



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 39 906 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 N 35/08**  
G 01 N 31/10  
B 01 L 3/00

21 Aktenzeichen: 100 39 906.1  
22 Anmeldetag: 16. 8. 2000  
43 Offenlegungstag: 12. 4. 2001

DE 100 39 906 A 1

66 Innere Priorität:  
199 41 512. 9 31. 08. 1999

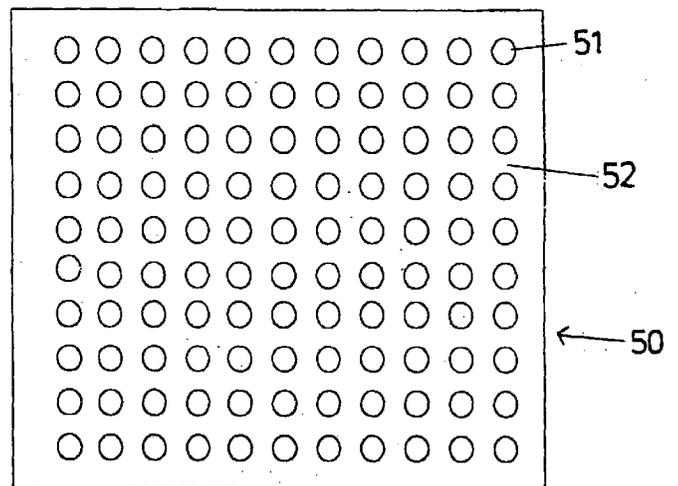
71 Anmelder:  
Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH, 55129 Mainz, DE

72 Erfinder:  
Ehrfeld, Wolfgang, Prof. Dr., 55124 Mainz, DE;  
Löwe, Holger, Dr., 55276 Oppenheim, DE; Hessel,  
Volker, Dr., 65510 Hünstetten, DE; Lohf, Astrid, Dr.,  
55129 Mainz, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Vorrichtung und Verfahren zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben

57 In einer Vorrichtung und einem Verfahren zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben auf einem Träger, welche gegenüber dem Stand der Technik eine höhere Effizienz, einen höheren Durchsatz, bessere Reproduzierbarkeit, Vergleichbarkeit und Handhabung der untersuchten Proben und eine für bestimmte Anwendungen bessere Übertragbarkeit der Ergebnisse auf große Maßstäbe ermöglichen, wird ein Träger (40) verwendet, der eine matten- oder streifenförmige Form aufweist, wenigstens in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Trägers für ein Fluid durchlässig ist, aus einem vliesartigen, gewobenen oder einem anderen offenporigen Material besteht, und eine Vielzahl von Proben aufweist.



DE 100 39 906 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben sowie einen Träger für eine Vielzahl von zu untersuchenden Proben, welcher für die Verwendung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung und für das erfindungsgemäße Verfahren geeignet ist.

Die Erfindung richtet sich insbesondere auf das Untersuchen bzw. Durchmustern (Screening) einer großen Anzahl von Proben hinsichtlich ihrer Reaktivität oder katalytischen Aktivität mit einem Fluid oder einem Gemisch aus verschiedenen Fluiden.

Die kombinatorische Chemie hat in den letzten Jahren für die Optimierung von Synthese und Charakterisierung neuer funktionaler Stoffe eine große Bedeutung erlangt. Kombinatorische Synthesetechniken ermöglichen die schnelle Präparation einer großen Zahl chemisch verschiedener Stoffe. Dies führte zu Entwicklungen, solche Stoffe auch hinsichtlich ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften möglichst effizient und mit hohem Durchsatz charakterisieren zu können. Besondere Bedeutung haben solche kombinatorischen Methoden für die pharmazeutische Industrie und die Biotechnologie beim Auffinden neuer Wirkstoffe sowie für die Katalysator- und Materialforschung, insbesondere zum effizienten Auffinden neuer und wirksamerer Heterogenkatalysatoren.

Die Verfahren zur effizienten Charakterisierung verschiedener Stoffe basieren darauf, eine große Anzahl unterschiedlicher Proben, z. B. als Probenbibliotheken, bereitzustellen und diese in einem parallelen oder mit hohem Durchsatz sequentiell ablaufenden Verfahren hinsichtlich ihrer Reaktivität oder katalytischer Aktivität zu untersuchen. Vielen bekannten Verfahren zur Untersuchung heterogener Reaktionssysteme ist gemein, die zu durchmusternden unterschiedlichen Proben an einem Trägermaterial zu immobilisieren, die Proben anschließend gemeinsam oder sequentiell dem gleichen Reaktionspartner auszusetzen und schließlich die Reaktivität jeder einzelnen Probe mit diesem Reaktionspartner zu bestimmen. Bei diesen Verfahren werden die Proben auf einen festen Träger aufgebracht, immobilisiert und gegebenenfalls chemisch oder thermisch nachbehandelt. Anschließend wird der gesamte Träger gleichzeitig oder abschnittsweise durch Aufblasen, Überleiten oder Benetzen mit einem gasförmigen oder flüssigen Reaktanden beaufschlagt. Bekannte Verfahren zur Identifizierung von Reaktionen des gasförmigen oder flüssigen Reaktanden mit den Proben umfassen die Infrarot-Thermographie und die resonanzverstärkte Multiphotonen-Ionisation. Mit der Infrarot-Thermographie lassen sich exotherme Reaktionen identifizieren, indem man die bei der Reaktion freiwerdende Reaktionswärme auf dem Träger mit den darauf verteilten Proben beobachtet. Für die Infrarot-Thermographie geeignete Träger sind beispielsweise Schieferplatten, da aufgrund der geringen thermischen Reflexion dieses Materials Interferenzen der thermischen Abstrahlung gering gehalten werden können. Bei der resonanzverstärkten Multiphotonen-Ionisation, welche sich für die Untersuchung von heterogenen Gasphasenreaktionen eignet, wird ein Reaktandengas an einer Probe entlangeleitet und die entstehenden Produkte mittels eines Laserstrahls ionisiert und die entstehenden Ionen an einer Elektrode nachgewiesen (Bein, Thomas, *Angew. Chemie* 1999, 111, Nr. 3, S. 335–338, Effiziente Assays für kombinatorische Methoden zur Entdeckung von Katalysatoren; Cong, Peijun et al., *Angew. Chemie* 1999, 111, Nr. 4, S. 508–511, Kombinatorische Parallelsynthese und Hochgeschwindigkeitsrasterung von Heterogenkatalysator-Bibliotheken; Schlögl, Robert, *Angew. Chemie* 1998, 110, Nr. 17,

S. 2467–2470, *Kombinatorische Chemie in der heterogenen Katalyse: ein neuer wissenschaftlicher Ansatz oder "des Kaisers neue Kleider"?*).

Bei einem alternativen sequentiellen Verfahren wird Reaktandengas mittels einer aus zwei konzentrisch angeordneten Röhren durch eine der Röhren auf eine Probe aufblasen und die Reaktionsprodukte durch die andere Röhre wieder abgezogen und einem Detektor zugeführt. Als Detektoren eignen sich vor allem Massenspektrometer, aber auch UV- und IR-Spektrometer und andere übliche Vorrichtungen der instrumentellen Analytik. Die vorgenannten Verfahren, bei denen die Produktgase charakterisiert werden, eignen sich insbesondere zur Untersuchung von heterogenkatalytischen Gasphasenreaktionen.

Nach einem weiteren Verfahren zur Durchmusterung einer Vielzahl von Proben werden die zu untersuchenden Stoffe auf einen schüttfähigen Träger, z. B. kleine Kugeln, Pellets oder Granulate, aus porösen Materialien aufgebracht und die schüttfähigen Träger in die Vertiefungen von Mikrotiterplatten eingefüllt. Zur Untersuchung von heterogenen Flüssigphasenreaktionen werden dann die flüssigen Reaktionspartner hinzugegeben und die entstehenden Reaktionsprodukte anschließend nachgewiesen. Zur Untersuchung von heterogenen Gasphasenreaktionen werden Mikrotiterplatten verwendet, bei welchen die Böden der einzelnen Vertiefungen Öffnungen aufweisen, durch die das Reaktionsgas von unten eingeblasen wird. Der Nachweis von Reaktionen mit den verschiedenen Proben in den Vertiefungen der Mikrotiterplatte erfolgt dann beispielsweise durch laserinduzierte, resonanzverstärkte Multiphotonen-Ionisation der Reaktionsgase unmittelbar über den Vertiefungen der Platte. Ein Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß das schüttfähige Trägermaterial durch das Einblasen des Eduktgases aufgewirbelt und aus den einzelnen Vertiefungen herausgeschleudert werden kann. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die Befüllung der Vertiefungen in der Mikrotiterplatte mit dem schüttfähigen Probenmaterial sehr aufwendig und häufig mit großer Ungenauigkeit hinsichtlich der in die einzelnen Vertiefungen eingefüllten Probenmengen behaftet ist.

Ein weiteres Problem aller vorgenannten Verfahren, welche in äußerst geringen Dimensionen durchgeführt werden, liegt in der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf mittel- und großtechnische Maßstäbe (Up-Scaling). Dieses Up-Scaling-Problem solcher im Mikromaßstab durchgeführten Reaktionen begründet sich zum großen Teil darin, daß die untersuchten Proben nicht in der Form bereitgestellt werden, wie sie üblicherweise bei industriellen Verfahren eingesetzt werden. Für die Untersuchung von heterogenen Katalysereaktionen liefert die Verwendung von porösen, mit dem zu untersuchenden Stoff beschichteten Pellets als Träger bislang die besten Ergebnisse, da Pellets auch bei einigen großtechnischen Verfahren als Katalysatorträgermaterialien verwendet werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben bereitzustellen, welches insbesondere eine höhere Effizienz, einen höheren Durchsatz, bessere Reproduzierbarkeit, Vergleichbarkeit und Handhabung der untersuchten Proben und eine für bestimmte Anwendungen bessere Übertragbarkeit der Ergebnisse auf große Maßstäbe liefert und weiterhin kostengünstiger anzuwenden ist. Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie einen für das Verfahren geeigneten Träger für eine Vielzahl von zu untersuchenden Proben zu liefern. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren

zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben gelöst, bei dem man

- a) einen matten- oder streifenförmigen Träger bereitstellt, welcher wenigstens in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Trägers für das Fluid durchlässig ist, und aus einem vliesartigen, gewobenen oder einem anderen offenporigen Material besteht,
- b) die zu untersuchenden Proben auf den Träger aufbringt,
- c) das Fluid durch die Ebene des Trägers hindurchströmen läßt, so daß das Fluid mit wenigstens einer der Proben in Kontakt kommt, und
- d) das Fluid oder die Proben nach dem Kontakt untersucht.

Als Träger eignet sich eine Vielzahl verschiedenster Materialien mit einem gas- oder flüssigkeitsdurchlässigen, d. h. offenporigen Aufbau. Die Trägermatten oder -streifen können aus einem mehr oder weniger flexiblen Faser- oder Fadenmaterial, wie Vlies, Filz, Gewebe, Gelege, Gewirke, Wolle, Netzen oder ähnlichem, bestehen. Als Fasern oder Fäden eignen sich beispielsweise Glasfasern, Keramikfasern, Asbest, Asbestersatzstoffe, Metallfasern oder -fäden, Steinwolle, organische oder anorganische Polymerfasern oder natürliche Fasern, wie Wolle oder Baumwolle, oder ein Gemisch aus verschiedenen Faserarten. Geeignet sind auch Papierstoffe, wie Filterpapier und ähnliches. Der Träger kann auch aus mehreren übereinander angeordneten Lagen oder Schichten der vorgenannten Materialien aufgebaut sein. Hierfür eignen sich z. B. übereinander angeordnete Gewebe- oder Papierlagen.

Alternativ kann das Trägermaterial aber auch ein festes offenporiges Material mit einem im wesentlichen starren Gerüst sein. Hierfür eignen sich z. B. Fritten aus Glas oder Keramik, Sinterfritten, mikrostrukturierte Glas- oder Keramikwafer, offenporige Keramiken jeglicher Art und ähnliches. Weiterhin eignen sich als Trägermaterialien auch stärker flexible poröse Materialien, wie Schwämme oder offenporige Schaumstoffe aus organischen Polymeren, wie z. B. Polyester-Schaumstoffe.

Der Träger kann in jeder gewünschten Form verwendet werden, wobei diese apparativen Erfordernissen anzupassen ist. Vorzugsweise wird er jedoch als rechteckige Matte oder Lage verwendet, wenn die Proben als zweidimensionales Feld auf den Träger aufgebracht und durchmustert werden, oder alternativ als Streifen oder Band, insbesondere für sequentielle Untersuchungen, bei denen die Proben eindimensional entlang des Trägers aufgebracht und durchmustert werden. Flexible Träger können insbesondere in der Streifen- oder Bandform vorteilhaft sowohl vor dem Aufbringen der Proben als auch danach auf Rollen aufgewickelt und so gelagert, transportiert oder in bestimmten Apparaturen auch in dieser Form verwendet werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Proben in zueinander in der Ebene des Trägers beabstandeten Bereichen und ohne Berührung benachbarter Proben miteinander auf den Träger aufgebracht. Dies kann sowohl in einer als auch in zwei Dimensionen der Trägerebene erfolgen. Man erhält so eine Reihe oder ein Feld von Proben auf einem Träger, in dem die einzelnen Proben in eng lokalisierten Bereichen vorhanden sind. Es ist auch zweckmäßig, die Proben in einem gleichmäßig beabstandeten Raster aufzutragen.

Bei einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens bringt man die Proben ohne Abstände zueinander so auf den Träger auf, daß die Zusammensetzung der Proben über die

Ebene des Trägers schrittweise oder kontinuierlich variiert. Diese Form des Auftragens erlaubt eine sich kontinuierlich verändernde oder schrittweise Einstellung unterschiedlicher Konzentrationen oder Mischungsverhältnisse der aufgetragenen Substanzen.

Bei beiden vorgenannten Ausführungsformen ist es zweckmäßig, wenn man die Bereiche zwischen den zu untersuchenden Proben mit Barrieren versieht, die ein Übertreten des durch den Träger hindurchströmenden Fluids von dem Bereich einer Probe zu einer benachbarten Probe verhindern. Dies ist erforderlich, da das Trägermaterial in der Regel nicht nur senkrecht zur Ebene des Trägers, sondern auch in der Ebene flüssigkeitsdurchlässig ist. Ein Übertreten des Fluids aus dem Bereich einer Probe in denjenigen einer benachbarten Probe würde die Ergebnisse verfälschen.

Eine erfindungsgemäß besonders vorteilhafte Möglichkeit, Barrieren zwischen benachbarten Probenbereichen aufzubauen, durch die ein Fluidübergreifen physikalisch verhindert wird, besteht darin, daß man eine Flüssigkeit in die für die Barrieren vorgesehenen Bereiche des Trägers einbringt, welche anschließend erstarrt oder polymerisiert. Verwendet man für den Aufbau solcher physikalischer Barrieren organische Polymere, so ist es zweckmäßig, diese in flüssiger Form der Monomere oder als fließfähige Vorpolymere in die dafür vorgesehenen Bereiche des Trägers einzubringen und diese durch vorherige oder anschließende Zugabe eines Polymerisationsinitiators zu polymerisieren. Alternativ können auch Flüssigkeiten verwendet werden, die unter der Einwirkung von Wärme oder Bestrahlung polymerisieren. Des Weiteren können zur Ausbildung von Barrieren Lösungen von Stoffen verwendet werden, die an den entsprechenden Orten in dem Trägermaterial unter Ausbildung einer flüssigkeitsdurchlässigen Barriere auskristallisieren.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung von Barrieren zwischen benachbarten Probenbereichen, welche sich insbesondere bei der Verwendung von Flüssigkeiten als durchströmende Fluide eignet, besteht darin, das Trägermaterial in diesen Bereichen je nach durchzuleitender Flüssigkeit zu hydrophobisieren oder zu hydrophilisieren. Diese auf Abstoßungskräften basierenden Barrieren eignen sich insbesondere dann, wenn Flüssigkeiten mit geringen Drücken durch den Träger hindurchgeleitet werden oder wenn die Flüssigkeiten durch Anlegen eines Unterdrucks durch den Träger gesogen werden.

Ein weiteres einfaches und erfindungsgemäß besonders vorteilhaftes Verfahren zur Bereitstellung von Barrieren zwischen benachbarten Probenbereichen besteht darin, daß man den Träger zwischen den probenhaltigen Bereichen im wesentlichen flüssigkeitsdurchlässig zusammendrückt, zusammennäht oder verschmilzt. Wird der Träger bei der Durchführung der Untersuchungen zwischen zwei Platten oder Flächen eingespannt, so kann das flüssigkeitsdurchlässige Zusammenpressen einfach dadurch erfolgen, daß an einer oder beiden Flächen in den Barrierebereichen Vorsprünge vorgesehen sind, die das Trägermaterial fest zusammendrücken. Ein Verschmelzen des Trägermaterials zur Herstellung von Barrieren bietet sich vor allem bei einer Vielzahl von Trägermaterialien aus organischen Polymerfasern an.

Insbesondere für die Identifizierung katalytisch aktiver Proben, die sich für heterogene Gas- oder Flüssigphasenreaktionen eignen, ist es wichtig oder zumindest zweckmäßig, daß die zu untersuchenden Stoffe eine besonders große Oberfläche für einen Kontakt mit einem umzusetzenden Reaktionspartner, d. h. dem in dem erfindungsgemäß verwendeten Fluid, bieten. Aus diesem Grunde, aber auch weil sich nicht jedes Trägermaterial zur Beschichtung mit den zu untersuchenden Proben eignet, ist es besonders zweckmäßig, wenn man die Oberfläche des porösen Materials, aus dem

der Träger aufgebaut ist, vor dem Aufbringen der Proben mit einer Probensubstratschicht versehen. Gegenüber Verfahren, bei denen Proben auf eine Trägerplatte aufgebracht werden, bietet das erfindungsgemäße Trägermaterial häufig bereits eine erheblich größere spezifische Oberfläche. Diese reicht jedoch gerade bei der Untersuchung von katalytischen Reaktionen meistens nicht aus, um einen befriedigenden Stoffumsatz zu erzielen. Es ist daher zweckmäßig, als Probensubstratschicht ein poröses oder hochporöses Material mit großer spezifischer Oberfläche auf die Oberfläche des Trägermaterials aufzubringen oder das Material in den Träger einzubringen.

Ein anderer Grund für das Vorsehen einer Probensubstratschicht zwischen Trägermaterial und Probensubstanz kann dann vorliegen, wenn das Trägermaterial gegenüber dem für die Untersuchung verwendeten Fluid nicht inert ist und von diesem angegriffen oder anderweitig damit reagieren würde. Auch wenn die eingesetzten Proben mit dem Trägermaterial reagieren oder schlecht auf diesem haften, ist eine Probensubstratschicht zweckmäßig.

Als poröse Materialien für die Probensubstratschichten eignen sich besonders Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) und andere Struktursilikate, wie Zeolithe, Titanoxid ( $\text{TiO}_2$ ), Eisen-II-Oxid ( $\text{FeO}$ ), Eisen-III-Oxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Aktivkohlen und eine Vielzahl weiterer bekannter organischer und anorganischer poröser Stoffe.

Eine Vielzahl von Verfahren zum Aufbringen solcher Probensubstratbeschichtungen auf die Oberfläche eines Trägermaterials ist bekannt und gut untersucht. Die Probensubstratschicht kann naßchemisch, vorzugsweise durch Tauchen (Dip-Coating), Sprühen oder Aufschleudern (Spin-Coating), oder durch naßchemische Abscheidung oder Fällung erfolgen. Geeignet ist auch eine naßchemische Cofällung des Substratstoffes zusammen mit dem Probenmaterial. Die Probensubstratbeschichtung kann weiterhin mittels Dünnschichttechniken aufgebracht werden, vorzugsweise durch Sputtern, Bedampfen, CVD- oder PVD-Verfahren. Ein weiteres geeignetes Verfahren zum Aufbringen der Probensubstratbeschichtung ist die bekannte Sol-Gel-Technik.

Eine poröse Probensubstratschicht kann aber auch aus dem Trägermaterial selbst durch physikalische, chemische oder elektrochemische Behandlung auf der Oberfläche des Trägermaterials hergestellt werden. Ein Trägermaterial aus Aluminiumfasern kann beispielsweise durch anodische Oxidation mit einer hochporösen Aluminiumoxidschicht versehen werden. Die Oberfläche des Trägermaterials kann aber auch durch Ätzen oder chemische Oxidation oder Reduktion vergrößert oder porös gemacht werden.

Für das Aufbringen der zu untersuchenden Proben auf den Träger eignen sich die für das Aufbringen der Probensubstratbeschichtung beschriebenen Auftragsverfahren. Die Proben können so auf den Träger aufgebracht werden, daß sie nur an einer der gegenüberliegenden Seiten der Trägermatte oder des Trägerstreifens mit geringer Eindringtiefe lokalisiert sind. Alternativ können sie auch so in den Träger eingebracht werden, daß sie diesen im wesentlichen von einer Seite bis zur gegenüberliegenden Seite durchdringen. Dies ist häufig zweckmäßig, da man dadurch eine möglichst lange Wegstrecke für den Kontakt des Fluids mit der Probe erreicht. Um die Proben in dieser Art und Weise in den Träger einzutragen, eignen sich insbesondere die genannten naßchemischen Verfahren, bei denen die Flüssigkeiten tief in den Träger eindringen können.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist es von besonderem Vorteil, wenn man das Fluid nach dem Durchströmen des Trägers und dem Austritt aus dem Träger in nach Probenbereichen getrennten Leitungen oder Kammern aufnimmt, ohne daß eine Durchmischung der austretenden

Fluide mit denjenigen anderer Probenbereiche stattfindet. Die aus dem Träger austretenden Fluide werden dann, getrennt nach einzelnen Probenbereichen, parallel oder sequentiell einer Analysevorrichtung zugeführt. Je nach zu untersuchender Reaktion eignen sich hierfür Massenspektrometer, UV- oder IR-Spektrometer oder andere übliche Geräte der instrumentellen Analytik. Je nach zu untersuchender Reaktion werden nicht nur reine Gase oder Flüssigkeiten als Reaktionspartner für die zu untersuchenden Proben, sondern auch Gemische eingesetzt.

Neben der Untersuchung der katalytischen Aktivität von Proben können diese auch hinsichtlich einer Vielzahl anderer Reaktionen und Stoffeigenschaften untersucht oder durchmustert werden. So eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise auch dazu, um die Reaktivität, Beständigkeit oder Korrosionsfestigkeit verschiedenster Substanzen gegenüber Gasen, Flüssigkeiten oder Lösungen von Feststoffen zu untersuchen. Beispielsweise können die zu untersuchenden Substanzen Farbstoffe, Lacke oder Beschichtungsmittel sein. Weiterhin kann die Reaktivität von Stoffen gegenüber aggressiven Gasen, Luftsauerstoff, Verbrennungsabgasen, Säuren, Laugen, organischen Lösungsmitteln, Detergenzien, wie Wasch- oder Spülmitteln, oder ähnlichem untersucht werden. Neben Beständigkeit oder Korrosivität können die Proben auch hinsichtlich Farbechtheit, Stoffaufnahme usw. untersucht werden.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird weiterhin durch einen matten- oder streifenförmigen Träger für eine Vielzahl von zu untersuchenden Proben gelöst, welcher dadurch gekennzeichnet ist, daß er

- a) wenigstens in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Trägers für ein Fluid durchlässig ist,
- b) aus einem vliesartigen, gewobenen oder einem anderen offenporigen Material besteht,
- c) eine Vielzahl von Proben aufweist.

Weitere erfindungsgemäß vorteilhafte Merkmale des Trägers wurden bereits oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben. Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Träger in dem Trägermaterial Taschen auf, in welchen die Proben enthalten sind. Die Proben können in diesen Taschen als ein Stück oder in schüttfähiger Form, vorzugsweise gebunden an ein schüttfähiges Probensubstrat, enthalten sein. Besonders bevorzugt sind Pellets, Kugeln oder Granulate des zu untersuchenden Stoffes oder des mit diesen Stoffen beschichteten Probensubstrats.

Erfindungsgemäße Träger, welche die zu untersuchenden Proben in Taschen enthalten, lassen sich vorteilhaft herstellen, indem man die festen oder schüttfähigen Proben auf eine Trägermatte oder einen Trägerstreifen aufbringt, eine weitere Trägermatte oder einen weiteren Trägerstreifen darüberlegt und die einzelnen Proben durch Nähen oder Absteppen des Materials um die Proben herum unter Ausbildung von Taschen von benachbarten Probenbereichen trennt und fixiert. Die übereinander zu liegen kommenden Trägermatten oder -streifen können auch auf andere Weise, wie z. B. mittels eines Polymers, das die beiden Trägerhälften miteinander verbindet oder durch Zusammenschmelzen der Trägerhälften in den entsprechenden Bereichen, miteinander verbunden werden. Die hierfür angewendeten Verfahren liefern auch gleichzeitig Barrieren zwischen den benachbarten Probenbereichen, die ein Übertreten eines durch den Träger hindurchströmenden Fluids in andere Probenbereiche verhindern.

Die erfindungsgemäßen Träger eignen sich hervorragend zur Bereitstellung von Probenbibliotheken und lassen sich

gegenüber bekannten Trägersystemen sehr komfortabel handhaben und lagern. Eine automatisierte Herstellung der erfindungsgemäßen Träger ermöglicht eine hohe Standardisierung und damit eine verbesserte Vergleichbarkeit von Reaktionen gleicher Probenbibliotheken mit unterschiedlichen Reaktionspartnern in verschiedenen Experimenten. Hinsichtlich einer Vielzahl von Anwendungen, insbesondere im Bereich der Katalysatortechnik, liefern die erfindungsgemäßen Träger gegenüber bekannten Trägern Ergebnisse und Bedingungen, die den Realbedingungen besser entsprechen und damit eine Einschätzung des reaktiven Verhaltens der Proben im Hinblick auf eine größere, für die technische Anwendung geeignete Dimensionierung erlauben. Die erfindungsgemäßen Träger, welche die Proben als schüttfähiges Material in Taschen enthalten, haben gegenüber den bisher für schüttfähige Proben verwendeten Mikrotiterplatten den Vorteil, daß die Proben in den Taschen fixiert sind und nicht aufgewirbelt werden können und daher auch mit erheblich höherem Fluiddruck gearbeitet werden kann.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird weiterhin durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst mit einem Gehäuse, bestehend aus einem Gehäuseunterteil, einem darüber angeordneten Gehäusedeckel, einer Vorrichtung zum Verbinden des Gehäusedeckels mit dem Gehäuseunterteil und einem die zu untersuchenden Proben enthaltenden Träger, wobei der Gehäusedeckel einen Fluideinlaß und das Gehäuseunterteil eine Auflagefläche zum Auflegen des Trägers und Kanäle oder einen Fluidauslaß zum Abführen von Fluid aufweist.

Gegenüber bekannten Vorrichtungen zeichnet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch aus, daß der Träger

- a) wenigstens in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Trägers für ein Fluid durchlässig ist,
- b) aus einem vliesartigen, gewobenen oder einem anderen offenporigen Material besteht, und
- c) eine Vielzahl von Proben aufweist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist am Gehäusedeckel eine als Platte mit einer Vielzahl von Bohrungen für den Durchtritt des Fluids ausgebildete Anpreßvorrichtung vorgesehen. Der Träger wird mittels der Anpreßvorrichtung zwischen der hierfür vorgesehenen Auflagefläche des Gehäuseunterteils und dem Gehäusedeckel eingespannt. Die Kanäle im Gehäuseunterteil erstrecken sich von der Auflagefläche des Gehäuseunterteils durch dieses hindurch nach außen bzw. zu einer Analysevorrichtung. Jeder einzelne Kanal oder auch eine Mehrzahl von Kanälen ist hierbei jeweils einer zu untersuchenden Probe auf dem Träger zugeordnet. Die Kanalöffnungen in der Auflagefläche des Gehäuseunterteils sind daher jeweils unterhalb der zu untersuchenden Proben auf dem Träger angeordnet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit dem Träger kann auch in umgekehrter Richtung durchströmt werden. So können Proben mit unterschiedlichen Fluiden umspült und diese nach dem Durchströmen der Proben gemeinsam abgeleitet werden. Hierbei findet keine Analyse der Fluide sondern der Proben nach dem Durchströmen statt.

Es hat sich auch als besonders zweckmäßig erwiesen, wenn in dem Gehäusedeckel eine Prallplatte oder ein Diffusor vorgesehen ist, welche ausgelegt sind, um ein durch den Fluideinlaß einströmendes Fluid über die Querschnittsfläche des Gehäusedeckels bzw. über der Oberseite des Trägers im wesentlichen gleichmäßig zu verteilen. Hierdurch wird gewährleistet, daß jede einzelne Probe unter gleichem Druck und mit der gleichen Menge an Fluid beaufschlagt wird.

Abhängig von der zu untersuchenden Reaktion kann es zweckmäßig sein, wenn in dem Gehäuseunterteil ein Kühler

vorgesehen ist, welcher ausgelegt ist, um dem durch die Kanäle strömenden Fluid Wärme zu entziehen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vorteilhaft so ausgelegt, daß eine Vielzahl von Proben auf einer Trägermatte oder einem Trägerstreifen gleichzeitig mit dem Fluid in Berührung gebracht wird.

Bei einer alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die sich für eine sequentielle Untersuchung einzelner Proben auf einem Trägerstreifen eignet, weist der Gehäusedeckel einen Fluideinlaß und das Gehäuseunterteil einen Fluidauslaß auf. Der Trägerstreifen wird bei dieser Vorrichtung zwischen dem Gehäuseunterteil und dem Gehäusedeckel hindurchgeführt. Ein Übertreten oder Austreten des durch das Gehäuse strömenden Fluids wird bei dieser Ausführungsform beispielsweise durch festes Einklemmen des Trägerstreifens während einer Messung zwischen den Wänden des Gehäuseunterteils und des Deckels verhindert. Ist die Untersuchung einer gerade in dem Gehäuse befindlichen Probe abgeschlossen, so wird der Gehäusedeckel angehoben, der Trägerstreifen so weit durch das Gehäuse weitergeführt, daß die nächste Probe innerhalb des Gehäuses zu liegen kommt, und der Gehäusedeckel anschließend wieder fest auf das Gehäuseunterteil gepreßt. Diese Vorrichtung eignet sich besonders gut zur Automatisierung und zur Durchführung einer sequentiellen Durchmusterung vieler Proben mit hohem Durchsatz. Der die Proben enthaltende Trägerstreifen kann außerhalb des Gehäuses auf Rollen aufgewickelt sein und bei ebenfalls automatisiertem Anheben des Gehäusedeckels um eine Probe weitergeführt werden. Ein manuelles Eingreifen ist dann nicht mehr erforderlich.

Ein Trägerstreifen kann sowohl eine Reihe von hintereinanderliegenden Probenbereichen als auch zwei oder mehrere nebeneinanderliegende Reihen von Probenbereichen aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden zwei oder mehrere der beschriebenen Vorrichtungen zur sequentiellen Untersuchung nebeneinander angeordnet. Werden mit diesen Vorrichtungen die gleichen Testreaktionen bzw. die gleichen Analysen durchgeführt, so wird hierdurch über eine Teilparallelisierung ein schnelleres Durchtesten ermöglicht.

Bevorzugt wird in jeder der nebeneinander angeordneten Vorrichtungen eine unterschiedliche Testreaktion bzw. Analyse durchgeführt, so daß hierdurch eine Probe auf verschiedene Größen hin untersucht werden kann. Hierzu wird der Trägerstreifen nach jedem Test nur um eine Probe weiter transportiert. So kann beispielsweise in jeder der nebeneinander angeordneten Vorrichtungen ein anderes Fluid verwendet werden und so mit diesem seriellen Verfahren das Verhalten einer Probe zu verschiedenen Fluiden untersucht werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung und der dazugehörigen Figuren.

**Fig. 1** zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**Fig. 2** zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**Fig. 3A)–E)** zeigen schematische Querschnittsansichten einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in verschiedenen Stufen einer sequentiellen Probenuntersuchung;

**Fig. 4** zeigt eine schematische Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Träger in Mattenform;

**Fig. 5** zeigt eine schematische Draufsicht auf eine einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Trägers

in Streifenform;

**Fig. 6** zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Trägers.

**Fig. 7** zeigt eine perspektivische schematische Querschnittsansicht noch einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Trägers von schräg oben vorne.

In **Fig. 1** ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben dargestellt. Das Gehäuse **10** umfaßt ein Gehäuseunterteil **11**, welches bevorzugt aus einem Metallblock hergestellt ist. Durch das Gehäuseunterteil **11** erstrecken sich Kanäle **17** von einer Auflagefläche **15** an der Oberseite des Gehäuseunterteils **11** durch dieses hindurch bis zu dessen Unterseite. Das Gehäuseunterteil **11** weist weiterhin Kühler **16** auf, welche die Kanäle **17** umgeben und mittels derer den Reaktionsgasen Wärme entzogen werden kann. Auf der Oberseite des Gehäuseunterteils **11** befindet sich eine Auflagefläche **15**, welche als eine Platte ausgestaltet ist, die über die seitlichen Abmessungen des Gehäuseunterteils **11** hinausragt. Die Auflagefläche **15** ist mit dem Gehäuseunterteil **11** fest verbunden bzw. einstückig mit diesem hergestellt. Über den Öffnungen der Kanäle **17** in dem Gehäuseunterteil **11** ist die als Platte ausgestaltete Auflagefläche **15** für einen Durchtritt von Fluid mit Bohrungen versehen. Die Bohrungen verjüngen sich konisch in Richtung der Kanäle **17** bis auf den Durchmesser der Kanäle **17**.

Die Vorrichtung weist weiterhin einen Gehäusedeckel **12** mit einem Fluideinlaß **13** an dessen Oberseite auf. Der Fluideinlaß **13** ist mittig an dem Gehäusedeckel **12** angeordnet. Um eine gleichmäßige Verteilung von eingeleitetem Fluid über die gesamte Probenfläche zu gewährleisten, ist in dem Gehäusedeckel **12** ein Diffusor **18** in Form einer Prallplatte vorgesehen.

Zwischen der Auflagefläche **15** und dem Gehäusedeckel **12** der Vorrichtung ist ein erfindungsgemäßer Träger **20** mit einer Vielzahl von zu untersuchenden Proben eingespannt. Um ein Austreten von Fluid aus der Vorrichtung zwischen der Auflagefläche **15** und dem Deckel **12** zu verhindern, wird der Gehäusedeckel **12** mit Hilfe der Vorrichtung **14** fest mit dem Gehäuseunterteil **11** verbunden und an dieses ange-  
drückt.

Das Gehäuseunterteil **11** der in **Fig. 1** dargestellten Vorrichtung weist in der Papierebene neun Kanäle **17** auf. Dementsprechend sind auf dem Träger in dieser Richtung ebenfalls höchstens neun Proben vorgesehen, die über den Kanälen **17** bzw. den Bohrungen in der Auflagefläche **15** platziert sind. Die in **Fig. 1** dargestellte Vorrichtung ist für die Untersuchung eines zweidimensionalen Feldes von Proben auf einem Träger vorgesehen. Dementsprechend ist **Fig. 1** so zu verstehen, daß vor und hinter der Papierebene von **Fig. 1** weitere Reihen von Kanälen **17** in dem Gehäuseunterteil **11** und entsprechende Bohrungen in der Auflagefläche **15** angeordnet sind.

Die in **Fig. 1** dargestellte Vorrichtung eignet sich besonders zur Untersuchung der katalytischen Aktivität einer Vielzahl von Proben in heterogenen Gasphasenreaktionen. Hierzu wird ein Eduktgas, vorzugsweise ein Gasgemisch, dessen Umsetzung an der Katalysatorprobe erfolgen soll, durch den Fluideinlaß **13** in die Vorrichtung eingeleitet. An der Prallplatte **18** wird das Gas gleichmäßig verteilt und die Strömungsgeschwindigkeit über die gesamte Innenfläche des Gehäusedeckels vereinheitlicht. Anschließend kommt das Gas mit den auf dem Träger **20** angeordneten Proben in Kontakt und strömt, getrennt nach einzelnen Proben, durch die Kanäle **17** durch das Gehäuseunterteil **11** aus der Vorrichtung heraus.

Der Nachweis einer Umsetzung des Eduktgases an den

jeweiligen Proben erfolgt bei katalytischen Reaktionen in der Regel massenspektrometrisch. Je nach zu untersuchender Reaktion können auch andere Nachweisverfahren angewendet werden. Üblicherweise sind Nachweisgeräte, wie Massenspektrometer usw., nicht dafür ausgelegt, eine Vielzahl von Gasproben parallel zu analysieren. Aus diesem Grund wird das Produktgas bei der Vorrichtung gemäß **Fig. 1** bevorzugt mittels einer Sonde oder Lanze sequentiell von den einzelnen Kanälen **17** abgegriffen und dem Analysegerät zugeleitet. Die Sonde oder Lanze wird hierfür entweder in die Kanäle **17** eingeführt oder an deren Auslaßöffnung platziert. Als Alternative zum Abgreifen der Reaktionsgase mittels einer Sonde oder Lanze kann die Zuführung der Gase zu dem Analysegerät auch über eine an die Auslässe der Kanäle angeschlossene, über Ventile gesteuerte Vorrichtung erfolgen.

**Fig. 2** zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die gegenüber der Vorrichtung gemäß **Fig. 1** zusätzlich mit einer Anpreßplatte **19** am Gehäusedeckel ausgestattet ist. Der die Proben enthaltende Träger wird bei dieser Ausführungsform zwischen der Auflagefläche **15'** und der Anpreßplatte **19** eingespannt. Sowohl die als Platte ausgestaltete Auflagefläche **15'** als auch die Anpreßplatte **19** sind mit Durchgangsbohrungen für den Fluiddurchtritt versehen. Beim Einspannen des mattenförmigen Trägers zwischen der Auflagefläche **15'** und der Anpreßplatte **19** werden die zwischen den einzelnen Proben befindlichen Bereiche des Trägers fest zusammengedrückt, um zwischen den einzelnen Probenbereichen eine Barriere gegen ein Übergreifen des durchgeleiteten Fluids auf andere Probenbereiche auszubilden.

In den **Fig. 3A)** bis E) ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur dynamischen, sequentiellen Durchmusterung einer Vielzahl von Proben, welche eindimensional auf einem streifenförmigen Träger **40** angeordnet sind, wiedergegeben. Die Vorrichtung besteht aus einem Gehäuse **30** mit einem Gehäuseunterteil **31** und einem Gehäusedeckel **32**. Der Gehäusedeckel **32** weist an seiner Oberseite einen Fluideinlaß **33** und das Gehäuseunterteil **31** an seiner Unterseite einen Fluidauslaß **37** auf. Das Gehäuse ist so dimensioniert, daß jeweils eine Probe auf dem Trägerstreifen **40** erfaßt wird. Während des Durchleitens von Fluid durch das Gehäuse **30** werden die probenfreien Bereiche **42** neben dem probenhaltigen Bereich **41**, der sich gerade in dem Gehäuse befindet, zwischen dem Gehäuseunterteil **31** und dem Gehäusedeckel **32** eingeklemmt, um ein Austreten von Fluid zwischen diesen beiden Gehäuseteilen zu verhindern, wie es in **Fig. 3A** dargestellt ist. Nach Abschluß der Untersuchung einer Probe wird der Gehäusedeckel **32** angehoben und die nächste Probe durch Weiterführung des Trägerstreifens in das Gehäuse eingeführt, wie es die **Fig. 3B** und **3C** zeigen. Anschließend wird der Gehäusedeckel wieder abgesenkt, die probenfreien Bereiche **42** des streifenförmigen Trägers **40** zwischen den Gehäuseteilen eingeklemmt und die nächste Probe untersucht, wie in den **Fig. 3D** und **3E** dargestellt. Während sich der Gehäusedeckel **32** in angehobenem Zustand befindet, kann eine Zwischenspülung des Gehäuseinnenraums durch Einblasen von Eduktfluid oder eines anderen inerten Mediums erfolgen, um Fluide zu entfernen, die von der vorangegangenen Umsetzung in dem Gehäuseinnenraum zurückgeblieben sind.

Die **Fig. 4** und **5** zeigen einen mattenförmigen Träger **50** bzw. einen streifenförmigen Träger **60** gemäß der Erfindung. Der mattenförmige Träger **50** ist mit einem zweidimensionalen Feld kreisförmiger, örtlich begrenzter Probenbereiche **51** versehen. Zwischen den einzelnen Probenbereichen befinden sich Abdichtungs- oder Barrierebereiche **52**, die so ausgelegt sind, daß während der Probenuntersuchung ein

Übertreten von Fluid aus einem Probenbereich in einen benachbarten Probenbereich verhindert wird. Bei dem streifenförmigen Träger gemäß **Fig. 5** sind die Probenbereiche **61** eindimensional entlang des Streifens angeordnet. Ein solcher Träger kann vorteilhaft für eine sequentielle Untersuchung in einer Vorrichtung gemäß **Fig. 3** eingesetzt werden.

**Fig. 6** zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Probenträgers **70**, bestehend aus zwei übereinander angeordneten Matten oder Streifen **70'** und **70''**, mit kugel- oder pelletförmigen Proben **73**, die in den Probenbereichen **71** des Trägers **70** in Taschen eingeschlossen sind. Die Ausbildung der Taschen erfolgt bei dieser Ausführungsform durch Zusammenpressen der übereinander angeordneten Trägermatten oder -streifen **70'** bzw. **70''** in den zwischen den Proben liegenden probenfreien Bereichen **72**. Der Träger wird hier zwischen der Anpreßplatte **79** und der Auflagefläche **75** zusammengepreßt, welche in **Fig. 6** nur abschnittsweise dargestellt sind. Es ist jedoch zweckmäßig, wenn die Ausbildung der Taschen durch Verbinden der beiden Trägerhälften in diesen Bereichen bereits bei der Herstellung des Trägers vor dem Einbringen in die Untersuchungsvorrichtung, z. B. durch Einleiten einer polymerisierenden Flüssigkeit in die probenfreien Bereiche des Trägers, erfolgt. Das Zusammendrücken der probenfreien Bereiche **72** zwischen den Taschen dient im wesentlichen dazu, ein Übertreten von Fluid während der Untersuchung in benachbarte Probenbereiche zu verhindern.

**Fig. 7** zeigt eine weitere Ausführungsform eines mattenförmigen Trägers **80** in perspektivischer Darstellung. Der Träger **80** weist neun Probenbereiche **81** auf, von denen die drei in Blickrichtung vorderen geschnitten dargestellt sind. Die Probenbereiche **81** sind von einer Barriere **82** aus elastischem Polymermaterial umgeben. Hierzu wurde der Träger **80** in diesen Bereichen mit dem Polymermaterial durchtränkt. Bei der Ausführungsform aus **Fig. 7** erstreckt sich das Polymermaterial von einer Seite des Trägers durch diesen hindurch zur gegenüberliegenden Seite und auf beiden Seiten sogar etwas über die Ober- und Unterseite des Trägers, so daß die Probenbereiche in der Art von Reaktionsvertiefungen (wells) **83** einer Titerplatte in diesen Vertiefungen angeordnet sind. Hierdurch wird eine Querkontamination beim Auftragen der Proben und beim Untersuchen effektiv vermieden. Die Verwendung eines elastischen Polymermaterials ermöglicht zudem eine wirksame Abdichtung beim Einklemmen in den Vorrichtungen, beispielsweise zwischen Anpreßplatte und Auflagefläche.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben mit einem Gehäuse (**10, 30**), bestehend aus einem Gehäuseunterteil (**11, 31**), einem darüber angeordneten Gehäusedeckel (**12, 32**), einer Anpreßvorrichtung (**14**) zum Verbinden des Gehäusedeckels (**12, 32**) mit dem Gehäuseunterteil (**11, 31**) und einem die zu untersuchenden Proben enthaltenden Träger (**20, 40, 50, 60, 70, 80**), wobei der Gehäusedeckel einen Fluideinlaß (**13, 33**) und das Gehäuseunterteil (**11, 31**) eine Auflagefläche (**15, 15', 75**) zum Auflegen des Trägers (**20, 40, 50, 60, 70, 80**) und Kanäle (**17**) oder einen Fluidauslaß (**37**) zum Abführen von Fluid aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Träger (**20, 40, 50, 60, 70, 80**)
  - a) eine matten- oder streifenförmige Form aufweist,

- b) wenigstens in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Trägers für ein Fluid durchlässig ist,
  - c) aus einem vliesartigen, gewobenen oder einem anderen offenporigen Material besteht, und
  - d) eine Vielzahl von Proben aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (**20, 40, 50, 60, 70, 80**) mittels der Anpreßvorrichtung (**14**) zwischen der Auflagefläche (**15, 15', 75**) des Gehäuseunterteils (**11, 31**) und dem Gehäusedeckel eingespannt ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Kanäle (**17**) von der Auflagefläche (**15, 15', 75**) aus durch das Gehäuseunterteil (**11**) nach außen erstrecken, wobei die Kanalöffnungen in der Auflagefläche (**15**) jeweils unterhalb der zu untersuchenden Proben auf dem Träger angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Gehäusedeckel eine Anpreßplatte (**19, 79**) vorgesehen ist, welche in Berührung mit dem Träger und über diesem angeordnet ist und die weiterhin Durchgangsbohrungen aufweist, die über den Kanalöffnungen in der Auflagefläche zu liegen kommen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gehäusedeckel eine Prallplatte (**18**) oder ein Diffusor vorgesehen ist, die/der ausgelegt ist, um durch den Fluideinlaß einströmendes Fluid über die Querschnittsfläche des Gehäusedeckels bzw. über der Oberseite des Trägers im wesentlichen gleichmäßig zu verteilen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gehäuseunterteil wenigstens ein Kühler (**16**) vorgesehen ist, welcher ausgelegt ist, um einem durch die Kanäle (**17**) strömenden Fluid Wärme zu entziehen.
7. Träger für eine Vielzahl von zu untersuchenden Proben, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (**20, 40, 50, 60, 70, 80**)
  - a) wenigstens in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Trägers für ein Fluid durchlässig ist,
  - b) aus einem vliesartigen, gewobenen oder einem anderen offenporigen Material besteht,
  - c) eine Vielzahl von Proben aufweist.
8. Träger nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Proben in zueinander in der Ebene des Trägers beabstandeten Bereichen (**41, 51, 61, 71, 81**) und ohne Berührung mit benachbarten Proben angeordnet sind.
9. Träger nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Proben ohne Abstände zueinander angeordnet sind und die Zusammensetzung der Proben über die Ebene des Trägers schrittweise oder kontinuierlich variiert.
10. Träger nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in den Bereichen (**42, 52, 62, 72, 82**) zwischen den zu untersuchenden Proben Barrieren vorgesehen sind, die ein Übertreten eines durch den Träger hindurchströmenden Fluids von dem Bereich einer Probe zu einer benachbarten Probe verhindern.
11. Träger nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrieren durch Polymere oder andere Feststoffe gebildet werden, welche sich in den dafür vorgesehenen Bereichen von einer Seite des Trägers bis zur gegenüberliegenden Seite durch den Träger erstrecken.
12. Träger nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrieren durch hydrophobisierte oder hydrophilisierte Bereiche des Trägers

gebildet werden, welche sich in den dafür vorgesehenen Bereichen von einer Seite des Trägers bis zur gegenüberliegenden Seite durch den Träger erstrecken.

13. Träger nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrieren durch Zusammenpressen, Zusammennähen oder Verschmelzen der dafür vorgesehenen Bereiche des Trägers gebildet werden.

14. Träger nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Trägermaterials eine Probensubstratschicht aufweist, auf welcher die Proben aufgebracht sind.

15. Träger nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Probensubstratschicht ein poröses Material mit großer spezifischer Oberfläche enthält, vorzugsweise Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ), Struktursilikate, Zeolithe, Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ), Eisen-II-Oxid ( $\text{FeO}$ ), Eisen-III-Oxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Aktivkohlen oder andere organische oder anorganische poröse Stoffe.

16. Träger nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Probensubstratschicht naßchemisch, vorzugsweise durch Tauchen, Sprühen, Abscheidung, Fällung oder Sol-Gel-Technik, mittels Dünnschichttechnik, vorzugsweise durch Sputtern, Bedampfen, CVD- oder PVD-Verfahren, oder durch physikalische, chemische oder elektrochemische Behandlung des Trägermaterials, vorzugsweise durch Ätzen oder anodische oder chemische Oxidation, auf die Oberfläche des Trägermaterials aufgebracht wurde.

17. Träger nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger Taschen aufweist, in welchen die Proben enthalten sind.

18. Träger nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Proben in schüttfähiger Form, vorzugsweise gebunden an ein schüttfähiges Probensubstrat, besonders bevorzugt in Form von Pellets oder Kugeln in den Taschen enthalten sind.

19. Träger nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Taschen Barrieren vorgesehen sind, die ein Übertreten eines durch den Träger hindurchströmenden Fluids von dem Bereich einer Probe zu einer benachbarten Probe verhindern.

20. Träger nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrieren durch Polymere oder andere Feststoffe gebildet werden, welche sich in den dafür vorgesehenen Bereichen von einer Seite des Trägers bis zur gegenüberliegenden Seite durch den Träger erstrecken.

21. Träger nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrieren durch Zusammenpressen, Zusammennähen oder Verschmelzen der dafür vorgesehenen Bereiche des Trägers gebildet werden.

22. Verfahren zum parallelen oder sequentiellen Untersuchen der Reaktion eines Fluids mit einer Vielzahl von Proben, bei dem man

a) einen matten- oder streifenförmigen Träger bereitstellt, welcher wenigstens in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Trägers für das Fluid durchlässig ist, und aus einem vliesartigen, gewobenen oder einem anderen offenporigen Material besteht,

b) die zu untersuchenden Proben auf den Träger aufbringt,

c) das Fluid durch die Ebene des Trägers hindurchströmen läßt, so daß das Fluid mit wenigstens einer der Proben in Kontakt kommt, und

d) das Fluid oder die Proben nach dem Kontakt

untersucht.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß man die Proben in zueinander in der Ebene des Trägers beabstandeten Bereichen und ohne Berührung benachbarter Proben miteinander auf den Träger aufbringt.

24. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß man die Proben ohne Abstände zueinander so auf den Träger aufbringt, daß die Zusammensetzung der Proben über die Ebene des Trägers schrittweise oder kontinuierlich variiert.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß man den Träger in den Bereichen zwischen den zu untersuchenden Proben mit Barrieren versieht, die ein Übertreten des durch den Träger hindurchströmenden Fluids von dem Bereich einer Probe zu einer benachbarten Probe verhindern.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Flüssigkeit in die für die Barrieren vorgesehenen Bereiche des Trägers einbringt, welche anschließend erstarrt oder polymerisiert oder das Trägermaterial in diesen Bereichen hydrophobisiert oder hydrophilisiert.

27. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung der Barrieren die dafür vorgesehenen Bereiche des Trägers im wesentlichen fluidundurchlässig zusammenpreßt, zusammennäht oder verschmelzt.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß man die Oberfläche des Trägermaterials vor dem Aufbringen der Proben mit einer Probensubstratschicht versieht.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Probensubstratschicht ein poröses Material mit großer spezifischer Oberfläche enthält, vorzugsweise Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ), Struktursilikate, Zeolithe, Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ), Eisen-II-Oxid ( $\text{FeO}$ ), Eisen-III-Oxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Aktivkohlen oder andere organische oder anorganische poröse Stoffe.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß man die Oberfläche des Trägermaterials naßchemisch, vorzugsweise durch Tauchen, Sprühen, Abscheidung, Fällung oder Sol-Gel-Technik, mittels Dünnschichttechnik, vorzugsweise durch Sputtern, Bedampfen, CVD- oder PVD-Verfahren, oder durch physikalische, chemische oder elektrochemische Behandlung des Trägermaterials, vorzugsweise durch Ätzen oder anodische oder chemische Oxidation, mit der Probensubstratschicht versieht.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß man das Fluid mit Überdruck oder unter Anlegen eines Unterdrucks durch den Träger leitet.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß man das Fluid nach dem Durchströmen des Trägers und dem Austritt aus dem Träger in nach Probenbereichen getrennten Leitungen oder Kammern aufnimmt, ohne daß eine Durchmischung der austretenden Fluide mit denjenigen anderer Probenbereiche stattfindet.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem Träger austretenden Fluide nach einzelnen Probenbereiche getrennt, parallel oder sequentiell einer Analysevorrichtung zuführt.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein Gas, ein

Gemisch verschiedener Gase, eine Flüssigkeit, ein Gemisch verschiedener Flüssigkeiten, eine Lösung oder eine Dispersion ist.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Proben katalytisch aktive Stoffe umfassen. 5

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

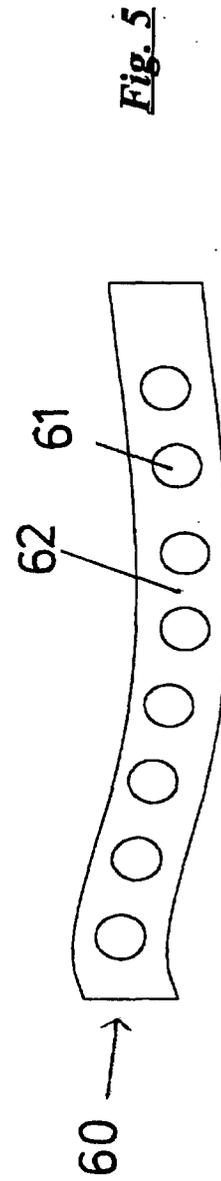
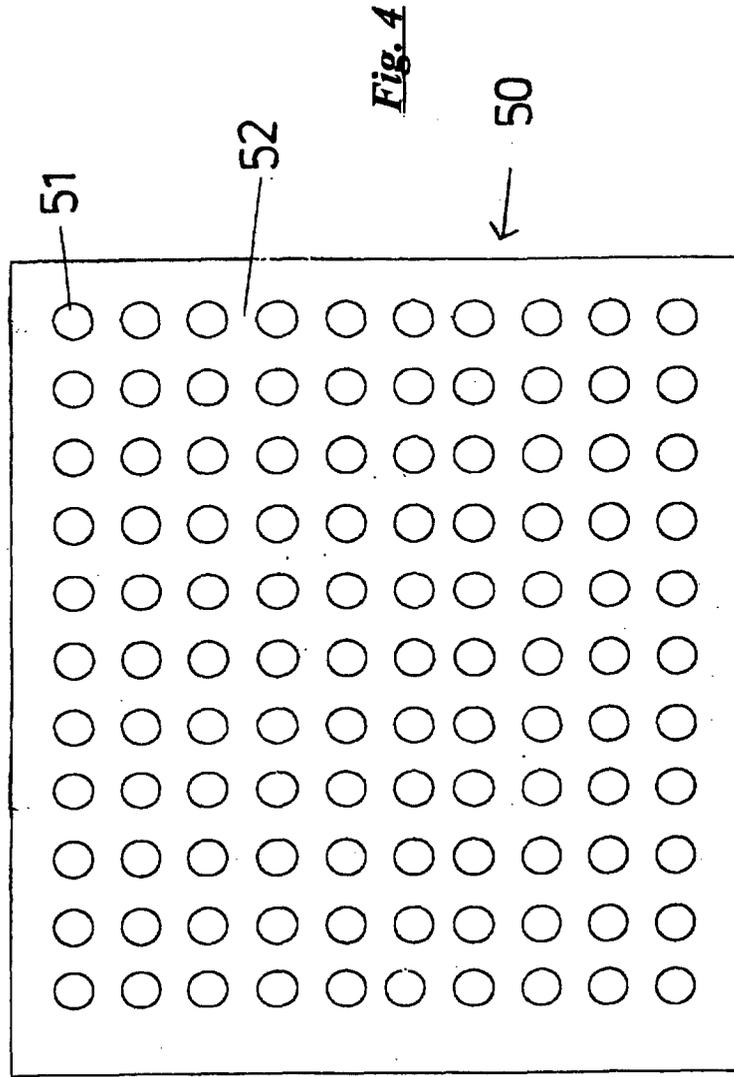
50

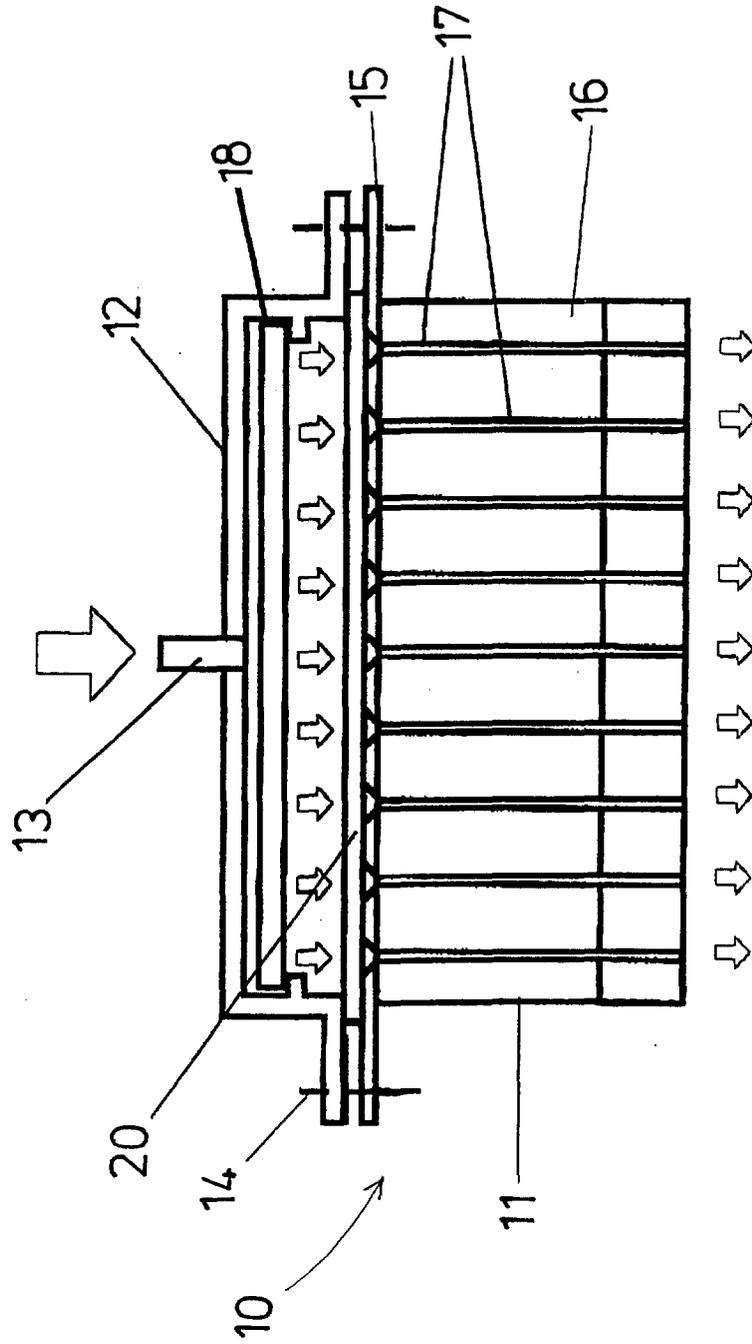
55

60

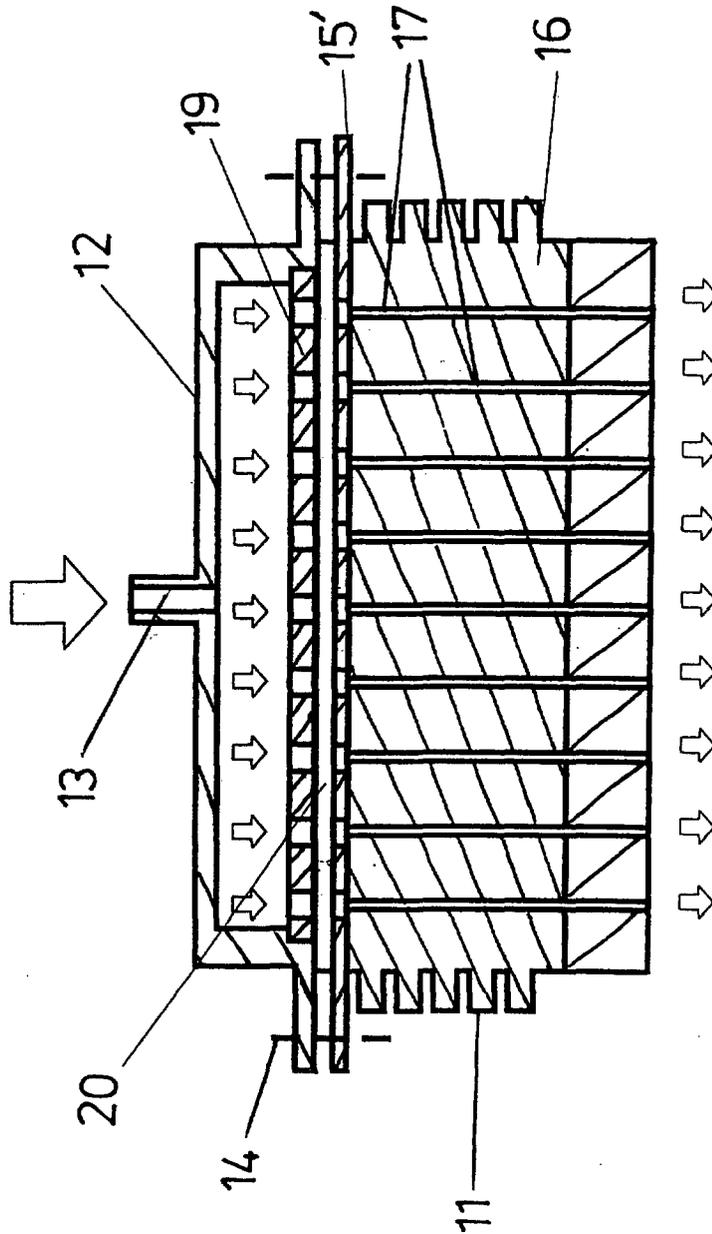
65

- Leerseite -

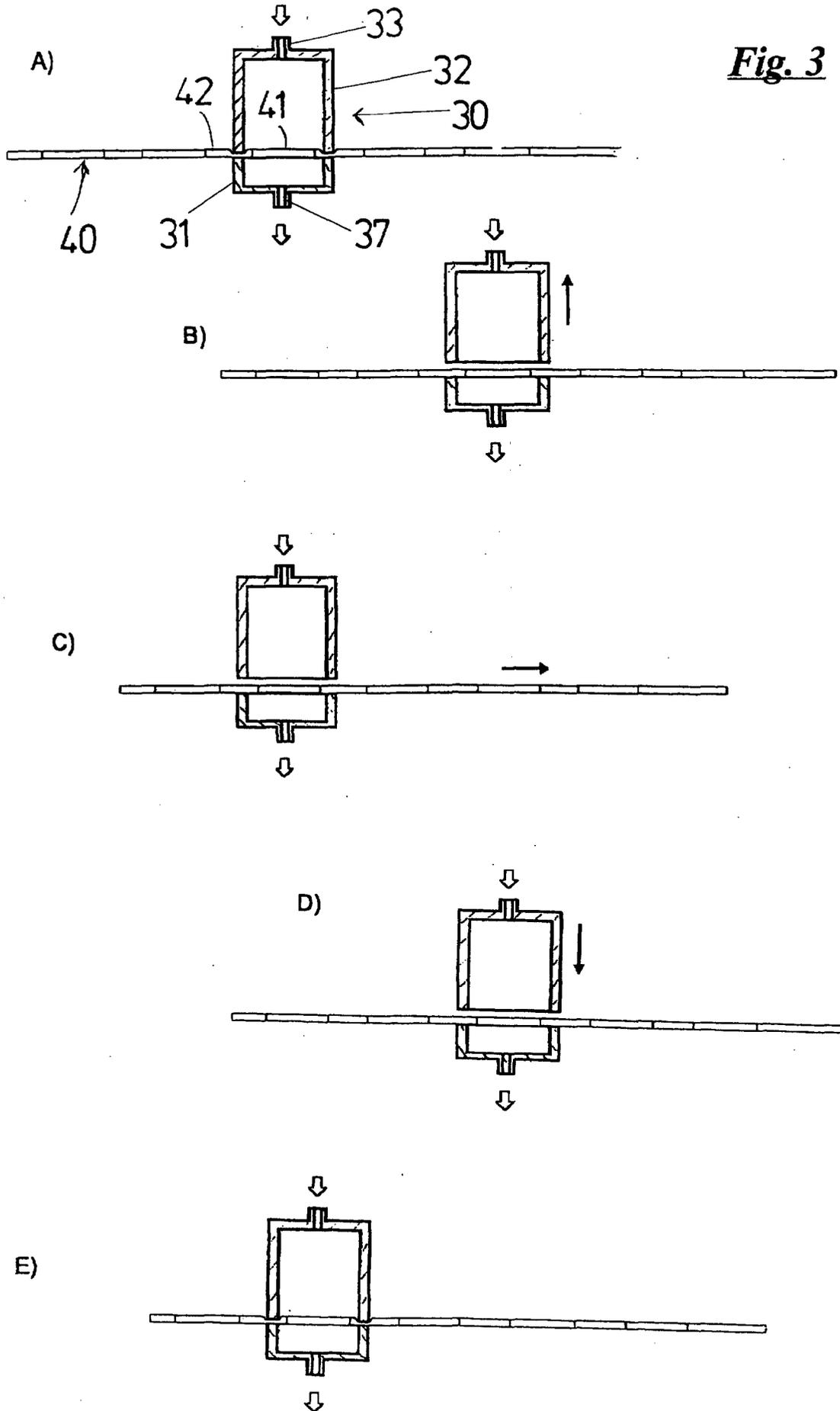


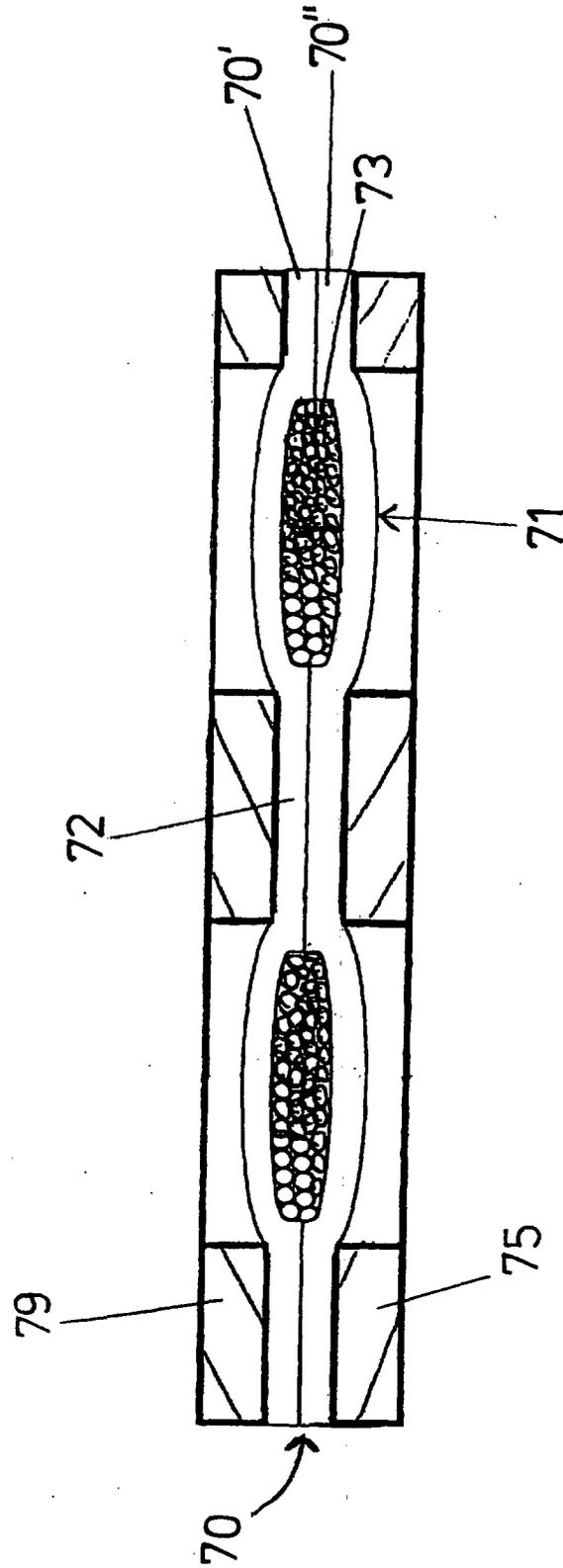


**Fig. 1**

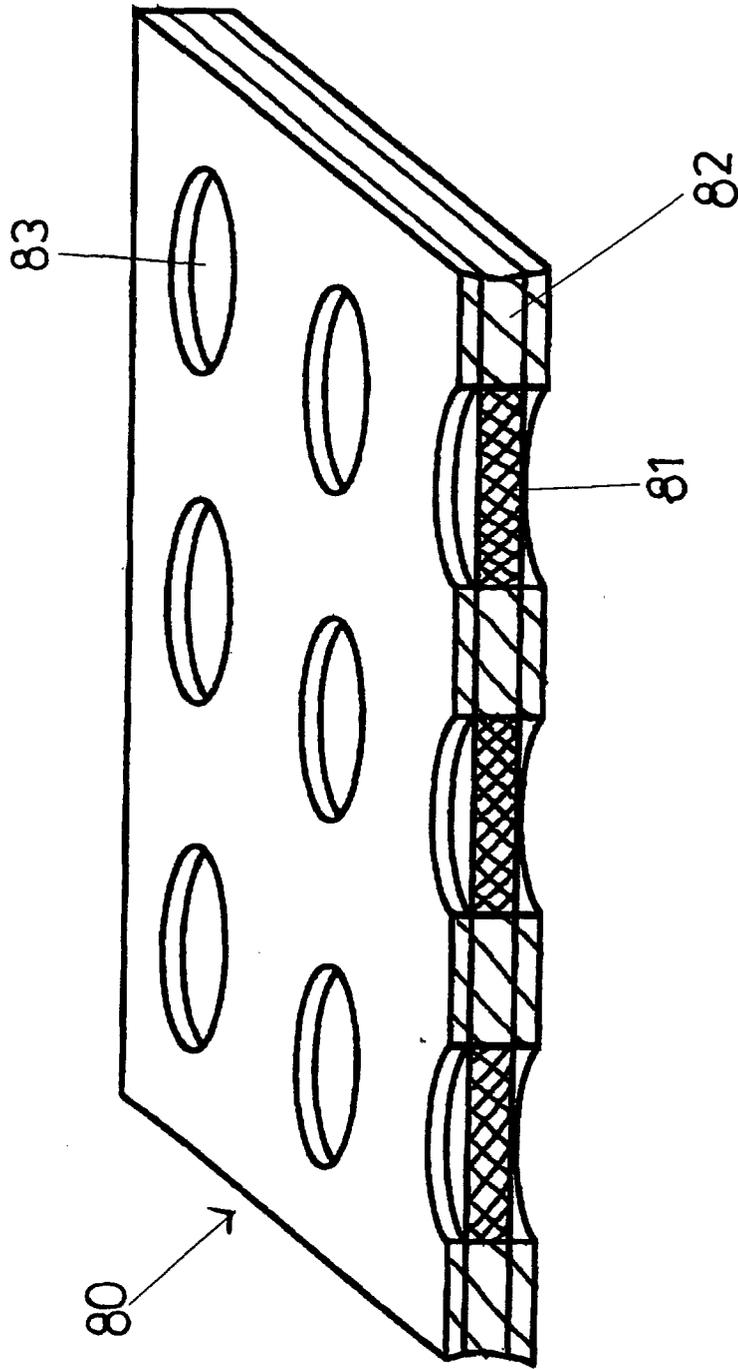


**Fig. 2**





**Fig. 6**



***Fig. 7***