



PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 L / 324 530 1

(22) 30.12.88

(44) 27.05.90

(71) VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow, Oderstraße 74/76, Teltow, 1530, DD

(72) Borchers, Eberhard; Heinz, Thomas, Dipl.-Ing.; Schmall, Detlef, Dr.

(54) Verfahren zum Vorspannen von Überlastmembranen für Differenzdruckmeßumformer

(55) Druckmeßgerät; Differenzdruckmeßumformer;

Halbleitersensor; Membrantyp; Überlastschutz; Membran, vorgespannt; Membranträger; Verformung, sphärisch

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorspannen von Überlastmembranen für Differenzdruckmeßumformer, das ein möglichst ganzflächiges Anliegen der Überlastmembran an ihrem Träger ohne den Einsatz von

ätzlichen Federn oder einer erstarrenden Flüssigkeit zur Verwölbung der Membran gegen eine Stützfläche

gewährleistet und die Profilierung der Trennmembran unabhängig von dem der Überlastmembran ermöglicht.

Erreicht wird das dadurch, daß als Träger für die Überlastmembran eine verformbare Trägerscheibe

verwendet wird, mit der zunächst die ebene aus federhartem Material bestehende Überlastmembran mit

ihrem Umfang unnachgiebig verbunden, vorzugsweise verschweißt wird. Anschließend werden beide Teile in einer

geeigneten Vorrichtung durch Druckbeaufschlagung auf die der Überlastmembran abgewandten Seite der

Trägerscheibe über den genannten Bereich der Trägerscheibe bleibend sphärisch verformt. Fig. 3

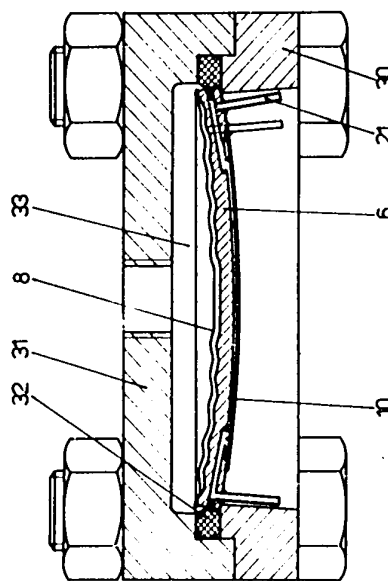


FIG 3

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Vorspannen von Überlastmembranen bei Differenzdruckmeßumformern mit unter Vorspannung an ihrem Träger anliegenden Überlastmembranen, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Träger eine verformbare Trägerscheibe (6, 7) verwendet wird, mit der zunächst die ebene aus federhartem Material bestehende Überlastmembran (10, 11) mit ihrem Umfang unnachgiebig verbunden wird und das anschließend beide Teile in einer geeigneten Vorrichtung durch Druckbelastung auf die der Überlastmembran (10, 11) abgewandten Seite der Trägerscheibe (6, 7) über den gesamten Bereich der Trägerscheibe bleibend sphärisch verformt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit der ebenen Trägerscheibe (6, 7) auf der der Überlastmembran abgewandten Seite auch die Trennmembran (8, 9) mit ihrem Umfang unnachgiebig verbunden und anschließend die sphärische Verformung durchgeführt wird.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorspannen von Überlastmembranen, die zum Schutz des Meßelementes vor einseitiger Überlastung in Differenzdruckmeßumformern eingesetzt werden. Derartige Meßumformer werden insbesondere in der Prozeß- und Aggregatautomatisierung zur Erfassung der physikalischen Größe Differenzdruck und davon abgeleiteter physikalischer Größen häufig verwendet.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist allgemein bekannt, in Differenzdruckmeßumformern zum Schutz des Sensors vor einseitiger Überlastung vorgespannte Überlastmembranen einzusetzen. Derartige Meßumformer bestehen gewöhnlich aus zwei Kammern, die nach außen zum Prozeßmedium hin durch dünne Trennmembranen abgeschlossen und mit einer inkompressiblen Druckübertragungsflüssigkeit, z. B. Silikonöl, gefüllt sind. Beide Kammern sind durch eine starre Wand voneinander getrennt, wobei der Sensor und die Überlastmembran Bestandteil dieser Trennwand sind. Aus der Vielzahl der bekannten Lösungen soll beispielhaft auf die Erfindungsbeschreibungen US-PS 4546653, DE-OS 2718931 und DE-OS 3047 276 verwiesen werden. Um temperaturabhängige Fehler möglichst klein zu halten, ist man bestrebt, das Volumen der beiden Kammern gleich und so klein wie möglich zu halten, d. h., der Überlastschutz soll möglichst kein zusätzliches Ölvolumen beanspruchen, wie es bei den genannten Erfindungsbeschreibungen der Fall ist.

Eine weitere Forderung besteht darin, daß im Meßbereich der Überlastschutz keine Bewegung ausführt und dadurch bei den üblichen sehr steifen und kleinen Halbleitersensoren vom Membrantyp, die nach dem piezoresistiven oder kapazitiven Meßprinzip arbeiten, die Trennmembranen keine Bewegung ausführen. Eine Bewegung der Trennmembran führt zu einem Verbrauch von Meßenergie, zu Hysteresefehlern und zu Linearitätsfehlern infolge der Nichtlinearität der Membransteifigkeit, weshalb die Trennmembransteifigkeit möglichst klein sein muß. Durch eine Volumenverschiebung der Druckübertragungsflüssigkeit verschlechtert sich außerdem das dynamische Verhalten des Meßumformers. Um diese Nachteile zu umgehen, ist es aus dem EP 86 737 bekannt, zwei Überlastmembranen, die außen an dem Aufnahmekörper befestigt sind und unter Vorspannung an diesem anliegen, zu verwenden.

Die Vorspannung der Überlastmembran wird bei der einen Ausführungsform durch eine Feder gewährleistet, die sich an einer fest mit dem Aufnahmekörper verbundenen Platte abstützt und die Überlastmembran gegen den Aufnahmekörper drückt. Nachteilig ist, daß Feder und Überlastmembran in einer nicht zugänglichen Zusatzkammer liegen und die Feder dem Einfluß des Prozeßmediums, das sehr aggressiv sein kann, ausgesetzt ist. Durch Korrosion und Ablagerungen aus dem Prozeßmedium wird in unerwünschter Weise die Überlastschwelle verändert.

Weiterhin wird durch die Feder nur der zentrale Bereich der Überlastmembran gegen den Aufnahmekörper gedrückt, so daß eine unerwünschte Bewegung einer Membranteilfläche nicht zuverlässig verhindert wird. Das Vorsehen einer Platte, die die Federkraft auf eine größere Fläche verteilt, wäre wegen der zusätzlichen Masse, die bei schnellen Überlastvorgängen stark beschleunigt werden muß, nachteilig.

Bei der anderen Ausführungsform ist die Überlastmembran in der zwischen Trennmembran und Aufnahmekörper gebildeten Vorkammer angeordnet und liegt ebenfalls mit Vorspannung an dem Aufnahmekörper an. Die Vorspannung wird dadurch erzeugt, daß eine erstarrende Flüssigkeit, z. B. Zinn oder Plaste, über einen zusätzlichen Kanal zwischen Aufnahmekörper und Überlastmembran gedrückt wird, wobei der dazu aufgewendete Druck die spätere Überlastschwelle bestimmt, also den Meßdruck, bei dem die Überlastmembran vom Membranbett abhebt. Um ein mögliches Verkleben der erstarrenden Flüssigkeit mit der Überlastmembran zu verhindern, wird zwischen dieser und der Flüssigkeit eine dünne Abdichtmembran vorgesehen. Durch die zusätzliche Abdichtmembran und den Kanal im Aufnahmekörper zum Einbringen der erstarrenden Flüssigkeit ist diese Lösung fertigungsaufwendig. Außerdem ist die Druckeinleitung nur außerhalb des Bereiches der Dichtmembran, also unmittelbar am Rand der Überlastmembran möglich, wodurch eine die Überlastschutzfunktion erst voll sichernde schnelle Druckverteilung unter der Überlastmembran nicht stattfinden kann, zumal es nicht möglich ist, diese durch zusätzliche unter der Überlastmembran verlaufende Druckverteilungs Kanäle zu gewährleisten. Da im Überlastfall die Trennmembran gegen die Überlastmembran gepreßt wird, muß ihre Profilierung übereinstimmen. Da aus Funktionsgründen die Federsteife der

Trennmembranen sehr klein und die der Überlastmembran sehr groß sein soll, kann die Form des Wellenprofils beider Membranen, welche deren Federsteife mitbestimmt, nicht auf die erforderliche unterschiedliche Profilform optimiert werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Vorspannen von Überlastmembranen für Differenzdruckmeßumformer zu schaffen, das oben genannte Nachteile nicht aufweist und die Anwendung einer auf eine kleine Federsteife optimierten Trennmembran gestattet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein fertigungstechnisch einfaches Verfahren zum Vorspannen von Überlastmembranen in Differenzdruckmeßumformern zu schaffen, das ein möglichst ganzflächiges Anliegen der Überlastmembran an ihrem Träger ohne den Einsatz zusätzlicher Federn oder einer erstarrenden Flüssigkeit zur Durchwölbung und damit Vorspannung der Membran gegen eine Stützfläche gewährleistet und bei dem die Profilierung der Trennmembran unabhängig von dem der Überlastmembran erfolgen kann.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß als Träger für die Überlastmembran eine verformbare Trägerscheibe verwendet wird, mit der zunächst die ebene aus federhartem Material bestehende Überlastmembran mit ihrem Umfang unnachgiebig verbunden, vorzugsweise verschweißt wird. Anschließend werden beide Teile in einer geeigneten Vorrichtung durch Druckbelastung auf die der Überlastmembran abgewandten Seite der Trägerscheibe bleibend sphärisch verformt, wobei die Trägerscheibe in der Vorrichtung mit ihrem Rand lose aufliegt.

In vorteilhafter Weise wird vor dem Wölben der Trägerscheibe auch die Trennmembran mit ihrem Umfang mit der Trägerscheibe auf der Überlastmembran abgewandten Seite verschweißt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.
Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: einen Schnitt durch einen Differenzdruckmeßumformer mit den erfindungsgemäß auf Trägerscheiben vorgespannten Überlastmembranen

Fig. 2: einen Schnitt durch die aus Überlastmembran, Trägerscheibe und Trennmembran bestehende Membraneinheit vor dem Wölben

Fig. 3: einen Schnitt durch eine geeignete Vorrichtung zum Wölben der Membraneinheit mit einer Membraneinheit nach dem Wölben

Fig. 4: die Druckbelastung/Volumen-Kennlinie des durch die Überlastmembran und die Trägerscheibe gebildeten elastischen hydraulischen Speichers.

Die nach der Erfindung vorgespannten Überlastmembranen dienen dem Schutz des Drucksensors 20 in einem Differenzdruckmeßumformer, wie er als ein mögliches Anwendungsbeispiel in Fig. 1 dargestellt ist. Die zu messenden Drücke werden jeweils in eine Hochdruckeinlaßkammer 1 und in eine Niederdruckeinlaßkammer 2 eingeleitet, die jeweils von einem Gehäusedeckel 3, 5 und einem Mittelteil 4 gebildet werden. In jeder Einlaßkammer 1, 2 ist eine Membraneinheit angeordnet, die jeweils aus einer Trägerscheibe 6, 7, einer Überlastmembran 10, 11 und einer Trennmembran 8, 9 besteht.

Der erste Schritt zur Herstellung einer solchen Membraneinheit ist in Fig. 2 dargestellt. Eine ebene aus federhartem Material bestehende Überlastmembran 10 wird an ihrem Umfang mit einer gleichfalls ebenen, dickeren aber noch verformbaren Trägerscheibe 6 verschweißt. Die der Druckübertragung vom Prozeßmedium auf die Druckübertragungsflüssigkeit 23 im Inneren des Meßumformers dienende Trennmembran 8 wird ebenfalls mit ihrem Umfang mit der gegenüberliegenden Seite der Trägerscheibe 6 verschweißt, wobei für beide Verbindungen vorzugsweise ein Schweißverfahren, wie Elektronenstrahl- oder Laserschweißen, zur Anwendung kommen. Die der Trennmembran 8 zugewandte Seite der Trägerscheibe ist als profiliertes Membranbett ausgebildet, an dem sich die Trennmembran im Überlastfall abstützen kann.

Nach Herstellung der in Fig. 2 gezeigten ebenen Membraneinheit erfolgt im nächsten Schritt das sphärische Durchwölben der Membraneinheit in der in Fig. 3 gezeigten Vorrichtung. Die Membraneinheit liegt in der Vorrichtung auf dem ringförmigen Unterteil 30 nur in einer schmalen Randzone in loser Randeinspannung auf und wird von dem Deckel 31, der nur auf dem Dichtring 32 dichtet, nicht eingespannt. Das Durchwölben der Membraneinheit wird auf einfache Weise dadurch realisiert, daß in die Vorrichtungskammer 33 zwischen Membraneinheit und Deckel 31 ein entsprechend bemessener Druck eingeleitet wird, der eine bleibende sphärische Wölbung der Membraneinheit bewirkt. Bei diesem Vorgang wird die Überlastmembran 10 gedehnt und liegt dadurch, daß ihre hohe Materialstreckgrenze nicht überschritten wird, mit der gewünschten Vorspannung an der Trägerscheibe 6 an. Die Wölbung der Membraneinheit in loser Randeinspannung sichert ein ganzflächiges enges Anliegen der Überlastmembran 10 an der Trägerscheibe und garantiert damit einen minimalen Ölbedarf durch den Überlastschutz. Bei der beschriebenen Wölbung der Membraneinheit wird gleichzeitig die als dünne ebene Folie aufgeschweißte Trennmembran 8 an ihrem Membranbett geprägt. Durch die Konkavwölbung der Trägerscheibe wird der Befestigungsdurchmesser der Trennmembran verringert, was einer Erhöhung der Materialspannungen in der Trennmembran infolge der Einprägung des Wellenprofils entgegenwirkt. Dadurch wird eine für die Funktion der Trennmembran nachteilige Erhöhung der Federsteife aufgrund der Kaltverfestigung des Membranmaterials beim Prägevorgang infolge Dehnung vermieden.

Für einen Einsatz der beschriebenen Membraneinheit in einem Differenzdruckmeßumformer mit dem Meßbereich 6,3 kPa haben sich die folgenden Abmessungen und Materialien als vorteilhaft erwiesen:

Überlastmembran:	Durchmesser	50 mm
	Dicke	0,12 mm
	Material	Cr-Ni-Stahlband mit einer Streckgrenze von etwa 900 N/mm ²
Trägerscheibe:	Durchmesser	60 mm
	Dicke	3 mm
	Material	Cr-Ni-Stahl mit einer Streckgrenze von etwa 200 N/mm ²
Trennmembran:	Durchmesser	60 mm
	Dicke	0,04 mm
	Material	weiches Cr-Ni-Stahlband

Mit einer Druckbelastung von 3,5 MPa in der Kammer 33 wurde bei o. g. Beispiel eine bleibende Durchwölbung der Trägerscheibenmitte von 0,27 mm, bezogen auf einen Durchmesser von 50 mm, erreicht. Die Trennmembran 8 mit einer Wellenprofiltiefe von etwa 0,15 mm wurde bei diesem Vorgang gleichzeitig mitgeprägt.

Fig. 4 zeigt die Druckbelastungs-Volumen-Kennlinie des durch die Überlastmembran 10, 11 und die entsprechende Trägerscheibe 6, 7 gebildeten elastischen hydraulischen Speichers. Daraus ist ablesbar, daß dieser in gewünschter Weise bis zu einer dicht über dem Meßbereichsendwert von 6,3 kPa liegenden Überlastschwelle (etwa 8 kPa) praktisch kein Volumen aufnimmt und erst bei darüberliegenden Drücken seine Speicherkapazität durch Abheben der Überlastmembran 10, 11 von der Trägerscheibe 6, 7 freigibt. Beispielsweise führt ein vom Speicher aufzunehmendes Volumen in den zwischen Trennmembran 8, 9 und Trägerscheibe 6, 7 gebildeten Vorkammern 12, 13 von etwa 200 mm³ Druckübertragungsflüssigkeit zu einem sich nach Anlage der Trennmembran einstellenden Endwert von etwa 47 kPa, der von dem Durchmesser 20 unbeschadet getragen wird. In Fig. 1 ist ein Differenzdruckmeßumformer als ein möglicher Anwendungsfall für die Membraneinheiten dargestellt. Ohne auf Details einzugehen, soll zum besseren Verständnis kurz die Funktionsweise des Überlastschutzes mit der erfindungsgemäß vorgespannten Überlastmembran erläutert werden.

Der in der Hochdruckkammer 1 anliegende Druck wird über die Trennmembran 8 auf die mit Silikonöl gefüllte Vorkammer 12 und über die Druckübertragungskanäle 14, die Bohrung 15, den unter der Überlastmembran 11 verlaufenden Kanal 16, die Bohrung 17 und den Kanal 18 an die plusseitige Teilmeßkammer 19 übertragen. Analog dazu erfolgt die Übertragung des in der Niederdruckkammer 1 anliegenden Druckes über Trennmembran 9, Vorkammer 13 und die Kanäle bzw. Bohrungen 29, 24, 25, 26, 27 in die minusseitige Teilmeßkammer 28. Innerhalb des vorgesehenen Meßbereiches des Meßumformers liegen die Überlastmembranen infolge ihrer Vorspannung fest und ganzflächig an den Trägerscheiben an und sind damit in bezug auf die Meßeigenschaften des Gerätes wirkungslos. Übersteigt nun der Differenzdruck den Meßbereichsendwert und die eingestellte Überlastschwelle, d. h., liegt eine einseitige Überlastung beispielsweise von der Hochdruckseite her vor, so wird die Überlastmembran 11 von dem Träger weg in die Einlaßkammer 2 bewegt und nimmt dabei die durch das Anlegen der Membran 8 an die Trägerscheibe 6 aus der Vorkammer 12 herausgedrängte Flüssigkeit auf.

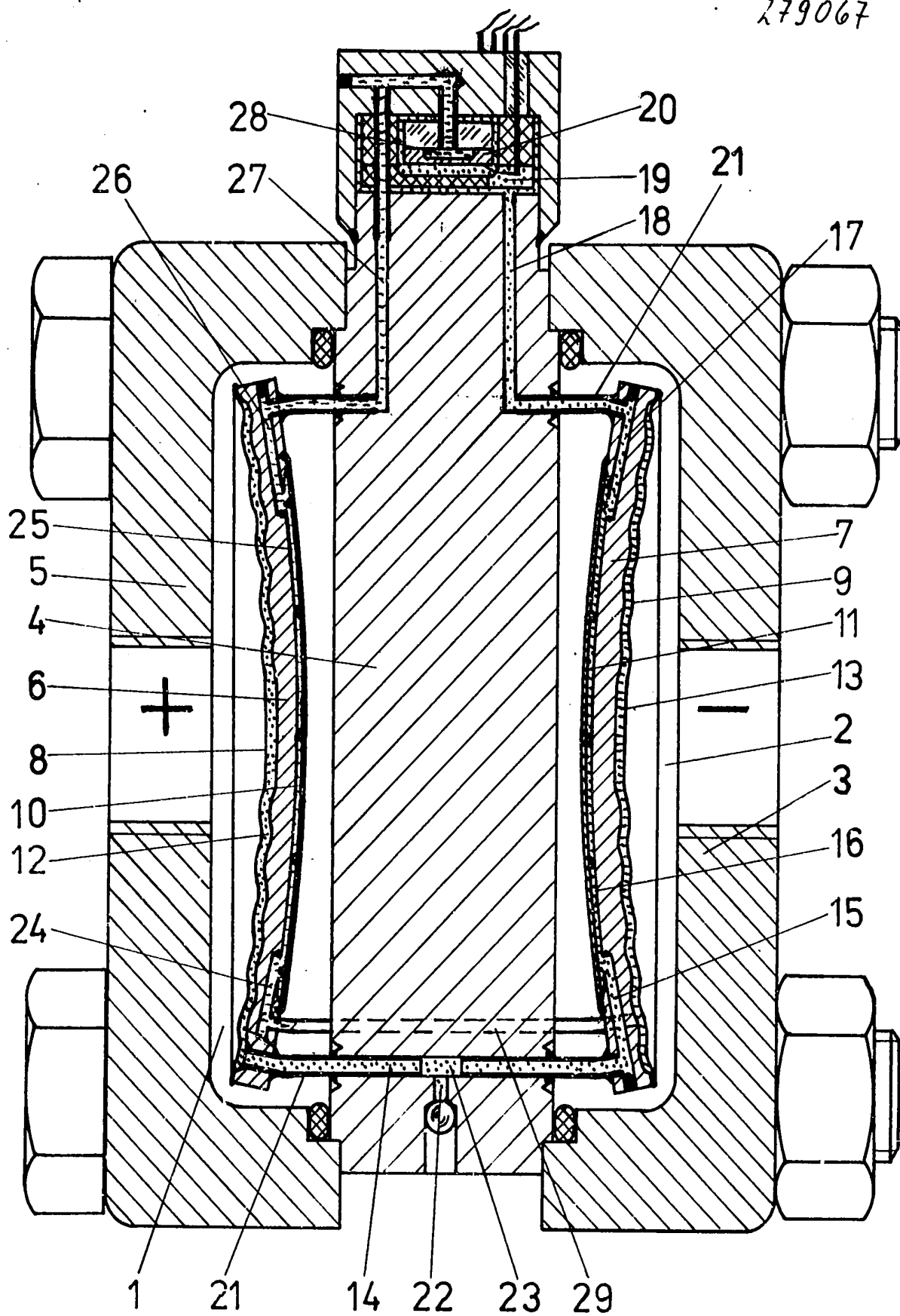


FIG 1

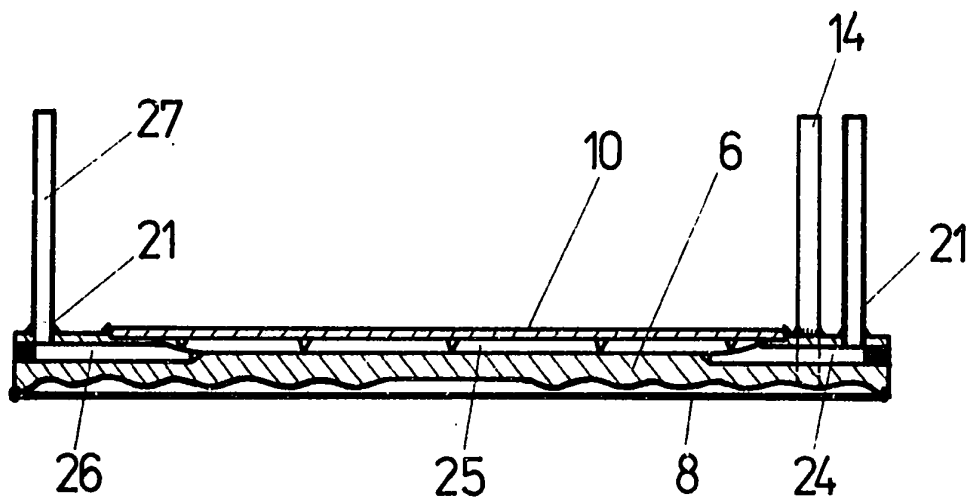


FIG 2

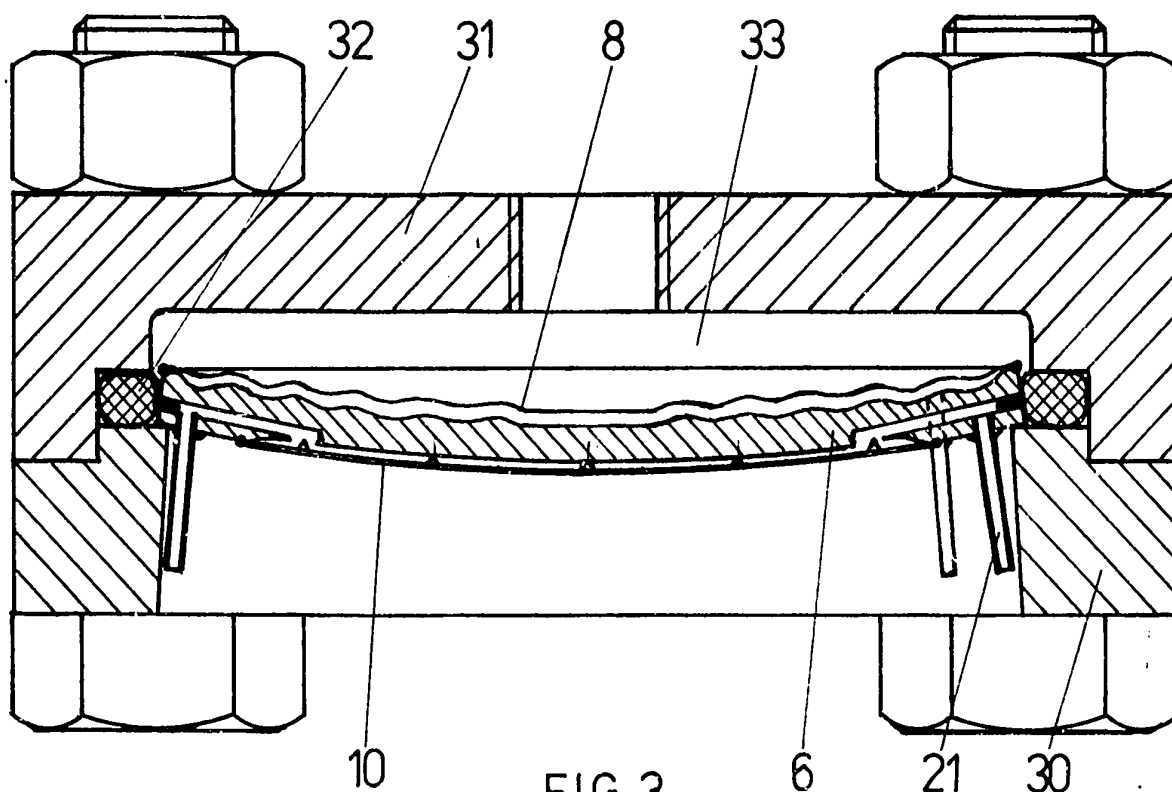


FIG 3

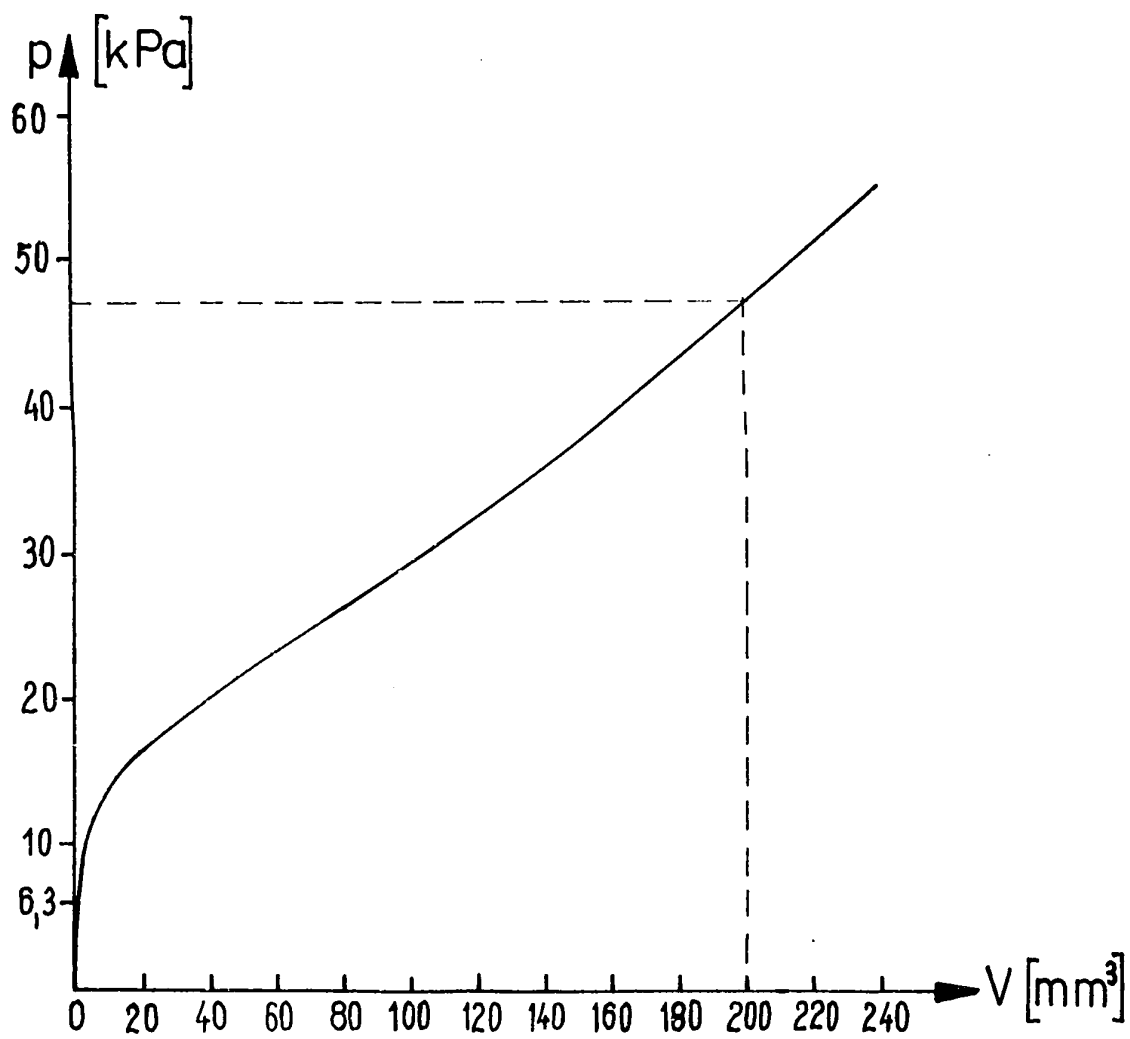


FIG 4