



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **242 680 A1**

4(51) G 01 L 19/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 L / 282 871 7

(22) 14.11.85

(44) 04.02.87

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, 1080 Berlin, Otto-Nuschke-Straße 22/23, DD

(72) Wirsig, Manfred, Dipl.-Phys., DD

(54) Hochdruckaufnehmer

(57) Hochdruckaufnehmer zur Messung statischer und dynamischer Drücke im GPa-Bereich, der kommerziell erhältlichen Hochdruckaufnehmern nicht zugänglich ist, da deren Aufnehmergehäuse diesen Drücken nicht mehr standhalten. Erfindungsgemäß besteht das Aufnehmergehäuse aus einem oder mehreren Hartstoffsinterkörpern. Als Hartstoff wird Wolframkarbid oder kubisches Bornitrid verwendet. Sie gestatten den Bau von Hochdruckaufnehmern für Drücke bis > 3 GPa bei sehr guter Reproduzierbarkeit, auf Grund der sehr kleinen Restverformung.

Erfindungsanspruch:

1. Hochdruckaufnehmer bestehend aus einem Aufnehmergehäuse und einem darin angeordneten Meßwertgeber, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Aufnehmergehäuse aus einem Sinterkörper aus Hartstoff besteht.
2. Hochdruckaufnehmer entsprechend Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Sinterkörper aus Wolframkarbid (WC) oder kubischem Bornitrid besteht.
3. Hochdruckaufnehmer entsprechend Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Sinterkörper aus einem oder mehreren einzelnen Sinterkörpern besteht.
4. Hochdruckaufnehmer entsprechend Punkt 1, 2 und 3 **gekennzeichnet dadurch**, daß der Sinterkörper mit einem Gewinde versehen ist.
5. Hochdruckaufnehmer entsprechend Punkt 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Gewinde aus einem gesonderten Stahling aufgebracht ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung dient der Messung statischer und dynamischer Drücke im GPa-Bereich, denen Aufnehmergehäuse aus hochfesten Stählen nicht mehr standhalten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bisher werden für Aufnehmergehäuse für kommerzielle aktive und passive Hochdruckaufnehmer verschiedenster Konstruktion hochfeste Stähle eingesetzt. Solche Stähle haben hohe Druckfestigkeiten bei gleichzeitig hoher Dehnbarkeit.

Die Aufnehmergehäuse sind Hohlkörper, die durch äußere Drücke verformt werden können. Gemessen wird die Verformung durch passive (z. B. Dehnungsmeßstreifen) oder aktive (z. B. Piezo-Kristalle) Verfahren. Es handelt sich dabei meist um die Messung kleiner Verkürzungen (Stauchungen) eines Hohlraumes im Inneren solcher Aufnehmer.

Die Druckmessung muß für eine hohe Zahl von Druckwechseln reproduzierbar sein, d. h. es darf keine plastische Verformung auftreten. Man muß also mit der Belastung im linearen Bereich des Spannungs-Dehnungs-Diagrammes bleiben.

Für hohe Ansprüche rechnet man mit 0,002% bleibender Restverformung. Das entspricht einer Belastung bis $\sigma_{0,002}$. Bis zu dieser Belastung kann einwandfrei gemessen und statisch kalibriert werden.

Bei dynamischer Belastung ergeben sich für verschiedene Materialien steilere lineare Anstiege im Spannungs-Dehnungs-Diagramm, d. h. diese Materialien sind dynamisch höher belastbar als statisch. Mit solchen Hochdruckaufnehmern kann man dynamische Drücke messen, die höher liegen als die zur statischen Kalibrierung maximal zugelassenen Drücke. Zur Kalibrierung müssen dann auch dynamische Drücke verwendet werden, deren Verlauf genau bekannt ist.

Die Mittel zur Messung der Stauchung (z. B. Spiegel für Interferometer, Meßkondensatorplatten oder piezoelektrische Quarzscheiben) werden in die Innenbohrung des Hohlkörpers eingesetzt und an die Endflächen des zylindrischen Innenraumes angekoppelt. Aus Herstellungsgründen erfordern diese Elemente einen gewissen Querschnitt dieser Innenbohrung. Zusammen mit der für eine ausreichende Steifigkeit der Hohlzylinderwandung erforderlichen Wandstärke ergeben sich daraus bereits nicht unterschreitbare Grenzen für den Außendurchmesser des Druckaufnehmers.

Im Falle piezoelektrischer Hochdruckaufnehmer werden zwischen Quarzscheiben und der sich bei Stauchung um geringe Beträge verschiebenden Innenbohrungs-Endfläche Federelemente eingebaut, um nicht den vollen Meßdruck auf die Quarzscheiben zu geben. (Der Hauptteil des Kraftflusses wird über den elastisch verformbaren Hohlzylinder geleitet.)

Die druckübertragende relativ dicke Abdeckplatte wird als fast starr angenommen (sehr geringe Durchbiegung), so daß die meßbare Verkürzung des Aufnehmergehäuses überwiegend aus der elastischen Stauchung der Hohlzylinders resultiert. Der Einsatzbereich von Hochdruckaufnehmern ist deshalb sehr vom Material des Aufnehmergehäuses abhängig.

Die Masse des gesamten Gehäuses darf jedoch auch nur so groß wie festigkeitsmäßig notwendig sein, um nicht einen allzu trägen Aufnehmer zu erhalten.

Das beste bisher für den Hochdruckaufnehmer-Gehäusebau benutzte Material ist Mo-maraging-Stahl, der eine hohe Druckfestigkeit und Härte besitzt, ohne spröde zu sein (Elastizitätsgrenze $\sigma_e \approx \sigma_{0,01} \approx 300 \text{ kpm}^{-2}$). Die hohen Festigkeiten werden jedoch nur aus ein relativ kompliziertes Aushärteverfahren mit zwischengeschalteter Kaltverfestigung erreicht. Die gegenwärtig kommerziell erhältlichen Hochdruckaufnehmer gestatten dynamische Drücke bis 1 GPa zu messen.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung soll die Messung höherer Drücke gestatten als es mit bisher kommerziell erhältlichen Hochdruckaufnehmern möglich ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Aufnehmergehäuse für einen Hochdruckaufnehmer anzugeben, der die Messung statischer und dynamischer Drücke im GPa-Bereich ermöglicht.

Erfindungsgemäß besteht das Aufnehmergehäuse aus einem oder mehreren Hartstoffsinterkörpern.

In einer Ausgestaltung für die Verwendung von piezoelektrischen Meßwertaufnehmern ist der Sinterkörper aus einem Stück hergestellt und entweder selbst mit einem Feingewinde versehen oder mit einem Strahlring mit Feingewinde durch Lötung, Klebung oder andere Techniken fest verbunden, so daß die für piezoelektrische Hochdruckaufnehmer erforderliche Vorspannung erzeugt werden kann. Die erforderlichen Vorspann-Gewinde stehen unter relativ niedriger Zugbelastung.

In einer weiteren Ausgestaltung ist der Sinterkörper aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Ein den Sinterkörper umgebender und fest mit ihm verbundener Stahlring mit Feingewinde dient dabei außer zur Erzeugung der Vorspannung gleichzeitig zur Verbindung der Einzelteile.

Als Hartstoff wird Wolframkarbid (WC) verwendet. Ebenso geeignet ist kubisches Bornitrid. Sie gestatten den Bau von Hochdruckaufnehmern für Drücke bis $> 3 \text{ GPa}$ bei sehr guter Reproduzierbarkeit, auf Grund der sehr kleinen Restverformung. Durch Miniaturisierung des Meßelementes lassen sich außerdem Hochdruckaufnehmer mit relativ kleiner Masse und gutem dynamischem Verhalten auch für Drücke im GPa-Bereich realisieren.

Ausführungsbeispiel

Die wichtigste und bedeutungsvollste Art von Aufnehmern für dynamische Drücke ist die der piezoelektrischen Hochdruckaufnehmer. Deshalb sollen in den Ausführungsbeispielen auch Quarzscheiben, die auf der Grundlage der longitudinalen piezoelektrischen Effektes arbeiten, als Meßelemente verwendet werden. Als Hartstoff dient feinkörniges ($1,5 \mu\text{m}$ Korngröße) Sintermaterial aus WC (97 %) und Co (3 %), das eine sehr hohe Druckfestigkeit bei kleiner plastischer Restverformung ($\sigma_{0,002} \approx 295 \text{ kpm}^{-2}$) besitzt.

Beispiel 1

Der Hochdruckaufnehmer wird von der Druckseite her in die Gefäß- oder Apparaturwand 3 eingesetzt. Er besteht aus der steifen Druckübertragungsplatte 4, dem bei Belastung elastisch gestauchten dickwandigen Hohlzylinder 7 und dem Widerlager 10, die alle aus dem genannten Hartstoff gefertigt sind. An die Druckübertragungsplatte 4 ist eine Vorspannhülse 6 aus Stahl hart angelötet (Lötfläche 5), die ein Außen-Feingewinde besitzt.

Auf die zylindrische Außenfläche des Widerlagers 10 ist ebenfalls ein Stahlring 9, jedoch mit Innengewinde, hart aufgelötet. Mittels des Vorspanngewindes 8 werden die Federelemente 14, 15 und die Quarzscheiben 16 aufeinandergepreßt.

Der Hochdruckaufnehmer wird mit relativ kleiner Kraft mittels des Schraubringes 2 auf die Sitzfläche 13 aufgedrückt.

Zur Abdichtung des Ringspaltes zwischen Schraubring 2 und Druckübertragungsplatte 4 (und als Wärmeschild, falls bei den Messungen Wärmeimpulse auf die Hochdruckaufnehmer-Vorderfläche auftreffen können) wird eine dünne Abdeckmembrane 1 aufgeklebt, die bei hohen Impulsdrücken evtl. öfter erneuert werden muß.

Das Meßsignal wird über ein hochisolierendes Kabel durch die Bohrung 11 herausgeführt. In das Widerlager 10 ist ein Meßanschluß 12 eingelötet, an dem die Verstärkerkabel angeschlossen werden.

Beispiel 2

Der Hochdruckaufnehmer wird von der Normaldruckseite in das Druckgefäß oder die Apparatur eingebaut.

Hauptteil dieser Hochdruckaufnehmer ist das kompakte, bei Belastung elastisch gestauchte Teil 18 aus dem oben genannten Hartstoff. In die Bohrung dieses Teiles 18 ist ein Gewindestahlring 23 eingelötet. Bei der Montage des Hochdruckaufnehmers werden die Federelemente 20 und die Piezoquarzscheiben 21 in die Bohrung eingeschoben und das Widerlager 22 (aus Stahl) bis zum Anschlag in das Vorspanngewinde 24 eingeschraubt.

Der Hochdruckaufnehmer wird dann in die Bohrung der Druckgefäßwand 19 eingeschoben und mittels des Schraubrohres 27 fest in diese Bohrung eingedrückt. Die gesamte vom Meßdruck auf den Hochdruckaufnehmer ausgeübte Kraft hat das Gewinde 28 zu halten. (Bei sehr hohen Drücken sollte man hier noch eine Kraftunterstützung vorsehen).

Zur Abdichtung des Ringspaltes zwischen Teil 18 und Gefäßwand 19 wird eine Abdeckmembrane 17 aufgeklebt.

Das Meßkabel 25 wird an den Meßanschluß 26 angekoppelt.

Fig. 1

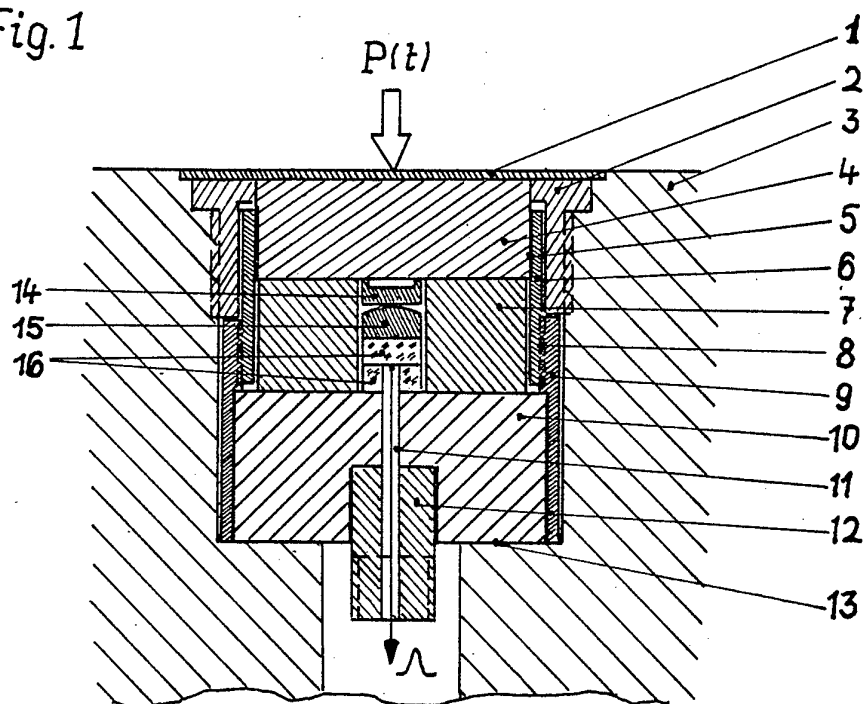


Fig. 2

