



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2004 013 169 B4 2008.12.18**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 013 169.4**  
 (22) Anmeldetag: **17.03.2004**  
 (43) Offenlegungstag: **21.10.2004**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **18.12.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02M 61/16 (2006.01)**  
**F02M 51/06 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2003-082778 25.03.2003 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Hitachi, Ltd., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Hoefler & Partner, 81543 München**

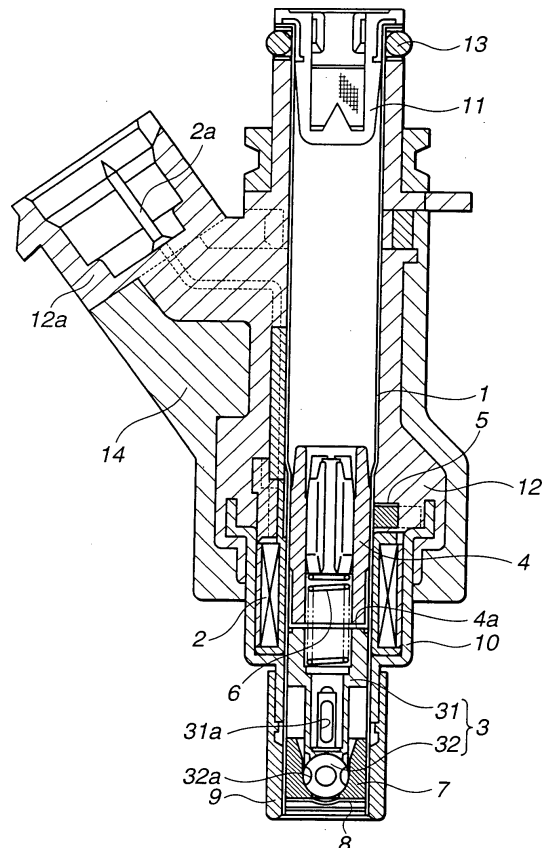
(72) Erfinder:  
**Saito, Takahiro, Atsugi, Kanagawa, JP; Koyashiki, Hidehiko, Atsugi, Kanagawa, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 197 39 150 A1**  
**DE 693 08 282 T1**  
**US2002/01 68 896 A1**  
**US2002/00 69 838 A1**  
**US2001/00 45 473 A1**  
**US 46 67 442 A**  
**US 63 82 532 B1**

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzventil und Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffeinspritzventils**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffeinspritzventil:

- mit einem Gehäuse (1);
- mit einem Ventilelement (3), das axial gleitbeweglich durch das Gehäuse (1) angeordnet ist;
- mit einem Ventilsitz (7), auf dem das Ventilelement (3) angeordnet ist;
- mit einer Abdeckung (14), die am äußeren Umfang des Gehäuses (1) angeordnet ist, wobei die Abdeckung (14) aus einem Weichharz, das Gummi enthält, geformt ist;
- mit einem Stellantrieb (2), der das Ventilelement (3) antreibt, wobei der Stellantrieb (2) eine Spule (2) und ein Anschlussstück (2a) aufweist; und
- mit einer Verkleidung (12), die die Spule (2) auf ihrem gesamten Außenumfang entlang zumindest eines Teils ihrer Höhe verdeckt und die Verkleidung (12) aus einem Hartharz geformt ist, wobei die Verkleidung (12) mit der Abdeckung (14) auf ihrem gesamten Außenumfang entlang zumindest des wesentlichen Teils ihrer Höhe verdeckt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Kraftstoffeinspritzventil eines Verbrennungsmotors oder dgl. und insbesondere ein Verfahren, um Kollisionsgeräusche und Vibrationen während des Öffnen und Schließens eines Ventilelements aufzufangen.

**[0002]** Wie in der JP-A 2002-534638 (= WO 00/40855) offenbart, wird ein Kraftstoffeinspritzventil eines Verbrennungsmotors oder dgl. typischerweise so hergestellt, dass ein Ventilelement, das auf einem Ventilsitz durch die Vorbelastung einer Rückholfederkraft angeordnet ist, angehoben und durch einen elektromagnetischen Stellantrieb geöffnet wird.

**[0003]** Aus der DE 197 39 150 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil mit einer das Ventilgehäuse zumindest teilweise umgebenden Abdeckung aus verschiedenen Gummiarten (Elastomer) oder elastischen Kunststoffen bekannt.

**[0004]** Die US 2001/0045473 A1 beschreibt ein Kraftstoffeinspritzventil mit einer Abdeckung, die aus zumindest zwei trennbaren Stücken gebildet wird.

**[0005]** Die US 2001/0168896 A1 erläutert eine Kupplungseinrichtung für Elektrokabel, aber kein Kraftstoffeinspritzventil.

**[0006]** Dieses Kraftstoffeinspritzventil erzeugt Kollisionsgeräusche während des Öffnen und Schließens des Ventilelements, und insbesondere Kollisionsgeräusche bei einem Ventilsitz, während das Ventil schließt und Geräusche an einem der Anschläge des Ventilelements oder seiner Verbindung, während das Ventil öffnet. Diese sich so ergebenden Kollisionsgeräusche und Vibrationen werden durch Komponentenbestandteile verbreitet und von einer Hartharz-Verkleidung, die über ein Gehäuse geformt wurde, abgegeben, wobei sich eine Geräuschquelle bildet.

**[0007]** Um Geräusche und Vibrationen abzufangen, wird das Kraftstoffeinspritzventil typischerweise mit einem schalldichten Material wie Schaumgummi, Schaumharz oder dgl. bedeckt. Jedoch benötigt diese Lösung nicht nur ein schalldichtes Material, was per se teuer ist, sondern auch ein Verfahren, um das separate und deutlich voneinander getrennte schalldichte Material auf dem Kraftstoffeinspritzventil aufzubringen, was folglich zu einer weiteren Zunahme der Herstellkosten des Ventils führt.

**[0008]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kraftstoffeinspritzventil und ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, die eine Abnahme der nachteiligen Geräuschabgabe während des Öffnen und Schließens des Ventilelements zu niedri-

gen Herstellkosten ermöglicht.

**[0009]** Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt hinsichtlich des Kraftstoffeinspritzventils durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1.

**[0010]** Hinsichtlich des Verfahrens erfolgt die Lösung der Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 4.

**[0011]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch die nachfolgende Beschreibung der beigefügten Zeichnung ersichtlich. Darin zeigt:

**[0012]** [Fig. 1A](#) eine Schnittansicht, die eine erste Ausführungsform des Kraftstoffeinspritzventils gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0013]** [Fig. 1B](#) eine vergrößerte bruchstückartige Schnittansicht, die ein Ventilsitzelement darstellt;

**[0014]** [Fig. 2](#) eine graphische Darstellung, die den Effekt einer Geräuschisolierung eines Weichharzes, der in der ersten Ausführungsform verwendet wird, darstellt; und

**[0015]** [Fig. 3](#) eine ähnliche Ansicht wie [Fig. 1](#), die eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0016]** Bezüglich der Zeichnungen wird eine Beschreibung über ein Kraftstoffeinspritzventil eines Verbrennungsmotors, die in der vorliegenden Erfindung enthalten ist, ausgeführt.

**[0017]** Die [Fig. 1A](#) bis [Fig. 2](#) stellen eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Bezüglich der [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) weist das Kraftstoffeinspritzventil ein rohrförmiges Gehäuse **1**, das aus einem magnetischen Material wie Metall besteht, eine elektromagnetische Spule oder Stellantrieb **2**, das auf dem äußeren Umfang des Gehäuses **1** fest angeordnet ist, ein Ventilelement **3**, das axial gleitbeweglich durch das Gehäuse **1** angeordnet ist, und einen rohrförmigen Anker **31** und eine Kugel **32**, die durch das Schweißen einstückig miteinander verbunden sind, auf. Ein Kraftstoffeinlass **31a** ist in der unteren Umfangswand des Ankers **31** ausgebildet. Die Kugel **32** weist auf dem Umfang eine Vielzahl ebener Oberflächen **32** auf, die durch die Bearbeitung geschaffen wurden.

**[0018]** Ein rohrförmiges Federgehäuse **4** ist an der Innenwand des Gehäuses **1** über dem Ventilelement **3** (Anker **31**) mit einem vorbestimmten Abstand dazwischen fest angeordnet, wie in [Fig. 1A](#) dargestellt. Ein rohrförmiger Federanschlag **5** ist durch das Federgehäuse **4** ortsfest angeordnet und eine Rückholfeder **6** ist zwischen dem unteren Ende des Federan-

schlages **5** und einem abgestuften Bereich des Ankers **31** im zusammengepressten Zustand angeordnet. Wenn die elektromagnetische Spule **2** nicht mit Strom versorgt wird, wird das Kraftstoffeinspritzventil mit dem Ventilelement **3**, das auf der Sitzfläche **7a** eines Ventilsitzelementes **7**, das später beschrieben werden wird, angeordnet ist, durch eine elastische Druckkraft der Rückholfeder **6** geschlossen.

**[0019]** Wie in [Fig. 1B](#) am besten zu sehen ist, weist das Ventilsitzelement **7** eine Sitzfläche **7a** für die Kugel **32** des Ventilelements **3** und eine Einspritzöffnung **7b**, die in der Mitte ausgebildet ist, auf. Das Ventilsitzelement **7** ist am inneren Umfang des unteren Endes des Gehäuses **1** angeschweißt. Eine Düsenplatte **8** mit einer Vielzahl an Düsenöffnungen **8a** ist an der unteren Seite des Ventilsitzelementes **7** angeschweißt.

**[0020]** Ein Deckelement **9** steht mit dem Außenumfang des unteren Endes des Gehäuses **1** fest im Eingriff und eine Spulenabdeckung zur Abdeckung des Außenumfangs der elektromagnetischen Spule **2** weist ein unteres Ende, das am Gehäuse **1** angeschweißt ist, auf.

**[0021]** Ein Kraftstofffilter **11** ist mit dem oberen Ende des Gehäuses **1** fest im Eingriff.

**[0022]** Eine Hartharz-Verkleidung **12** wird durch Einspritzgießen eines Hartharzes geschaffen, die einen Bereich, der sich vom oberen Ende der Spulenabdeckung **10** bis zu dem des Gehäuses **1** erstreckt und einen Bereich entsprechend der elektromagnetischen Spule **2** aufweist, außer einem Ende eines Anschlussstückes **2a**. Ein Dichtungselement **13** ist zwischen dem oberen Ende der Außenfläche der Verkleidung **12** und dem oberen Ende der Flanschfläche des Gehäuses **1** angeordnet.

**[0023]** Die Verkleidung **12** ist mit einem Anschlussstück **12a** ausgebildet, das durch das Umschließen des Endes des Anschlussstückes **2a** der elektromagnetischen Spule **2** geschaffen wird.

**[0024]** In der ersten Ausführungsform weist das Kraftstoffeinspritzventil einen Außenumfang auf, der mit Ausnahme des oberen Endes der Verkleidung **12** und des Anschlussstückes **12a** mit einer schalldichten Abdeckung **14** bedeckt ist, die mit einem Weichharz, das Gummi enthält, geformt worden ist, wobei das Verhältnis zwischen Gummi und Weichharz z. B. 50:50 ist.

**[0025]** In das Kraftstoffeinspritzventil, das derartig hergestellt wurde, wird der Kraftstoff, der durch eine Kraftstoffpumpe, die nicht dargestellt ist, zugeführt wird, vom Kraftstofffilter **11** in das Gehäuse **1** durch eine Kraftstoffleitung, die an der Innenseite des Federanschlages **5** und des Ankers **31** angeordnet ist,

eingelassen. Danach fließt der Kraftstoff in einen Außenraum aus einem Kraftstoffeinlass **31a**, um von einem Freiraum zwischen einer ebenen Umfangsfläche **32a** der Kugel **32** und der Sitzfläche **7a** zu einem abgeschlossenen Bereich, der durch den Kontakt zwischen der Kugel **32** und der Sitzfläche **7a** geschaffen wurde, einzuzufießen.

**[0026]** Wenn die elektromagnetische Spule **2** mit Strom versorgt wird, wird das Ventilelement **3**, das aus magnetischem Material besteht, durch eine elektromagnetische Kraft gegen eine Vorspannkraft der Rückholfeder **6** aufwärts bewegt, bis es auf eine Position trifft, bei der das obere Ende der Außenfläche des Ankers **33** mit einem unteren Ende der Außenfläche **4a** des Federgehäuses **4** zusammenstößt.

**[0027]** Damit wird die Kugel **32** des Ventilelementes **3** von der Sitzfläche **7a** getrennt, um das Kraftstoffeinspritzventil in den geöffneten Zustand zu bringen. Bezüglich [Fig. 1B](#) wird somit Kraftstoff von der Einspritzöffnung **7b**, die in der Mitte der Sitzfläche **7a** des Ventilsitzelementes **7** ausgebildet wurde, und den Düsenöffnungen **8a**, die in der Düsenplatte **8** ausgebildet wurden, radial eingespritzt.

**[0028]** Wenn andererseits die Stromversorgung der elektromagnetischen Spule **2** unterbrochen wird, wird das Ventilelement **3** durch eine Vorspannkraft der Rückholfeder **6** abwärts bewegt, bis es auf die Sitzfläche **7a** des Ventilsitzelementes **7** stößt und somit das Kraftstoffeinspritzventil in den geschlossenen Zustand überführt.

**[0029]** Auf diese Weise werden während des Öffnen und Schließens des Kraftstoffeinspritzventils, wenn das Ventilelement **3** mit dem unteren Ende der Außenfläche **4a** des Federgehäuses **4** und der Sitzfläche **7a** des Ventilelementes **7** zusammenstößt, Kollisionsgeräusche und Vibrationen erzeugt und an das Metallgehäuse **1** und die Hartharz-Verkleidung **12** weitergegeben. Diese Kollisionsgeräusche und Vibrationen werden jedoch durch eine schalldichte Weichharz-Abdeckung **14** absorbiert, die den größten Teil der Hartharz-Verkleidung **12** bedeckt, um somit eine ausgezeichnete Geräuschisolierung zu erreichen.

**[0030]** Außerdem ist ein Weichharz, das Gummi enthält, kostengünstiger als reines Gummi und kann durch Spritzgießen gestaltet werden, wodurch sich eine Beschränkung der Herstellkosten des Kraftstoffeinspritzventils ergibt.

**[0031]** Es ist nicht notwendig, einen Bereich des Kraftstoffeinspritzventils unterhalb der Verkleidung **12** zu bedecken, weil er gegenüber dem Einlasskanal angeordnet ist, und somit eine geringere Geräuschabgabe, die an dieser Stelle erzeugt wird, bewirkt.

**[0032]** Die [Fig. 2](#) stellt die Messergebnisse des Schalldrucks oder Geräusches dar, die erzeugt werden, wenn Eisenkugeln auf Platten fallen, die jeweils aus dem Weichharz, das die schalldichte Abdeckung **14** bildet und das Hartharz, das die Verkleidung **12** bildet, bestehen. Der Schalldruck wird durch einen Sensor, der auf den Platten angeordnet ist, gemessen. Aus [Fig. 2](#) ist ersichtlich, dass das Weichharz im Vergleich mit dem Hartharz eine hohe Verminderung des maximalen Schalldruckpegels zulässt.

**[0033]** Bezüglich [Fig. 3](#) wird eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, die im Wesentlichen der ersten Ausführungsform entspricht, mit Ausnahme des folgenden: Insbesondere ist ein Bereich des Kraftstoffeinspritzventils in der ersten Ausführungsform, der der elektromagnetischen Spule **2** entspricht, so ausgebildet, dass eine Wicklung um einen Spulenkörper der elektromagnetischen Spule **2** geschaffen wird und danach der Außenumfang der elektromagnetischen Spule **2** aus einem Hartharz geformt wird. In der zweiten Ausführungsform dieses Verfahrens wird der Umfang eines Anschlussteils, das mit der Wicklung verbunden ist und sich bis zu einem Anschlussstück **12a'** erstreckt, als einstückiger Aufbau gestaltet, und somit eine Hartharz-Verkleidung **12'** ergibt.

**[0034]** Insbesondere wurde in der ersten Ausführungsform (ebenfalls in der bekannten Technik) die elektromagnetische Spule **2** mit einer Wicklung mit einem Außenumfang, der aus einem Hartharz geformt wurde, in einer Spulenabdeckung **10** angeordnet, danach wurde die Hartharz-Verkleidung **12** am Außenumfang der elektromagnetischen Spule **2** ausgebildet. Andererseits wurden in der zweiten Ausführungsform der Hartharz-Außenumfang der Wicklung und die Hartharz-Verkleidung **12** einstückig ausgebildet, und nur der Außenumfang der Wicklung und der Umfang des Anschlussteils wurden mit der Hartharz-Ausformung versehen, d. h., ein minimaler Bereich der elektromagnetischen Spule **2**, die diese Formfestigkeit erfordert.

**[0035]** Eine schalldichte Abdeckung **14'** wird am Außenumfang der Hartharz-Verkleidung **12'** angeordnet, mit Ausnahme eines Bereiches, der dem Anschlussstück **12a'** entspricht und eines Bereiches des Metallgehäuses **1** oberhalb des oberen Bereiches der Spulenabdeckung **10**. Die schalldichte Abdeckung **14'** wird aus einem Weichharz, das Gummi enthält, geformt, wobei das Verhältnis zwischen Gummi und Weichharz z. B. 50:50 beträgt.

**[0036]** In der zweiten Ausführungsform ist es nicht nur möglich, einen Geräuschisolierungseffekt sicherzustellen, sondern auch den Außenumfang der elektromagnetischen Spule **2** und den Bereich des Anschlussteils, der sich bis zum Anschlussstück **12a'** erstreckt, in einem Arbeitsgang zu formen, wobei

eine Verringerung der Verfahrensschritte und somit eine weitere Verminderung der Herstellkosten des Kraftstoffeinspritzventils bewirkt wird.

**[0037]** Nachdem die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit den dargestellten Ausführungsformen beschrieben worden ist, ist anzumerken, dass sie nicht auf diese beschriebenen Ausführungsformen begrenzt ist und verschiedene Änderungen und Modifikationen geschaffen werden können, ohne dass sie vom Geltungsbereich der vorliegenden Erfindung abweichen.

**[0038]** In den dargestellten Ausführungsformen ist z. B. das Weichharz, das Gummi enthält, so beschaffen, dass das Verhältnis zwischen Gummi und Weichharz 50:50 beträgt. Optional kann dieses Verhältnis ungefähr 20:80 bis 80:20 betragen. Dieses Verhältnis bewirkt eine Verträglichkeit zwischen dem Erreichen einer ausgezeichneten Geräuschisolierung durch die Eigenschaften eines Gummis und die Einfachheit des Spritzgießens infolge der Harzeigenschaften.

**[0039]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist, wie oben beschrieben, das Weichharz, das Gummi enthält, kostengünstiger als reines Gummi und kann durch Spritzgießen gestaltet werden, wodurch sich eine Reduzierung der Herstellkosten des Kraftstoffeinspritzventils ergibt. Dies führt auch zu einer ausgezeichneten Geräuschisolierung des Kraftstoffeinspritzventils zu geringeren Kosten.

**[0040]** Da der Außenumfang des Metallgehäuses aus einem Hartharz und die Verkleidung aus einem Weichharz, das Gummi enthält, geformt werden, die auf dem Außenumfang anzuordnen ist, kann die Geräuschisolierung des Kraftstoffeinspritzventils ferner erreicht werden, solange die Formfestigkeit erhalten bleibt.

**[0041]** Da die Abdeckung aus einem Hartharz geformt wird, um den Außenumfang der Spule und einen Bereich, der sich bis zum Anschlussstück erstreckt, abzudecken, kann die Gestaltung dieses Bereichs außerdem in einem Arbeitsgang ausgeführt werden, während ein Geräuschisolierungseffekt gesichert wird, wobei eine Reduzierung der Verfahrensschritte und somit eine weitere Reduzierung der Herstellkosten des Kraftstoffeinspritzventils bewirkt werden kann.

**[0042]** Diese Ausführung basiert auf der japanischen Patentanmeldung P 2003-082778, eingereicht am 25.03.2003, dessen Offenbarungsgehalt hiermit durch Bezugnahme zum Offenbarungsgehalt vorliegender Anmeldung gemacht wird.

**[0043]** Zusammengefasst kann folgendes festgehalten werden:

Ein Kraftstoffeinspritzventil mit einer schalldichten Abdeckung **14**, die aus einem Weichharz, das Gummi enthält, geformt und am äußeren Umfang eines Metallgehäuses **1** angeordnet ist. Kollisionsgeräusche und Vibrationen werden durch die schalldichte Abdeckung **14** absorbiert, wobei eine ausgezeichnete Geräuschisolierung erreicht wird. Außerdem ist das Weichharz, das Gummi enthält, kostengünstiger und kann durch das Spritzgießen geformt werden, wodurch sich eine Reduzierung der Herstellkosten des Ventils ergibt.

### Patentansprüche

#### 1. Kraftstoffeinspritzventil:

- mit einem Gehäuse (**1**);
- mit einem Ventilelement (**3**), das axial gleitbeweglich durch das Gehäuse (**1**) angeordnet ist;
- mit einem Ventilsitz (**7**), auf dem das Ventilelement (**3**) angeordnet ist;
- mit einer Abdeckung (**14**), die am äußeren Umfang des Gehäuses (**1**) angeordnet ist, wobei die Abdeckung (**14**) aus einem Weichharz, das Gummi enthält, geformt ist;
- mit einem Stellantrieb (**2**), der das Ventilelement (**3**) antreibt, wobei der Stellantrieb (**2**) eine Spule (**2**) und ein Anschlussstück (**2a**) aufweist; und
- mit einer Verkleidung (**12**), die die Spule (**2**) auf ihrem gesamten Außenumfang entlang zumindest eines Teils ihrer Höhe verdeckt und die Verkleidung (**12**) aus einem Hartharz geformt ist, wobei die Verkleidung (**12**) mit der Abdeckung (**14**) auf ihrem gesamten Außenumfang entlang zumindest des wesentlichen Teils ihrer Höhe verdeckt wird.

2. Kraftstoffeinspritzventil gemäß Anspruch 1, wobei das Weichharz Gummi enthält, der im Wesentlichen 50% von der Gesamtheit des Weichharzes be trägt.

3. Kraftstoffeinspritzventil gemäß Anspruch 1, wobei das Weichharz Gummi innerhalb eines Bereichs von 20 bis 80% von der Gesamtheit des Weichharzes enthält.

4. Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffeinspritzventils mit einem Gehäuse (**1**), einem Ventilelement (**3**), das axial gleitbeweglich durch das Gehäuse (**1**) angeordnet ist, und einem Ventilsitz (**7**), auf dem das Ventilelement (**3**) angeordnet ist, wobei das Verfahren folgendes aufweist:

- Formen einer Abdeckung (**14**) aus einem Weichharz, das Gummi enthält, wobei die Abdeckung (**14**) an einem äußeren Umfang des Gehäuses (**1**) angeordnet wird,
- wobei das Kraftstoffeinspritzventil ferner einen Stellantrieb (**2**) zum Antreiben des Ventilelements (**3**) und der Stellantrieb (**2**) eine Spule (**2**) und ein Anschlussstück (**2a**) aufweisen, wobei das Verfahren ferner folgendes aufweist:

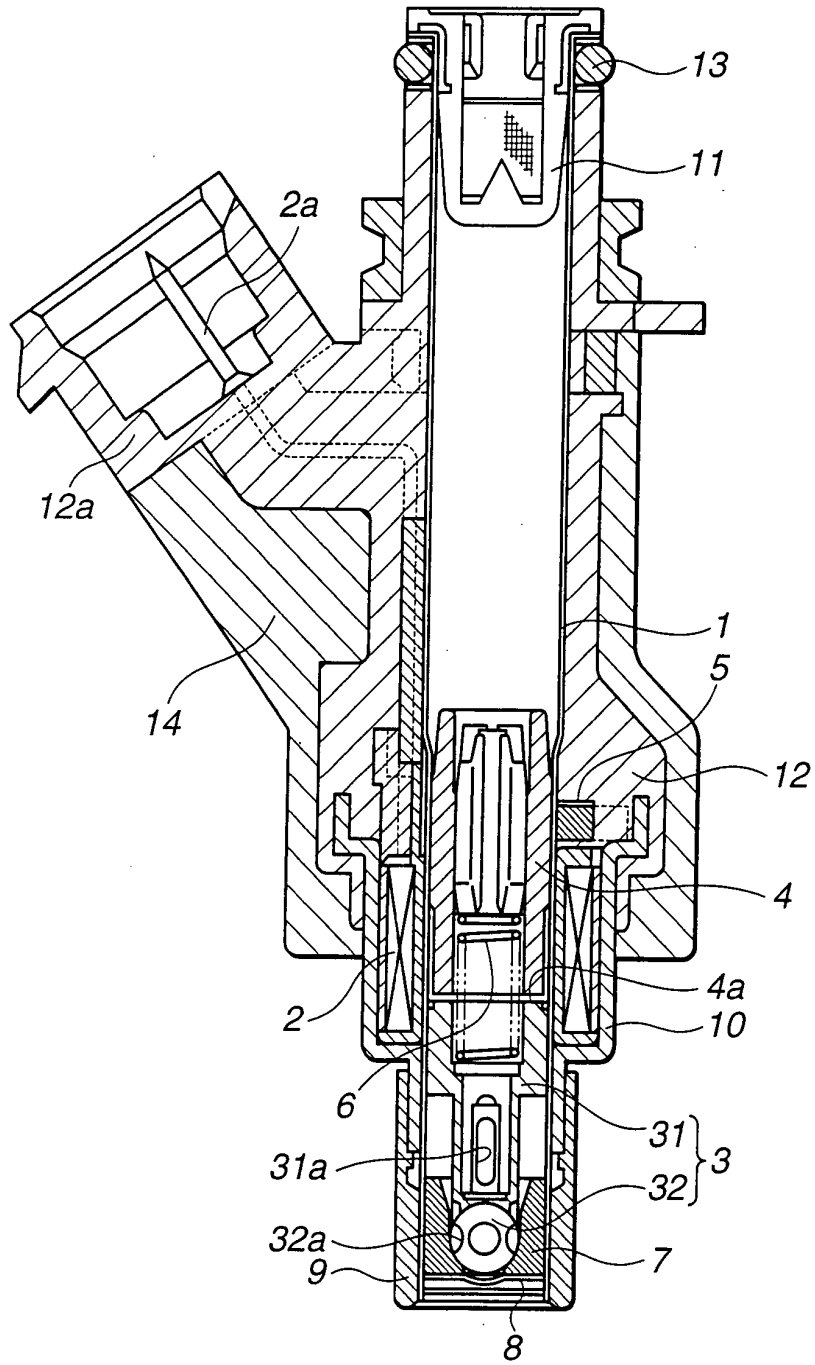
– Formen einer Verkleidung (**12**) aus einem Hartharz, wobei die Verkleidung (**12**) die Spule (**2**) auf ihrem gesamten Außenumfang entlang zumindest eines Teils ihrer Höhe verdeckt, wobei die Verkleidung (**12**) mit der Abdeckung (**14**) auf ihrem gesamten Außenumfang entlang des zumindest wesentlichen Teils ihrer Höhe verdeckt wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei das Weichharz Gummi von im Wesentlichen 50% der Gesamtheit des Weichharzes enthält.

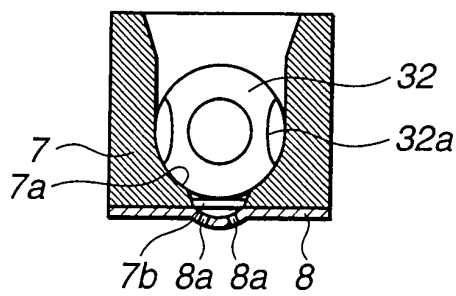
6. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei das Weichharz Gummi innerhalb eines Bereichs von 20 bis 80% von der Gesamtheit des Weichharzes enthält.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**FIG.1A**



**FIG.1B**



**FIG.2**

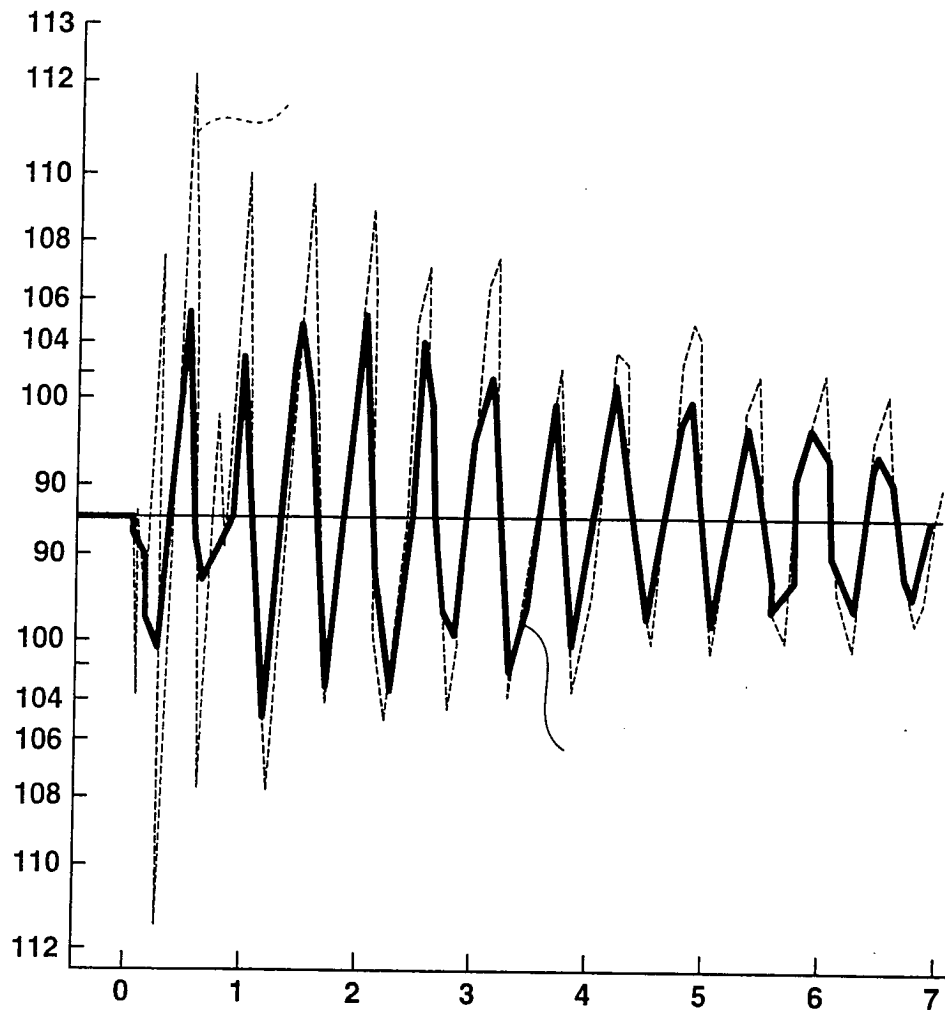


FIG.3

