



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 25 256 T2 2006.08.31

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 229 998 B1

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B01D 61/36** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 25 256.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/40493**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 965 570.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/012304**

(86) PCT-Anmeldetag: **28.07.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **22.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.08.2006**

(30) Unionspriorität:

**375898 17.08.1999 US**

(74) Vertreter:

**Vossius & Partner, 81675 München**

(73) Patentinhaber:

**CMS Technology Holdings, Inc., Wilmington, Del.,  
US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, IT**

(72) Erfinder:

**BOWSER, J., John, Newark, US**

(54) Bezeichnung: **OSMOTISCHES DESTILLATIONSVERFAHREN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein osmotisches Destillationsverfahren zum Konzentrieren einer Flüssigkeit. Stärker spezifisch betrifft es ein osmotisches Destillationsverfahren, bei dem eine nicht-poröse Membran aus einer Polymerzusammensetzung mit einem hohen freien Volumen benutzt wird, um eine flüchtige Komponente aus einer Flüssigkeit, die konzentriert werden soll, in eine Stripplösung zu überführen.

**HINTERGRUND UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0002]** Die osmotische Destillation ist eine Art Membrantrennverfahren, bei dem eine Komponente einer Flüssigkeit auf einer Seite einer porösen oder mikroporösen Membran durch die Membran in eine andere Flüssigkeit auf der anderen Seite der Membran transportiert wird. Es unterscheidet sich von anderen stärker bekannten Arten der Membrantrennverfahren, wie der Umkehrosmose, Ultrafiltration und Pervaporation darin, dass die Membran durch keine der beiden Flüssigkeiten benetzbar ist und dass die flüchtige Komponente die Membran im Dampfzustand passiert. Entsprechend ist die treibende Kraft für den Transfer der flüchtigen Komponente die Differenz zwischen dem Dampfdruck der flüchtigen Komponente über der „sendenden“ Flüssigkeit und dem niedrigeren Dampfdruck der Komponente über der „empfangenden“ Flüssigkeit.

**[0003]** Ein wesentliches Merkmal der osmotischen Destillation besteht darin, dass der Transfer der flüchtigen Komponente keinen wesentlichen Systemdruck oder Temperaturgradienten quer zur Membran erfordert. Deshalb kann dieses Verfahren vorteilhafter Weise bei Umgebungstemperaturen und normalen Drücken durchgeführt werden. Derartige Niedertemperatur- und Niederdruck-Verfahrensbedingungen machen die osmotische Destillation ideal für die Erhöhung der Konzentration in einer anfänglich verdünnten flüssigen Phase einer temperatur- und/oder druckempfindlichen Komponente. Dies sind Materialien, die eine begrenzte Stabilität gegenüber erhöhten Temperaturen und Scherspannungen aufweisen. Eine derartige Komponente ist eine, die leicht nachteilig beeinflusst oder beschädigt würde, wenn sie bei erhöhten Temperaturen und Drücken, die bei anderen Verfahren erforderlich sind, konzentriert würde. Als Ergebnis dieser wichtigen Eigenschaft hat die osmotische Destillation in letzter Zeit viel positive Aufmerksamkeit erhalten, insbesondere für die Möglichkeit flüssige Nahrungsmittel, Kosmetika (z. B. Duftstoffe), pharmazeutische Produkte und thermisch labile biologische Substanzen zu konzentrieren. Eine ausgezeichnete zusammenfassende Darstellung der Technologie der osmotischen Destillation ist in Hogan, Paul A., A New Option: Osmotic Distillation, Chemical Engineering Progress, Juli 1998, Seite 49–61 gegeben.

**[0004]** Die Konzentration von Getränken, wie Fruchtsäften und alkoholischen Getränken, ist eine erste Anwendung für die osmotische Destillation. Vielleicht sind die am meisten erwähnenswerten Gründe für das Konzentrieren von Getränken die, dass die Konzentrate keine großen Mengen an Lösungsmittel enthalten und dass sie viel länger stabil bleiben als im verdünnten Zustand. Die Konzentrate können infolgedessen kostengünstiger über lange Distanzen verschifft werden und bleiben viel länger frisch, als wenn sie verdünnt sind.

**[0005]** Einige Fruchtsäfte, insbesondere die aus Zitrusfrüchten weisen Öle oder andere Komponenten auf, die die Oberflächenspannung des Saftes verringern, z. B. oberflächenaktive Mittel. Diese Öle und andere die Oberflächenspannung vermindende Komponenten werden hierin kollektiv als „Öle“ oder „ölige Komponenten“ bezeichnet. Zum Beispiel enthält Orangensaft eine erhebliche Menge an gelösten Limonen-Ölen. Die Anwesenheit von gelösten Ölen in einer vorwiegend wässrigen Saftlösung kann für die osmotische Destillation problematisch sein, da die öligen Komponenten die Membranoberfläche beneten können, die Poren auffüllen können und die gewünschte Durchlässigkeit der flüchtigen Komponente verringern oder völlig blockieren können, wodurch eine weitere Konzentrierung des Ausgangsmaterials verhindert wird. Öle können auch eventuell die Membran durchdringen und können es den Flüssigkeiten auf jeder Seite der Membran ermöglichen, sich zu mischen, was unerwünscht ist.

**[0006]** Fruchtsäfte sowie andere Flüssigkeiten können breiig sein. Das heißt sie enthalten Feststoffe, die in der Flüssigkeit suspendiert sind. Sowie der Saft konzentriert wird, erhöhte sich die Feststoffkonzentration. Feststoffe können auch wesentliche Abschnitte auf der Membranoberfläche blockieren, so dass die Poren verstopfen und die osmotische Destillation in dem Ausmaß behindert wird, dass die Rate der Durchlässigkeit der flüchtigen Komponente erheblich vermindert wird.

**[0007]** Es wäre wünschenswert, ein osmotisches Destillationsverfahren für das Konzentrieren von Flüssigkeiten zu haben, das gegenüber Benetzen und Blockieren der Membran durch ölige und/oder feste Komponenten

in den Verarbeitungsflüssigkeiten resistent ist.

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Konzentrieren eines flüssigen Ausgangsgemisches durch osmotische Destillation bereitgestellt, umfassend die Schritte:

Bereitstellen eines Ausgangsgemisches aus Komponenten, die in einer anfänglichen Konzentration vorliegen, wobei das Gemisch eine flüchtige flüssige Komponente umfasst, wobei die flüchtige flüssige Komponente in dem Gemisch löslich ist und wobei die flüchtige flüssige Komponente über dem Gemisch einen ersten Dampfdruck aufweist, und eine Stripplösung, über welcher die flüchtige flüssige Komponente einen zweiten Dampfdruck aufweist, der sich von dem ersten Dampfdruck unterscheidet;

Bereitstellen einer zweiseitigen Membranstruktur, die eine nicht-poröse Membran auf einer Seite umfasst und mit einem mikroporösen Substrat auf der zweiten Seite coextensiv ist, wobei die nicht-poröse Membran eine Polymerzusammensetzung mit einem freien Volumen von mindestens etwa 15% bei der Temperatur, bei der die osmotische Destillation durchgeführt wird, umfasst und bei der es sich um eine Zusammensetzung handelt, die gegenüber der flüchtigen flüssigen Komponente durchlässig ist und weder durch das Ausgangsgemisch noch durch die Stripplösung benetzt werden kann;

Kontaktieren des Ausgangsgemisches mit der nicht-porösen Membran, während die Stripplösung mit dem mikroporösen Substrat kontaktiert wird;

Halten des zweiten Dampfdruckes unter dem ersten Dampfdruck, um dadurch zu bewirken, dass die flüchtige flüssige Komponente die Membran von dem Ausgangsgemisch bis zur Stripplösung durchdringt und dadurch ein konzentriertes flüssiges Gemisch erzeugt, das Komponenten umfasst, die sich von der flüchtigen flüssigen Komponente, welche in einer höheren Konzentration als der anfänglichen Konzentration vorliegt, unterscheiden; und

Entnahme des konzentrierten flüssigen Gemisches.

**[0009]** [Fig. 1](#) ist eine Auftragung des spezifischen Volumens gegen die Temperatur von einem Polymer, das einen Überschuss an freiem Volumen zeigt.

**[0010]** [Fig. 2](#) ist ein schematisches Diagramm einer Apparatur, die verwendet wird, um die osmotische Destillation gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung durchzuführen.

**[0011]** [Fig. 3](#) ist eine Auftragung der Leitfähigkeit in Millisiemens gegen das Gewicht der Inhalte des Zuführungstanks in Gramm während der osmotischen Destillationen zur Konzentration Limonen-haltiger Saccharoselösung.

**[0012]** [Fig. 4](#) ist eine Auftragung des Flusses durch die Membran während der osmotischen Destillationen zur Konzentration Limonen-haltiger Saccharoselösung.

**[0013]** [Fig. 5](#) ist eine Auftragung des Wasserdampfflusses durch die Membran und der Leitfähigkeit des Zufließstroms während der osmotischen Destillation von Kaffee gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0014]** Das neuartige osmotische Destillationsverfahren steht grundsätzlich für den Transfer einer flüchtigen Komponente aus einer ersten Flüssigkeit durch eine nicht-poröse Membran in eine zweite Flüssigkeit, wodurch die restlichen Komponenten, die in der ersten Flüssigkeit verbleiben, konzentriert werden und die zweite Flüssigkeit durch den Zusatz der überführten flüchtigen Komponente verdünnt wird. Häufig ist das Hauptprodukt dieses Verfahrens eher die mit den Restkomponenten angereicherte erste Flüssigkeit als die verdünnte zweite Flüssigkeit.

**[0015]** Es wurde hierin die Konvention übernommen, die erste Flüssigkeit, welches die Flüssigkeit ist, aus der die flüchtige Komponente entfernt wird, d. h. die zu konzentrierende Flüssigkeit, als die „Ausgangslösung“ zu bezeichnen und ferner die zweite oder die Flüssigkeit, die durch die flüchtige Komponente verdünnt wird, als die „Stripplösung“ zu bezeichnen. Die zweitgenannte Bezeichnung kann so verstanden werden, dass sie von ihrer Funktion des „Strippens“ der flüchtigen Komponente aus der Ausgangslösung abgeleitet worden ist.

**[0016]** Die Ausgangslösung ist ein Gemisch im flüssigen Zustand, das mindestens eine flüchtige Komponente und mindestens eine andere Komponente umfasst, das durch das Entfernen eines Teils der flüchtigen Komponente konzentriert wird. Es können Feststoffe in dem Ausgangsgemisch vorhanden sein, das infolgedessen eine Aufschämmung oder Suspension sein wird. Das Verhältnis der Feststoffe zur Flüssigkeit ist nicht kritisch,

vorausgesetzt, dass das Ausgangsgemisch eine frei bewegliche Flüssigkeit bleibt. Wenn vorhanden, sind die Feststoffe üblicherweise einheitlich oder zumindest in dem Ausgangsgemisch gut dispergiert. Ein Fruchtsaft mit Fruchtfleisch, d. h. Fruchtstückchen, ist ein typisches Beispiel für eine Feststoffhaltige Ausgangslösung.

**[0017]** Das Ausgangsgemisch kann eine oder mehrere Restkomponenten aufweisen, die durch den Vorgang des osmotischen Destillationsverfahrens konzentriert werden. Wird hierin auf die zu konzentrierende Komponente im Singular Bezug genommen, so ist gemeint, dass der Plural eingeschlossen ist, solange nicht anders festgelegt. Die zu konzentrierende Komponente kann eine Flüssigkeit oder ein Feststoff sein. Vorzugsweise sollte die zu konzentrierende Komponente, wenn sie flüssig ist, mit der flüchtigen Komponente mischbar sein. Darüber hinaus sollte der Dampfdruck der zu konzentrierenden Komponente verglichen mit dem der flüchtigen Komponente niedrig sein, um einen erheblichen Transfer der ersten zur Stripplösung zu verhindern. Wenn die zu konzentrierende Komponente ein Feststoff ist, kann sie vollständig oder teilweise in der flüchtigen Komponente löslich sein.

**[0018]** In der osmotischen Destillation ist die treibende Kraft für den Transfer der flüchtigen Komponente durch die Membran der Gradient des Dampfdrucks der flüchtigen Komponente zwischen dem Ausgangsgemisch und der Stripplösung. Deshalb sollte die flüchtige Komponente über der zu konzentrierenden Lösung einen hohen Dampfdruck bereitstellen, so dass ein großer Dampfdruckgradient erreicht werden kann. Das neuartige osmotische Destillationsverfahren ist gut dazu geeignet, anfänglich verdünnte Lösungen aus niedrig- oder nicht-flüchtigen gelösten Stoffen mit moderatem bis hohem Molekulargewicht, wie Zucker, Polysaccharide, Carbonsäuresalze, Proteine und dergleichen, zu konzentrieren. Das Lösungsmittel ist in vielen für die Industrie wichtigen Fällen häufig Wasser oder ein organisches Lösungsmittel, typischerweise ein polares organisches Lösungsmittel, wie ein Alkohol, z. B.

**[0019]** Ethylalkohol. Das tatsächlich verwendete Lösungsmittel, wird von dem Ausgangsgemisch, das behandelt werden soll, abhängen. Vorzugsweise ist das Ausgangsgemisch aus derartigen Zusammensetzungen, wie flüssigen Lebensmitteln, einschließlich Suppen und Früchten, alkoholischen oder coffeinierten Getränken, Kosmetika (z. B. Duftstoffe), pharmazeutischen Produkten, Nahrungsergänzungsmitteln, Latizes und thermisch labilen biologischen Substanzen, wie tierischen Körperflüssigkeiten einschließlich Blut, Urin, Cerebrospinalflüssigkeit und dergleichen, ausgewählt.

**[0020]** Wenn Wasser das Lösungsmittel ist, sollte die Stripplösung eine Lösung eines nicht-flüchtigen löslichen Stoffs mit vorzugsweise hoher osmotischer Aktivität sein, der in der flüchtigen Komponente gelöst ist. Das heißt, der nicht-flüchtige lösliche Stoff sollte ein niedriges Äquivalentgewicht und hohe Löslichkeit in der flüchtigen Komponente aufweisen. Die Stripplösung sollte auf einer relativ hohen Konzentration an nicht-flüchtigem gelösten Stoff gehalten werden, um den Dampfdruck der flüchtigen Komponente auf der Stripplösungsseite der Membran zu senken. Dies fördert einen raschen Transfer der flüchtigen Komponente zur Stripplösung.

**[0021]** Der Dampfdruck der flüchtigen Komponente in der Stripplösung wird sich so erhöhen, wie der Transfer durch die Membran fortschreitet. Um die Transferrate hoch zu halten, sollte die Konzentration der flüchtigen Komponente in der Stripplösung niedrig gehalten werden. Dies kann durch Wiederauffüllen der Stripplösung mit reiner Stripplösung, die eine niedrige Konzentration der flüchtigen Komponente enthält, erreicht werden. Für einen ökonomisch attraktiven Betrieb kann die Stripplösung durch Entfernen der überschüssigen flüchtigen Komponente erneut konzentriert werden und kann wiederverwendet werden. Infolgedessen sollte der nicht-flüchtige gelöste Stoff bevorzugt bei hohen Temperaturen, die verwendet werden, um das erneute Konzentrieren zu beschleunigen, stabil sein. Die Stripplösung kann auch aus Salzlösungsschächten oder aus Wassertanks mit hoher Salzkonzentration wieder aufgefüllt werden. Es ist für den nicht-flüchtigen gelösten Stoff der Stripplösung auch wünschenswert, dass er nicht giftig, nicht korrosiv und nicht teuer ist. Vorzugsweise ist der nicht-flüchtige gelöste Stoff der Stripplösung ein Alkalihydroxid, ein wasserlösliches Salz ausgewählt aus einem Alkalihalogenidsalz und Erdalkalimetallhalogenidsalz oder Gemischen davon. Repräsentative wasserlösliche Salze schließen Natriumchlorid, Calciumchlorid, Magnesiumchlorid, Monokaliumphosphat, Dikaliumorthophosphat, Magnesiumsulfat, Lithiumchlorid, Lithiumbromid, Lithiumiodid, Kaliumiodid, Natriumiodid und Gemische davon ein.

**[0022]** In einer wichtigen Ausführungsform nützt das erfindungsgemäße osmotische Destillationsverfahren eine Membranstruktur, die eine nicht-poröse gasdurchlässige Membran im Gegensatz zu einer porösen Membran, die bisher in der üblichen osmotischen Destillation verwendet worden ist, umfasst. Dieses Merkmal macht das neuartige Verfahren außergewöhnlich nützlich, um flüssige Gemische zu konzentrieren, die ölige Komponenten und/oder suspendierte Feststoffe aufweisen. Membranporen können durch Öle in dem Ausgangsgemisch, besonders wenn das Gemisch konzentriert wird, benetzt werden. Wenn eine poröse Membran

„durchtränkt“ ist, d. h. mit den öligen Komponenten gesättigt ist, können die Öle die Membran durchdringen, wobei die Poren verstopfen und/oder bedeckt werden. Ein derartiger Verschluss vermindert den Transfer der flüchtigen Komponente und eine derartige Bedeckung kann es auch der Stripplösung und/oder dem Ausgangsgemisch ermöglichen, durch die Membran „durchzubrechen“ und infolgedessen die andere zu kontaminiieren. Gleichzeitig können Feststoffe in der zu konzentrierenden Lösung die Poren verstopfen. Es ist entdeckt worden, dass eine nicht-poröse Membran diese nachteiligen Effekte verzögern oder verhindern kann, so dass die nicht-poröse Membran für einen viel längeren Zeitraum bei einer hohen Beförderungsrate zwischen den Reinigungen genutzt werden kann. Folglich ist es bevorzugt, dass die nicht-poröse Membran des neuartigen osmotischen Destillationsverfahrens aus einer Zusammensetzung besteht, die weder durch die Ausgangslösung noch durch die Stripplösung benetzbar ist. Mit „nicht benetzbar“ ist gemeint, dass es keine Durchbrech-Ergebnisse zur Folge hat, wenn die nicht-poröse Membran einem Durchbrech-Vorgang unterzogen wird, der in den Beispielen 14–16 des U.S. Patents Nr. 5,876,604 beschrieben ist, wobei die Ausgangslösung oder die Stripplösung bei einem Druck und einer Dauer verwendet wird, bei welchen das osmotische Destillationsverfahren durchgeführt werden sollte. Im weiteren Sinne fällt die Dauer des Durchbrech-Tests typischerweise in den Bereich von 1 Tag bis 1 Monat und der Druck liegt üblicherweise im Bereich von etwa 1–5 Pfund/Quadratzoll, „psi“ (7–35 kPa). Ohne übermäßig experimentieren zu müssen, wird ein Fachmann in der Lage sein, eine Testdauer für eine bestimmte Kombination von Flüssigkeits- und Membranzusammensetzungen festzulegen.

**[0023]** Bisher wurden nicht-poröse Membranen für die Verwendung in der osmotischen Destillation als nicht geeignet angesehen. Wie erwähnt, findet der Transfer der flüchtigen Komponente bei der osmotischen Destillation typischerweise durch Durchdringen eines Gases durch eine Membran statt. Herkömmliche Materialien für nicht-poröse Membranen weisen im Allgemeinen keine hohen Gasdurchlässigkeiten auf. Deshalb ist bisher auf dem Fachgebiet beobachtet worden, dass die Beförderung einer flüchtigen Komponente durch eine nicht-poröse Membran zu langsam sein würde, um eine osmotische Destillation durchführbar zu machen. Es ist nun gefunden worden, dass bestimmte Materialien zu nicht-porösen Membranen geformt werden können, die annehmbare Beförderungsraten für die osmotische Destillation bereitstellen und es infolgedessen erlauben, dass der Vorteil der verminderten Benetzbarkeit, der sich durch die Verwendung nicht-poröser Membranen in der osmotischen Destillation ableitet, erreicht wird.

**[0024]** In einer wichtigen Ausführungsform dieser Erfindung ist gefunden worden, dass gasdurchlässige Membranen mit einem hohen freien Volumen einen Fluss einer flüchtigen Komponente herstellen können, der für eine kommerziell realisierbare Trennung durch osmotische Destillation geeignet ist, auch wenn die Membran nicht-porös ist. Folglich erlaubt die Verwendung einer nicht-porösen gasdurchlässigen Membran mit einem hohen freien Volumen einen hohen Fluss, ein stabiles Konzentrierungsverfahren zum Konzentrieren flüssiger Gemische, die bisher schwierig durch osmotische Destillation zu konzentrieren gewesen sind.

**[0025]** Das freie Volumen ist eine Eigenschaft eines Polymers, die verstanden werden kann, indem man eine Auftragung des spezifischen Volumens  $V$  gegen die Temperatur  $T$  betracht, wie in [Fig. 1](#) zu sehen. Der Begriff „freies Volumen“ bezieht sich auf das Volumen des Polymers, das momentan nicht durch Moleküle besetzt ist. In [Fig. 1](#) ist das Volumen des Polymers, das durch Moleküle besetzt ist, durch den Bereich **8** unterhalb der Geraden **7** dargestellt, die die Volumen-Temperatur-Beziehung der Moleküle definiert, aus denen ein Polymergegenstand aufgebaut ist. Die Gerade **4** definiert die Volumen-Temperatur-Beziehung des Gegenstands, der aus dem Polymer gebildet wird. Deshalb stellt der Bereich zwischen der Geraden **4** und der Geraden **7** den Raum zwischen den Molekülen innerhalb der physikalischen Abmessungen des Polymergegenstands dar. Ferner stellt der Bereich oberhalb der Geraden **4** das Volumen des Raums außerhalb der Begrenzung des Gegenstands dar. Dieser oberste Bereich würde das Volumen der Poren überall in einem porösen Gegenstand aus einem Polymer einschließen.

**[0026]** Für viele Substanzen definiert die Auftragung von  $V$  gegen  $T$  eine lineare Beziehung **4**.

**[0027]** Allerdings ist für bestimmte Polymere eine Unstetigkeit **1** in der  $V$ - $T$ -Auftragung bei der Glasübergangstemperatur  $T_g$  zu sehen. Das heißt, dass unterhalb der  $T_g$ , wo das Polymer glasig ist, das spezifische Volumen mit der Zunahme der Temperatur entlang der Geraden **4** linear ansteigt. Wenn die Glasübergangstemperatur erreicht ist und überschritten wird, steigt das spezifische Volumen weiterhin mit der Temperatur entlang der Geraden **2** linear an, obwohl die Anstiegsrate höher ist. Das heißt die Steigung der spezifisches-Volumen-gegen-Temperatur-Geraden **2** oberhalb der  $T_g$  ist steiler als die Gerade **4** unterhalb der  $T_g$ . Bei jeder Temperatur unterhalb der  $T_g$  kann man die Differenz zwischen dem aktuellen spezifischen Volumen und dem erwarteten spezifischen Volumen bestimmen, was man durch Extrapolieren der spezifisches-Volumen-gegen-Temperatur-Geraden **6** von oberhalb der  $T_g$  nach unterhalb der  $T_g$  erhält. Diese Differenz, gezeigt als Bereich **5**, wird als „überschüssiges freies Volumen“ bezeichnet. Infolgedessen können glasige Polymere bei

Temperaturen unterhalb der Tg einen großen Überschuss an freiem Volumen aufweisen, das ein freies Gesamtvolumen bereitstellt, das größer als das erwartete freie Volumen zwischen den Geraden 6 und 7 ist, welches besonders hoch ist.

**[0028]** Polymere mit hohem freiem Volumen sind für den Gebrauch als nicht-poröse Membranen für die osmotische Destillation bevorzugt. Mit dem Begriff „hohes freies Volumen“ ist gemeint, dass das freie Volumen des Polymers bei der Gebrauchstemperatur mindestens etwa 15% und bevorzugt mindestens etwa 28% beträgt. Die Gebrauchstemperatur wird die Temperatur sein, bei der die osmotische Destillation durchgeführt wird. Es ist für das Polymer mit hohem freiem Volumen erwünscht, dass es eine Glasübergangstemperatur oberhalb normaler Raumtemperatur, bevorzugt über etwa 30 °C und stärker bevorzugt über etwa 115 °C aufweist.

**[0029]** Polymere mit hohem freiem Volumen, die zur Ausführung der osmotischen Destillation besonders bevorzugt sind, sind Polytrimethylsilylpropin, Siliconkautschuk und bestimmte amorphe Copolymeren aus Perfluor-2,2-dimethyl-1,3-dioxol, wobei das letztgenannte besonders bevorzugt ist.

**[0030]** Die Membran kann aus einem amorphen Copolymer eines bestimmten perfluorierten Dioxol-Monomers, nämlich Perfluor-2,2-dimethyl-1,3-dioxol („PDD“) gebildet sein. In einigen bevorzugten Ausführungsformen ist das Copolymer copolymerisiertes PDD und mindestens ein Monomer ist ausgewählt aus Tetrafluorethylen („TFE“), Perfluormethylvinylether, Vinylidenfluorid und Chlortrifluorethylen. In anderen bevorzugten Ausführungsformen ist das Copolymer ein Dipolymer aus PDD und einer ergänzenden Menge TFE, insbesondere ein derartiges Polymer, das 50–95 Mol % PDD enthält. Beispiele für Dipolymeren sind detaillierter in den U.S. Patenten Nr. 4,754,009 von E. N. Squire, das am 28. Juni 1988 veröffentlicht wurde; und 4,530,569 von E. N. Squire, das am 23. Juli 1985 veröffentlicht wurde, beschrieben. Perfluorierte Dioxol-Monomere sind in U.S. Patent Nr. 4,565,855 von B. C. Anderson, D. C. England und P. R. Resnick offenbart, das am 21. Januar 1986 veröffentlicht wurde.

**[0031]** Das amorphe Copolymer kann anhand seiner Glasübergangstemperatur charakterisiert werden, die von der Zusammensetzung des spezifischen Copolymers der Membran, insbesondere der Menge an TFE oder einem anderen Comonomer, das vorhanden sein kann, abhängen wird. Beispiele für Tg-Werte sind in [Fig. 1](#) des vorstehend erwähnten U.S. Patents Nr. 4,754,009 von E. N. Squire erwähnt, wobei sie von etwa 260 °C für Dipolymeren mit 15% Tetrafluorethylen-Comonomer bis hinunter zu weniger als 100 °C für die Dipolymeren, die mindestens 60 Mol-% Tetrafluorethylen enthalten, reichen. Es ist leicht verständlich, dass erfindungsgemäß Perfluor-2,2-dimethyl-1,3-dioxol-Copolymeren so maßgeschneidert werden können, um eine ausreichend hohe Tg bereitzustellen, dass eine Membran aus einer derartigen Zusammensetzung es aushält, Wasserdampftemperaturen ausgesetzt zu werden. Folglich kann man Membranen dieser Erfindung Wasserdampf-sterilisierbar und dadurch für verschiedene Anwendungen, die sterile Materialien benötigen, insbesondere solche, bei denen biologische Materialien beteiligt sind, geeignet machen.

**[0032]** Um eine optimale osmotische Destillationsleistung zu erreichen, ist es erwünscht, festzustellen, dass die gasdurchlässige Membran nicht-porös ist. Die Abwesenheit von Porosität kann durch verschiedene auf dem Fachgebiet bekannte Verfahren, einschließlich zum Beispiel der mikroskopischen Betrachtung der Membranoberfläche, festgestellt werden. PDD-Copolymeren sind insbesondere in der Hinsicht vorteilhaft, da sie von sich aus selektiv gasdurchlässig sind. Insbesondere nicht-poröse Membranen aus PDD-Copolymeren zeigen eine Sauerstoff/Stickstoff-Gasselektivität von mehr als etwa 1,4. Folglich ist es möglich, die Differenz in den Flussraten zweier Gase, zum Beispiel Sauerstoff und Stickstoff, durch eine PDD-Copolymer-Membran zu messen, um zu verifizieren, dass sie selektiv gasdurchlässig und deshalb intakt und nicht-porös über die Membranoberfläche ist.

**[0033]** Die nicht-poröse Membran kann eine ungestützte monolithische gasdurchlässige Membranstruktur sein. Bevorzugt wird ein vielschichtiger Verbundwerkstoff einer nicht-porösen gasdurchlässigen Schicht, die auf einer porösen oder mikroporösen Substratschicht gestützt wird, benutzt, in der die nicht-poröse Membran benachbart und coextensiv mit dem stützenden porösen Substrat ist. Der poröse Träger stellt strukturelle Integrität für die nicht-poröse Membran bereit. Jedes poröse Substratmaterial, das nicht durch die Stripplösung und die Ausgangslösung benetzbar ist und das eine derartige Unterstützung anbietet, ist mit der Maßgabe geeignet, dass es auch durch das Ausgangsgemisch, die flüchtige Komponente oder die Stripplösung nicht abgebaut wird und dass es die Beförderung der flüchtigen Komponente durch die nicht-poröse Membranen nicht behindert. Zusätzlich kann man Materialien, die von sich aus durch die Stripplösung oder die Ausgangslösung benetzbar sind, behandeln, um sie nicht benetzbar zu machen. Beispiele für derartige Materialien und Verfahren, um diese nicht benetzbar gegenüber Flüssigkeiten zu machen, sind in U.S. Patent Nr. 5,116,650 und

5,156,780 zu finden. Repräsentative poröse Substratmaterialien schließen Polyolefine, wie Polyethylen und Polypropylen, Polytetrafluorethylen, Polysulfon und Polyvinylidenfluorid ein.

**[0034]** Die Gestalt der Membran kann eine unterschiedliche Vielzahl an Formen aufweisen und kann typischerweise in Bahnform, wie einer perforierten Bahn; einem porösen Gewebe oder einem Vlies; einer mikroporösen Polymerfolie vorliegen. Die Bahn kann als eine flache Bahn eingesetzt werden oder die Bahn kann plissiert oder spiralförmig gerollt sein, um die Oberfläche gegenüber dem Volumenanteil der Trenneinheit zu vergrößern. Die Membran kann auch in einer Röhren- oder Röhrenbandform vorliegen. Membranröhren und Röhrenbänder sind in U.S. Patent Nr. 5,565,166 offenbart.

**[0035]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die nicht-poröse gasdurchlässige Membran zur Verwendung in der osmotischen Destillation als eine dünne Schicht auf einem Träger aus einer mikroporösen Hohlfaser angewendet. Derartige Verbundhohlfasern stellen nützlicher Weise eine sehr große Oberfläche pro Membranstruktur-Volumeneinheit bereit und sind infolgedessen in der Lage, einen extrem hohem Gasfluss in einem kleinen besetzten Raum bereitzustellen. Dieser Vorteil des Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnisses kann ferner durch Zusammenbau einer Vielzahl von Verbundhohlfasern in sogenannte Fasermodule ausgenutzt werden. Ein derartiges Modul schließt typischerweise ein Bündel aus mehreren Hohlfasern von im Wesentlichen paralleler Anordnung ein. Die Enden der Fasern sind in einem Fixiermedium, zum Beispiel einem Epoxidharz eingebettet. Das Bündel wird dann durch die eingebetteten Enden durchschnitten und die Bündel können in einem Gussstück befestigt werden, um eine schalenförmige oder röhrenförmige modulare Einheit zu bilden. Obwohl die nicht-poröse Membran auf den Hohlfasern vor dem Bündeln und Zusammenbauen des Moduls gebildet werden kann, ist es bevorzugt, die Membran auf den Hohlfasern nach dem Einbauen dieser in ein Modul zu bilden. U.S. Patent 5,914,154 von Stuart M. Nemser offenbart besonders effektive Verfahren, um derartige Verbundhohlfaser-Module herzustellen.

**[0036]** Diese Erfindung wird nun durch Beispiele von bestimmten repräsentativen Ausführungsformen davon veranschaulicht, wobei alle Anteile, Verhältnisse und Prozentsätze Gewichtsangaben sind, sofern nicht anders angezeigt. Alle Gewichts- und Maßeinheiten, die ursprünglich nicht in SI-Einheiten erhalten wurden, sind in SI-Einheiten umgewandelt worden.

## BEISPIELE

### Vergleichsbeispiel 1 und Beispiele 1–3

**[0037]** Eine Apparatur zur osmotischen Destillation wurde wie in [Fig. 2](#) gezeigt aufgebaut. Man ließ eine Lösung aus Calciumchlorid in Wasser als Stripplösung in einer Salzlösungsschleife **20** von einem Salzlösungszuführungstank **22** durch ein Membranmodul **30** über eine Salzlösungszuführungspumpe **24** mit variabler Geschwindigkeit, Modell Cole-Parmer 7144-05, zirkulieren. Der Salzlösungszuführungstank war mit einem Magnetrührer **23** ausgestattet, um eine homogene Lösungskonzentration in dem Tank zu halten. Die Salzlösung wurde durch einen Wärmetauscher in einem konstanten Temperaturbad **25**, Modell VWR **1140**, das auf 25 °C gehalten wurde, und einen Avecor Affinity™ Blut-Oxygenator (Medtronic, Inc., Minneapolis, Minnesota) **26** gepumpt, um überschüssiges Gas aus der Stripplösung zu entfernen. Der letztgenannte Schritt wurde erreicht, indem man die Stripplösung durch die Seite des Oxygenators passieren ließ, die normalerweise das Blut entgegennimmt, während mit etwa 25 Zoll Hg (85 N/m<sup>2</sup>) auf dem Vakuummessgerät auf der Seite des Oxygenators gezogen wurde, die normalerweise Gas mit einer Vakuumspumpe, Modell Welch Duo-Seal™ **1400**, entgegennimmt. Die Temperatur der zirkulierenden Stripplösung wurde an dem Thermoelement **27** vor dem Eintritt in das Membranmodul **30** gemessen. Der Druck der zirkulierenden Stripplösung an dem Druckmessgerät **28** wurde durch das manuelle Drosselventil **29** beim Zurückkehren der Lösung zum Zuführungstank geregelt.

**[0038]** Die Ausgangslösung wurde in einer Zuführungsschleife **41** aus einem Liefertank **40** durch das Membranmodul **30** über eine weitere Pumpe **42**, Modell Cole-Parmer 7144-05 und einen zweiten Wärmetauscher im gleichen konstanten Temperaturbad **43**, Modell VWR **1140**, zirkuliert. Die Temperatur **44** und der Druck **45** wurden vor dem Eintritt in das Modul überwacht. In allen Beispielen wurden die Temperaturen der Salzlösung und der Ausgangslösung beim Eintritt in das Modul innerhalb des engen Bereichs des jeweils anderen gehalten, der etwa 2 °C nicht überstieg und typischerweise etwa 0,5 °C betrug. Die Leitfähigkeit der Ausgangslösung wurde mit einem Leitfähigkeitsmessgerät **46**, Modell Yellow Springs Instrument **32**, kontinuierlich gemessen. Folglich konnte ein Durchbrechen der elektrisch leitfähigen Stripplösung anhand eines Anstiegs der Leitfähigkeit der Ausgangslösung bestimmt werden. Die Masse der zu konzentrierenden Lösung in dem Liefertank wurde aus Massendifferenzberechnungen bestimmt, basierend auf Gewichtsmessungen, die unter Verwendung einer elektronischen Waage (0,1 g Empfindlichkeit) **47**, Modell Acculab® V-4800, die unter dem Liefertank an-

gebracht war, genommen wurden. Der Fluss des Ausgangslösungsstroms, der den Liefertank erreichte, sorgte für Bewegung.

**[0039]** Das Membranmodul **30** war ebenfalls ein Avecor Affinity™ Blut-Oxygenator. Diese Einheit enthielt in einem zylindrischen Gehäuse **33** multiple mikroporöse Polypropylen-Hohlfasern mit insgesamt etwa 25 Quadratfuß Membrantransferfläche, die zusammen durch das schematische Element **32** veranschaulicht werden. Es wurde angenommen, dass die Porengröße etwa 0,04 µm betrug, und die Hohlfasern hatten einen Bohrungsdurchmesser von etwa 230 µm und einen Außendurchmesser von etwa 300 µm. Die Apparatur wurde so eingestellt, dass sie die Stripplösung durch die Faserbohrungen und die Ausgangslösung über die Außenoberfläche der Fasern leitete, so dass diese Flüssigkeiten die Trennzonen **34** und **36** an den gegenüberliegenden Seiten der Membran, während sie sich in dem Modul befanden, passierten.

**[0040]** Während des Betriebs wurde in Abständen festes Calciumchlorid dem Salzlösungszuführungstank bei Bedarf zugegeben, damit festes Salz in dem Tank vorhanden war und infolgedessen die Konzentration der Stripplösung an oder nahe der Sättigung gehalten wurde. Der Druck der Stripplösung wurde auf mindestens 0,5 Pfund/Quadratzoll, „psi“ (3,5 kPa) mehr als der Strom der Ausgangslösung reguliert. Dies wurde gemacht, um sicherzustellen, dass jeder Bruch der Membran dazu führen würde; dass die große Menge der Stripplösung die Ausgangslösung kontaminieren würde, was dann, wie vorstehend erwähnt, anhand der Leitfähigkeit erkannt werden könnte.

**[0041]** Die osmotische Destillation wurde unter Verwendung von abwechselnd vier Membranen durchgeführt. Das Vorrats-Oxygenator-Modul mit unbeschichteten mikroporösen Polypropylen-Hohlfasern wurde in Vergleichsbeispiel 1 verwendet. In den Beispielen 1–3 wurde ein identischer Typ eines Oxygenator-Moduls verwendet, bei dem die Hohlfasern mit unterschiedlichen Dicken einer nicht-porösen Schicht aus Perfluor-2,2-dimethyl-1,3-dioxol(„PDD“)/Tetrafluorethylen-Copolymer (Teflon® AF 2400, E. I. du Pont de Nemours & Co.) überzogen waren, die auf die Außenseite der Fasern gemäß dem Verfahren, da in U.S. Patent Nr. 5,914,154 offenbart ist, aufgetragen wurde. Die effektive Membrandicke auf den Fasern betrug 1,3 µm, 2,5 µm beziehungsweise 3,7 µm für die Beispiele 1–3. Die Membrandicke wurde aus Gaspermeabilitätsmessungen berechnet.

**[0042]** Die Raten der Wasserdampf-Beförderung aus der Ausgangslösung zu der Stripplösung, die durch osmotische Destillation für jede der beiden Ausgangslösungen, destilliertes Wasser und 10 Gew./Gew.-% Saccharose in Wasser, erhalten wurden, sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Zirkulationsraten betrugen 7,8 cm<sup>3</sup>/s und 38 cm<sup>3</sup>/s für die Stripplösung beziehungsweise den Ausgangslösungsstrom. Während jedes Vorgangs wurde keine Änderung der Leitfähigkeit des Ausgangslösungsstromes nachgewiesen, was angezeigt, dass die große Menge der Stripplösung nicht durchbrach, um den Ausgangslösungsstrom zu kontaminieren.

Tabelle 1

	Wasser	Saccharose-Lösung
Beschichtungsdicke	Wasserdampffluss	Wasserdampffluss
µm	l/(m <sup>2</sup> ·h)	l/(m <sup>2</sup> ·h)
Vgl. Bsp. 1	0	0,241
Bsp. 1	1,3	0,144
Bsp. 2	2,5	0,138
Bsp. 3	3,7	0,074

**[0043]** Diese Beispiele zeigen, dass die osmotische Destillation erfindungsgemäß mit einer nur geringen Verringerung des Wasserdampfflusses verglichen zu einer unbeschichteten mikroporösen Membranstruktur durchgeführt werden kann.

## Beispiel 4 und Vergleichsbeispiel 2

**[0044]** Der Vorgang der osmotischen Destillation aus Beispiel 1 wurde wiederholt, mit Ausnahme, dass der Strom der Ausgangslösung aus einer 10 Gew./Gew.-%igen Saccharoselösung in Wasser, der 20 ml r-Limonen auf 4 Liter zugegeben worden waren, (Bsp. 4) bestand. Zum Vergleich wurde dieser Vorgang auch unter Verwendung des Membranmoduls aus Vergleichsbeispiel 1 (Vgl. Bsp. 2) wiederholt.

**[0045]** [Fig. 3](#) zeigt eine Auftragung der Leitfähigkeit Q in Millisiemens gegen das Gewicht der Inhalte des Ausgangslösungstanks W in Gramm für Bsp. 4 (Daten „A“) und Vgl. Bsp. 2 (Daten „B“). Im Falle der mit einer nicht-porösen Membran beschichteten Faser offenbart die Figur, dass die Leitfähigkeit nur gering anstieg, dann allmählich in dem Maße abnahm, wie die Masse der Ausgangslösung in dem Ausgangslösungstank aufgrund des Wasserdampfs, der zu der Stripplösung übertragen wurde, abnahm. Dies ist ein erwartetes Verhalten während einer normalen Konzentration durch osmotische Destillation einer leicht leitfähigen Lösung, wie Saccharose. Im Gegensatz dazu zeigen die Daten B in der Figur einen raschen Anstieg der Leitfähigkeit, was eine Kontamination des Ausgangslösungsstroms durch die Salzlösung anzeigt. Vgl. Bsp. 2 wurde beendet, da eine wesentliche Menge der Ausgangslösung in dem Liefertank, aufgrund des signifikanten Ausmaßes des Vermischens der Stripplösung mit dem Ausgangslösungsstrom, verblieben war.

**[0046]** Die Daten „C“ (Bsp. 4) und „D“ (Vgl. Bsp. 2) aus [Fig. 4](#) zeigen die Flussrate FX in  $\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  durch die Membranen während der osmotischen Destillation, wie aus dem Gewichtsverlust des Liefertankbestands berechnet. Der annähernd stetige Fluss aus Bsp. 4 dient als Beweis für die Wasserdampfbeförderung, die als ein Ergebnis der normalen osmotischen Destillation stattfindet. Im Gegensatz dazu weist der große und unstete Fluss aus Vgl. Bsp. 2 auf einen Transport von flüssigem Wasser durch die Membran hin, was mit der osmotischen Destillation unvereinbar ist.

**[0047]** Das Vergleichsbeispiel zeigt infolgedessen, dass die niedrige anfängliche Konzentration an r-Limonen-Öl, die in der Ausgangslösung vorhanden war, die Hydrophobizität der mikroporösen Hohlfaser nachteilig beeinflusste, was es dem flüssigen Wasser erlaubte, durch die Membran zu wandern und die Stripplösung und die Ausgangslösung wechselseitig zu kontaminieren. Jedoch zeigt Beispiel 4, dass die Existenz einer nicht-porösen Membran auf den mikroporösen Polypropylen-Fasern das r-Limonen-Öl daran hinderte, die Membran zu „durchtränken“, so dass eine effektive osmotische Destillation durchgeführt werden konnte, um die Ausgangslösung zu konzentrieren. Limonen ist ein in vielen Fruchtsäften, insbesondere in Zitrusfruchtsäften, natürlich vorkommendes Öl. Folglich zeigen diese Beispiele, dass beschichtete Membranen in dem osmotischen Destillationsverfahren nützlich sein können zum Konzentrieren von Fruchtsäften, die ölige Komponenten enthalten, die die porösen Membranen durchtränken und die herkömmliche osmotische Destillationssysteme nach einer sehr kurzen Zeiten betriebsunfähig machen.

## Beispiel 5

**[0048]** Die Apparatur und die Verfahren aus Beispiel 2 wurden mit den folgenden Unterschieden wiederholt. Viertausend Gramm frisch gekochter Kaffee wurden durch die Zirkulationsschleife des Ausgangslösungsstroms und den Liefertank zirkuliert, um das System zu füllen. Der anfängliche Bestand in dem Liefertank betrug 3586 Gramm, was bedeutet, dass das Gewicht von 414 Gramm sich in dem Volumen der Zirkulationsschleife befand. Die osmotische Destillation wurde durchgeführt, bis der gekochte Kaffee auf eine Restmasse von 295 Gramm in dem Liefertank konzentriert war.

**[0049]** [Fig. 5](#) ist eine Auftragung des Wasserdampfflusses (Daten „E“) durch die Membran, berechnet aus dem Gewichtsverlust in dem Liefertank und der Leitfähigkeit (Daten „F“) des Ausgangslösungsstroms als Funktion der Zeit während der osmotischen Destillation. Der Wasserdampffluss stieg rasch bei etwa 90 Minuten auf eine Steady-State-Rate an, nahm dann sehr allmählich während etwa 10 Stunden der Destillation ab, bis die Beförderungsrate begann steil abzufallen. Am Ende des Vorgangs fiel das Bestandsniveau in dem Liefertank auf die Höhe des Zulaufs der Ausgangslösungsschleife ab. Dies verursachte, dass Luft in die Ausgangslösung gelangte und man nimmt an, dass dies den Flussabfall, den man in den letzten beiden aufgezeichneten Punkten erkennt, verursacht hat. Da Kaffee Elektrolyte enthält, würde man erwarten, dass die Leitfähigkeit ansteigt, da die Ausgangslösung konzentrierter wird. Dies ist in [Fig. 5](#) zu sehen, die bestätigt, dass die osmotische Destillation mit dem mikroporösen Hohlfasersubstrat, das mit der nicht-porösen Membran beschichtet ist, effektiv durchgeführt wurde.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Konzentrieren eines flüssigen Ausgangsgemisches durch osmotische Destillation, umfassend die Schritte:

Bereitstellen eines Ausgangsgemisches aus Komponenten, die in einer anfänglichen Konzentration vorliegen, wobei das Gemisch eine flüchtige flüssige Komponente umfaßt, wobei die flüchtige flüssige Komponente in dem Gemisch löslich ist und wobei die flüchtige flüssige Komponente über dem Gemisch einen ersten Dampfdruck aufweist, und eine Stripplösung, über welcher die flüchtige flüssige Komponente einen zweiten Dampfdruck aufweist, der sich von dem ersten Dampfdruck unterscheidet;

Bereitstellen einer zweiseitigen Membranstruktur, die eine nicht-poröse Membran auf einer Seite und ein mikroporöses Substrat auf der zweiten Seite aufweist, das coextensiv mit der nicht-porösen Membran ist, wobei die nicht-poröse Membran eine Polymerzusammensetzung mit einem freien Volumen von mindestens etwa 15% bei der Temperatur, bei der die osmotische Destillation durchgeführt wird, umfaßt und bei der es sich um eine Zusammensetzung handelt, die gegenüber der flüchtigen flüssigen Komponente durchlässig ist und weder durch das Ausgangsgemisch noch durch die Stripplösung benetzt werden kann;

Kontaktieren des Ausgangsgemisches mit der nicht-porösen Membran, während die Stripplösung mit dem mikroporösen Substrat kontaktiert wird;

Halten des zweiten Dampfdruckes unter dem ersten Dampfdruck, um dadurch zu bewirken, daß die flüchtige flüssige Komponente die Membran von dem Ausgangsgemisch bis zur Stripplösung durchdringt und dadurch ein konzentriertes flüssiges Gemisch erzeugt, das Komponenten umfaßt, die sich von der flüchtigen flüssigen Komponente, welche in einer höheren Konzentration als der anfänglichen Konzentration vorliegt, unterscheiden; und

Entnahme des konzentrierten flüssigen Gemisches.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die nicht-poröse Membran in Form einer flachen Bahn, einer plissierten Bahn, einer spiralförmigen gerollten Bahn, einer Röhre, eines Röhrenbandes oder einer Hohlfaser vorliegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die flüchtige flüssige Komponente Wasser oder Alkohol ist.

4. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, wobei das Ausgangsgemisch eine temperaturempfindliche Substanz, ausgewählt aus Zuckern, Polysacchariden, Carbonsäuresalzen, Proteinen, Obstsaft, Gemüsesaft, Suppenbrühe, Kaffee, Tee, Nahrungsergänzungsmitteln, Latizes, biologischen Substanzen, Impfstoff Peptid-Hormon, rekombinantem Protein, Enzym, Nukleinsäure, Antibiotikum, Fungizid, Oligopeptid, tierischer Körperflüssigkeit und Gemischen davon, umfaßt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die temperaturempfindliche Substanz Obstsaft, ausgewählt aus Orangensaft, Traubensaft, Ananassaft, Apfelsaft, Birnensaft, Preiselbeersaft und Gemischen davon, ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die temperaturempfindliche Substanz Orangensaft ist.

7. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, wobei die Stripplösung eine wasserlösliche Salzkomponente, ausgewählt aus einem Alkalihalogenidsalz, Erdalkalimetallhalogenidsalz und Gemischen davon, umfaßt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das wasserlösliche Salz aus Natriumchlorid, Calciumchlorid, Magnesiumchlorid, Monokaliumphosphat, Dikaliumorthophosphat, Magnesiumsulfat, Lithiumchlorid, Lithiumbromid, Lithiumiodid, Kaliumiodid, Natriumiodid und Gemischen davon ausgewählt ist.

9. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, wobei die Polymerzusammensetzung ein Polymer mit einem hohen freien Volumen, ausgewählt aus Polytrimethylsilylpropin und einem amorphen Copolymer von Perfluor-2,2-dimethyl-1,3-dioxol, umfaßt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

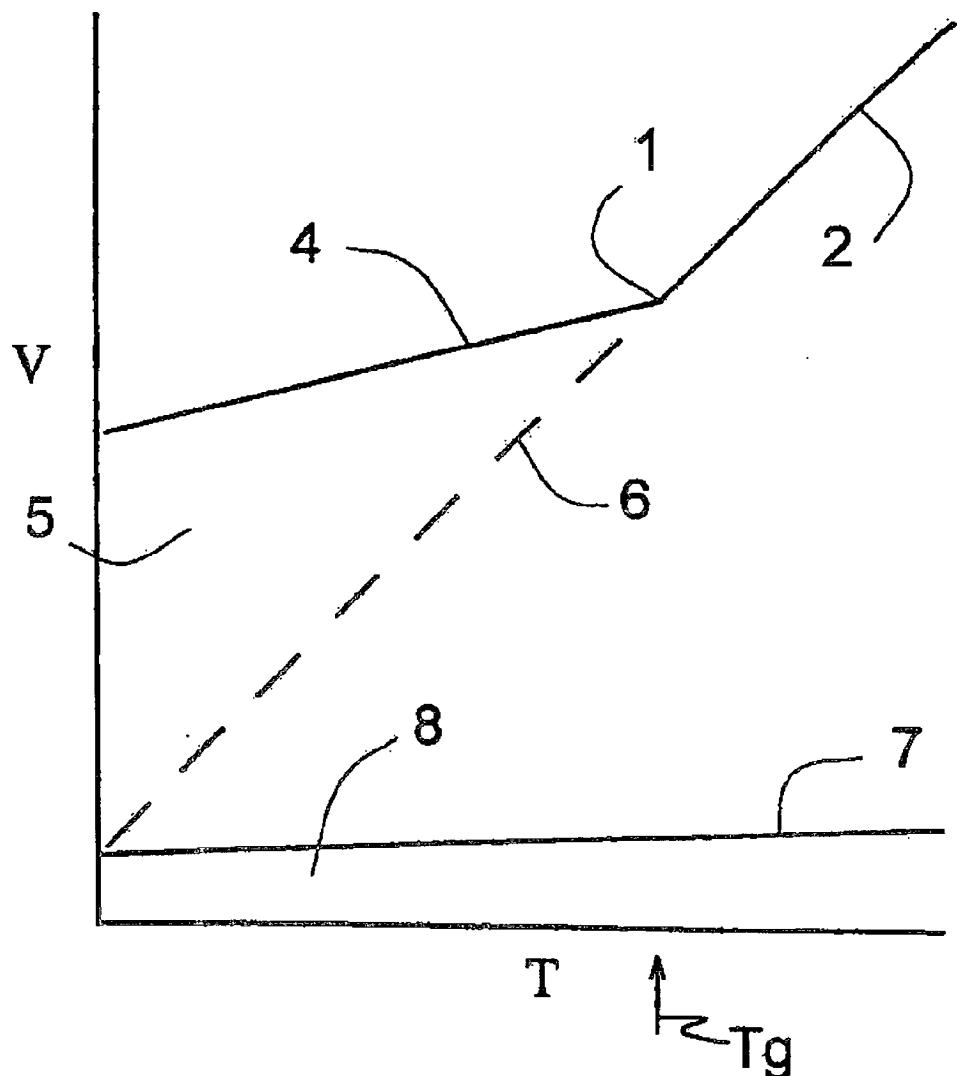


FIG. 1

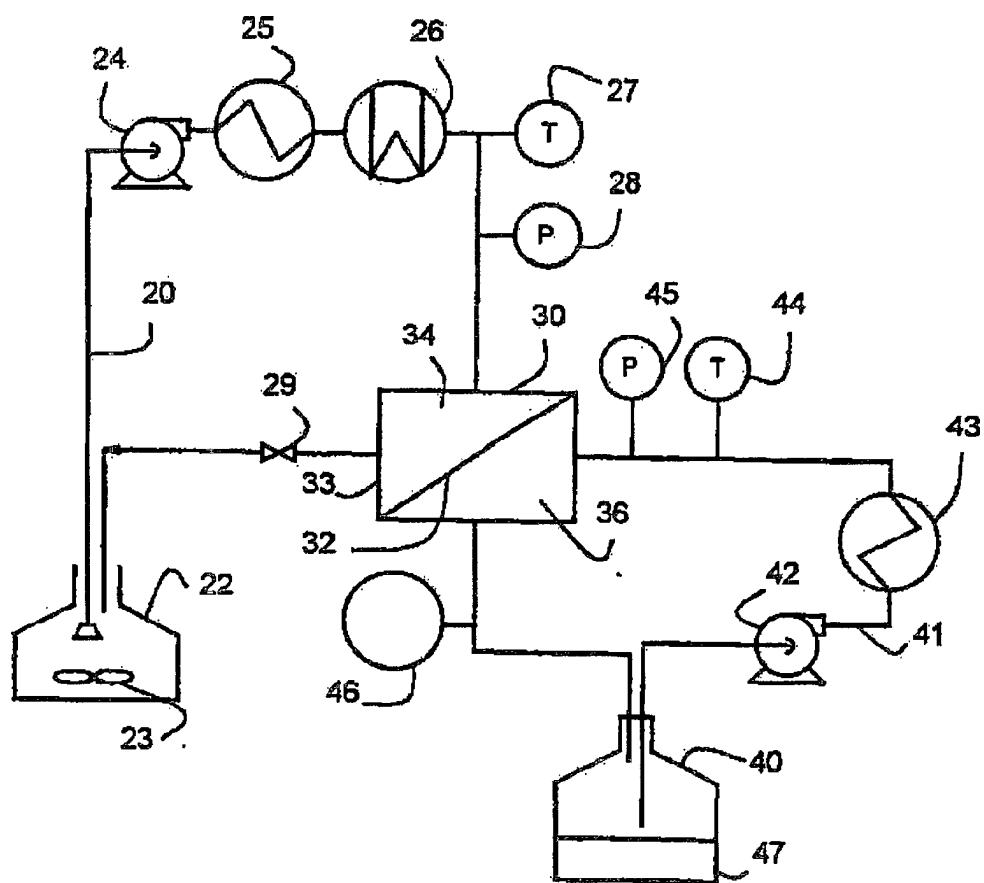


Fig. 2

FIG. 3

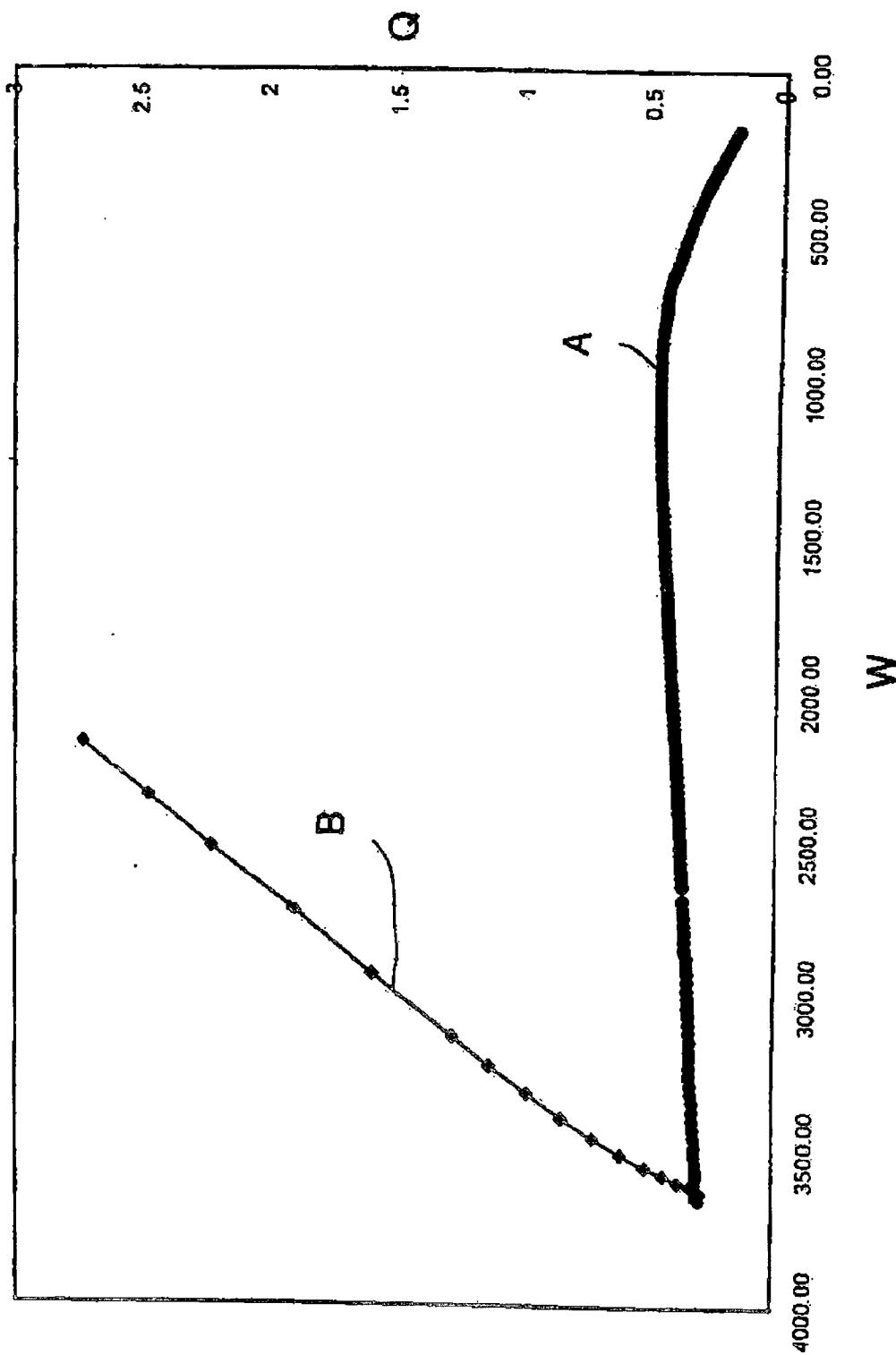


FIG.4

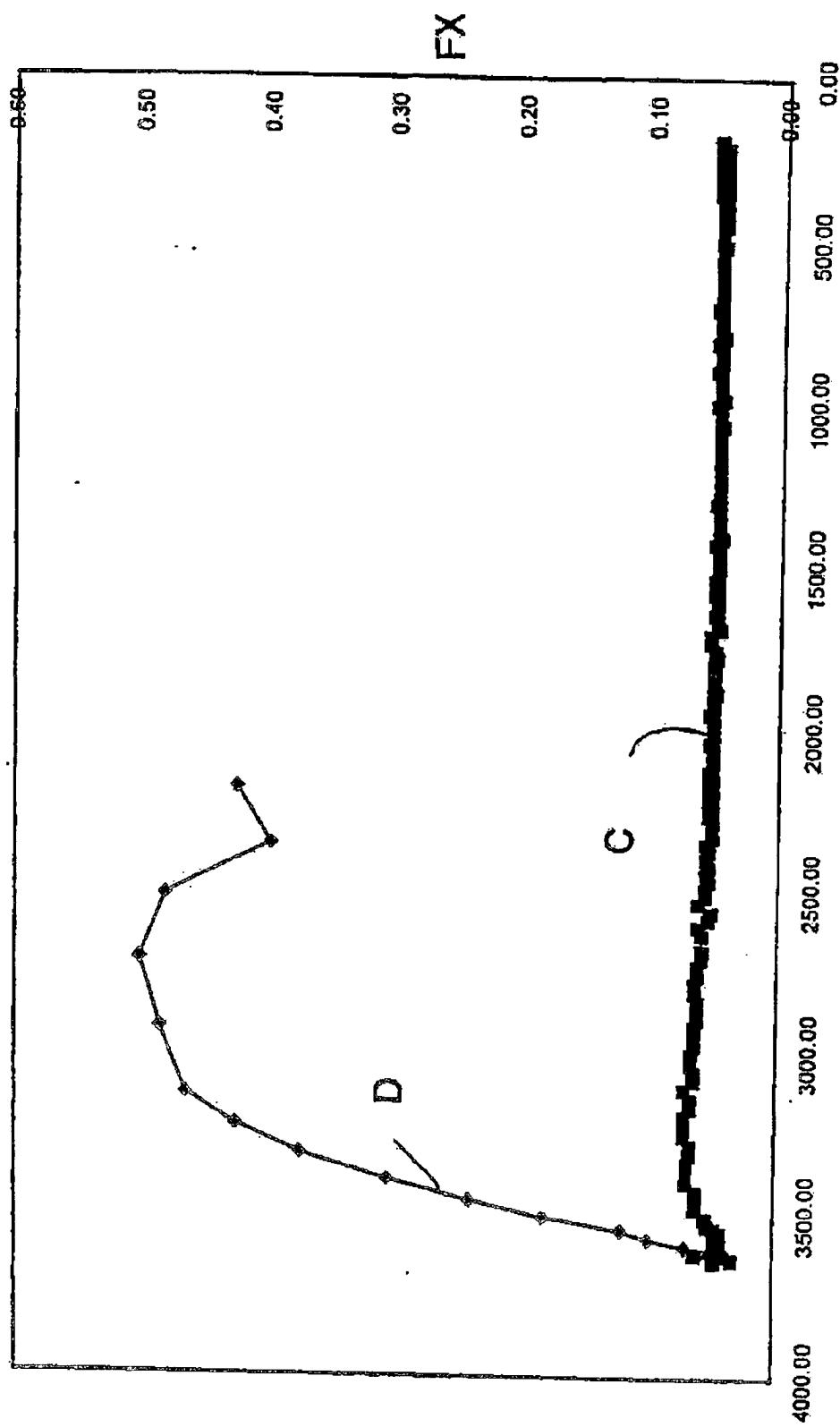


FIG.5

