



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 35 44 575 C 2

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F 02 M 51/06

21 Aktenzeichen: P 35 44 575.0-13  
22 Anmeldetag: 17. 12. 85  
43 Offenlegungstag: 3. 7. 86  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 9. 93

DE 35 44 575 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31  
26.12.84 JP 59-276901

73 Patentinhaber:  
Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

74 Vertreter:  
Assmann, E., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 80331  
München; Klingseisen, F., Dipl.-Ing.; Zumstein, F.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:  
Kiuchi, Hideo, Aichi, JP

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 33 14 900  
DE 29 32 433  
CH 5 45 416  
US 43 31 317

54 Elektromagnetisch betätigtes Kraftstoffspritzventil

DE 35 44 575 C 2

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs.

Ein derartiges Kraftstoffeinspritzventil ist aus der DE-OS 33 14 900 bekannt, bei dem in dem vom Ventilgehäuse, dem Statorkern und dem Ankerkern gebildeten Magnetkreis eine Einschnürung dadurch vorhanden ist, daß sowohl der Ankerkern als auch der Statorkern einen gegenüber dem Gehäuse dünnwandigen rohrförmigen Aufbau haben. Das hat zur Folge, daß der durch den Ankerkern und den Statorkern hindurchgehende Magnetfluß nahezu gesättigt ist, wenn der Ankerkern angezogen ist. Die Einschnürung ist über den gesamten magnetischen Flußweg des Anker- und Statorkerns vorhanden, so daß auch die Fläche, über die der Ankerkern und der Statorkern einander zugewandt sind, entsprechend klein ist. Dies hat zur Folge, daß der Anstieg des Magnetflusses mit der Zeit bei Einschalten des Erregerstromes bis zum Erreichen der Sättigung verzögert wird, d. h. daß der Magnetfluß mit einem kleineren Gradienten ansteigt und die Sättigung zu einem Zeitpunkt mit erheblicher Verzögerung erreicht. Es kann somit nicht sichergestellt werden, daß der Magnetfluß im wesentlichen zu dem Zeitpunkt gesättigt ist, an dem der Ankerkern mit dem Kraftstoffzuteilungselement vollständig an den Statorkern angezogen ist.

Ferner ist aus der CH-PS 5 45 416 ein Einspritzventil bekannt, bei dem der Statorkern mit einer magnetischen Einschnürung versehen ist. Die Einschnürung ist einem Kugelventil zugewandt, so daß der Magnetfluß zum Kugelventil verläuft, um eine Einspritzöffnung freizugeben. Die Einschnürung führt nicht zu einer Sättigung des Magnetflusses genau zu dem Zeitpunkt, an dem das Kugelventil anzieht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kraftstoffeinspritzventil der eingangs angegebenen Art so auszubilden, daß sichergestellt wird, daß der Magnetfluß ab dem Zeitpunkt gesättigt ist, an dem der Ankerkern mit dem Kraftstoffzuteilungselement vollständig an den Statorkern angezogen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs gelöst. Dadurch, daß sich die Einschnürung nicht über den gesamten Statorkern erstreckt, wie bei der erstgenannten bekannten Ausführungsform, sondern nur abschnittsweise derart ausgebildet ist, daß die Querschnittsfläche der Einschnürung kleiner als die Fläche ist, über die der Statorkern und der Ankerkern einander zugewandt sind, wird der Magnetfluß im Bereich zwischen Ankerkern und Statorkern nicht verringert und somit der Ankerkern schnell an den Statorkern angezogen. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß der durch den Ankerkern und den Statorkern hindurchgehende Magnetfluß im wesentlichen zu genau dem Zeitpunkt und ab diesem Zeitpunkt gesättigt ist, an dem der Ankerkern vollständig an den Statorkern angezogen ist.

Im folgenden werden anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in einer Querschnittsansicht ein erstes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils,

Fig. 2 in einem Zeitdiagramm die Arbeitsweise des ersten, in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3 in einer Querschnittsansicht ein zweites Ausführungsbeispiel und

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils.

Das in Fig. 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils weist ein Ventilgehäuse 1 auf, das einen ersten Körper 2 und einen zweiten Körper 3 umfaßt. Der untere Teil des Körpers 2 ist so gebogen, daß er fest mit dem Körper 3 verbunden ist. Der Körper 2 besteht aus einem herkömmlichen magnetischen Material, wie beispielsweise einem Ferrit mit niedriger magnetischer Sättigungskennlinie. Der Körper 2 ist im wesentlichen zylindrisch geformt und weist eine magnetische Einschnürung 23 auf, an der die Querschnittsfläche für den Magnetfluß durch eine in Umfangsrichtung ausgebildete Nut verkleinert ist. Eine Abdeckung 4 ist am unteren Teil des Körpers 3 befestigt.

Eine elektromagnetische Spule 5, die mit einem elektrischen Anschluß 6 verbunden ist, ist im ersten Körper 2 so vorgesehen, daß dann, wenn eine impulsförmige elektrische Spannung am Anschluß 6 durch eine elektrische Steuereinheit 7 liegt, die elektromagnetische Spule 5 erregt wird, um einen Magnetfluß zu erzeugen.

Ein Statorkern 8 mit einem längs verlaufenden Innenraum ist fest im Körper 2 vorgesehen. Die elektromagnetische Spule 5 ist über eine Harzspule auf dem Statorkern 8 gehalten. Der Statorkern 8 besteht aus dem gleichen magnetischen Material wie der Körper 2. Am oberen Ende des Statorkerns 8 ist ein Anschlußteil 16 ausgebildet, in dem ein Kraftstofffilter 17 vorgesehen ist und der mit einer Kraftstoffleitung 24 verbunden ist.

Ein Ankerkern 9 ist beweglich im Körper 2 so vorgesehen, daß er dem unteren Ende des Statorkerns 8 zugewandt ist, wobei dazwischen ein Luftspalt bleibt. Der Ankerkern 9 besteht aus dem gleichen magnetischen Material wie der Körper 2 und der Statorkern 8. Eine Ventalnadel 11 ist durch Vestemmen am unteren Teil des Ankerkerns 9 befestigt und damit bewegbar. Der obere Endabschnitt der Ventalnadel 11, der in eine durchgehende Bohrung des Ankerkerns 9 gepaßt ist, ist mit zwei ebenen Flächen ausgebildet, um einen da hindurchgehenden Kraftstoffstrom zu ermöglichen. Eine Schraubenfeder 10 ist zwischen dem Ankerkern 9 und dem Statorkern 8 so vorgesehen, daß sie den Ankerkern 9 und die Ventalnadel 11 nach unten vorspannt. Das obere Ende der Schraubenfeder 10 ist vom unteren Ende der Kraftstoffleitung 24 aufgenommen, die in den Statorkern 8 gepaßt ist. Die Ventalnadel 11, die axial in den längs verlaufenden Innenräumen der Körper 2 und 3 bewegbar ist, ist mit einem konischen Kopf am unteren Endabschnitt versehen. Ein Ventilsitz 19, der den konischen Kopf der Ventalnadel 11 aufnimmt, und eine Kraftstoffeinspritzöffnung 20, die in Verbindung mit einer Kraftstoffkammer 18 steht, sind andererseits am unteren Teil des Körpers 3 vorgesehen. Die Ventalnadel 11 weist einen Anschlag 21 auf, und ein Anschlag 22 ist zwischen den Körpern 2 und 3 angeordnet, um dadurch die Aufwärtsbewegung der Ventalnadel 11 zu begrenzen.

Der Anschlußteil 16 ist einerseits über ein Kraftstofffilter 14 und eine Kraftstoffpumpe 13 und andererseits über einen Druckregler 15 mit einem Kraftstoffbehälter 12 verbunden.

Wenn keine impulsförmige elektrische Spannung durch die Steuereinheit 7 an der elektromagnetischen Spule 5 liegt, hält der Ankerkern 9, der durch die Schraubenfeder 10 nach unten vorgespannt ist, den konischen Kopf der Ventalnadel 11 am Ventilsitz 19 des Körpers 3 anliegend, so daß kein von der Einspritzöffnung 20 einzuspritzender Kraftstoff zugeteilt wird. Wenn die elektrische impulsförmige Spannung durch die Steuereinheit 7 an die elektromagnetische Spule 5

gelegt wird, wird die elektromagnetische Spule 5 erregt, um einen magnetischen Fluß zu erzeugen, der über einen magnetischen Kreis geht, der den Körper 2, den Statorkern 8, den Ankerkern 9 und den Luftspalt zwischen dem Statorkern 8 und dem Ankerkern 9 umfaßt, wie es durch Pfeile in Fig. 1 dargestellt ist. Das hat zur Folge, daß eine magnetische Kraft zwischen dem Statorkern 8 und dem Ankerkern 9 erzeugt wird, und daß der Ankerkern 9 gegen die Vorspannkraft der Schraubenfeder 10 nach oben angezogen wird. Wenn der Ankerkern 9 zum Statorkern 10 angezogen wird, verläßt der konische Kopf der Ventilmadel 11 den Ventilsitz 19, so daß der Kraftstoff, der durch die Kraftstoffleitung 24, den Ankerkern 9 und den Außenraum der Ventilmadel 11 strömt und in der Kraftstoffkammer 18 gesammelt wird, durch die Einspritzöffnung 20 eingespritzt wird.

Wenn die elektrische impulsförmige Spannung an der magnetischen Spule 5 unterbrochen wird, verschwindet die elektromagnetische Kraft zwischen dem Statorkern 8 und dem Ankerkern 9 und es wird der konische Kopf der Ventilmadel 11 durch die Schraubenfeder 10 nach unten gedrückt, so daß er zum Anliegen am Ventilsitz 19 kommt, und die Kraftstoffeinspritzung somit unterbrochen wird.

Bei dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel ist die magnetische Einschnürung 23 oder der Bereich mit kleinerer Querschnittsfläche dazu vorgesehen, den hindurchgehenden magnetischen Fluß auf den Magnetfluß zu begrenzen, der zwischen dem Statorkern 8 und dem Ankerkern 9 zu dem Zeitpunkt hindurchgeht, an dem der Ankerkern 9 vollständig an den Statorkern 8 angezogen ist. Die magnetische Einschnürung 23 bewirkt mit anderen Worten eine magnetische Sättigung im magnetischen Kreis, sobald die Ventilmadel 11 vollständig angehoben ist. Die magnetische Einschnürung 23 muß unter Bezug auf das magnetische Material bestimmt und festgelegt werden. Wenn das benutzte magnetische Material eine hohe magnetische Sättigungskennlinie hat, muß die Querschnittsfläche an der magnetischen Einschnürung 23 verringert werden. Wenn das benutzte magnetische Material eine niedrige magnetische Sättigungskennlinie hat, muß die Querschnittsfläche an der magnetischen Einschnürung 23 vergrößert werden.

Die Arbeitsweise des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels wird im folgenden anhand von Fig. 2 beschrieben, in der die ausgezogenen Linien die Kennlinien des ersten Ausführungsbeispiels und die gestrichelten Linien die Kennlinien eines herkömmlichen Kraftstoffeinspritzventils ohne magnetische Einschnürung darstellen.

Sobald eine elektrische impulsförmige Spannung mit einem Zeitintervall  $t_1$  an der elektromagnetischen Spule 5 liegt, steigt in der in Fig. 2 dargestellten Weise der durch die Spule 5 fließende elektrische Strom aufgrund der Induktivität der Spule 5 allmählich an, und nimmt auch die erzeugte magnetische Kraft allmählich zu. Nach der Ansprechverzögerung  $T_0$  für die Ventilöffnung erreicht die magnetische Kraft einen gegebenen Wert, bei dem die Ventilmadel 11 in die oberste Stellung angehoben wird, um die Einspritzöffnung 20 vollständig zu öffnen, so daß die Kraftstoffzuteilung beginnt. Wenn die Ventilmadel 11 in die oberste Stellung angehoben ist, ist der Luftspalt zwischen dem Statorkern 8 und dem Ankerkern 9 minimal und es hat der magnetische Widerstand im magnetischen Kreis seinen kleinsten Wert. Bei diesem kleinsten magnetischen Widerstand nimmt danach der Spulenstrom in der magnetischen Spule 5 zu.

Der magnetische Fluß im magnetischen Kreis ist jedoch durch die magnetische Einschnürung 23 gesättigt, so daß die magnetische Kraft relativ zur Zunahme des Spulenstromes im wesentlichen unverändert bleibt, im Gegensatz zum herkömmlichen Ventil, bei dem die magnetische Kraft proportional zum Spulenstrom ist. Wenn die an der magnetischen Spule 5 liegende impulsförmige elektrische Spannung verschwindet, nehmen der Spulenstrom und die magnetische Kraft allmählich ab. Wenn die magnetische Kraft auf Null herabgesetzt ist, wird die Ventilmadel in die unterste Stellung zurückgeführt, um die Einspritzöffnung 20 zu schließen, und dadurch die Kraftstoffzuteilung zu beenden. Die Ventilmadel 11 bleibt somit über die Ansprechverzögerung  $T_c$  für das Schließen des Ventils selbst nach Verschwinden der impulsförmigen elektrischen Spannung unabhängig vom Zeitintervall  $t_1$  der elektrischen impulsförmigen Spannung offen, wobei die Ansprechverzögerung  $T_c$  für das Schließen des Ventils unabhängig vom Zeitintervall  $t_1$  der impulsförmigen elektrischen Spannung unverändert bleibt. Das hat zur Folge, daß die durch die Einspritzöffnung 20 eingespritzte Kraftstoffmenge proportional zum Zeitintervall  $t_1$  der elektrischen impulsförmigen Spannung ist, was im Gegensatz zu dem herkömmlichen Ventil steht, bei dem die eingespritzte Kraftstoffmenge in Abhängigkeit von der sich ändernden Ansprechverzögerung  $T_c$  für das Schließen des Ventils variiert.

In den Fig. 3 und 4 sind ein zweites und ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

Bei dem zweiten, in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel, ist die magnetische Einschnürung 23, deren Querschnittsfläche kleiner als die Fläche ist, mit der das untere Ende des Statorkerns 8 und das obere Ende des Ankerkerns 9 einander zugewandt sind, am Statorkern 8 über eine in Umfangsrichtung ausgebildete äußere Nut vorgesehen. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ist die magnetische Einschnürung 23 nicht am Körper 2, sondern am Statorkern 8 vorgesehen. Die mechanische Festigkeit des Körpers 2, der fest an der nicht dargestellten Brennkraftmaschine angebracht ist, ist damit sichergestellt.

Bei dem dritten, in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel, ist die magnetische Einschnürung 23 im Ankerkern 9 über die Ausbildung einer erweiterten inneren Bohrung 91 vorgesehen. Bei dem dritten Ausführungsbeispiel ist das Gewicht des Ankerkerns 9 verringert und es sind daher die Ansprechverzögerung  $T_0$  für die Öffnung des Ventils und die Ansprechverzögerung  $T_c$  für das Schließen des Ventils kürzer.

#### Patentanspruch

Elektromagnetisch betätigtes Kraftstoffeinspritzventil mit

- einer elektromagnetischen Spule,
- einem Statorkern aus einem magnetischen Material, der die elektromagnetische Spule trägt,
- einem zylindrischen Ventilgehäuse aus einem magnetischen Material, das den Statorkern und die darauf angeordnete Spule koaxial umschließt,
- einem Ankerkern aus einem magnetischen Material, der dem Statorkern mit einem dazwischen gebildeten Luftspalt zugewandt und so im Ventilgehäuse angeordnet ist, daß er bei Erregung der elektromagnetischen Spule an

den Statorkern anziehbar ist,

– einem Kraftstoffzuteilungselement, das in einem Stück mit dem Ankerkern so ausgebildet ist, daß es eine Einspritzöffnung öffnet, wenn der Ankerkern an den Statorkern angezogen wird,

– einer Feder, die zwischen dem Statorkern und dem Ankerkern angeordnet ist und den Ankerkern in die die Einspritzöffnung schließende Stellung vorspannt, und

– einer magnetischen Einschnürung im Magnetkreis, der vom Ventilgehäuse, vom Statorkern und vom Ankerkern gebildet wird,

**dadurch gekennzeichnet**, daß die Einschnürung (23) als eine Querschnittsverminderung an einem Teil des Ventilgehäuses (2) des Statorkerns (8) oder des Ankerkerns (9) derart ausgebildet ist, daß die Querschnittsfläche der Einschnürung (23) kleiner als die Fläche ist, über die der Statorkern (8) und der Ankerkern (9) einander zugewandt sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

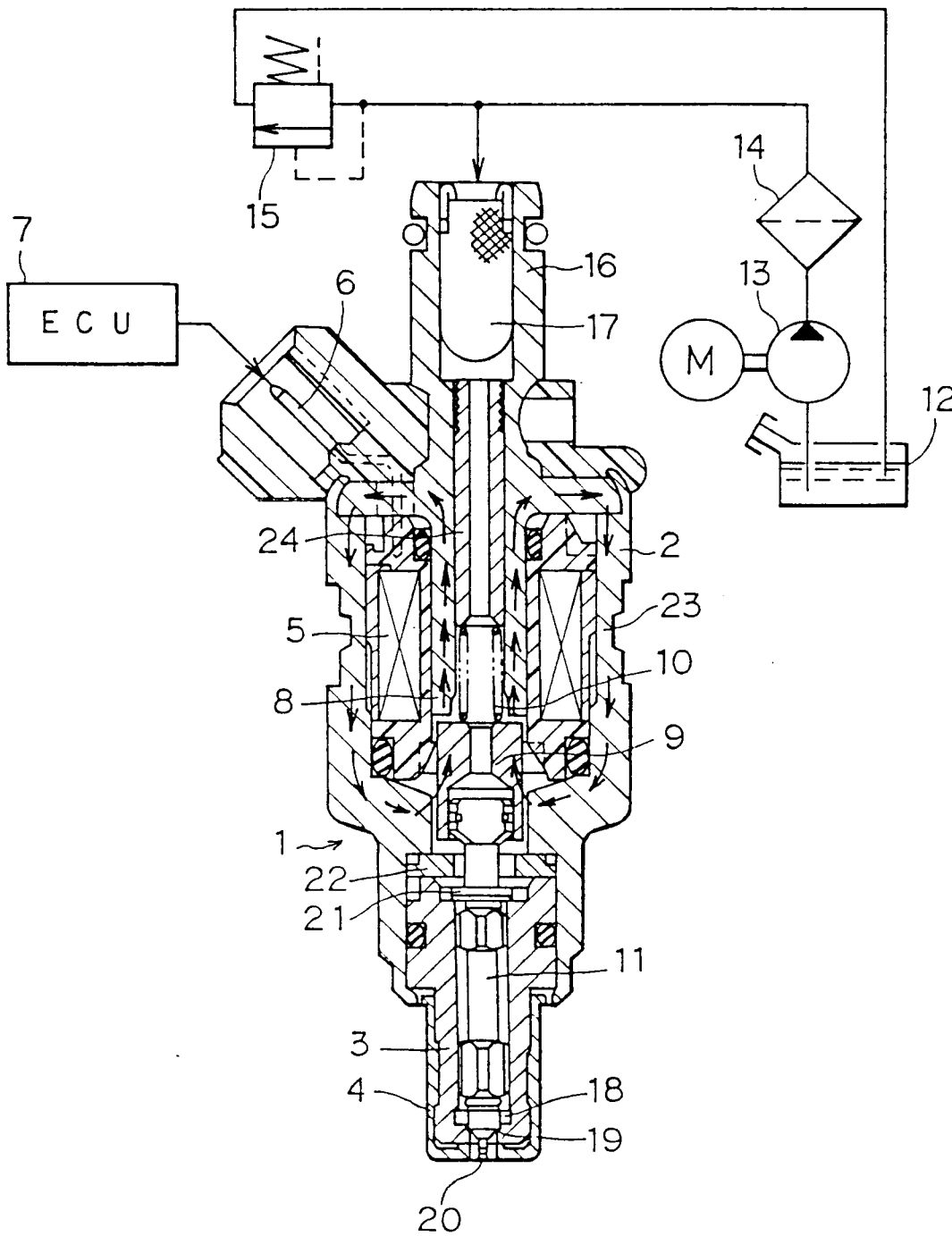


FIG. 2

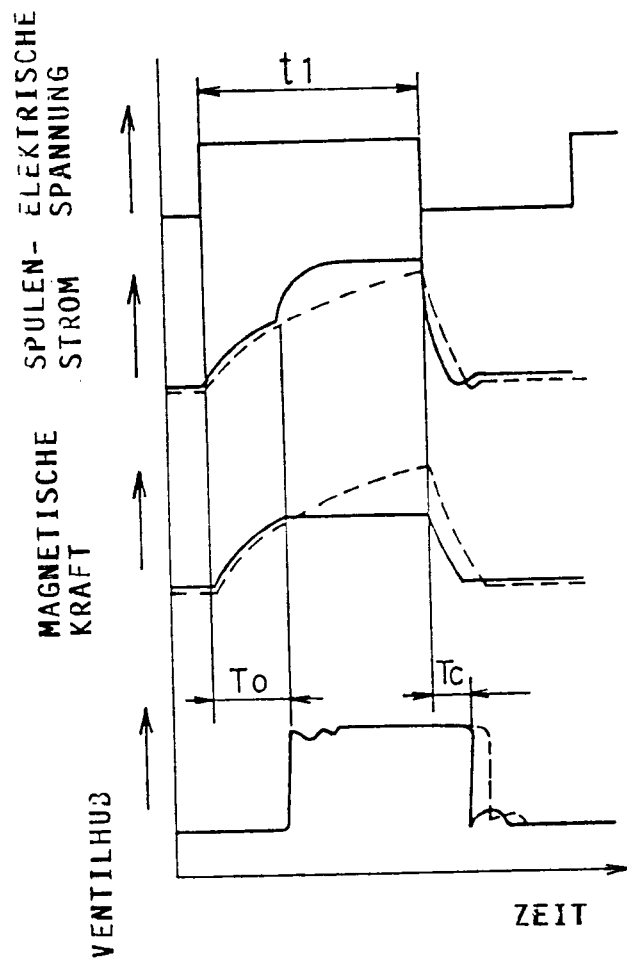


FIG. 3

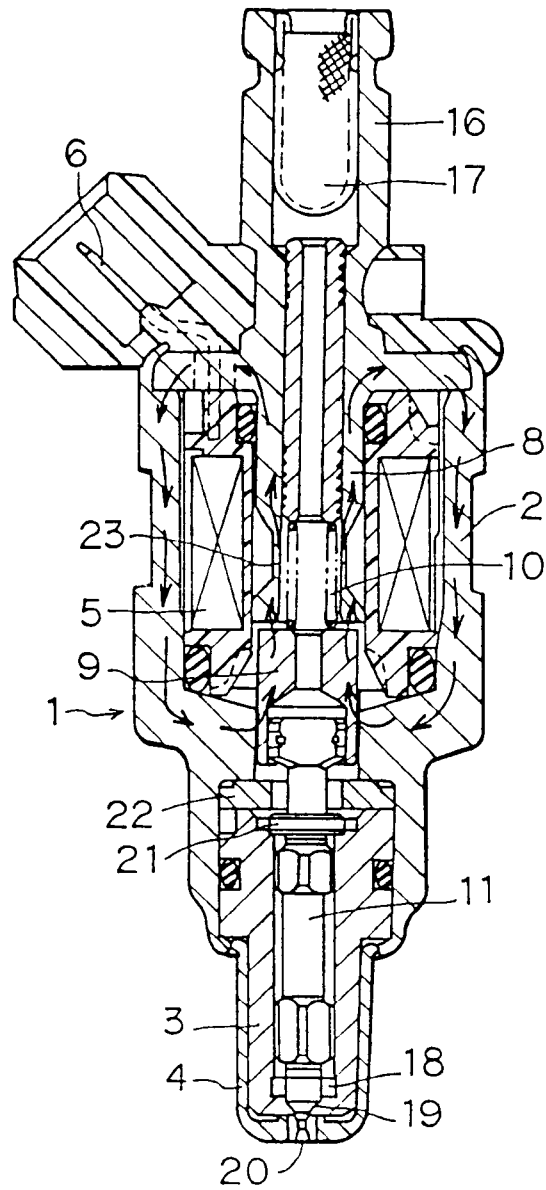


FIG. 4

