wird. Entsprechend wird der Anker 1 zum Öffnen des Gaswechselventils 5 durch Bestromung der Erregerspule 30 des Öffnermagneten 3 zu dessen Polfläche 31 hin bewegt und dort festgehalten.

[0010] Die Elektromagnete 3, 4 und der Anker 1 werden aus weichmagnetischen Materialien mit hoher magnetischer Permeabilität gefertigt. Sie weisen einen rechteckigen Querschnitt auf, so daß man eine optimale Raumausnutzung beim Einbau des Aktuators in die Brennkraftmaschine erreicht.

[0011] Der Anker 1 und der Stößel 2 werden zunächst durch Schweißen, Kleben, Löten oder Verformen zur Anker-Stößel-Baugruppe 1, 2 miteinander fest verbunden und in einem darauffolgenden gemeinsamen Prozeßschritt beide gleichzeitig als Anker-Stößel-Baugruppe 1, 2 mit der verschleißhemmenden Schicht 9 beschichtet. Diese ist im vorliegenden Beispiel eine durch Salzbadnitrieren auf die gesamte Oberfläche der Anker-Stößel-Baugruppe 1, 2 aufgebrachte Titan-Nitrid-Schicht.

[0012] Aufgrund der durch die Oberflächenbehandlung erhöhten Verschleißfestigkeit der Anker-Stößel-Baugruppe 1, 2 kann das Anker- und Stößelmaterial ohne Rücksicht auf die Materialfestigkeit ausgewählt werden. Der Anker 1 wird vorteilhafterweise aus einem Material mit hoher magnetischer Sättigungsflußdichte hergestellt, da dann wenig Ankermaterial zur Gewährleistung der erforderlichen magnetischen Kräfte benötigt wird und die beschleunigte Masse somit gering gehalten wird.

[0013] Die Elektromagnete 3, 4 werden nicht gehärtet, so daß die Lebensdauer des Aktuators durch die mit lediglich geringem Arbeits- und Materialmehraufwand durchführbare Oberflächenbehandlung des Ankers 1 und Stößels 2 auf kostengünstige Weise erhöht wird.

5

[0014] Des weiteren werden der Anker 1 und der Stößel 2 im vorliegenden Beispiel aus zwei unterschiedlichen Rohlingen als zwei getrennte Bauteile hergestellt, welche erst nach ihrer Fertigstellung zur Anker-Stößel-Baugruppe 1, 2 miteinander verbunden werden. Denkbar ist jedoch auch eine, beispielsweise durch Fließpressen, aus einem Rohling, d. h. in einem Stück, hergestellte einteilige Anker-Stößel-Baugruppe. Der Anker 1 und der Stößel 2 stellen dabei jeweils einen Bereich einer derartigen Baugruppe dar.

10

15

8. Verwendung eines nach einem der vorherigen Ansprüche hergestellten Aktuators zur Betätigung eines Gaswechselventils (5) in einer Brennkraftmaschine.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektromagnetischen Aktuators mit mindestens einem Elektromagneten (3, 4), einem durch Magnetkraft des mindestens einen Elektromagneten (3, 4) bewegbaren Anker (1) und einem mit dem Anker (1) verbundenen Stößel (2), dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (1) und der mit diesem verbundene Stößel (2) in einem gemeinsamen Prozeßschritt durch Oberflächenbehandlung gehärtet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (1) und der Stößel (2) als zwei getrennte Bauteile hergestellt werden, die in einem der Oberflächenbehandlung vorangehenden Prozeßschritt miteinander fest verbunden werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (1) und der Stößel (2) als einteilige Anker-Stößel-Baugruppe hergestellt werden.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (1) und der Stößel (2) durch Beschichtung mit einer verschleißhemmenden Schicht (9) gehärtet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (1) und der Stößel (2) durch Beschichtung mit einer Titan-Nitrid-Schicht (9) gehärtet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (1) und der Stößel (2) durch Einbringen von Stickstoff in ihre Oberfläche gehärtet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (1) und der Stößel (2) durch Plasmanitrieren gehärtet werden.

20

25

30

35

40

45

50

55

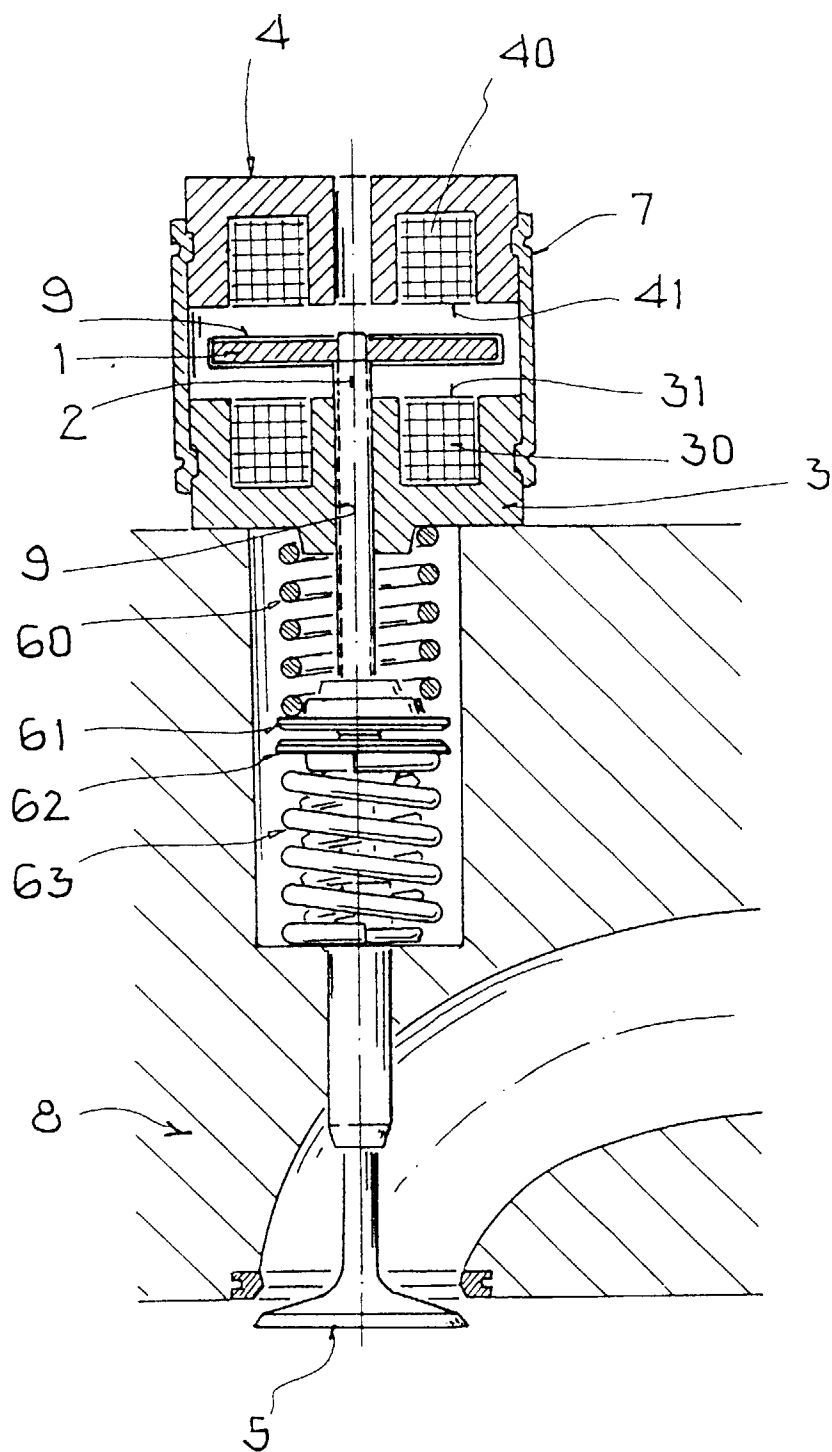


FIG.