

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 342 641  
A1**

12

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21

Anmeldenummer: 89108856.9

51

Int. Cl.4: **H01T 13/52 , H01T 13/46 ,  
H01T 13/32**

22

Anmeldetag: 17.05.89

30

Priorität: 18.05.88 DE 3816968

71

Anmelder: **BERU Ruprecht GmbH & Co. KG**  
**Wernerstrasse 35**  
**D-7140 Ludwigsburg(DE)**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
23.11.89 Patentblatt 89/47

72

Erfinder: **Niessner, Werner**  
**Benzstrasse 6**  
**D-7141 Steinheim(DE)**

84

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE ES FR GB IT NL SE**

74

Vertreter: **WILHELMS, KILIAN & PARTNER**  
**Patentanwälte**  
**Eduard-Schmid-Strasse 2**  
**D-8000 München 90(DE)**

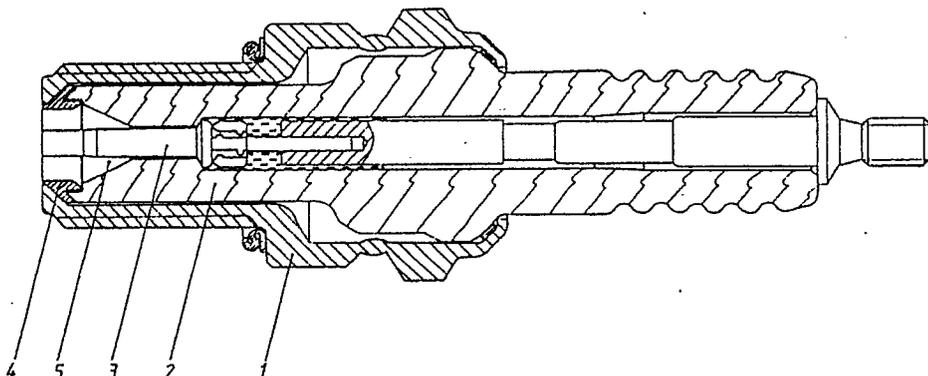
54

**Zündkerze.**

57

Zündkerze mit kombinierten Gleit- und Luftfunkenstrecken, wobei eine Mittelelektrode (3), eine die Mittelelektrode umgebender Isolator (2) und eine zusammen mit einem Zündkerzenkörper (1) den Isolator (3) umgebende Masselektrode (4) vorgesehen sind. Der Isolator (2) bildet im Endabschnitt eine Entladungskammer (5), durch die sich die Mittelelektrode (3) axial bis zum Endabschnitt des Zündkerzenkörpers (1) hindurch erstreckt. Die Masselektrode (4) umgreift den Isolator (2) um dessen Ende herum mit einem sich in die Entladungskammer (5) erstreckenden Ansatz.

FIG. 1



**EP 0 342 641 A1**

## Zündkerze

Die Erfindung betrifft eine Zündkerze mit kombinierten Gleit- und Luftfunkenstrecken nach dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Zündkerze ist aus der DE-PS 3 544 176 bekannt. Bei dieser bekannten Zündkerze erstreckt sich die Mittelelektrode geringfügig in die Entladungskammer, die der Isolator dadurch bildet, daß er sich in kerzenaxialer Richtung über die Mittelelektrode hinaus erstreckt, wobei der Isolator, jedenfalls im Endbereich der Mittelelektrode, einen Spalt zu dieser einhält und auch die Masseelektrode, jedenfalls im Endbereich des Isolators, einen Spalt zu diesem einhält.

Bei einer derartigen Anordnung ergeben sich ausgedehnte, sich über die gesamte Länge der Entladungskammer erstreckende Funkenkanäle und wird bei einem hinreichend raschen Spannungsanstieg an der Zündkerzenkapazität unabhängig vom Kompressionsdruck des zu zündenden Gemisches viel Zündenergie im Gas umgesetzt und dabei eine praxisgerechte lange Lebensdauer erreicht.

Die bekannte Zündkerze gemäß DE-PS 3 544 176 ist jedoch noch insofern nachteilig, als beim Anlassen einer Brennkraftmaschine, in der eine derartige Zündkerze Verwendung findet, ein hoher Spannungsbedarf von beispielsweise 30 kV besteht. Da weiterhin bei der bekannten Zündkerze der Gleitzündfunke immer über den keramischen Isolator läuft, was mit einem entsprechenden Verschleiß des Isolators verbunden ist, ist auch die Lebensdauer der bekannten Zündkerze noch nicht optimal.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht daher darin, die Zündkerze nach dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 so auszubilden, daß sie einen relativ niedrigen Spannungsbedarf bei gleichzeitig hoher Energieumsetzung im zündfähigen Kraftstoffluftgemisch hat.

Mit der erfindungsgemäßen Zündkerze sollen vorzugsweise auch magere Gemische gezündet werden können, und sollen aufgrund der Kerzengeometrie die Schadstoffemissionen in den Abgasen einer Brennkraftmaschine so gering wie möglich gehalten werden.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Ausbildung gelöst, die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegeben ist.

Bei der erfindungsgemäßen Zündkerze ist somit die Mittelelektrode so vorgezogen, daß sie im Endabschnitt Kerzenkörpers endet, so daß sich im vorderen Bereich der Zündkerze eine Luftfunkenstrecke bildet, und gleichzeitig die Entladungskammer eine Vorkammer bildet, die Gleitfunkenentladungen zuläßt. Bei der erfindungsgemäßen Ausbil-

dung werden somit die Vorteile einer Vorkammerkerze genutzt. Die erfindungsgemäße Zündkerze hat darüberhinaus eine lange Lebensdauer.

Das heißt im einzelnen, daß die Entladungsform vom Lastzustand der Maschine bestimmt wird, wobei die dynamischen Druckverhältnisse der Verdichtung und der Gemischverwirbelung die Entladungsform bestimmen. Das bedeutet in der Praxis, daß bei einem Betrieb der Maschine in Abhängigkeit von den Druckverhältnissen entweder Luftfunken- oder Gleitfunkenentladungen oder teilweise Luftfunken- und teilweise Gleitfunkenentladungen auftreten. Dabei ist festzustellen, daß sich eine Luftfunkenentladung bei niedrigem Verdichtungsdruck ausbildet und daß bei hohem Verdichtungsdruck die Funkenentladung auf der vorgesehenen Gleitfunkenstrecke vorherrscht.

Diese Entladungsformen bewirken im einzelnen, daß bei einer Luftfunkenentladung zum einen das Gemisch im Hauptverbrennungsraum, d.h. im Maschinenzylinder entflammt wird, und zum anderen gleichzeitig das zündfähige Gemisch in der Vorkammer gezündet wird. Die chemische Energie von der Vorkammer wird zusätzlich in den Hauptverbrennungsraum durch Expansionskräfte übertragen. Diese zusätzliche chemische Energie bewirkt eine zusätzliche Entflammung und sorgt somit für eine sichere Durchbrennung des Gemisches. Bei der Arbeit der Zündkerze als Gleitfunkenkerze wird das zündfähige Gemisch in der Vorkammer gezündet. Da der gleitfunke die gesamte Vorkammer durchheilt, haben eventuelle Altgaskerne nahezu keine negativen Auswirkungen, so daß das stellenweise zündfähige Gemisch in der Vorkammer entflammt wird und mit dem entstehenden Überdruck das gezündete Vorkammerngemisch in den Hauptverbrennungsraum gedrückt wird.

Durch die Kombination der Luftfunken- und Gleitfunkenstrecken wird insgesamt eine hohe Lebensdauer erzielt, da die Abbrandflächen an der Mittelelektrode bzw. Masseelektrode und der Gleitfunkenstrecke sehr groß sind. Mit steigendem Druck wandert dann der Fußpunkt der Funken auf der ganzen freien Elektrodenlänge immer tiefer in die Entladungskammer herein. Die keramischen Gleitfunkenstrecken, d.h. die Gleitfunkenstrecken auf dem keramischen Isolator sind dabei durch die ringförmige Masseelektrode geschützt, die den Isolator von außen nach innen um das Isolatorende herum umgreift.

Besonders bevorzugte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Zündkerze sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 6.

Im folgenden wird anhand der zugehörigen Zeichnung ein besonders bevorzugtes Ausführ-

rungsbeispiel der Erfindung näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine Axialschnittansicht des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Zündkerze,

Fig. 2 in einem Diagramm den Zündspannungsbedarf in Abhängigkeit vom Kompressionsdruck bei dem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zündkerze und

Fig. 3 in einer Schnittansicht des zündfunktenseitigen Endes des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Zündkerze die Ausbildung der Zündfunken.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zündkerze umfaßt im wesentlichen einen metallischen Zündkerzenkörper 1 mit einem Schraubgewinde, einen keramischen Isolator 2, eine Mittelelektrode 3 und eine ringförmige Masseelektrode 4. Der Isolator 2 wird von dem Zündkerzenkörper 1 zusammen mit der ringförmigen Masseelektrode 4 umgeben.

Im vorderen, d.h. im zündfunktenseitigen Bereich des Isolators 2, ist eine Vorkammer oder Entladungskammer 5 in Form eines Versenkes vorgesehen, die vorzugsweise im Axialschnitt V-förmig mit sich zum Isolatorende erweiterndem Querschnitt ausgebildet ist. Die Masseelektrode 4 umgreift ringförmig von außen nach innen den Isolator 2 am Isolatorende. Die Masseelektrode ist an dem sich in die Entladungskammer erstreckenden Ende ihres den Isolator umgreifenden Ansatzes abgerundet ausgebildet, um elektrische Feldverzerrungen zu vermeiden, damit der Funke zum einen bei Gleitentladungen nicht vorzeitig von der Gleitfunkenstrecke abhebt und zum anderen bei Luftfunkenentladungen sich der Funke möglichst weit vorne in Richtung Hauptverbrennungsraum aufbildet, wie es mehr im einzelnen später anhand von Fig. 3 beschrieben wird.

Die Mittelelektrode 3 ist in herkömmlicher Technik im Isolator 2 druckdicht, beispielsweise durch Glaseinschmelzung usw. eingebracht. Als Elektrodenmaterial der Mittelelektrode 3 können bekannte Werkstoffe wie Silber, Nickellegierungen, Platinverbundwerkstoffe oder leitende oder halbleitende Keramiken Verwendung finden. Es können auch Zweistoffelektroden vorgesehen sein.

Die Masseelektrode 4 ist so ausgebildet, daß sie gleichzeitig als Dichtung zwischen dem Zündkerzenkörper 1 und dem Isolator 2 wirkt.

Wie es in Fig. 1 dargestellt ist, erstreckt sich die Mittelelektrode 3 axial durch die Vorkammer oder Entladungskammer 5 hindurch bis zum Endabschnitt des Zündkerzenkörpers 1, an dem die Masseelektrode 4 vorgesehen ist.

Die in Fig. 1 dargestellte Zündkerze hat einen Wärmewert, der in Richtung sehr kalter Kerzen geht. Diese Zündkerze kann in Verbindung mit

einer Zündung mit sehr steilem Spannungsanstieg von beispielsweise 3 kV pro ns bei allen Brennkraftmaschinen eingesetzt werden, da sie sehr kalt ist und ein Nebenschluß keine Rolle spielt. Sie stellt daher eine universelle Einheitszündkerze da, bei der ein Nebenschluß bis unter einem kOhm möglich und zulässig ist.

In Fig. 2 ist die Charakteristik des Zündspannungsbedarfs bei einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zündkerze dargestellt. Fig. 2 zeigt somit die Abhängigkeit der Zündspannung vom Kompressionsdruck.

Wie es in Fig. 2 dargestellt ist, steigt der Spannungsbedarf der Zündkerze nicht proportional mit dem Kompressionsdruck an, sondern wird der Zündspannungsbedarf bei erhöhtem Kompressionsdruck durch die Gleitfunkenentladung beeinflusst. Da Gleitfunken nahezu druckunabhängig sind, steigt der Zündspannungsbedarf nicht linear weiter an, sondern bleibt der Zündspannungsbedarf nahezu konstant. Das bedeutet, daß trotz großer Entladungsschlagweiten der Funken ein relativ niedriger Spannungsbedarf von beispielsweise weniger als 25 kV erzielt wird.

Fig. 3 zeigt im einzelnen die Ausbildung der Funken am vorderen Endabschnitt des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Zündkerze. Dabei ist die Funkenbildung entsprechend den herrschenden Kompressions- und Verdichtungsdrücken der Maschine dargestellt.

Bei niedrigen Drücken bildet sich der Zündfunke im vorderen Bereich an der Luftfunkenstrecke 6 aus. Mit steigendem Druck bildet sich der Funke als Luft- und Gleitfunke 7 aus, wobei bei hohem Druck die Entladung in eine reine Gleitfunkenentladung 8 übergeht. Der gesamte Bereich der Mittelelektrode 3, der in die Vorkammer 5 ragt, wird als Abbrandfläche genützt. Dadurch ist eine sehr hohe Lebensdauer der Zündkerze zu erwarten.

Wenn die Zündkerze mit einem Zündsystem mit sehr steilem Spannungsanstieg von beispielsweise 3 kV pro ns und einer potentiellen Energie von  $\geq 30$  mJ betreiben wird, dann bilden sich in allen Lastzuständen mehrere Funkenkanäle aus, da ein Plasmakanal die großen Ströme alleine nicht tragen kann.

Die konstruktive Auslegung der Schlagweite der Luftfunkenausbildung (Elektrodenabstand) und die Auslegung der Gleitfunkenstrecke im Isolator müssen entsprechend der Motorverdichtung vorgenommen werden. Realistische Werte für Ottomotoren dürften bei einer Luftfunkenstrecke von 2,0 bis 2,5 mm und einer Gleitfunkenstrecke von etwa 5 mm liegen.

Es ergibt sich somit die in Fig. 2 dargestellte spezielle Charakteristik der Ansprechspannung mit einem Abregeleffekt des Spannungsbedarfes bei hohen Drücken, wobei je nach Druck teils Luft-

teils Gleitfunkenentladungen möglich sind, und der Funken druckabhängig an verschiedenen Punkten der Mittelelektrodenmantelfläche beginnt und zu optimalen Abbrandverhältnissen führt. Die Luft- und Gleitfunkenstrecken sind so ausgelegt, daß die Funkenentladung entsprechend den Motordruckverhältnissen mit gleitenden Übergangszonen entweder an der Luftfunkenstrecke oder an der Gleitfunkenstrecke stattfindet. Dabei dient die Vorkammer oder Entladungskammer als Gleitfunkenstrecke und bildet sich die Luftfunkenstrecke zwischen der Mittelelektrode und der ringförmigen Massenelektrode aus.

Messungen der Ansprechspannung oder des Spannungsbedarfes haben insbesondere ergeben, daß gegenüber Serienzündkerzen bei gleichem Elektrodenabstand eine geringere Ansprechspannung festzustellen war. Dabei ist die Anordnung der Elektroden, d.h. die elektrische Feldverteilung, bei den Elektroden ausschlaggebend. Trotz eines Elektrodenabstandes von 2,0 mm lag die Ansprechspannung beim Maschinenbetrieb bei max. 25 kV, wobei sich bei hohen Verdichtungsdrücken ein gewisser Regeleffekt zeigte. Ist die Ansprechspannung an der Luftfunkenstrecke zu hoch, beginnt der Funken zu gleiten, wobei die Gleitfunkenentladungen nahezu druckunabhängig sind. Somit kann der Zündspannungsbedarf der Zündkerze auch bei hohem Druck durch konstruktive Maßnahmen auf gewünschte Werte ausgelegt werden. Dabei ist zu beachten, daß sich die Funkenentladung bei niedrigem Druck an der Luftfunkenstrecke ausbildet und bei steigendem Druck der Funke in eine Gleitfunkenentladung übergeht, und zwar in der in Fig. 2 dargestellten Weise mit einem gleitenden Übergang vom Funken bei niedrigem Druck, bei mittlerem Druck und bei hohem Druck. Die Entladungsform wird somit von den Druckverhältnissen in der Maschine bestimmt, so daß als Abbrandfläche ein sehr großer Bereich der Mittelelektrode wirksam und folglich eine große Lebensdauer zu erwarten ist.

Die beschriebene Zündkerze ist geeignet, magerere Gemische zu zünden, führt zu einem geringeren Schadstoffgehalt im Abgas, hat eine hohe Lebensdauer und zeigt bei großem Elektrodenabstand von beispielsweise 2 mm nur einen relativ geringen Spannungsbedarf von beispielsweise 25 kV, wobei gleichzeitig viel Energie im Kraftstoffluftgemisch umgesetzt wird.

### Ansprüche

1. Zündkerze mit kombinierten Gleit- und Luftfunkenstrecken, wobei eine Mittelelektrode, ein die Mittelelektrode umgebender Isolator und eine zusammen mit einem Zündkerzenkörper den Isolator

umgebende Massenelektrode vorgesehen sind, der Isolator im Endabschnitt einen Abstand von der Mittelelektrode hält und eine Entladungskammer bildet, in die sich die Mittelelektrode erstreckt, und die Masselektrode den Isolator um dessen ende herum mit einem sich in die Entladungskammer erstreckenden Ansatz umgreift, dadurch **gekennzeichnet**, daß sich die Mittelelektrode (3) axial durch die Entladungskammer (5) hindurch bis zum Endabschnitt des Zündkerzenkörpers (1) erstreckt.

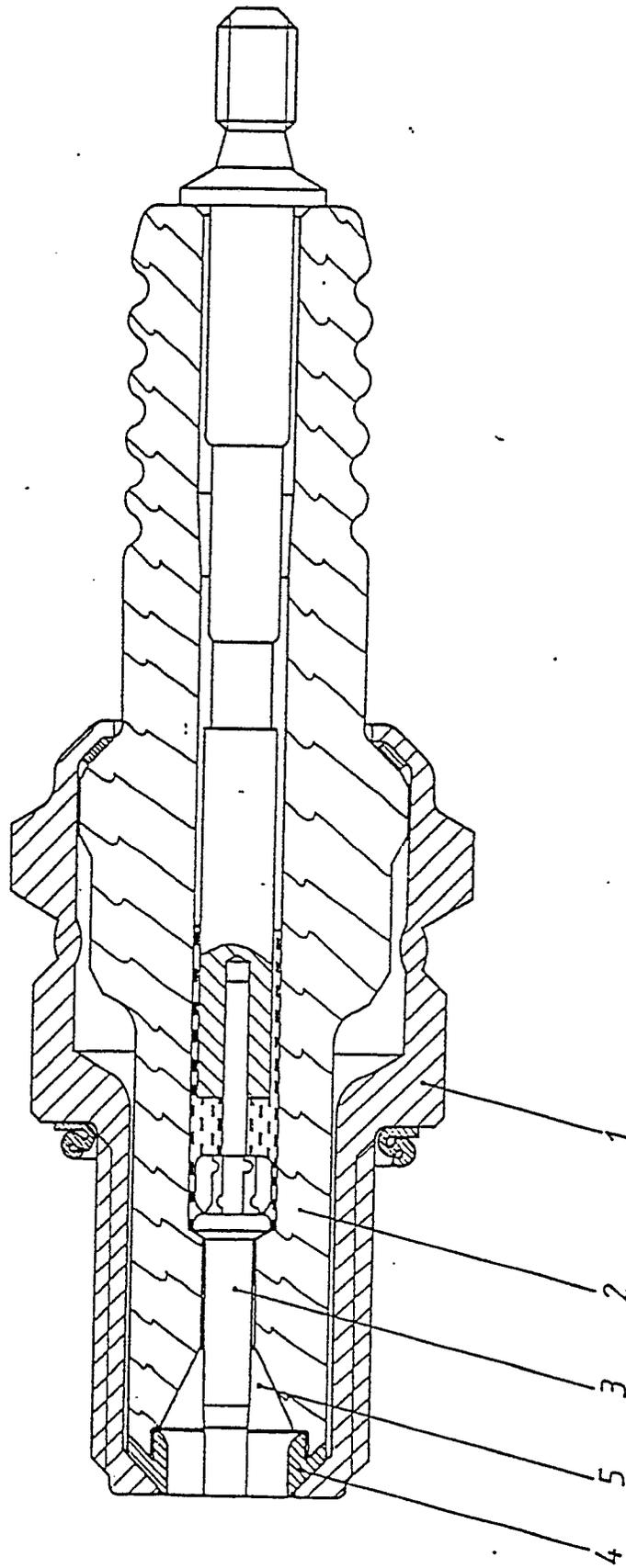
2. Zündkerze nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Entladungskammer (5) im Axialschnitt V-förmig mit sich zum Isolatorende erweiterndem Querschnitt ausgebildet ist.

3. Zündkerze nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Entladungskammer (5) im Isolatorende ausgebildet ist und die elektrisch isolierende Keramik des Isolators (2) eine Gleitfunkenstrecke bildet.

4. Zündkerze nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Masselektrode (4) an dem sich in die Entladungskammer (5) erstreckenden Ende ihres Ansatzes abgerundet ausgebildet ist.

5. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Mittelelektrode (3) aus einem leitenden oder halbleitenden keramischen Material besteht.

6. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Mittelelektrode (3) niederohmig mit einem Zündstift verbunden ist.



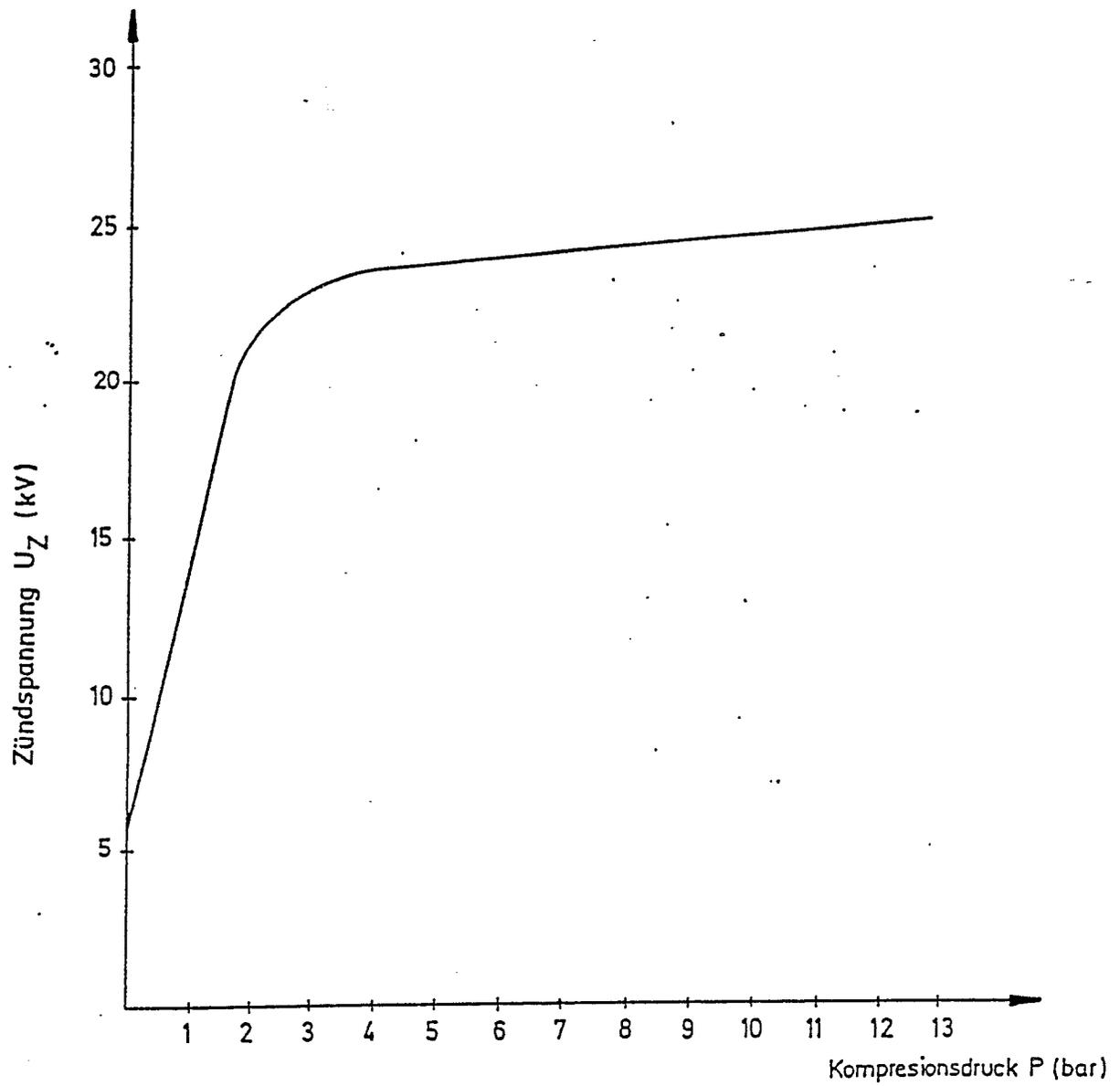
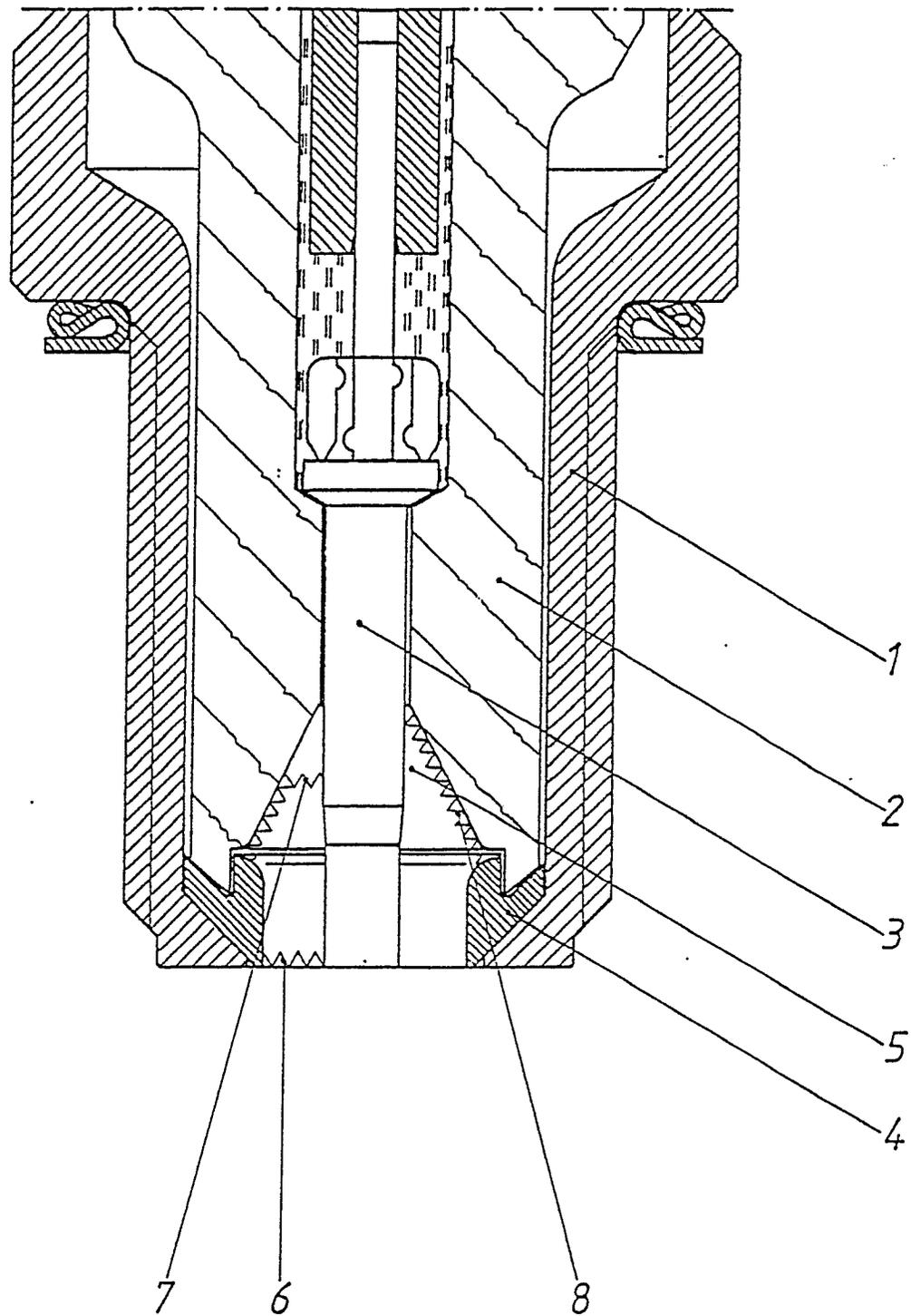


FIG. 2: Zündspannung in Abhängigkeit vom Kompressionsdruck

Fig. 3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,A	DE-C-3544176 (BERU) * das ganze Dokument * ---	1-3, 5.	H01T13/52 H01T13/46 H01T13/32
A	DE-A-3537721 (BERU) * Spalte 3, Zeile 63 - Spalte 4, Zeile 10; Figur 3 * -----	1.	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H01T
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 03 AUGUST 1989	Prüfer BIJN E.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			