



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 35 552 T2** 2006.08.10

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 850 263 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 35 552.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/AU96/00550**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 928 280.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1997/009352**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.09.1996**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **13.03.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.07.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **C08J 3/11** (2006.01)
C08G 83/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

PN520395 04.09.1995 AU

(84) Benannte Vertragsstaaten:

BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:

Steripak Pty. Ltd., Sydney, Neu Süd Wales, AU

(72) Erfinder:

LEFEBVRE, Serge, Michel, Kurrajong Heights, AU

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **POLYMERE MIT FRAKTALER STRUKTUR**

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 eingelegt, 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

Bereich der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit einer Methode zur Herstellung von polymerischen Substanzen mit einer fraktalen Konfiguration oder Struktur, und damit mit der Herstellung von neuen polymerischen Substanzen. Die vorliegende Erfindung bezieht sich spezifisch auf polymerische Materialien, die entweder eine eingebaute retikulierte (fraktale) Struktur beinhalten oder daraus aufgebaut sind.

[0002] Aufgrund ihrer fraktalen Geometrie oder Konfiguration besitzen die in der vorliegenden Erfindung beschriebenen Verbindungen bessere Eigenschaften in der Verwendung als Fugenmaterialien für die Absorption von Substanzen, und als Trägersubstanz für ein neuartiges Zulieferungssystem beispielsweise von Chemikalien und Arzneimitteln.

Stand der Technik und Hintergrund

[0003] Die fraktale Geometrie ist in den letzten 15 Jahren als analytisches Werkzeug zur mathematischen Beschreibung von Kurven, Oberflächen oder Volumina einer bestimmten "Rauheit" verwendet worden, wenn es sich um eine gleichmäßige Rauheit oder Faltung unterhalb einer bestimmten Größenordnung handelte. Diese Größenordnung-unveränderlichen Strukturen werden unter Verwendung ihrer fraktalen Dimensionen (als Hausdorff-Dimension "d" bezeichnet) durch die im Folgenden aufgeführte Mandelbrot-Gleichung beschrieben:

$$N \cdot \left(\frac{\bullet}{\circ}\right)^d = \text{Konstante}$$

(Vergl. Mandelbrot, B., "Les Objects Fractals" – Flammarion Paris 1975). Wobei

- • das Maß einer Messung ist,
- N die durch das Messen des Mediums mit dem Maß • • erhaltene Anzahl
- $\frac{\bullet}{\circ}$ die charakteristische Länge
- d die (integere oder nicht-integere) Hausdorff (Fraktal-)Dimension (dER) darstellt.

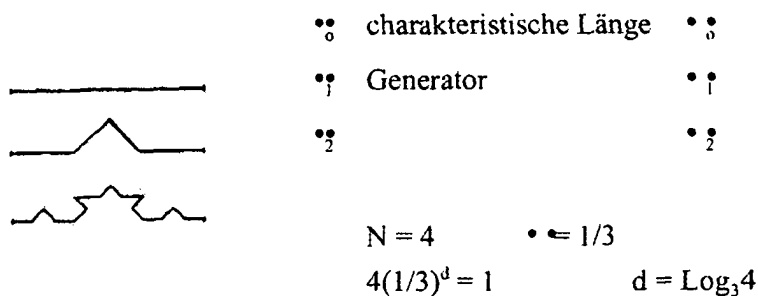
[0004] Wenn im Falle einer euklidischen Geometrie ein Segment mit der halben Größenordnung seiner Länge vermessen wurde ($\bullet \bullet = \frac{1}{2}$), wird seine N-Zählung mit 2^1 angegeben. Wird jedoch das äquivalente Quadrat auf dieselbe Weise vermessen, ist $d = 2$ und sein N-Zählung (Maß) mit 2^2 angegeben. Im Falle eines Würfels mit $d = 3$ und $N = 2^3 = 8$, ergibt die Mandelbrot-Gleichung:

$$8 \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 1$$

[0005] Im Falle einer fraktalen Geometrie, wird das Beispiel einer Koch-Kurve zur Verallgemeinerung der Anwendung einer Mandelbrot-Gleichung verwendet. Um eine Koch-Kurve zu formen, wird der Generator der Kurve vom Segment $\frac{\bullet}{\circ}$ genommen. Das Segment wird in 3 Teile geteilt, das mittlere Teil wird entfernt und die beiden gleichlangen Segmente werden zu der Form $\bullet \bullet$ hinzugegeben, die als Generator bezeichnet wird. Wenn die Länge $\frac{\bullet}{\circ}$ der Kurve die Größenordnung n besitzt, ist

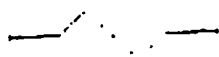
$$\bullet(n) = \left(\frac{\bullet}{\circ}\right)^{n-1}$$

und das Muster hat die Tendenz das d-Fraktal zu begrenzen, wobei $d = \log_3 4 = 1.26186$.



$$= 1.26186$$

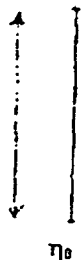
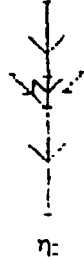
[0006] Wenn man andere Generatoren und dieselben Prinzipien anwendet, entsteht zum Beispiel

wobei $d = \log_4 5 \cdot 1.16$

und

wobei $d = \log_4 8 \cdot 1.5$

[0007] Der Konstruktionsvorgang kann weiterhin mit Hilfe beispielsweise der folgenden Generatoren in einer zwei-dimensionalen Ebene verallgemeinert werden:

 η_0  η_1  η_2 wobei $d = \log_3 5 \cdot 1.465$ ist.

Wenn dieselbe Konstruktion eine 90°-zwei-Achsen Rotation für jeden Schritt in einem drei-dimensionalen Raum einschließt, bleibt die fraktale Dimension gleich.

 $\log_3 5$

[0008] Dieses Konzept ist besonders nützlich in der organischen Chemie und wurde als Modell der Polymerisation von verschiedenen monomeren Einheiten im Zusammenhang von stereospezifischer Polymerisation verwendet.

[0009] Höhere fraktale Geometrie-Konzepte, wie Multifraktale, in ihrer Anwendung in der Monte-Carlo-Methode werden auch Routine-mäßig zur Beschreibung von einfachen schrittweisen Polymerisationsreaktionen verwendet, bei denen eine seitliche Vernetzung auftritt.

[0010] Es ist bekannt, daß sich die Löslichkeit kleinerer Moleküle grundsätzlich von der Löslichkeit größerer Moleküle unterscheidet. Die Löslichkeit von Polymeren unterscheidet sich als Funktion der Länge des Polymeren, d.h. es ist möglich, größere Moleküle vor der Ausfällung von kleineren Molekülen auszufällen. Das bedeutet, daß die Struktur einer Verbindung durch die schrittweise Löslichkeitsreaktionen bestimmt wird.

[0011] Einer der Gegenstände der vorliegenden Erfindung ist es, Polymere mit fraktaler Konfiguration zur Verfügung zu stellen und Methoden zur Herstellung von fraktalen Polymeren mit den gewünschten fraktalen Dimensionen zugänglich zu machen.

[0012] Ein anderer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es, fraktale Polymere zur Verfügung zu stellen, die aufgrund ihrer fraktalen Konfiguration bessere Eigenschaften zur Absorption von Materialien haben.

[0013] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es, fraktale Polymere zur Verfügung zu stellen, die als Anhängsel in der Filtration oder Trennung von Verbindungen mit konventionellen Filtern oder Membranen nützlich sind.

[0014] Diese und andere Gegenstände der Erfindung werden in den folgenden Beschreibungen und Abbildungen klarer erkennbar.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

[0015] Auf Grund einer der Aspekte der vorliegenden Erfindung wird ein Polymer mit fraktaler Konfiguration oder Struktur zur Verfügung gestellt, die sowohl homogen als auch in sich selbst ähnlich und strikt nicht Größenordnung-variable in verschiedenen Maßstäben ist, und die eine nicht-integere fraktale oder Hausdorff-Dimension d basierend auf der folgenden Mandelbrot-Gleichung besitzen:

$$N_r^d = \text{constant} (r^{-d})$$

Wobei

- • das Maß einer Messung ist,
- N die durch das Messen des Mediums mit dem Maß • •erhaltene Anzahl
- • die charakteristische Länge
- d die Hausdorff (Fraktal-)Dimension (dER) darstellt.

[0016] Die Erfindung stellt weiterhin eine Methode zur Herstellung der oben genannten Polymere zur Verfügung, bestehend aus:–

- der Vorbereitung des Grundpolymers durch Mischen und Polymerisation von Monomeren;
- dem Spinnen und Ziehen des Grundpolymers bei sehr großen Ziehverhältnissen, um eine hoch-kristalline Struktur in dem Grundpolymer zu erreichen;
- dem Mischen des kristallinen Grundpolymers mit eines flüssigen Reaktionsmittels, das die Wasserstoff-Verbindungen in dem Polymer auflöst und somit die schrittweise Entfaltung einer Polymer-Miszelle erreicht;
- die mögliche Zugabe eines Depolymerisationsmittels;
- die mögliche Zugabe eines Reaktinosmittels zur Herstellung von seitlichen Anpfropfungen an dem Grundpolymer;
- der kontrollierten Reifung der Polymermischung;
- der Phaseninversion des Polymers; und
- der Koagulation, Film-Formung und Extrusion des Polymers.

[0017] Die fraktalen Polymere im Sinne der vorliegenden Erfindung haben bessere Eigenschaften zur Absorption von Substanzen im Vergleich zu interstitialen Materialien. Die Polymere der vorliegenden Erfindung sind als Zusatzstoff zu absorbierenden Materialien nützlich, wo sie die Grenzbedingungen an der absorbierenden Oberfläche verändern. In einer ähnlichen Weise sind die fraktalen Polymere der vorliegenden Erfindung als Zusatzstoff zu Ionen-austauschenden Harzen nützlich.

[0018] Eine weitere Anwendung der fraktalen Polymere im Sinne der vorliegenden Erfindung ist als ein Anhängsel in der Filterung oder Trennung von Verbindungen mit Hilfe von konventioneller Filterung und Membranen-Trennung, z.B. in Reversosmose und Nanofiltration.

[0019] Ausweislich der Erfindung sind die fraktalen Polymere als Hilfsstoffe in der dynamischen Filtration nützlich, da eine Gel-Schicht gebildet wird, die einen Trennungspunkt für molekulare Gewichte besitzt, der weit unter dem Trennungspunkt der verwendeten Membrane liegt.

[0020] Ausweislich der Erfindung ist es daher möglich, die Gel-Schicht in immobilisierter Form außerhalb der verwendeten Membrane aufzubewahren.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0021] In dem einfachsten Falte eines Polymers mit dem Polymerisationsgrad n, der durch die lineare Polymerisation des Monomers R_{oc} erhalten wurde und durch $[-R_{oc}]_n$ dargestellt wird, ist es möglich, die Geometrie der Vernetzung zu analysieren, wobei die Surpolymerisations-Schritte wie im Folgenden abgebildet graphisch dargestellt werden können:

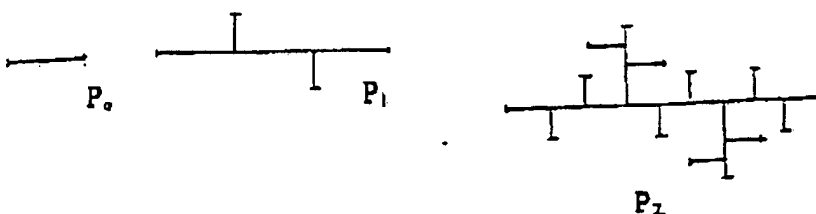
$$P_0^* = [-R_{oc}]_n$$

$$P_1^* = [-R_{oc}]_{3n}^1$$

$$P_2^* = [-R_{oc}]_{3n}^2$$

$$[-R_{oc}]_{3n}^3$$

und wobei die zusätzlichen seitlichen Vernetzungen in den folgenden Schritten verläuft:



[0022] Die fraktale Dimension eines solchen Polymers wird $d = \log_3 5 \cdot \cdot 1.465$ ergeben und die Dimension wird gleichbleiben, selbst wenn die Struktur eine räumliche Struktur in einem dreidimensionalen Raum darstellt. In anderen Worten, die fraktale Dimension verändert sich nicht (d.h. ist unveränderlich) im Verhältnis zur Geometrie und Vernetzung von chemischen Bindungen, oder der Geometrie der Stereospezifität. Die schrittweise Steuerung der Polymerisations-Reaktion ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden (und kostenweise unerschwinglich), außerdem sind regelmäßige fraktale Polymere nur sehr schwierig von "unten nach oben" von einem Monomer zum Polymer aufzubauen.

[0023] Dasselbe Ergebnis kann jedoch erzielt werden "von oben nach unten" mit Hilfe der im Folgenden beschriebenen Reihe von Schritten erreicht werden.

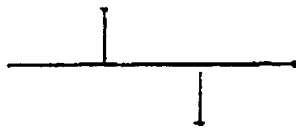
[0024] In dem im Folgenden dargestellten Beispiel, werden die durch die schrittweise Depolymerisation von P_0 erhaltenen Polymer-Ketten, beschrieben:

$$P_0 = [-R\alpha-]_n$$



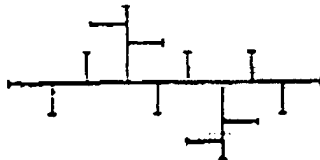
$$Q_0 = P_0$$

$$P_1 = [-R\alpha-]_{n/3}$$



$$Q_1 = P_0 + 2P_1$$

$$P_2 = [-R\alpha-]_{n/9}$$

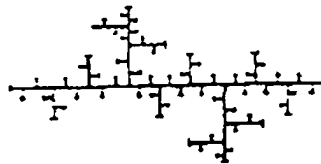


$$P_m = [-R\alpha-]_{n/3^m}$$

$$Q_2 = P_0 + 2^1 P_1 + 2(1+2^1) P_2$$

wobei $\ln 3^m = n$

um dieselbe dimensionale Struktur nach einer schrittweisen Umstellung zu erreichen



$$d = \log_3 5 \cdot \cdot 1.465$$

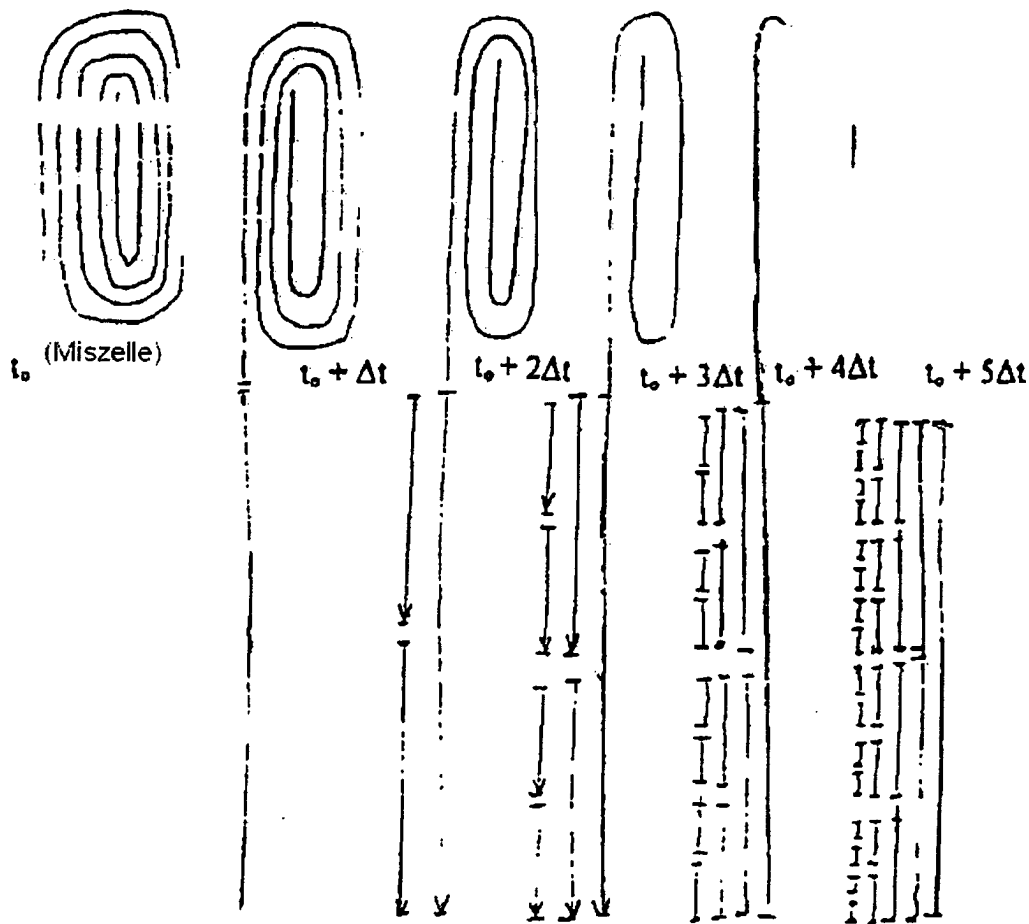
dargestellt durch die Konstruktions-Einheiten

$$Q_3 = P_0 + 2^1 P_1 + 2(1+2^1) P_2 + 2(1+2^1)^2 P_3$$

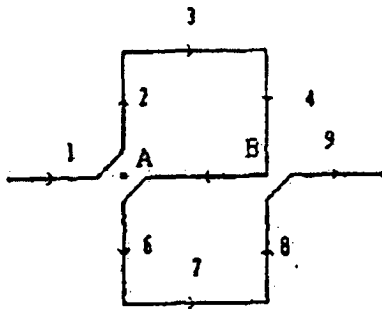
Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 usw.

[0025] Diese Umstellung kann beispielsweise durch Verfestigung oder Kondensation erzielt werden. In solch einem Prozeß ist es jedoch notwendig, daß die topologische Äquivalenz der geometrischen Form während der Umstellung erhalten bleibt (d.h. daß das Rückfalten der Ketten oder die Formung von "Doppelpunkten" verhindert werden muß), trotz der Tatsache, daß die Dimension des Endfraktals von der Natur der Vernetzungsbindung, seiner räumlichen Orientierung oder der Geometrie der Zwischenbindungen unbeeinflusst bleibt. (Im Falle von Doppelpunkten, verwandelt sich die verallgemeinerte Koch-Kurve in eine Peano-Kurve, deren Fraktal-Dimensionen 2 gleicht und die die gesamte Ebene abdecken, was dem Zweck der hier vorliegenden Erfindung widerspricht.)

[0026] Die Depolymerisations-Sequenz kann schematisch dargestellt werden. Die folgende Darstellung zeigt die Depolymerisations-Sequenz, wobei von einer Kristall-Miszelte ausgegangen wird:



[0027] Nehmen wir zum Beispiel einen Peano-Kurven Generator, der anzeigt, warum Doppelpunkte oder das Rückfalten von polymerischen Ketten nicht den durch den verallgemeinerten Koch-Generator etablierten Regeln folgen.



Wenn dem Generator die Doppelpunkte A und B fehlen, wird sich die fraktale Dimension der entstehenden Kurve der folgenden Gleichung annähern:

$$d_{\text{lin}} = \log_3 9 = 2.$$

Weiteres Falten ergibt $d > 2$.

Bestimmung der fraktalen Dimension des Endproduktes und seiner Querschnitte:

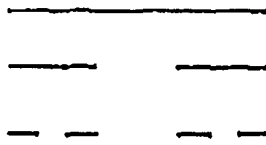
[0028] Die Anwendung eines Cantor-Satzes in einem eindimensionalen, zweidimensionalen oder dreidimensionalen Raum ist die erste Verallgemeinerung der Koch-Konstruktion.

[0029] Im Folgenden ist beispielsweise die Anwendung eines triadischen Cantor-Satzes in einem eindimensionalen Raum dargestellt:

$$f_0^I = [0,1]$$

$$f_1^I = [0,1] -]^{1/3}, 2/3[$$

$$f_2^I = f_1 - []^{1/9}, 2/9[+]^{7/9}, 8/9[$$

Generator f_1

$$d = \log_3 2 \approx 0.63$$

verallgemeinert:

$$f_0(r) = [0,1]$$

$$f_1(r) = [0,1] -]^{1-r}, r[\text{ wobei } r < 1/2$$

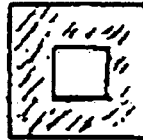
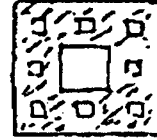
[0030] Für $f_1(r)$ gilt als Generator

$$d(r) = \frac{\log 2}{\log \frac{1}{1-r}} = \log_{\frac{1}{1-r}} 2$$

[0031] In einem zweidimensionalen Raum, werden die folgenden Quadrate konstruiert:

$$f_0^{\square} = \left\{ \begin{array}{l} x = [0,1] \\ y = [0,1] \end{array} \right\}$$

$$f_1^{\square} = f_0^{\square} - \left\{ \begin{array}{l} x =]^{1/3}, 2/3[\\ y =]^{1/3}, 2/3[\end{array} \right\}$$

 f_0  f_1  f_2

für

 f_1 als Generator gilt $d = \log_3 8 \approx 1.89$.

[0032] In einem dreidimensionalen Raum werden Würfel konstruiert:

$$f_0^{\square\square} = \left\{ \begin{array}{l} X = [0,1] \\ Y = [0,1] \\ \{ Z = [0,1] \} \end{array} \right\}$$

$$f_1^{\square\square} = f_0^{\square\square}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X =]^{1/3}, 2/3[\\ Y =]^{1/3}, 2/3[\\ Z =]^{1/3}, 2/3[\end{array} \right\}$$

wobei die folgende Gleichung gilt: $d = \log_3 2.6 \approx 2.96$.[0033] Bemerkenswert ist die Tatsache, daß f_n^I die Schnittstelle von $f_n^{\square}$ mit einem Median darstellt und, daß $f_n^{\square}$ die Schnittstelle von $f_n^{\square\square}$ und einem Median darstellt.

[0034] Um diese Umstellung ohne Doppelpunkte zu erreichen (in anderen Worten ohne die Rückfaltung der Moleküle), ist es notwendig eine gewisse isotropische Streckung an der Schnittstelle, an der die Reaktion stattfindet, zu erreichen. Dies kann mit der hier vorliegenden Erfindung erreicht werden, durch die Überlagerung einer Gase-produzierenden Reaktion während der Phase des Inversionsprozesses, wodurch die Geschwindigkeit der Formung einer festen Struktur mit der Geschwindigkeit der örtlichen Ausdehnung verbunden wird.

[0035] Die vorliegende Erfindung verwendet eine Koagulations-Reaktion oder Umstellungsreaktion, die gleichzeitig ein Gas freigibt. In anderen Worten, die Koagulation wird durch eine Reaktion erreicht, die eine bestimmte Menge eines Reaktionsmittels benötigt, wobei dieses Reaktionsmittel die Menge des produzierten Gases kontrolliert. Das heißt, daß sich die Schnittstelle der Reaktion ausdehnt, sobald sich das Polymer an der Schnittstelle der Reaktion umstellt, da sie den Rand der Blase darstellt.

[0036] Es ist wichtig zu kontrollieren, daß der dimensionale Wert d^* , der mit dieser Schnittstelle verbunden ist

(die Blasen selbst befinden sich in der fraktalen Dimension) auch mit dem dimensional fraktalen Wert d der zu produzierenden molekularen Stellung verträglich ist.

[0037] Dieser Effekt kann in einer zweidimensionalen Ebene illustriert werden. Durch Extrahieren der in einer Poisson-Zufallsverteilung verteilten Scheiben einer Ebene (die mit den Blasen übereinstimmt) mit einem Radius r_n nach einer schrittweise Formung des Polymers,

$$r_n = \frac{O}{\sqrt{n}}$$

wobei $n = 1, 2, 3$ usw.

wird die fraktale Dimension d^* des Schaumes durch $d^* = 2 = 2 \cdot Q^2$ angegeben, wobei Q mit der Konzentration des Koagulationsmittels in der Koagulations-Reaktion verbunden ist.

[0038] Wenn Q sehr gering ist, nähert sich d^* 2 an, und eine kontinuierliche Masse wird produziert. Wenn Q sehr groß ist und sich an $\frac{1}{\sqrt{x}}$ annähert, bildet der Schaum in einen ganz feinen Puder. Im Falle von

$$Q > \frac{1}{\sqrt{x}}$$

wird die Lösung instabil und dehnt sich ohne kontinuierliche Schnittstelle aus, wodurch eine Koagulations-Reaktion verhindert wird.

[0039] Computer-Simulationen solcher Strukturen wurden von Mandelbrot in "Les Object Fractals", Flammarion 1989, S68–71, veröffentlicht.

[0040] Zur Analyse innerhalb einer zwei-dimensionalen Ebene wird die Schnittstelle der räumlichen fraktalisierten Phänomene (in diesem Falle die molekulare Umstellung und gleichzeitige Bildung von Blasen) durch die folgende Gleichung dargestellt:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2 > d^* > 1 \\ 2 > d > 1 \end{array} \right\}$$

Allgemeine Herstellung von Polymeren mit fraktaler Struktur

(a) Zubereitung der originalen Grundpolymere für die Reaktion.

(1) Polymerisation, Extrusion und Herstellung von Spänen, mit nachfolgender Läuterung (zur Entfernung von nicht an der Reaktion beteiligten Monomeren) und Trocknung.

(2) Schleudern und Ziehen des Polymers bei sehr großen Zieh-Verhältnissen, um eine hochkristalline Struktur im Grund-Polymer zu erreichen.

(b) Zubereitung der Flüssigphase und gesteuerte Depolymerisation (wodurch Abschnitte produziert werden).

(3) Mischung des kristallinen Grundpolymers mit einem flüssigen Lösungsmittel, wodurch die Kohäsionsbindungen (d.h. Wasserstoffbrückenbindungen) gebrochen werden, um somit die Polymer-Miszelle in einer langsamen, kontrollierten Reaktion zu entfalten.

(4) Zugabe eines Reaktionsmittels, gegebenenfalls eines Depolymerisationsmittels (um die Struktur zu zerteilen).

(5) Zugabe eines Reaktionsmittels, gegebenenfalls eines Komplementärmittels, daß das seitliche Pfropfen ermöglicht.

(6) Kontrollierte Reifung (bei den kontrollierten Parametern handelt es sich um Zeit und Temperatur).

(c) Phaseninversion

(7) Zubereitung einer Mischung einer das Polymer nicht-lösenden Flüssigkeit und eines Schäumungsmittels, das sowohl in dieser Mischung löslich ist als auch in der Lage ist, durch die Reaktion mit dem Lösungsmittel des Grundpolymers ein Gas zu bilden.

(8) Koagulationsreaktion von (b) und (c) durch Mischen, Filmbildung von (b) und Immersion in (c), or Extrusion von (b) und (c).

Die Wahl zwischen lösendem (3) und nicht-lösendem Mittel (7)

[0041] Lösungsmittel werden nach ihrem Löslichkeitsparameter $\chi \cdot (\text{Cal/cc})^{1/2}$ eingestuft und so ausgewählt, daß ihr χ -Wert dem des Polymers gleich oder sehr nahe liegt.

• •Lösungsmittel₃, # •Polymer oder • •Lösungsmittel₃ = • •Polymer

[0042] Lösungsmittel (7) wurde als nicht-lösendes Mittel des Polymers gewählt und zeigt • •Lösungsmittel..# • •Polymer.

Die Wahl des Polymers und der Reifungstemperaturen

[0043] Die Technologie ist besonders auf thermoplastische Polymere mit halbkristallinen Strukturen angepaßt, jedoch nicht auf diese begrenzt (und sehr einfach anwendbar auf Polymere mit einem hohen Löslichkeitsparameter • • > 10), und in Situationen wo die Glas-Übergangstemperatur T_g hoch ist. Im Allgemeinen muß die Reifungstemperatur unter T_g gehalten werden.

[0044] Die folgende Tabelle gibt Beispiele von Kombinationen von Polymeren (mit T_g und • •), Lösungsmitteln (3) und nicht-lösenden Mitteln (7) an.

Polymer	T_g [°C]	• •(H) (cal/cc) ^{1/2}	Lösungsmittel (3)	• •(H) (cal/cc) ^{1/2}	Nicht-lösendes Mittel (7)	• •(H) (cal/cc) ^{1/2}
<u>Vinyl Polymere</u> Polyacrylnitril $\left[\begin{array}{c} \text{CH} \text{ CH}_2 \\ \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$	97	12,5 -15,4 (12,6)	(-1,2- Propylen Carbonate) (Äthylen Carbonate)	133134	Hexan Methylen Chlorid	7397
<u>Polyester</u> Polyäthylen- teraphthalat (kristallisiert) $\left[-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})- \right]_n$	81	97-107 (10,0)	M-Cresol	10,2	Hexan	7,3
<u>Poly • •caprolactam</u> $\left[-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{C}(=\text{O})- \right]_n$	40	12,7	Äthylen Carbonate Ameisensäure	134121	Wasser Hexan	23473
<u>Polyhexanmethylen</u> $\left[-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O})- \right]_n$	50	13,7	Dimethylsulfoxid (DMSO) Ameisensäure	120121	Wasser Hexan	23473

Anwendungen

[0045] Nicht-begrenzende Beispiele der Anwendung oder Verwendung der fraktalen Polymere im Sinne der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden beschrieben. Typischerweise liegen die fraktalen Polymere in Form einer Staubbloke (offener Schwamm) oder eines Puders oder sogar eines Films vor. Einigen Verkörperungen von fraktalen Polymeren im Sinne der vorliegenden Erfindung haben einen Oberflächenbereich in der Größenordnung von 100.000 m²/g.

(a) Staubbloke oder Puder

- Als Zusatzmittel zu Absorptionsmaterialien wodurch die Grenzschicht-Bedingungen an der absorbierenden Oberfläche verändert werden und so die Effizienz (und die verwendbare Kapazität) des Materials wesentlich verbessert wird.
- Als Zusatzmittel zu Ionenaustausch-Harzen, um einen der oben beschriebenen Wirkung ähnlichen Effekt zu erzielen.
- Als Zusatzmittel zu "zu filternden" Materialien während Membran-Prozessen wie zum Beispiel Mikrofiltration, Ultrafiltration oder Nanofiltration um die Grenzschicht-Bedingungen zu verändern und im Bereich von Gel-Schicht-Störungen den spezifischen Fluß zu erhöhen.
- Als Zusatzmittel zu Säuberungsflüssigkeiten und Säuberungspulvern (z.B. Reinigungsmittel), um die

Wischfähigkeit zu verbessern.

- Säuberungsmittel für verschiedene Anwendungen (Kosmetika, Seifen usw.)
- Filtrationshilfsmittel für dynamische Filter, da die fraktalen Polymere eine viel feinere Oberflächenschicht formen im Vergleich zu dem Filter allein.
- Hilfsstoff in der Verdichtung – wirkt wie ein Schwamm, besitzt aber auf Grund seiner unterteilten Struktur viel mehr Stützpunkte als ein normaler Schwamm. Das Material ist weniger kostspielig als andere zu diesem Zweck verwendete Materialien und zudem verringert es den Oberflächendruck.
- Unterstützung der Fähigkeit des biologischen Abbaus in Polymer-Gemischen.
- Zum Einschluß von Öl und Verwendung in allgemeinen Einschlußmittel in der Verschmutzungskontrolle. Verkapselung von langsam wirkenden Wirkungsmitteln.

(b) Film

- Oberflächen-Zulieferungssysteme für spezifische Pharmazeutika
- maßgeschneiderte Schleifmittel
- Reibungsverringerung und Öl-Einschluß an der Oberfläche.

[0046] Obwohl Beispiele der Verkörperungen der vorliegenden Erfindung demonstriert und beschrieben worden sind, wird es für Experten mit einem außerordentlichen Können in ihrem Fach offensichtlich sein, daß eine Anzahl von Veränderungen, Modifikationen und Abänderungen an der hierin beschriebenen Erfindung vorgenommen werden können, von denen aber keine von dem Geist der vorliegenden Erfindung abweichen. Alle solche Veränderungen, Modifikationen und Abänderungen sollten daher als innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung angesehen werden.

[0047] Es sollte hervorgehoben werden, daß die vorliegende Erfindung einen wesentlichen Fortschritt in der Herstellung von polymerischen Substanzen mit fraktaler Konfiguration oder Struktur darstellt, die alle hierin beschriebenen Vorteile besitzt ohne jedoch jegliche relative Nachteile zu besitzen.

Patentansprüche

1. Eine Methode zur Herstellung eines Polymers charakterisiert durch eine Fraktal-Konfiguration or Struktur, die homogen und in sich selbst ähnlich ist, mit strikt unveränderlichen Proportionen selbst bei verschiedenen Größenordnungen und die eine fraktale oder Hausdorff-Dimension d besitzen, die nicht einer integeren, sondern einer Mandelbrot-Gleichung folgt:

$$N_{\eta}^d = \text{constant}(l_0^d)$$

Wobei

η das Maß einer Größeneinheit ist

N die Zahl ist, die durch das Ausmessen des Mediums mit dem Maß der Größeneinheit η erhalten wird.

l_0 die charakteristische Länge ist und

d die Hausdorff (fraktale) Dimension (d_{ER}) ist.

Die oben beschriebene Methode besteht in:

a) der Vorbereitung des ursprünglichen Grundpolymers, das für die Reaktion unter den folgenden Polymeren ausgewählt wird: Polyacrylonitril, Polyethylen Teraphthalat, Poly-Epsilon-Caprolactam, Polyhexamethylen adipamid (Nylon 6.6).

(1) Polymerisation, Extrusion und Herstellung der Späne, mit nachfolgender Reinigung (zur Entfernung von nicht-reagierenden Monomeren)

(2) Spinnen und Fadenziehung bei hohen Ziehverhältnissen, um eine hoch-kristalline Struktur im Grundpolymer zu erhalten.

b) der Vorbereitung der flüssigen Phase und gesteuerte Depolymerisation (Produktion von abgeschnittenen Segmenten)

(3) Mischen des kristallinen Grundpolymers mit dem flüssigen Reaktionsmittel zum Aufbrechen der Kohesionsverbindungen (z.B. die Wasserstoff-Verbindungen), um die Polymer-Mischung in einer gesteuerten langsamen Reaktion zu entfalten (z.B. schrittweise Entfaltung)

(4) gegebenenfalls die Zugabe eines Depolymerisationsmittels zum Reaktionsmedium (um die Struktur zu zerschneiden)

(5) gegebenenfalls die Zugabe eines Ergänzungsmittels, welches das seitliche Ansetzen ermöglicht.

(6) Gesteuerte Aushärtung bei Temperaturen unter T_g

c) Phasenumkehrung

(7) Vorbereitung einer Mischung bestehend aus einer nicht als Lösungsmittel für das Polymer agierenden Flüssigkeit und einem Schäumungsmittels, das in der Mischung löslich ist und auch zur Formung von Gasen bei der Reaktion mit dem nicht-gelösten Medium des Grundpolymers in der Lage ist.

(8) Koagulationsreaktion von (b) in (c) durch Mischen, Formen eines Films von (b) und Immersion in (c), oder Extrusion von (b) und (c).

2. Ein Polymer charakterisiert dadurch, daß es im Einklang mit Anspruch 1 hergestellt wird, wenn es als Zusatz zu einem Adsorptionsmaterial zum Zwecke der Veränderung der Randbedingungen an der Adsorptionsoberfläche aufgrund der fraktalen Geometrie der Oberfläche des Polymers verwendet wird.

3. Ein Polymer charakterisiert dadurch, daß es im Einklang mit Anspruch 1 hergestellt wird und als Zusatz zu einem Ionen-austauschenden Harz verwendet wird, um die Randbedingungen an der Ionen-Austauschenden Oberfläche aufgrund der fraktalen Geometrie der Oberfläche des Polymers zu verändern.

4. Ein Polymer charakterisiert dadurch, daß es im Einklang mit Anspruch 1 hergestellt wird, wenn es als Anhang zur Filtrierung oder Absonderung von Verbindungen durch konventionelle Filter oder Membranen z.B. bei der Reversosmose, Nanofiltration oder Ultrafiltration verwendet wird.

5. Ein Polymer charakterisiert dadurch, daß es im Einklang mit Anspruch 1 hergestellt wird, wenn es als Hilfsmittel zur Filtration in der dynamischen Filtration verwendet wird, wobei das Polymer eine Schicht formt, die eine geringere Molekulgewicht-Grenze besitzt als die Molekulgewichtgrenze des unterstützenden Filters oder der unterstützenden Membrane hat.

6. Ein Polymer charakterisiert dadurch, daß es im Einklang mit Anspruch 1 hergestellt wird, wenn es als Zusatz zu einer Reinigungsverbindung verwendet wird.

7. Ein Polymer, charakterisiert dadurch, daß es im Einklang mit Anspruch 1 hergestellt wird, wenn es als Zusatz zu einer kosmetischen Zubereitung oder einer Seifenverbindung verwendet wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen