



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 673 062 A5

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: G 01 L 21/34  
H 01 J 41/06

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 1800/87

⑫② Anmeldungsdatum: 12.05.1987

⑫③ Priorität(en): 17.11.1986 HU 4720/86

⑫④ Patent erteilt: 31.01.1990

⑫⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 31.01.1990

⑫⑦ Inhaber:  
Tungsram Részvénytársaság, Budapest IV (HU)

⑫⑦② Erfinder:  
Siposs, Andras, Budapest (HU)

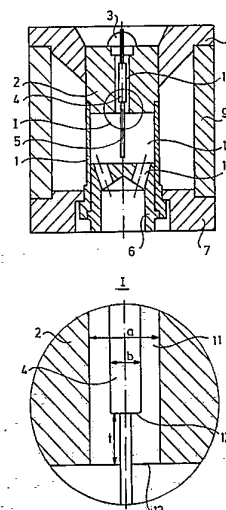
⑫⑦④ Vertreter:  
Rottmann Patentanwälte AG, Zürich

⑫④ **Penning-Vakuummeter.**

⑫⑤ Die Erfindung betrifft ein Penning-Vakuummeter, d.h. ein Vakuummeter mit Kaltkathode und Magnetfeld, das aus einem zylindrischen Katodenkörper (1) aus Stahl, einer angeschweissten, mit Bohrung versehenen Weicheisenscheibe (2), einer in eine Glasperle (3) eingelöteten Weicheisenpatrone (4), einem in die Patrone (4) eingespannten Wolfram-Anodenstab (5), einem mit den gaszuführenden Bohrungen (14) versehenen Weicheisenstöpsel (6), einem unteren bzw. oberen Weicheisentragring (7, 8) und einem zylindrischen Dauermagneten - diese Elemente umschliessen den Entladungsraum (10) - aufgebaut ist. Das Wesen des erfindungsgemässen Penning-Vakuummeters besteht darin, dass im Entladungsraum (10) der Wert der magnetischen Induktion 0,05 - 0,08 T beträgt, während der Abstand zwischen der dem Entladungsraum (10) zugewandten Endplatte (12) der anodentragenden Patrone (4), die in der Bohrung (11) der Weicheisenscheibe (2) liegt, und einem Rand (13) des Entladungsraums (10) einen Wert aufweist, welcher durch die Formel

$$t \geq a(0,05 + 0,03 b)$$

bestimmt wird. Dabei bedeutet a den Durchmesser der Bohrung (11) der Weicheisenscheibe (2) und b den Durchmesser der anodentragenden Patrone (4). Das Penning-Vakuummeter kann in automatischen Steuerungen mit höchster Zuverlässigkeit verwendet werden.



## PATENTANSPRUCH

Penning-Vakuummeter mit Kaltkatode und Magnetfeld, das mit einem aus Stahl gefertigten zylindrischen Katodenkörper (1), einer daran angeschweisste, mit Bohrung (11) versehenen Weicheisenscheibe (2), aus einer in einer Glasperle (3) eingelöten anodentragenden Weicheisenpatrone (4), einem in die Patrone (4) eingespannten Wolfram-Anodenstab (5), einem mit gaseinführenden Bohrungen (14) versehenen Weicheisenstöpsel (6), einem unteren bzw. oberen Weicheisenring (7, 8) und einem zylindrischen Dauermagneten (9) — die einen Entladungsraum (10) umschliessen — ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Entladungsraum (10) der Wert der magnetischen Induktion 0,05 bis 0,08 T beträgt, während der Abstand  $t$  zwischen einer dem Entladungsraum (10) zugewandten Endplatte (12) der anodentragenden Patrone (4), die in der Bohrung (11) der Weicheisenscheibe (2) liegt, und einem Rand (13) des Entladungsraums (10) der durch die Formel

$$t \geq a(0,5 + 0,03 b)$$

ausgedrückter Bedingung entspricht, wobei  $a$  den Durchmesser der Bohrung (11) und  $b$  den Durchmesser der anodentragenden Patrone (4) bezeichnen.

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Penning-Vakuummeter, d.h. ein Ionisationsvakuummeter mit Kaltkatode und Magnetfeld nach dem Oberbegriff des Anspruches.

Es ist üblich, im Hochvakuum-Wertbereich, zwischen den Druckgrenzen von  $10^{-5}$  Pa bis 1 Pa Ionisationsvakuummeter mit Kaltkatode und Magnetfeld, d.h. ein Penning-Vakuummeter zur Druckmessung zu verwenden. Eine ausführliche Beschreibung derartiger Vakuummeter ist im Buche von J.H. Leck: Pressure measurement in Vacuum Systems (S. 113) zu finden.

Es ist ferner bekannt, dass im erwähnten Druckbereich, in der erzeugten Gasentladung der durchfliessende Strom von der angelegten Spannung, der Gaszusammensetzung und dem Druck abhängt. Wenn nun der Entladungsraum in ein Magnetfeld gesetzt wird, sind die Elektronen durch die Magnetfeldwirkung gezwungen, in der Gasentladung von der Katode zu der Anode sich bewegend einer spiralförmigen (zykloidischen) Bahn zu folgen. Demzufolge kommen auch bei einer recht niedrigen Gasdichte (hohem Vakuum) ionisierende Anstösse in bei einer Vakuummessung erforderlicher genügend hoher Anzahl zustande. Im wesentlichen bildet dieser Prozess den Grund der Arbeit des Penning-Vakuummeters, das rohrförmig ausgebildet ist. Wenn nun im Rohr das Magnetfeld und die Gaszusammensetzung auf einem konstanten Wert behalten werden, stellt die Stärke des entstandenen Entladungsstroms das Mass des Drucks (des Vakuums) dar. Den Entladungsstrom auf einen Mikroamperemesser leitend, ist nach entsprechender Kalibrierung der Druckwert (das Vakuum) unmittelbar an dem Amperemeter ablesbar.

Inzwischen wurde das ursprünglich ein zwischen Magnetbacken eingesetzte Glasrohr enthaltendes Vakuummeter weiterentwickelt, und das zeitgemässe Penning-Vakuummeter besteht praktisch ausschliesslich aus Metallelementen. Solche Vakuummeter sind z.B. im Katalog der Firma Balzers AG (Liechtenstein) beschrieben. Diese robusten und betriebssicheren Messgeräte werden überwiegend aus Metall hergestellt, Messzelle und Anschlussflansch sind aus rostfreiem Stahl gefertigt. Das Magnetfeld wird von einem die Messzelle umschliessenden Dauermagneten erzeugt, das Messrohr wird mit Gleichspannung von einigen kV gespeist.

Gegenüber den Ionisationsvakuummetern mit geheizter Katode weisen diese Messgeräte zahlreiche Vorteile auf. Es wird schnell gemessen, die Bedienung ist einfach, Empfindlichkeit ist hoch, Überlastungen, ja sogar Luftleinbrüche werden gut vertragen.

Neben allen vorteilhaften Eigenschaften weist jedoch das bekannte Messgerät den Nachteil auf, dass die Anzeige nicht immer eindeutig ist, da die Druck-Strom-Charakteristik nicht immer monoton verläuft, es kommen Sprünge, Hysteresen vor. Aus diesem Grunde ist das Anwendungsgebiet beschränkt, durch diese Nachteile ist die Verwendung in automatischer Steuerung ebenfalls begrenzt.

Erfindungsgemäss wurde als Ziel gesetzt eine Lösung zur Behebung der erwähnten Unzulänglichkeiten zu finden. Im Laufe der Forschungstätigkeit wurde erkannt, dass eine monotone Charakteristik erhaltbar ist und die Hysteresen beseitigt werden können, wenn im Rohr des Messgeräts gewisse strukturelle Änderungen vorgenommen werden.

Es wurde erkannt, dass die Lage der anodeneinführenden Patrone und der Wert der in dem Entladungsraum bestehenden magnetischen Induktion eine entscheidende Rolle bei der Beseitigung der Nachteile spielen.

Eine weitere Erkenntnis besteht darin, dass der Abstand zwischen dem Ende der anodentragenden Weicheisenpatrone und dem Rand des Entladungsraums eine äusserst wichtige Rolle spielt. Wenn das Ende der Patrone in den Entladungsraum hineinreicht, können in der Charakteristik Sprünge und Hysteresen beobachtet werden, wobei die Empfindlichkeit des Messrohrs den Sollwert unterschreitet. Im wesentlichen ist man mit derselben Situation konfrontiert, wenn zwar das Patronenende in der Bohrung liegt, aber die Lage eine minimale Tiefe nicht erreicht. Die genaue Erkenntnis dieser Lage bildet die eine Charakteristik der erfindungsgemässen Lösung.

Es hat sich ferner gezeigt, dass auch die magnetische Induktion einen optimalen Wertbereich besitzt, unter welchem die Empfindlichkeit des Messrohrs den erforderlichen Wert unterschreitet, wenn hingegen der betreffende Wertbereich übertroffen wird, wird die Empfindlichkeit befriedigend sein, aber Sprünge und Hysteresen treten in der Charakteristik auf.

Erfindungsgemäss wird ein Penning-Vakuummeter, d.h. ein Vakuummeter mit Kaltkatode und Magnetfeld vorgeschlagen, welches die im Patentanspruch aufgeführten Merkmale aufweist.

Die Erfindung wird anhand eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels, mit Hilfe der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 den schematischen Längsschnitt des erfindungsgemässen Penning-Vakuummeters,

Fig. 2 einen ausgebrochenen Teil I des Messrohrs des Vakuummeters im vergrösserten Darstellung,

Fig. 3 die Beziehung zwischen der Charakteristik und der Position der Patrone,

Fig. 4 die Beziehung zwischen der Charakteristik und der magnetischen Induktion.

Figur 1 veranschaulicht den Aufbau des erfindungsgemässen Penning-Vakuummeters. Das Messgerät ist aus einem zylindrischen, aus Stahl gefertigten Katodenkörper 1, einer angeschweissten Weicheisenscheibe 2, einer in eine Glasperle 3 eingelöteten anodentragenden Weicheisenpatrone 4, einem Wolfram-Anodenstab 5, einem Weicheisenstöpsel 6 und sich darin befindenden gaseinführenden Bohrungen 14, einem unteren bzw. oberen Weicheisenhaltering 7 bzw. 8, des weiteren einem zylindrischen Dauermagneten 9 aufgebaut. Diese Elemente schliessen einen Entladungsraum 10 um.

In Figur 2 ist jener Teil I des erfindungsgemässen Penning-Vakuummeters nach Figur 1 in ausgebrochener Darstellung zu sehen, der das Wesen vorliegender Erfindung veranschaulicht. Es wurde nämlich erkannt, dass die eine Voraussetzung der

vollkommenen hochempfindlichen Funktion des Vakuummessrohrs mit einer Charakteristik ohne Sprung und Hysterese darin besteht, dass die anodenträgende Weicheisenpatrone 4 in der Bohrung 11 der Weicheisenscheibe einen bestimmten Platz einnehme und sich in der entsprechenden Position befinde. Dies wird erreicht, wenn zwischen der dem Entladungsraum 10 zugewandten Endplatte 12 der Patrone 4 und einem Rand 13 des Entladungsraums 10 ein optimaler Abstand vorhanden ist, dessen Wert nach der Beziehung

$$t \geq a(0,5 + 0,03 b)$$

bestimmt werden kann. Dabei ist mit  $a$  der Durchmesser der Bohrung 11 und mit  $b$  der Durchmesser der anodenträgenden Weicheisenpatrone 4 bezeichnet.

Figur 3 stellt die Beziehung zwischen der Charakteristik und der Position der Patrone für den Fall dar, in dem die Induktion im Bereich zwischen 0,05 und 0,08 T (tesla) liegt. Auf der Abszissenachse ist der tatsächliche Druck aufgetragen, die Ordinate entsprechen den an dem Messrohr angezeigten Druckwerten. Linie  $d$  veranschaulicht den idealen Fall, die Kurve  $a$  den

Fall, in dem  $t=0$ , und die Kurve  $b$  den Fall, in dem der Wert  $t$  durch die Ungleichung  $0 < t < a(0,5 + 0,03 b)$  bestimmt wird, zuletzt veranschaulicht die Kurve  $c$  den Fall, in dem der Wert  $t$  dem in dem Patentanspruch definierten Bereich entspricht, d.h.  $t \geq a(0,5 + 0,03 b)$ .

Figur 4 veranschaulicht die Beziehung zwischen der Charakteristik und der magnetischen Induktion für den Fall, in dem der Wert  $t$  dem Patentanspruch entspricht. Die Koordinaten sind mit denen der Figur 3 übereinstimmen. Ähnlich wie in der Figur 3, gibt die Gerade  $d$  die ideale Charakteristik an; die Kurve  $a$  weist auf eine den Wert 0,05 T unterschreitende Induktion, die Kurve  $b$  eine den Wert 0,08 T überschreitende Induktion hin, während die Kurve  $c$  den Fall für die erfindungsgemäße Induktion anzeigt.

Aus den Figuren 3 und 4 geht es eindeutig hervor, dass die Anzeige des erfindungsgemässen Vakuummessrohrs eindeutig ist, die Druck-Stromcharakteristik monoton verläuft, Sprünge-Hysteresen kommen nicht vor und die Empfindlichkeit befriedigend ist. Die erfindungsgemässe Lösung kann in automatischen Steuerungen mit höchster Zuverlässigkeit verwendet werden.

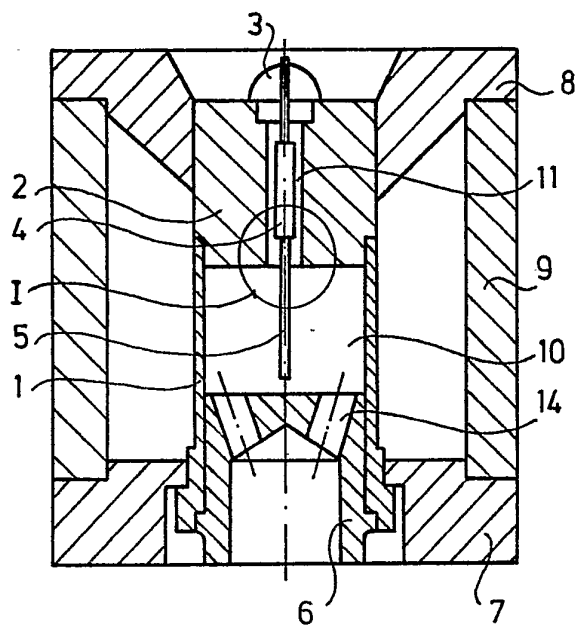


Fig. 1

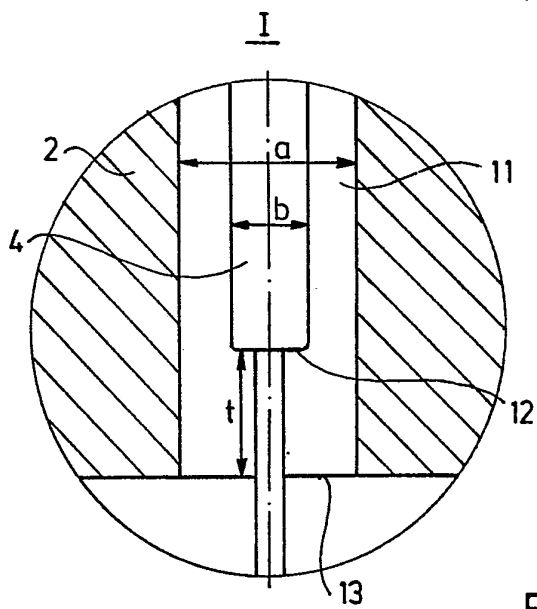


Fig. 2

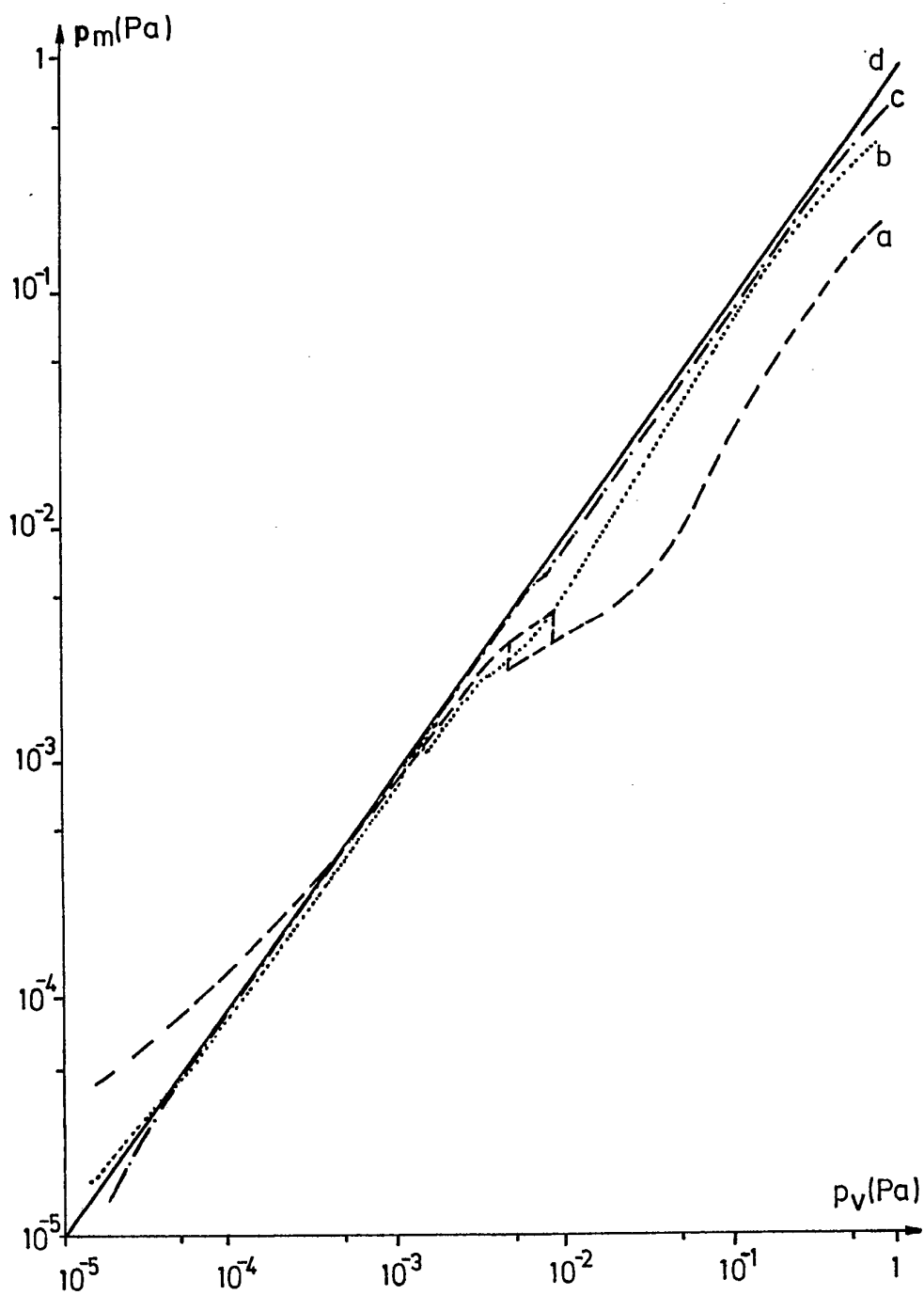


Fig.3

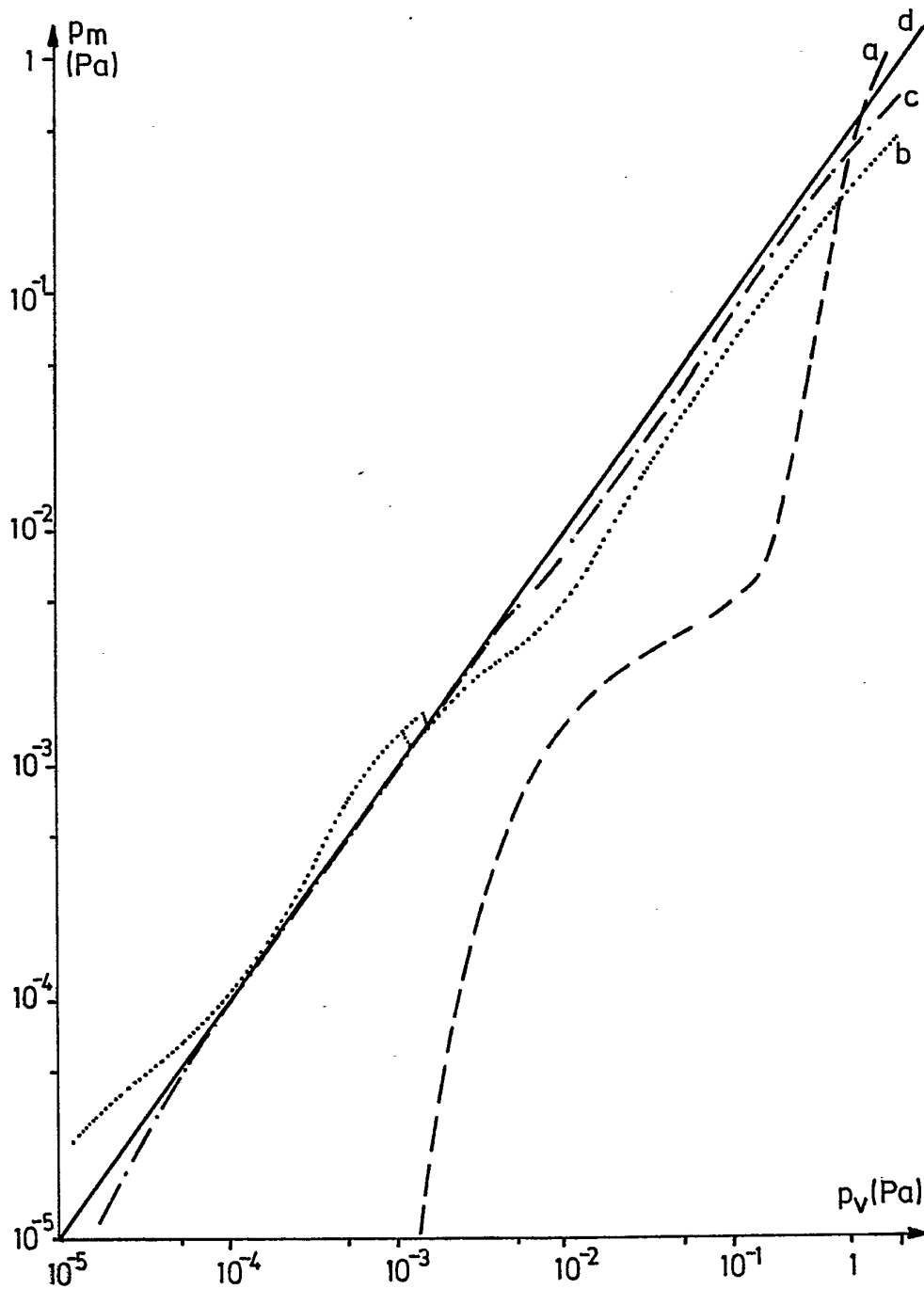


Fig.4