



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑬ Gesuchsnummer: 6256/83

⑭ Inhaber:
AVL Gesellschaft für
Verbrennungskraftmaschinen und Messtechnik
mbH Prof. Dr. Dr. h.c. Hans List, Graz (AT)

⑮ Anmeldungsdatum: 21.11.1983

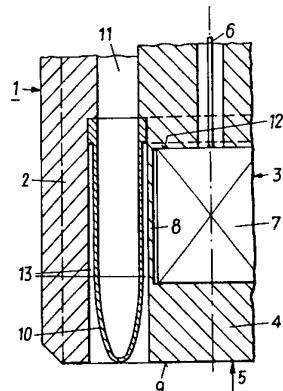
⑯ Erfinder:
Hohenberg, Günter, Dr., Graz (AT)
Zeiringer, Rudolf, Graz (AT)

⑰ Patent erteilt: 30.10.1987

⑱ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑲ **Druckaufnehmer.**

⑳ Zur Verhinderung der negativen Auswirkungen von Wärmespannungen, die über die Abdichtungsmembrane (10) auf das Messsystem (3) eines Druckaufnehmers übertragen werden, ist die Verbindungsstelle zwischen Abdichtungsmembrane (10) und Messsystem in den Bereich des der Messstelle abgewandten Widerlagers (12) für die Messelemente (7) zurückversetzt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Druckaufnehmer, insbesonders zur direkten Bestimmung des Innendruckes von Brennräumen, mit einem Gehäuse, einem darin angeordneten, den zu messenden Druck auf ein zum mindesten ein Messelement enthaltendes Messsystem übertragenden Druckübertragungselement und einer das Eindringen des zu messenden Mediums in den Druckaufnehmer unterbindenden Abdichtungsmembrane, welche an der dem zu messenden Druck ausgesetzten vorderen Stirnseite des Druckaufnehmers angeordnet und mit dem Gehäuse verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdichtungsmembrane (10, 10') mit einem Teil eines dem Druckübertragungselement (4) bezüglich des Messsystems (3) gegenüberliegenden Widerlagers (12) für das Messelement (7) verbunden ist und im übrigen einen Spalt (13) zum Messsystem (3) und zum Druckübertragungselement (4) bildet.

2. Druckaufnehmer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstelle zwischen der Abdichtungsmembrane (10) und dem Gehäuse (1) zumindest annähernd den gleichen Abstand zur vorderen Stirnseite (9) des Druckaufnehmers hat wie die Verbindungsstelle zwischen Abdichtungsmembrane (10) und Widerlager (12) und dass die Abdichtungsmembrane (10) im übrigen auch zum Gehäuse (1) einen Spalt (13) bildet.

3. Druckaufnehmer nach Anspruch 1 oder 2, mit einem Zu- und Ableitanschluss für einen Kühlmediumkreislauf zur Kühlung des Bereiches des temperaturempfindlichen Messsystems, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abdichtmembrane (10, 10') ein das Messsystem (3) umgebender ringförmiger Hohlraum (17, 17') vorgesehen ist, der über Bohrungen (18, 18') mit dem Zu- und Ableitanschluss in Verbindung steht.

4. Druckaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Verformung der Abdichtungsmembrane (10, 10') bei Wirkung des zu messenden Druckes zumindest annähernd die gleiche Grösse wie die des Messsystems (3) aufweist.

5. Druckaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdichtungsmembrane (10) in einer Bohrung (14) in der vorderen Stirnseite (9) des Druckaufnehmers angeordnet und mittels einer Ringschulter (15) im Bereich des Widerlagers (12) für das Messelement (7) über die Festigung des Messsystems (3) gegen die dem Druckübertragungselement (4) abgewandten Grundfläche (16) der Bohrung (14) verspannt ist.

6. Druckaufnehmer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt (13) zwischen Abdichtungsmembrane (10) einerseits und Druckübertragungselement (4) und Messsystem (3) andererseits im Bereich des druckseitigen Endes des Messsystems (3) mittels eines Dichtungsringes, beispielsweise eines O-Ringes (24), abgedichtet ist.

Die Erfindung betrifft einen Druckaufnehmer, insbesonders zur direkten Bestimmung des Innendruckes von Brennräumen, mit einem Gehäuse, einem darin angeordneten, den zu messenden Druck auf ein zum mindesten ein Messelement enthaltendes Messsystem übertragenden Druckübertragungselement und einer das Eindringen des zu messenden Mediums in den Druckaufnehmer unterbindenden Abdichtungsmembrane, welche an der dem zu messenden Druck ausgesetzten vorderen Stirnseite des Druckaufnehmers angeordnet und mit dem Gehäuse verbunden ist.

Derartige Druckaufnehmer sind beispielsweise aus der AT-PS 247 028 bekannt und werden z.B. bei der Entwicklung bzw. Überprüfung von Brennkraftmaschinen dazu eingesetzt, den Druckverlauf im Brennraum zu bestimmen. Da die im einge-

bauten Zustand des Druckaufnehmers dem Brennraum zugewandte Stirnseite des Aufnehmers unmittelbar den heissen Verbrennungsabgasen ausgesetzt ist, ist es erforderlich, eine Abdichtung gegen das Eindringen von Verbrennungsabgasen vorzusehen, welche einerseits das Innere des Aufnehmers vor Verschmutzung und andererseits die üblicherweise — z.B. bei der Verwendung von piezoelektrischen Materialien — temperaturempfindlichen Messelemente vor einer direkten Einwirkung der Verbrennungsgase und vor Verunreinigung schützt.

Bei dem angeführten bekannten Druckaufnehmer ist zu diesem Zweck eine einen relativ grossen Spalt zwischen dem in gewissen Grenzen unter Einwirkung des zu messenden Druckes axial beweglichen Druckübertragungselement und dem in die Druckraumbegrenzung eingesetzten Gehäuse überbrückende Abdichtungsmembrane vorgesehen, welche flexibel ist, um die durch den zu messenden Druck bedingten Bewegungen des Druckübertragungselementes nicht zu behindern, was zu einer Verfälschung der Messung führen würde. Diese flexible Abdichtungsmembrane ist an ihrem im eingebauten Zustand des Druckaufnehmers dem Brennraum zugewandten Aussenseite direkt den heissen Verbrennungsabgasen ausgesetzt was eine sehr hohe thermische Beanspruchung ergibt. Insbesonders bei Kolbenbrennkraftmaschinen kommt es noch zu einer Verschärfung dieser Nachteile dadurch, dass die Abdichtungsmembrane während des Verbrennungsvorganges mit Abgasen von Temperaturen bis zu 2000°C und während des Ladungswechsels mit der ungefähr Aussentemperatur aufweisenden kühlen Ansaugluft beaufschlagt wird. Aufgrund dieser enormen Temperaturunterschiede kann es zu einem Verzug der Abdichtungsmembrane und daher zu einer sogenannten Temperaturschockdrift der Kennlinie des Druckaufnehmers kommen, was Fehler in der Auswertung der Druckmessung ergibt. Aber auch für andere Anwendungsfälle ist die Charakteristik des Druckaufnehmers — also im wesentlichen die Abhängigkeit des abgegebenen Signals vom zu messenden Druck — nicht unwe sentlich durch die Eigenschaften der Abdichtungsmembrane selbst bzw. der Anbringung derselben beeinflusst, was in vielen Fällen Nachteile im praktischen Einsatz bringt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Druckaufnehmer der eingangs genannten Art so auszubilden, dass die genannten Nachteile vermieden werden und dass insbesonders die Auswirkungen der Abdichtungsmembrane — speziell die negativen Auswirkungen von auftretenden Temperaturschocks — auf die Kennlinie des Druckaufnehmers entfallen.

Dies wird gemäss der Erfindung dadurch erreicht, dass die Abdichtungsmembrane mit einem Teil eines dem Druckübertragungselement bezüglich des Messsystems gegenüberliegenden Widerlagers für das Messelement verbunden ist und im übrigen einen Spalt zum Messsystem und zum Druckübertragungselement bildet. Es ist damit also sichergestellt, dass die nach wie vor an der Stirnseite des Druckaufnehmers das Eindringen der Verbrennungsgase unterbindende Abdichtungsmembrane die Kennlinie des Druckaufnehmers praktisch nicht beeinflussen kann, da die Übertragung von Membrankräften bzw. -spannungen an einem funktionell bereits hinter dem Messelement liegenden Teil des Widerlagers für das Messelement erfolgt; das Druckübertragungselement selbst ist dabei völlig frei von Membrankräften, weshalb sich auch die erwähnten Temperaturunterschiede bei Verwendung des Druckaufnehmers beispielsweise an einer Kolbenbrennkraftmaschine nicht in der Kennlinie äussern können.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Verbindungsstelle zwischen der Abdichtungsmembrane und dem Gehäuse zumindest annähernd den gleichen Abstand zur vorderen Stirnseite des Druckaufnehmers hat wie die Verbindungsstelle zwischen Abdichtungsmembrane und Widerlager und dass die Abdichtungsmembrane im übrigen auch zum Gehäuse einen Spalt bildet. Damit ist auch die Verbindungsstelle

zwischen Abdichtungsmembrane und Gehäuse in einen bezüglich der Kraftübertragung bereits hinter dem Messelement liegenden Bereich verlegt. In diesem Zusammenhang kann beispielsweise der Spalt auf beiden Seiten der Abdichtungsmembrane auch von einer das Eindringen des zu messenden Mediums verhindernden, engen Passung gebildet sein, womit die an den Spalt angrenzenden Bauteile des Druckaufnehmers gegen die Einwirkung des zu messenden Mediums überhaupt abgeschirmt sind, was insbesonders im Zusammenhang mit der als Beispiel besprochenen Verwendung zur Messung von heißen Druckmedien sehr vorteilhaft ist.

Bei einem Druckaufnehmer, mit einem Zu- und Ableitanschluss für einen Kühlmediumkreislauf zur Kühlung des Bereiches des temperaturempfindlichen Messsystems, ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung auch möglich, dass in der Abdichtungsmembrane ein das Messsystem umgebender ringförmiger Hohlraum vorgesehen ist, der über Bohrungen mit dem Zu- und Ableitanschluss in Verbindung steht. Auf diese Weise ist eine grösstmögliche Kühlwirkung im Bereich des temperaturempfindlichen Messsystems gegeben, wobei der Aufbau des Druckaufnehmers einfach bleibt und gleichzeitig die ebenfalls relativ empfindliche Membrane geschützt wird.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung weist die axiale Verformung der Abdichtmembrane bei Wirkung des zu messenden Druckes zumindest annähernd die gleiche Grösse wie die des Messsystems auf. Als Messsystem ist diesem Zusammenhang im weiteren Sinne die gesamte Baueinheit innerhalb des Druckaufnehmers zu verstehen, welche sich bei Druckbeaufschlagung der Stirnseite des Druckübertragungselementes von dem den zu messenden Druck aufweisenden Raum her unter der Wirkung der damit aufgebrachten Kraft gegenüber zumindest annähernd feststehenden Bauteilen deformieren kann. So ist beispielsweise bei piezoelektrischen Messwertaufnehmern mit innerhalb einer Vorspannhülse angeordneten Mess- und Kompensationselementen nicht nur die elastische Verformung der Messelemente selbst, sondern auch diejenige der Kompensationselemente und aller weiteren, unmittelbar im Kraftfluss liegenden Bauteile zu berücksichtigen. Durch diese Massnahme kann der Spalt zwischen Druckübertragungselement und Messsystem einerseits und Abdichtungsmembrane andererseits sowie auch ggf. der Spalt zwischen Abdichtungsmembrane und umgebendem Gehäuse sehr klein gemacht werden, ohne dass das Auftreten von Reibung befürchtet werden müsste, welche sich wiederum negativ auf die Kennlinie des Druckaufnehmers auswirken würde.

Die Abdichtmembrane kann gemäss einer anderen Ausgestaltung der Erfindung in einer Bohrung in der vorderen Stirnseite des Druckaufnehmers angeordnet und mittels einer Ringschulter im Bereich des Widerlagers für das Messelement über die Befestigung des Messsystems gegen die dem Druckübertragungselement abgewandte Grundfläche der Bohrung verspannt sein. Auf diese Weise ergibt sich eine konstruktiv sehr einfache Befestigung der Membrane, welche damit — wie auch das Messsystem — einfach ausbaubar ist. Damit ist die Wartung des Druckaufnehmers — beispielsweise auch die Reinigung der von der Membrane begrenzten Spalte sehr vereinfacht.

Der Spalt zwischen Abdichtungsmembrane einerseits und Druckübertragungselement und Messsystem andererseits kann in weiterer Ausbildung der Erfindung im Bereich des druckseitigen Endes des Messsystems mittels eines Dichtungsringes, beispielsweise eines O-Ringes, abgedichtet sein. Der Einbau eines derartigen Dichtungsringes ist bei einem Druckaufnehmer gemäss der Erfindung möglich, da zwischen dem Messsystem bzw. dem Druckübertragungselement und der Abdichtungsmembrane keine Relativbewegung auftritt und somit durch den Dichtungsring kein Messfehler verursacht wird. Durch die Anordnung des Dichtringes wird das Eindringen des zu vermessenden Mediums in den Spalt und damit das Auftreten von Verun-

reinigungen bzw. Wärmebeaufschlagung im Bereich des Messsystems vorteilhaft weiter vermindert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungen näher erläutert, wobei die Fig. 1 bis 6 jeweils einen Axialschnitt durch ein anderes Ausführungsbeispiel zeigen.

Der in Fig. 1 nur teilweise dargestellte Druckaufnehmer, welcher beispielsweise zur direkten Bestimmung des Innendruckes in Brennräumen von Brennkraftmaschinen verwendet werden kann, weist ein Gehäuse 1 auf, welches über einen Einschraubansatz 2 in eine hier nicht dargestellte Indizierbohrung in der Wand des zu untersuchenden Brennraumes einsetzbar ist. Im Inneren des Gehäuses 1 ist ein Messsystem 3 angeordnet, welches über ein Druckübertragungselement 4 in Richtung des Pfeiles 5 mit dem zu messenden Druck beaufschlagbar ist und welches aufgrund seiner hier nicht näher zu erläuternden Ausbildung in der Lage ist, bei dieser Druckbeaufschlagung entstehende Deformation in Messsignale umzusetzen, welche über eine Signalleitung 6 einer hier nicht dargestellten Auswerteschaltung zugeführt werden können.

In der dargestellten Ausführung weist das Messsystem 3 beispielsweise ein aus mehreren piezoempfindlichen Quarzscheiben bestehendes Messelement 7 samt hier nicht dargestellten Kontakttelektroden sowie gegebenenfalls Elementen zur Beschleunigungs- und Temperaturkompensation auf, welche in einer Vorspannhülse 8 angeordnet sind. Mittels dieser Vorspannhülse 8 wird das Messelement 7 samt allenfalls vorhandenen Kompenstationselementen bei der Montage des Druckaufnehmers elastisch vorgespannt, wobei die dazu erforderlichen konstruktiven Vorkehrungen in der vorliegenden schematischen Darstellung nicht gezeichnet sind.

An der dem zu messenden Druck ausgesetzten vorderen Stirnseite 9 des Druckaufnehmers ist eine das Eindringen der Verbrennungsgase unterbindende Abdichtungsmembrane 10 angeordnet, welche den im Bereich des Messsystems 3 bestehenden Spalt 11 zwischen dem Einschraubansatz 2 des Gehäuses 1 und den innerhalb des Gehäuses angeordneten Bauteilen überbrückt. Die Abdichtungsmembrane 10 ist an der Seite des Messsystems 3 mit einem dem Druckübertragungselement 4 gegenüberliegenden und funktionell hinter dem Messelement 7 liegenden Teil des Widerlagers 12 für das Messelement 7 sowie in einem in radialer Richtung etwa gegenüberliegenden Bereich mit dem Gehäuse 1 verbunden. Abgesehen von diesen beiden ringförmigen Verbindungsteilen der Abdichtungsmembrane 10 bildet diese zu den umgebenden Bauteilen einen Spalt 13.

Durch diese Anordnung der Verbindungsstellen der Abdichtungsmembrane 10 ist auf einfache Weise sichergestellt, dass Membrankräfte — sei es durch montagebedingte Verspannungen, Temperaturspannungen oder ähnliches hervorgerufen — sich nicht unmittelbar im abgegebenen Messsignal und damit in der Charakteristik des Druckaufnehmers bemerkbar machen können, da sowohl das Übertragungselement 4 als auch die Teile des Messsystems 3 keine direkte Verbindung mit der Abdichtungsmembrane 10 haben und nicht in deren Kraftfluss liegen.

Das in Fig. 2 schematisch ausgeführte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem gemäss Fig. 1 im wesentlichen lediglich dadurch, dass hier die Abdichtungsmembrane 10 im Bereich der vorderen Stirnseite 9 eine verdickte Wandstärke aufweist und plan mit dieser vorderen Stirnseite abschliesst. Im Bereich der Spalte 13 ist die Membrane hier mit zu den Oberflächen der angrenzenden Bauteile konzentrisch verlaufenden Oberflächen ausgebildet, was eine durchgehend konstante Dicke der Spalte 13 ergibt.

In diesem Zusammenhang wäre zu erwähnen, dass in allen dargestellten Ausführungsbeispielen zur Erleichterung des Verständnisses die Dicke der Spalte 13 relativ gross eingezeichnet ist; es ist jedoch im Rahmen der Erfindung durchaus möglich, dass diese Spalte 13 beispielsweise auch von einer das Eindrin-

gen des zu messenden Mediums verhindernden engen Passung gebildet sind. Sofern dies der Fall ist, ist es besonders vorteilhaft, wenn die axiale Verformung der Abdichtmembrane 10 bei Wirkung des zu messenden Druckes in Richtung des Pfeiles 5 zumindest annähernd die gleiche Grösse wie die entsprechende Verformung des Messsystems 3 aufweist, da dann keine Relativbewegung zwischen den den Innenspalt 13 begrenzenden Bauteilen und damit auch keine wiederum in die Charakteristik des Druckaufnehmers nachteilig eingehende Reibung auftreten kann.

Das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht in seinen wesentlichen Grundzügen wiederum den bereits besprochenen beiden Ausführungen nach Fig. 1 und 2. Die Abdichtmembrane 10 ist hier in einer Bohrung 14 in der vorderen Stirnseite 9 des Druckaufnehmers angeordnet und mittels einer Ringschulter 15 im Bereich des Widerlagers 12 für das Messelement 7 über die hier nicht dargestellte Befestigung des Messsystems 3 gegen die dem Druckübertragungselement 4 abgewandte Grundfläche 16 der Bohrung 14 verspannt. Damit ist eine sehr einfache Montage und Befestigung der Abdichtungsmembrane 10 gegeben, was sich beispielsweise auch beim Ausbau derselben zur Wartung oder Reinigung sehr vorteilhaft auswirkt.

Die Abdichtungsmembrane 10 ist hier — im Gegensatz zur Ausführung nach Fig. 2 — auch an der der Stirnseite 9 des Druckaufnehmers abgewandten Seite geschlossen ausgebildet, wodurch ein das Messsystem 3 ringförmig umgebender Hohlraum 17 gebildet ist. Dieser Hohlraum 17 dient als Kühlraum und ist über Bohrungen 18, 19, in der Abdichtungsmembrane 10 bzw. im Gehäuse 1 des Druckaufnehmers mit hier nicht dargestellten Zu- und Ableitanschlüssen eines Kühlmedienkreislaufs verbunden.

Auf diese Weise kann beispielsweise im Zusammenhang mit der Messung von heißen Druckmedien eine wirkungsvolle externe Kühlung des Bereichs der üblicherweise sehr temperaturempfindlichen Messelemente erfolgen. Aber auch die an ihrer Stirnseite ebenfalls unmittelbar dem zu messenden Medium ausgesetzte Abdichtungsmembrane 10 selbst ist auf diese Weise ausreichend gekühlt.

Das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel weist eine

Abdichtungsmembrane 10' auf, die an der Seite des das Messsystem umgebenden Gehäuses unmittelbar einstückig an der Stirnseite 9 des Druckaufnehmers in das Gehäuse 1 selbst übergeht. Es ist daher nur auf der Seite des Messsystems 3 ein Spalt 13 zwischen der Abdichtungsmembrane 10' und den umgebenden Bauteilen gebildet, wobei die messsystemseitige Verbindung der Abdichtungsmembrane 10' auch hier wiederum an einem dem Druckübertragungselement 4 gegenüberliegenden und funktionell hinter dem Messelement 7 liegenden Teil des Widerlagers 12 für das Messelement 7 erfolgt.

Zwischen dem den Spalt 13 begrenzenden inneren Teil der Abdichtungsmembrane 10' und dem hier keinen Einschraubansatz aufweisenden umgebenden Teil des Gehäuses 1 ist wiederum ein Hohlraum 17' gebildet, der ähnlich wie in Fig. 3 über eine Bohrung 19 im Gehäuse 1 mit einem nicht dargestellten Kühlmediumkreislauf verbunden ist.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel erweist es sich als sehr vorteilhaft, wenn die axiale Verformung der Abdichtungsmembrane 10' bei Wirkung des zu messenden Druckes in Richtung des Pfeiles 5 zumindest annähernd die gleiche Grösse wie die entsprechende Verformung des Messsystems 3 aufweist, da dann keine Relativbewegungen zwischen den den Spalt 13 begrenzenden Bauteilen und somit keine die Druckmessung verfälschende Reibung auftreten kann.

Die Ausführungsbeispiele nach den Fig. 5 und 6 entsprechen jeweils im wesentlichen dem zu Fig. 3 bereits ausführlich besprochenen. Darüber hinaus ist sowohl bei der Ausführung nach Fig. 5 als auch nach Fig. 6 im Bereich des Messelementes eine Erweiterung 20 des Spalts 13 zwischen Abdichtungsmembrane 10 einerseits und Druckübertragungselement 4 und Messsystem 3 andererseits vorgesehen, welche über Bohrungen 21, 22 in der Abdichtungsmembrane 10 und im Gehäuse 1 nach aussen entlüftet ist.

Die Ausführung nach Fig. 6 unterscheidet sich dabei von der nach Fig. 5 dadurch, dass die Erweiterung 20 im Bereich des Messsystems 3 am druckseitigen Ende des Messsystems 3 mittels eines in eine Nut 23 eingelegten O-Ringes 24 abgedichtet ist.

FIG.1

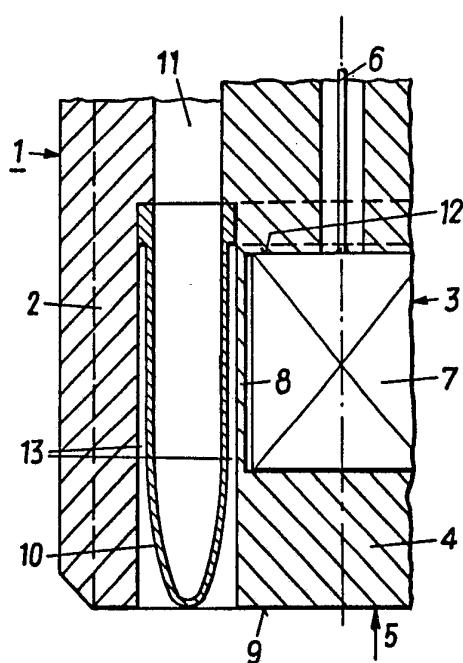


FIG.2

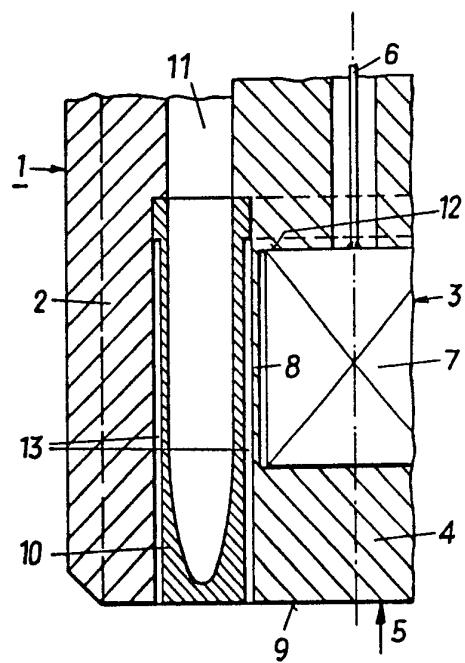


FIG.3

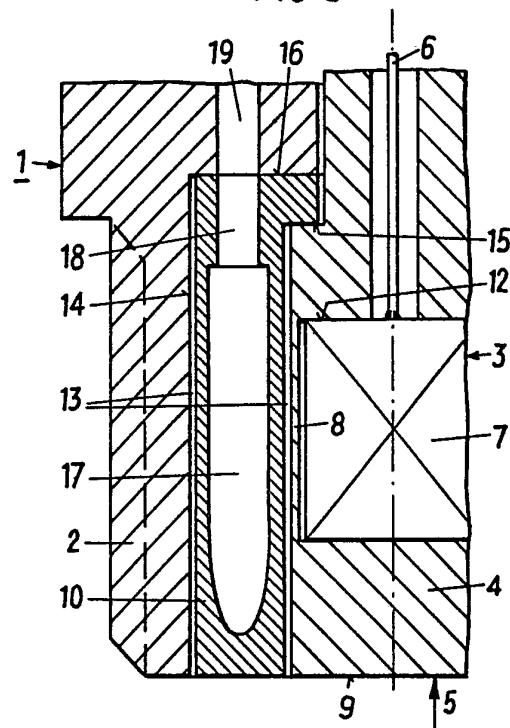


FIG.4

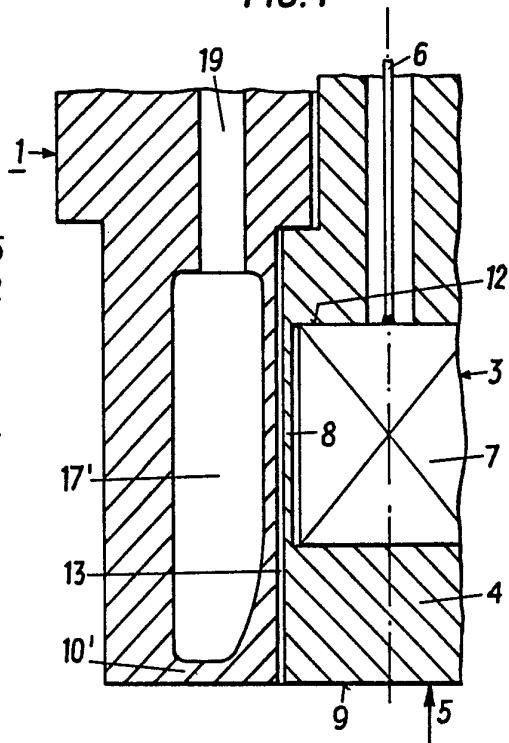


FIG.5

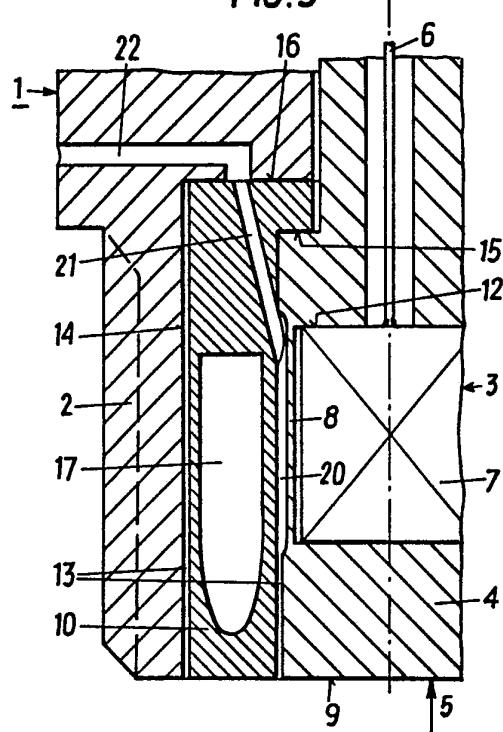


FIG.6

