



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 059 375 A1** 2008.06.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 059 375.8**

(22) Anmeldetag: **15.12.2006**

(43) Offenlegungstag: **19.06.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01F 7/16** (2006.01)  
**F01L 9/04** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**TRW Automotive GmbH, 73553 Alfdorf, DE**

(74) Vertreter:  
**Prinz und Partner GbR, 80335 München**

(72) Erfinder:  
**Josef, Olaf, Dr., 30989 Gehrden, DE; Weldenkaff,  
Benjamin, 30161 Hannover, DE**

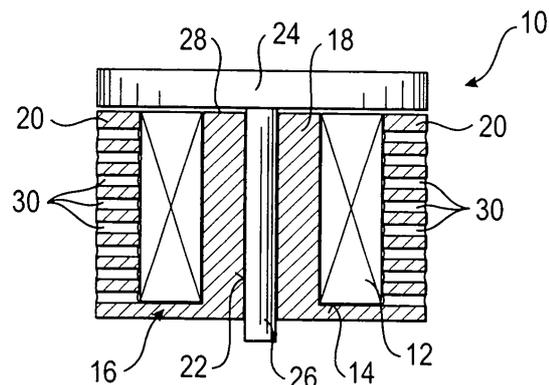
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:  
**DE10 2006 006031 A1**  
**DE 198 08 492 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetischer Aktuator sowie Verfahren zur Herstellung eines Bauteils für einen elektromagnetischen Aktuator**

(57) Zusammenfassung: Ein elektromagnetischer Aktuator (10), insbesondere zur Betätigung eines Gaswechselventils oder einer Einspritzvorrichtung, hat eine Spule (12) und wenigstens ein Bauteil aus magnetisierbarem Material, in dem sich bei Bestromung der Spule (12) Magnetfeldlinien ausbilden. Zur Verringerung von Wirbelstromverlusten weist das Bauteil eine Vielzahl von Löchern (30) auf. Außerdem wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils für einen elektromagnetischen Aktuator (10) beschrieben, in dem sich bei Aktivierung des Aktuators (10) Magnetfeldlinien ausbilden.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Aktuator, insbesondere zur Betätigung eines Gaswechselventils oder einer Einspritzvorrichtung, mit einer Spule und wenigstens einem Bauteil aus magnetisierbarem Material, in dem sich bei Bestromung der Spule Magnetfeldlinien ausbilden. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils für einen elektromagnetischen Aktuator, in dem sich bei Aktivierung des Aktuators Magnetfeldlinien ausbilden. Unter einem Bauteil aus magnetisierbarem Material ist hier insbesondere ein Magnetanker oder ein Magnetkern zu verstehen.

**[0002]** Zur Reduktion von Wirbelströmen ist es bekannt, Magnetkerne elektromagnetischer Aktuatoren in geblechter Form herzustellen oder massive Kerne mit Schlitzten zu versehen, die sich über nahezu die gesamte Bauteillänge erstrecken. Die DE 198 08 492 A1 beschreibt zudem einen elektromagnetischen Aktuator, dessen Anker über nahezu seine gesamte Breite geschlitzt ist, um Wirbelstromverluste zu vermeiden. Nachteilig bei den bekannten Ausgestaltungen ist, daß sich sowohl Schlitzte als auch Blechungen negativ auf die Bauteilfestigkeit auswirken, was insbesondere bei einem Magnetanker, der hohen dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt ist, zu Problemen führen kann. Auch sind geblechte oder geschlitzte Bauteile vergleichsweise aufwendig in der Herstellung.

**[0003]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Bauteil aus magnetisierbarem Material, in dem sich Magnetfeldlinien ausbilden, bereitzustellen, bei dem Wirbelströme unter Beibehaltung der Bauteilfestigkeit reduziert werden.

**[0004]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist hierzu bei einem elektromagnetischen Aktuator der eingangs genannten Art vorgesehen, daß das Bauteil eine Vielzahl von Löchern aufweist. Die Löcher stellen eine Wirbelstrombarriere dar, was zu einer Reduktion der Wirbelströme und somit zur Verringerung der Öffnungs- bzw. Schließzeit des elektromagnetischen Aktuators führt. Zudem läßt sich durch Einschränkung der Wirbelstromverluste der elektrische Wirkungsgrad des Aktuators erhöhen. Dadurch reduziert sich der Energieverbrauch, was z.B. bei einem Gaswechselventil eine Steigerung des Gesamtmotorwirkungsgrads und damit eine Kraftstoffeinsparung zur Folge hat. Löcher haben dabei gegenüber Schlitzten den Vorteil, daß die Festigkeitseigenschaften des Bauteils nur unwesentlich beeinflußt werden, die Wirbelstromwege aber trotzdem zunehmen bzw. unterbrochen werden.

**[0005]** Wie bereits erwähnt, kann das Bauteil ein Magnetkern, insbesondere ein Topfkern sein. Alternativ oder zusätzlich ist ein Magnetanker, insbeson-

dere ein Plattenanker, mit einer Vielzahl von Löchern versehen.

**[0006]** Die Löcher sind vorzugsweise kreisförmig ausgebildet. Theoretisch sind auch längliche Löcher möglich, jedoch dürfen sich diese zur Gewährleistung der Bauteilfestigkeit nicht über die gesamte oder nahezu gesamte Bauteillänge erstrecken.

**[0007]** Die Löcher sind gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in mehreren Reihen angeordnet. Zwischen den einzelnen Löchern sind dabei Stege vorgesehen, die die Bauteilfestigkeit gewährleisten.

**[0008]** Insbesondere können die Löcher in mehreren versetzten Doppelreihen angeordnet sein. Unter einer versetzten Doppelreihe ist hierbei zu verstehen, daß zwei parallele Reihen in geringem Abstand vorgesehen sind, deren Löcher relativ zueinander versetzt angeordnet sind.

**[0009]** Um den magnetischen Fluß nicht oder nur unwesentlich zu beeinflussen, verlaufen die Reihen im wesentlichen parallel zu den bei Bestromung der Spule ausgebildeten Magnetfeldlinien. Für Wirbelströme stellt diese Art der Anordnung jedoch eine Barriere dar.

**[0010]** Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils für einen elektromagnetischen Aktuator, in dem sich bei Aktivierung des Aktuators Magnetfeldlinien ausbilden, vorgesehen, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Zunächst wird ein massiver, das Bauteil bildender Körper aus einem magnetisierbaren Material gefertigt. Wiederum ist unter dem Bauteil insbesondere ein Magnetanker oder ein Magnetkern zu verstehen. Anschließend wird eine Vielzahl von Löchern in den Körper eingebracht. Das erfindungsgemäße Verfahren ist vergleichsweise zeitsparend und kostengünstig, weshalb es sich für die Massenproduktion eignet, und kann auch bei großen Stückzahlen automatisiert zum Einsatz kommen.

**[0011]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Löcher mittels eines Elektronenstrahls erzeugt. Dies kann mit sehr hoher Geschwindigkeit geschehen, was im Bereich großer Stückzahlen unumgänglich ist.

**[0012]** Alternativ können die Löcher mittels eines Lasers erzeugt werden. Daneben sind auch Erodieren, Fräsen oder Bohren möglich.

**[0013]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mehrerer bevorzugter Ausführungsformen anhand der beigefügten Zeichnung. In dieser zeigt:

**[0014]** [Fig. 1](#) eine Schnittansicht eines erfindungs-

gemäßen elektromagnetischen Aktuators;

[0015] die [Fig. 2a](#) und b Perspektivansichten zweier unterschiedlich ausgeführter Magnetkerne, die im erfindungsgemäßen elektromagnetischen Aktuator eingesetzt werden; und

[0016] die [Fig. 3a](#) und b Draufsichten auf zwei Magnetanker in unterschiedlicher Ausgestaltung, wie sie beim erfindungsgemäßen Aktuator eingesetzt werden.

[0017] [Fig. 1](#) zeigt einen elektromagnetischen Aktuator **10**, der insbesondere zur Betätigung eines Gaswechselventils oder einer Einspritzvorrichtung (nicht gezeigt) in einer Verbrennungskraftmaschine dient. Der Aktuator **10** weist eine Spule **12** auf, die in einer umlaufenden Nut **14** eines Magnetkerns **16**, hier eines runden Topfkernes, angeordnet ist. Die Nut **14** teilt den Magnetkern **16** in einen Mittelabschnitt **18** und einen Randabschnitt **20**. Der Magnetkern **16** hat außerdem eine durch den Mittelabschnitt **18** verlaufende zentrale Bohrung **22**, durch die eine an einem Magnetanker **24**, hier einem Plattenanker, befestigte Stange **26** hindurchragt. Die dem Magnetanker **24** zugewandte, durch die Nut **14** unterbrochene Stirnseite des Magnetkerns **16** bildet die Polfläche **28** des aus der Spule **12** und dem Magnetkern **16** gebildeten Elektromagneten.

[0018] Sowohl der Magnetkern **16** als auch der Magnetanker **24** sind aus magnetisierbarem Material, insbesondere einem weichmagnetischen Werkstoff, ausgebildet. Bei Bestromung der Spule **12** bilden sich im Magnetanker **24** sowie im Magnetkern **16** Magnetfeldlinien aus, und der Magnetanker **24** bewegt sich in Richtung der Bohrung **22**, um mit Hilfe der Stange **26** ein Ventil zu betätigen.

[0019] Zumindest in einem der beiden Bauteile Magnetkern **16** und Magnetanker **24**, in denen sich bei Bestromung der Spule Magnetfeldlinien ausbilden, vorzugsweise in beiden Bauteilen, ist eine Vielzahl von Löchern **30** vorgesehen, die kreisförmig ausgebildet und in mehreren Reihen **32** ([Fig. 2a](#) und [Fig. 3a](#)) bzw. in mehreren versetzten Doppelreihen **34** ([Fig. 2b](#) und [Fig. 3b](#)) angeordnet sind. Zur Bildung einer Doppelreihe **34** sind je zwei parallele Lochreihen in geringem Abstand vorgesehen, wobei die Löcher der beiden Reihen relativ zueinander versetzt angeordnet sind. Die Reihen **32** bzw. **34** verlaufen im wesentlichen parallel zu den bei Bestromung der Spule **12** ausgebildeten Magnetfeldlinien. Im Falle des Magnetkerns **16** bedeutet dies, daß die Reihen **32** bzw. **34** im wesentlichen parallel zu einer Mittelachse M des Kerns **16** verlaufen. Beim scheibenförmigen Magnetanker **24** verlaufen die Reihen **32** bzw. **34** radial.

[0020] Bei der Herstellung des Magnetankers **24**

bzw. des Magnetkerns **16** wird zunächst ein massiver Körper aus einem magnetisierbaren Material gefertigt, und anschließend werden die Löcher **30** in der gewünschten Anordnung in den Körper eingebracht. Die Löcher **30** können beispielsweise mittels eines Elektronenstrahls oder eines Lasers erzeugt werden. Daneben sind auch weitere Verfahren wie Erodieren, Fräsen oder Bohren möglich. Insgesamt schafft die Erfindung ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines Bauteils bzw. ein Bauteil für einen elektromagnetischen Aktuator, bei dem die Ausbildung von Wirbelströmen reduziert ist und die Bauteilfestigkeit erhalten bleibt.

### Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Aktuator, insbesondere zur Betätigung eines Gaswechselventils oder einer Einspritzvorrichtung, mit einer Spule (**12**) und wenigstens einem Bauteil aus magnetisierbarem Material, in dem sich bei Bestromung der Spule (**12**) Magnetfeldlinien ausbilden, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bauteil eine Vielzahl von Löchern (**30**) aufweist.

2. Aktuator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil ein Magnetkern (**16**), insbesondere ein Topfkern, ist.

3. Aktuator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil ein Magnetanker (**24**), insbesondere ein Plattenanker, ist.

4. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher (**30**) in mehreren Reihen (**32**) angeordnet sind.

5. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher (**30**) in mehreren versetzten Doppelreihen (**34**) angeordnet sind.

6. Aktuator nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihen (**32**; **34**) im wesentlichen parallel zu den bei Bestromung der Spule (**12**) ausgebildeten Magnetfeldlinien verlaufen.

7. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils für einen elektromagnetischen Aktuator (**10**), in dem sich bei Aktivierung des Aktuators (**10**) Magnetfeldlinien ausbilden, gekennzeichnet durch folgende Schritte: ein massiver, das Bauteil bildender Körper wird aus einem magnetisierbaren Material gefertigt, und in den Körper wird eine Vielzahl von Löchern (**30**) eingebracht.

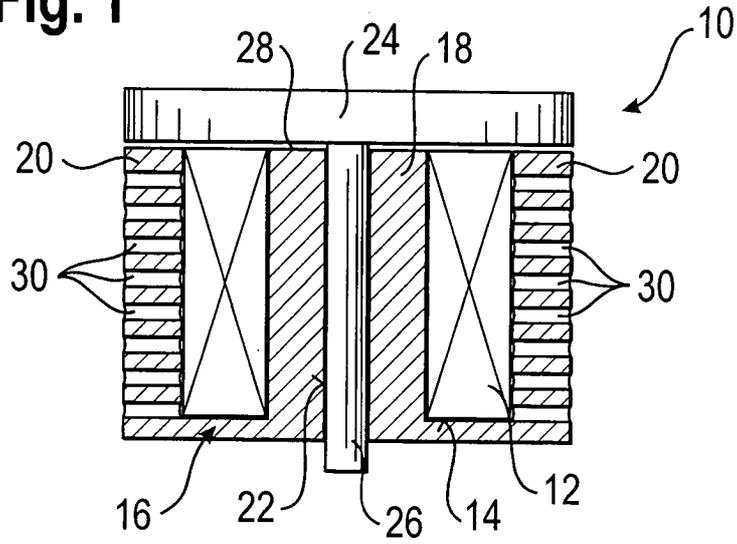
8. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher (**30**) mittels eines Elektronenstrahls erzeugt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher (**30**) mittels eines Lasers erzeugt werden.

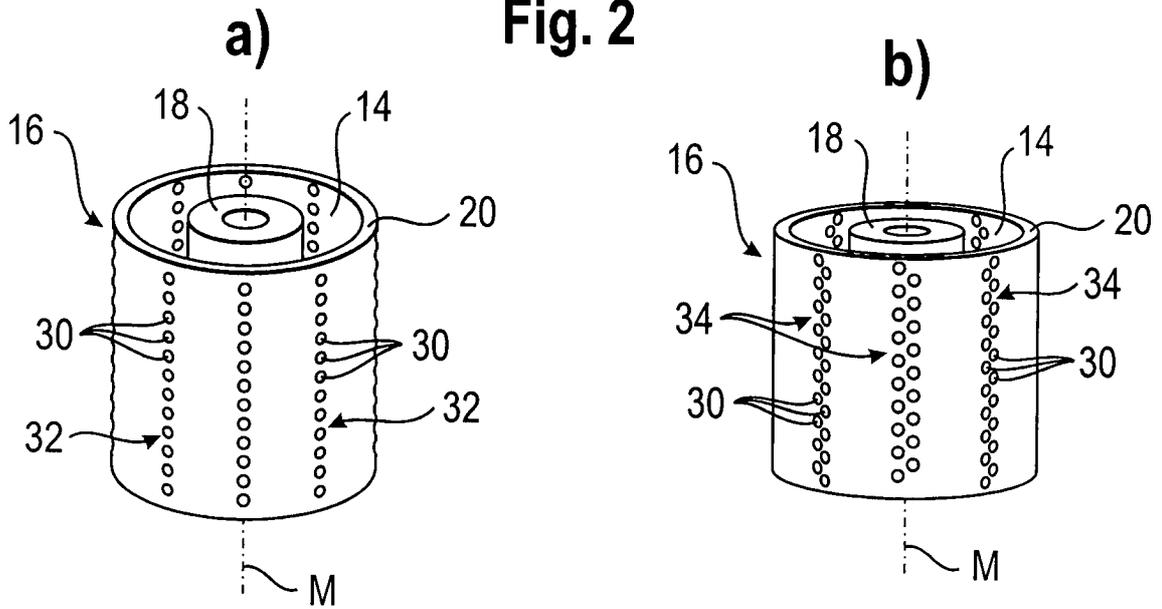
Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

