



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 04 992 T2 2007.01.18

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 465 930 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 04 992.3

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/FR03/00114

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 712 245.4

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2003/059964

(86) PCT-Anmeldetag: 15.01.2003

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: 24.07.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 13.10.2004

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 03.05.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 18.01.2007

(51) Int Cl.⁸: C08F 8/30 (2006.01)

C08F 8/34 (2006.01)

C08K 5/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0200596 17.01.2002 FR

(73) Patentinhaber:

Arkema France, Puteaux, FR

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR

(72) Erfinder:

TOURNILHAC, Francois-Genes, F-75011 Paris, FR;
SOULIE-ZIAKOVIC, Corinne, F-75013 Paris, FR;
LEIBLER, Ludwik, F-75016 Paris, FR; LACHAIZE,
Laurent, F-94210 La Varenne Saint Hilaire, FR

(54) Bezeichnung: SUPRAMOLEKULARPOLYMERE

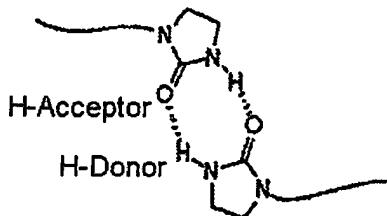
Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, 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

[Technisches Gebiet]

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft supramolekulare Polymere. Supramolekulare Polymere sind Polymere, in denen es sich bei den Einheiten um Monomere oder Prepolymere kleiner Masse handelt, die über Wasserstoffbrückenbindungen ("H-Brücken") miteinander verbunden sind, während die Einheiten in einem konventionellen Polymer über kovalente Bindungen miteinander verbunden sind. Ein Vorteil dieser supramolekularen Polymere besteht darin, daß diese Wasserstoffbrückenbindungen reversibel sind. So benötigt man beispielsweise in der Beschichtungstechnik ein Polymer, das bei seiner Auftragung unter Scherung mit hoher Geschwindigkeit eine geringe Viskosität aufweist und nach seiner Auftragung wieder viskos wird. Die Prepolymereinheiten in der vorliegenden Erfindung enthalten vorzugsweise Imidazolidongruppen, die gemäß dem folgenden Schema Wasserstoffbrückenbindungen bilden:



[0002] Diese Prepolymereinheiten können sehr leicht durch Umsetzung von Harnstoff mit Polyalkyleniminen, Polyaminen oder Polyamiden hergestellt werden.

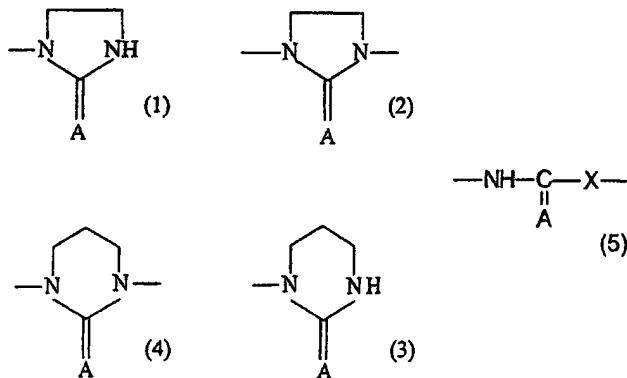
[Stand der Technik und technisches Problem]

[0003] In der US-PS 6320018 werden supramolekulare Polymere auf Basis von Einheiten mit Ureidopyrimidongruppen beschrieben. In der EP 1031589 werden supramolekulare Polymere auf Basis von Einheiten mit Isocyanatfunktionen oder Derivaten davon beschrieben. In der EP 113606 werden supramolekulare Polymere auf Basis von Einheiten mit Glutarimidfunktionen beschrieben. In der WO 01 07396 werden supramolekulare Polymere auf Basis von Einheiten mit Hydroxylfunktionen und Carbonsäurefunktionen an aromatischen Kernen beschrieben.

[0004] Es wurden nun supramolekulare Polymere gefunden, in denen es sich bei den Einheiten um Monomere oder Prepolymere handelt, die auf sehr einfache Art und Weise viel einfacher als im Stand der Technik hergestellt werden können. So braucht man beispielsweise nur Harnstoff mit einem Produkt mit NH₂- oder NH-Funktionen, die durch 2 oder 3 Kohlenstoffatome getrennt sind, umzusetzen. Des weiteren handelt es sich bei einigen dieser Monomere oder Prepolymere um neue Produkte an sich.

[Kurze Beschreibung der Erfindung]

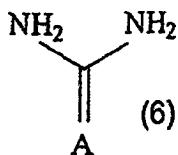
[0005] Die vorliegende Erfindung betrifft ein supramolekulares Polymer mit über Wasserstoffbrückenbindungen verbundenen Einheiten, bei welchen es sich um Monomere oder Prepolymere mit mindestens einer unter den Funktionen (1) und (3) ausgewählten Funktion und einer unter den folgenden Funktionen (1) bis (5) ausgewählten zweiten Funktion:



worin A für Sauerstoff, Schwefel oder NH steht und X für eine beliebige Einheit steht, handelt; wobei die Wasserstoffbrückenbindungen in dem supramolekularen Polymer sich zwischen zwei gleichen oder verschiede-

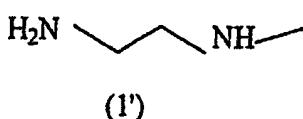
nen, unter den Funktionen (1) bis (5) ausgewählten Funktionen bilden. Die Kohlenstoffatome in den Formeln (1) bis (4) können substituiert sein.

[0006] Die Monomere oder Prepolymere mit mindestens einer der Funktionen (1) bis (4) sind durch Umsetzung eines Produkts der folgenden Formel (6):



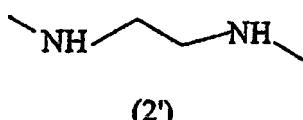
mit einer beliebigen Monomer- oder Prepolymerkette mit -NH₂- und -NH- oder -NH- und -NH-Funktionen, die durch zwei oder drei Kohlenstoffatome getrennt sind, erhältlich, wobei diese Kohlenstoffatome andere Substituenten als Wasserstoffatome enthalten können.

[0007] Die Funktion (1) wird durch Umsetzung des Produkts (6) mit einem Monomer oder einem Prepolymer mit den folgenden Verknüpfungen (1'):



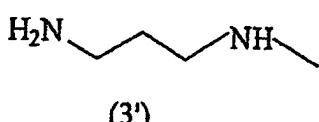
erhalten.

[0008] Die Funktion (2) wird durch Umsetzung des Produkts (6) mit einem Monomer oder Prepolymer mit den folgenden Verknüpfungen (2'):



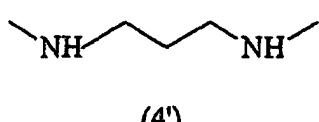
erhalten.

[0009] Die Funktion (3) wird durch Umsetzung des Produkts (6) mit einem Monomer oder Prepolymer mit den folgenden Verknüpfungen (3'):



erhalten.

[0010] Die Funktion (4) wird durch Umsetzung des Produkts (6) mit einem Monomer oder Prepolymer mit den folgenden Verknüpfungen (4'):



erhalten.

[0011] Es versteht sich, daß in den Formeln (1') bis (4') die Kohlenstoffatome, die sich zwischen den Stickstoffatomen befinden, substituiert sein können.

[0012] Die erfindungsgemäßen Polymere können für sich alleine, d.h. in Form einer Zusammensetzung, die im wesentlichen aus diesen Polymeren und gegebenenfalls Stabilisatoren, Antioxidantien usw. besteht, oder in Form einer Mischung mit anderen Polymeren oder anderen Produkten verwendet werden.

[0013] Die erfindungsgemäßen Polymere eignen sich besonders gut zur Verwendung als:
– Rheologiemodifikatoren für Lacke oder Beschichtungen,

- Additive zur Variation der Fließfähigkeit von Epoxidlacken mit der Temperatur und insbesondere in Pulverlacken,
- Additive bei der Verwendung von Thermoplasten zur Herbeiführung einer reversiblen Vernetzung,
- Additive zur Erleichterung der Rezyklierung von thermoplastischen Materialien durch Zerstörung der Wasserstoffbrückenbindungen mit einem spezifischen Lösungsmittel,
- Additive in Beschichtungen zur nachfolgenden Erleichterung ihres Abbeizens mit einem für Wasserstoffbrückenbindungen spezifischen Lösungsmittel,
- Additive zur Schlagzähmodifizierung von Polyamiden,
- Additive in Hotmelts (Schmelzklebstoffen),
- Hotmelts,
- Additive in Gleit- oder Schmiermitteln.

[0014] Die vorliegende Erfindung betrifft auch die oben aufgeführten Verwendungen sowie Zusammensetzungen, die die erfindungsgemäßen supramolekularen Polymere enthalten.

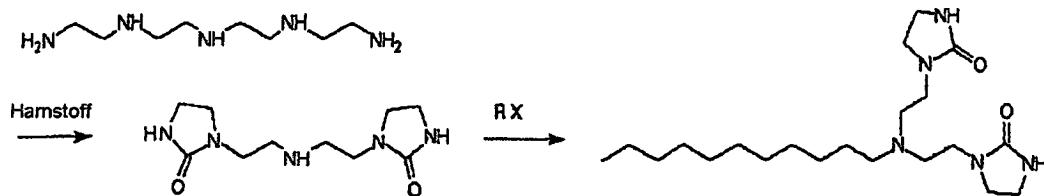
[Nähere Beschreibung der Erfindung]

[0015] Was die Monomere oder Prepolymere mit mindestens einer unter den Funktionen (1) und (3) ausgewählten Funktion und einer unter den Funktionen (1) bis (5) ausgewählten zweiten Funktion angeht, steht "A" vorzugsweise für ein Sauerstoffatom.

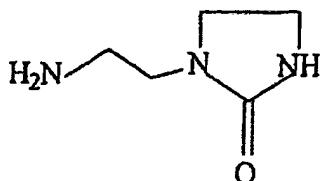
[0016] Die Monomere oder Prepolymere mit einer oder mehreren der Funktionen (1) bis (4) sind durch Umsetzung eines Produkts der Formel (6) mit Monomeren oder Prepolymeren, die die entsprechenden Vorläufer (1') bis (4') tragen, erhältlich, wie oben erklärt.

[0017] Diese Monomere oder Prepolymere mit mindestens einer der Funktionen (1) bis (4) können auch durch Anbindung dieser Funktionen an ein Produkt zur Umwandlung dieses Produkts in ein Monomer oder Prepolymer mit diesen Funktionen (1) bis (4) hergestellt werden.

[0018] So setzt man beispielsweise ein Polyamin mit Harnstoff, d.h. dem Produkt der Formel (6), worin A ein Sauerstoffatom ist, um, wonach dieses Polyamin mit Funktionen (1) und einer -NH-Funktionen mit einem Alkylhalogenid zu einem Monomer oder Prepolymer mit den Funktionen (1) reagiert. Dies wird durch das folgenden Schema mit einem speziellen Polyamin illustriert:



[0019] Gemäß einem anderen Beispiel setzt man Harnstoff mit Diethylentriamin um, wobei man das folgende Produkt erhält:

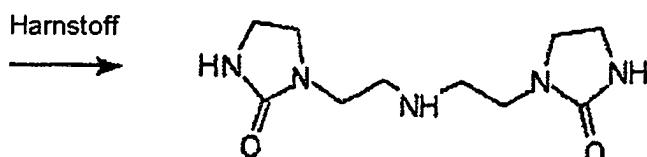
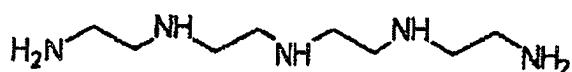
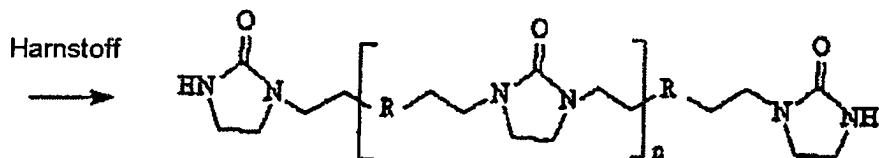
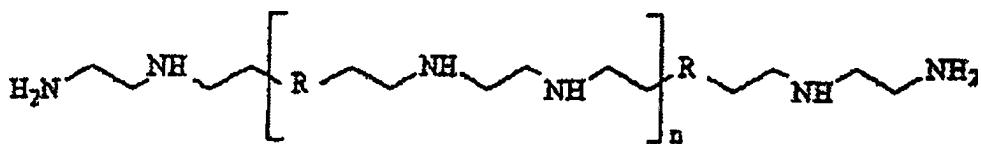


welches dann mit einem Monomer oder einem Prepolymer mit mindestens einer Carbonsäurefunktion zu einem Monomer mit den Funktionen (1) und (5) umgesetzt wird.

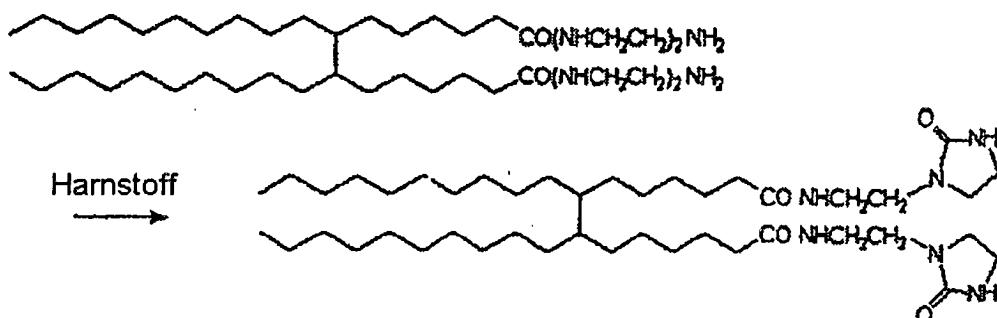
[0020] Je nach den Verwendungen der erfindungsgemäßen Polymere können die Monomere und Prepolymere, aus denen sie aufgebaut sind, andere Monomere oder Prepolymere enthalten, die eine kristallisationsverhindernde molekulare Unordnung bewirken.

[0021] Was das Produkt der Formel (6) angeht, so kann man eine Mischung von mehreren Produkten (entsprechend den verschiedenen Gruppen "A"), d.h. eine Mischung von Harnstoff, Thioharnstoff und Guanidin, verwenden. Vorteilhafterweise verwendet man Harnstoff.

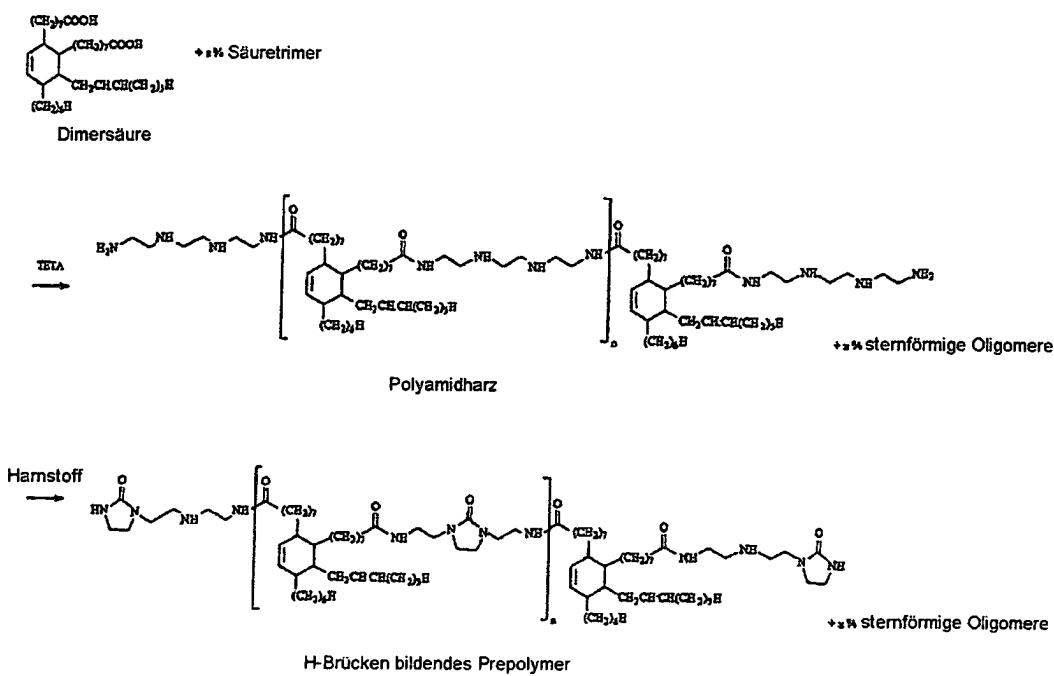
[0022] Was die Monomere oder Prepolymere mit -NH₂- und -NH- oder -NH- und -NH-Funktionen, die durch 2 oder 3 Kohlenstoffatome getrennt sind, angeht, so seien Polyamine, wie Diethylentriamin (DETA), Triethylentetramin (TETA) und Tetraethylenpentamin (TEPA), genannt. Beispiele für Monomere oder Prepolymere mit Funktionen (1) und (2), worin A ein Sauerstoffatom ist, sind nachstehend illustriert.



[0023] Erwähnt seien auch von Säuredimeren abgeleitete Diamine; die Bildung der Funktionen (1), worin A ein Sauerstoffatom ist, ist nachstehend illustriert:



[0024] Erwähnt seien auch Prepolymere vom Polyamid-Typ, die sich aus der Kondensation von Polyaminen, wie den oben aufgeführten Polyaminen DETA, TETA und TEPA, mit Disäuren ergeben. Bei diesen Disäuren handelt es sich vorzugsweise um Fettsäuren. Diese Disäuren enthalten vorzugsweise Spuren von Säuretrimeseren. Dies wird durch das folgende Schema illustriert, worin das Produkt der Formel (5) Harnstoff ist.



[0025] In diesem Schema steht "x% sternförmige Oligomere" für sternförmige Oligomere, wie in Folge der Gegebenheit von Säuretrimeren "x% Säuretrimer" als Nebenprodukte anfallen.

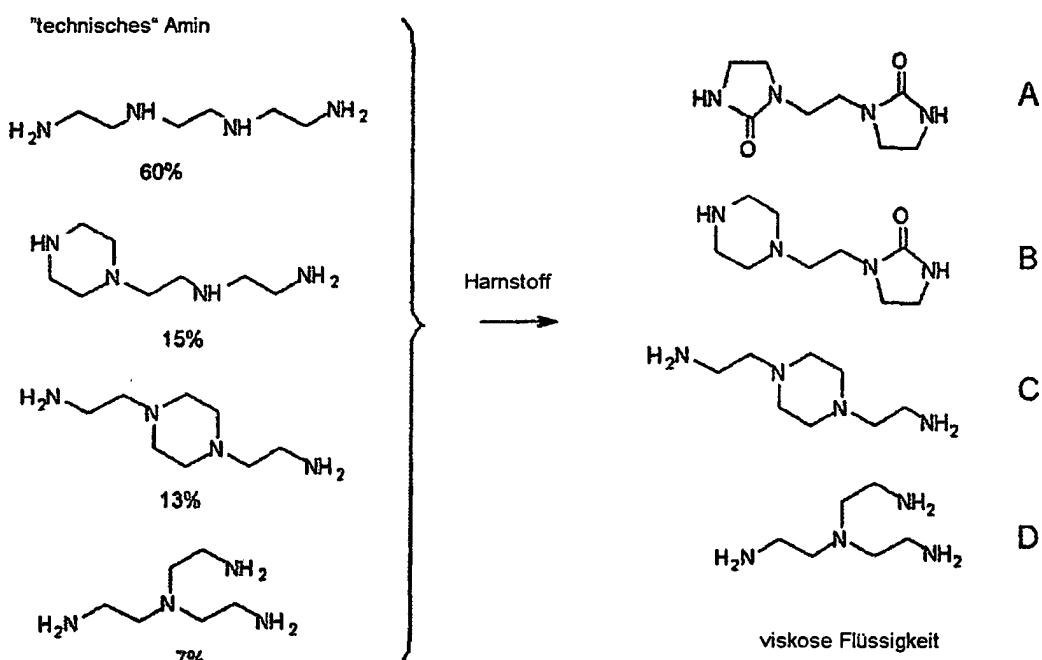
[Beispiele]

Beispiel 1:

[0026] In einem 100-ml-Rundkolben mit Magnetrührer und Rückflußküller werden 16 g (110 mmol) Triethylentetramin (Dow Chemicals, Reinheit etwa 60% • Anmerkung 1), 12 g (200 mmol) Harnstoff und ein kleines Stück Carborundum vorgelegt. Die Temperatur wird allmählich auf 120°C gebracht. Dabei löst sich der Harnstoff, und es entwickelt sich Ammoniakgas. Das Erhitzen wird progressiv fortgesetzt. Bei etwa 160°C nimmt die Viskosität stark zu, und die Verwendung eines am Kopf des Rückflußküllers angeordneten pH-Indikatorpapiers ermöglicht die Kontrolle der Ammoniakentwicklung. Bei Annäherung an eine Temperatur von 190°C kristallisiert die Reaktionsmischung. Nach dem Abkühlen werden die Kristalle mit Methanol gewaschen, wobei man zwei Fraktionen gewinnt:

- die feste Fraktion, die im wesentlichen aus Ethylenbisdiimidazolidon besteht und aus Wasser umkristallisiert werden kann, Fp. 252,4°C (litt. 240–245°C). Das Ethylenbisdiimidazolidon, das zwei Funktionen (1) enthält, ist sehr rein und kristallisiert daher.
- Die in Methanol lösliche Fraktion, die bis zur Trockne eingedampft und in einer Konzentration von 33 Gew.-% in Wasser gelöst wird. Diese Lösung wird als Mutterlösung bezeichnet, da sie das erfundungsähnliche Monomer mit den Funktionen (1) enthält.

[0027] Diese Fraktion kristallisiert wegen der durch die Verunreinigungen in dem Triethylentetramin bewirkten molekularen Unordnung nicht. Die Analyse zeigt, daß diese Fraktion hauptsächlich aus Ethylenbisdiimidazolidon (A), N-Piperazinoethylimidazolidon (B), BisAEP: N,N'-Bis(2-aminoethyl)piperazin (C), und verzweigtem TETA: Tris(2-aminoethyl)amin (D) besteht.



- Anmerkung 1: bei der verwendeten Qualität handelt es sich um ein Gemisch von linearen, cyclischen und verzweigten Ethylenaminen mit ähnlichen Siedepunkten. TETA: N,N'-Bis(2-aminoethyl)-1,2-ethandiamin, BisAEP: N,N'-Bis(2-aminoethyl)piperazin, PEEDA: N-[2-Aminoethyl]-2-aminoethyl)piperazin, verzweigtes TETA: Tris(2-aminoethyl)amin.

Beispiel 2:

Dieses Beispiel illustriert die Verwendung von erfindungsgemäßen Polymeren als Modifikatoren.

[0028] Illustriert wird die Vernetzung von Polyacrylsäure mit dem erfindungsgemäße Polymer.

[0029] 3 g Mutterlösung (Beispiel 1) werden mit 150 mg (Feststoffgewicht) Polyacrylsäure PAA in Form einer wäßrigen Lösung versetzt.

[0030] Die Mischung wird in eine kreisrunde PTFE-Form ($\varnothing = 50$ mm) gegossen. Nach drei Wochen in einer Klimakammer ($T = 23^\circ\text{C}$, RF = 50%) können die erhaltenen Filme (Dicke etwa 0,4 mm) aus der Form genommen und gehandhabt werden. Die durch Differentialkalorimetrie (DSC) bestimmten Glasübergangstemperaturen (T_g) sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

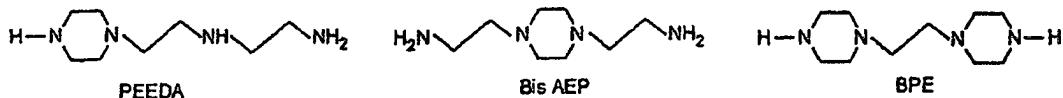
Probe	1	2	3
PAA-ref.	Coatex DV375	Coatex DV49	Coatex DV284
PAA mn	1800-2000	8000	500000
PAA, %	50%	45%	35%
Feststoffgehalt			
Tg der Probe	57 °C	53 °C	70 °C

Beispiel 3:

[0031] In einem 500-ml-Rundkolben mit Magnetrührer und Rückflußkühler werden 10,5 g (41 mmol) Triethylentetramin (Dow Chemicals, Reinheit etwa 60% • Anmerkung 1) und 50 ml Ethanol vorgelegt. Die Lösung wird zum Rückfluß gebracht (Ölbad bei 90°C). Dann werden über einen Tropftrichter 6,47 g (34 mmol) 1,2-Dibromethan in 50 ml Ethanol gelöst zugetropft. Danach wird die Reaktionsmischung 3 Stunden am Rückfluß gehalten.

[0032] Die Analyse durch Gaschromatographie mit angekoppelter Massenspektrometrie zeigt eine Abnahme

des TETA-Anteils und eine Anreicherung der Monoadditionsprodukte BisAEP und PEEDA und des Diadditionsprodukts Bis(piperazinylethylen) BPE:



[0033] Die Prozedur (Zutropfen von 34 mmol Dibromethan gefolgt von 3 Stunden Rückfluß) wird wiederholt, bis die Gehalte an TETA und PEEDA in der Mischung ungefähr gleich sind.

[0034] Nach Abziehen des Lösungsmittels und anderer flüchtiger Substanzen unter Vakuum und Abkühlen werden 2,4 g (40 mmol) Harnstoff zugegeben. Dann wird die Mischung in Analogie zu Beispiel 1 behandelt. Am Ende der Umsetzung kristallisiert die Reaktionsmischung nicht, sondern bildet eine wasserlösliche glasartige Masse.

[0035] Mit der erhaltenen Mischung in Kombination mit Polyacrylsäure sind in Analogie zu Beispiel 2 Filme erhältlich.

[0036] Beispiel 4:

[0037] 20,8 g (110 mmol) Tetraethylenpentamin (Dow Chemicals, Reinheit etwa 60% • Anmerkung 2) und 12 g (200 mmol) Harnstoff werden in Analogie zu Beispiel 1 behandelt. Am Ende der Umsetzung kristallisiert die Reaktionsmischung nicht, sondern bildet eine wasserlösliche glasartige Masse.

[0038] Mit der erhaltenen Mischung in Kombination mit Polyacrylsäure sind in Analogie zu Beispiel 2 Filme erhältlich.

- Anmerkung 2: bei der verwendeten Qualität handelt es sich um ein Gemisch von linearen, cyclischen und verzweigten Ethylenaminen mit ähnlichen Siedepunkten. TEPA: N-(2-Aminoethyl)-N'-(2-[(2-aminoethyl)amino]ethyl)-1,2-ethandiamin, AETETA: 4-(2-Aminoethyl)-N-(2-aminoethyl)-N'-(2-[(2-aminoethyl)amino]ethyl)-1,2-ethandiamin, APEEDA: 1-(2-Aminoethyl)-4-[(2-aminoethyl)aminoethyl]piperazin, PEDETA: 1-[2-[[2-(2-Aminoethyl)amino]ethyl]-amino]ethyl] piperazin, POLYETHYLENPOLYAMINE [CAS-Nr. 029320-38-5, CAS-Nr. 068131-73-7].

Beispiel 5:

[0039] In einem 500-ml-Rundkolben mit Magnetrührer und Rückflußkühler werden 47 g Crayamid 115 (• Anmerkung 3) und 16 g Harnstoff vorgelegt. Der Kolben wird in ein Ölbad bei 100°C eingetaucht. Die Badtemperatur wird allmählich erhöht (etwa +20°C/Stunde). Die Verwendung eines am Kopf des Rückflußkühlers angeordneten pH-Indikatorpapiers ermöglicht die Kontrolle der Ammoniakentwicklung. Beim Erreichen einer Temperatur von 180°C wird das Rühren schwierig. Nach mindestens 2 h Umsetzung bei 180°C wird die Heizung abgestellt. Nach Abschluß der Umsetzung kann es vorkommen, daß ein Überschuß von Harnstoff sublimiert und an den Kolbenwänden kondensiert ist.

[0040] Nach dem Abkühlen wird der eventuelle Harnstoffüberschuß mit Wasser durch schnelles Spülen der Kolbenwände entfernt. Die glasartig aussehende Reaktionsmischung wird in 300 ml Chloroform gelöst, über Magnesiumsulfat getrocknet und dann über 4 g Kieselgel filtriert. Die erhaltene, leicht trübe Lösung wird als Mutterlösung bezeichnet.

[0041] Ein Teil der Mutterlösung wird zur Analyse bei 60°C unter Vakuum bis zur Trockne eingedampft: IR: (KBr, cm⁻¹) 3302, 2924, 2853, 1654, 1608, 1546, 1490, 1456, 1377, 1271 Tg(AED) = 49°C.

[0042] Lineare viskoelastische Eigenschaften bei 1 Hz (Kegel/Platte 20 mm):

Temperatur / °C	10	20	40	60	80
Speichermodul G' / Pa	9120000	5770000	6540000	246000	20700
Verlustmodul G'' / Pa	834000	829000	1180000	272000	41300

- Anmerkung 3: Bei Crayamid 115 handelt es sich um ein Polyamid (Mw ~2000–4000 g/mol), das sich aus der Kondensation eines Säuredimers vom Typ TOFA (englisch-schwedische Abkürzung für Tall Oil Fatty Acid oder Fettsäure aus Kiefer) und Triethylentetramin ergibt.

Beispiel 6:

[0043] 30-g-Portionen Mutterlösung (Beispiel 5) werden in PTFE-Formen ($\varnothing = 75$ mm) gegossen, die in eine nicht ganz geschlossene Kammer gestellt werden, so daß das Lösungsmittel sehr langsam verdampfen kann.

[0044] Nach einer Woche kann der erhaltene Film aus der Form genommen und gehandhabt werden. Nach einigen Stunden unter Vakuum oder einigen Wochen bei Umgebungsdruck sind die Lösungsmittelreste vollständig eliminiert. Nach diesem Verfahren erhält man flexible, durchscheinende und bei Umgebungstemperatur leicht klebrige Filme (Dicke in der Mitte 0,65 mm).

Beispiel 7:

[0045] 50 g Crayamid 140 (• Anmerkung 4) und 15 g Harnstoff werden in Analogie zu Beispiel 5 behandelt. Die erhaltene Mutterlösung (mit einem Feststoffgehalt von 13%) wird mit 2×100 ml Kochsalzlösung gewaschen, über Magnesiumsulfat getrocknet und über 4 g Kieselgel filtriert. Die aus dieser Lösung in Analogie zu Beispiel 6 hergestellten Filme sind transparent, flexibel und nicht klebrig. Die Mittendicke beträgt 0,70 mm. Diese Filme können mit einem Lochstanzer oder mit Hilfe von Schneidwerkzeugen genau geschnitten werden. Die so erhaltenen Gegenstände behalten ihre Abmessungseigenschaften.

- Anmerkung 4: Bei Crayamid 140 handelt es sich um ein Polyamid (Mw ~2000–4000 g/mol), das sich aus der Kondensation eines Säuredimers vom Typ TOFA (englisch-schwedische Abkürzung für Tall Oil Fatty Acid oder Fettsäure aus Kiefer) und Triethylentetramin ergibt.

Beispiel 8:

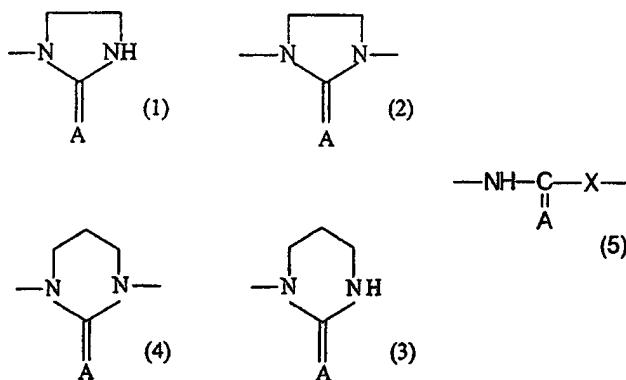
[0046] 10 g Mutterlösung (Beispiel 7) werden mit 0,22 g Squalan (2,6,10,15,19,23-Hexamethyltetacosan) versetzt. Die Mischung wird in eine kreisrunde PTFE-Form mit einem Durchmesser von 50 mm gegossen. Der in Analogie zu Beispiel 6 hergestellte Film (Filmdicke = 0,65 mm) ist hart und stark streuend, $T_g = 42^\circ\text{C}$.

Beispiel 9:

[0047] 10 g Mutterlösung (Beispiel 7) werden mit 0,22 g Tripropylenglycol versetzt. Die Mischung wird in eine kreisrunde PTFE-Form mit einem Durchmesser von 50 mm gegossen. Der in Analogie zu Beispiel 6 erhaltene Film (Filmdicke = 0,65 mm) ist weich und transparent, $T_g = 18^\circ\text{C}$.

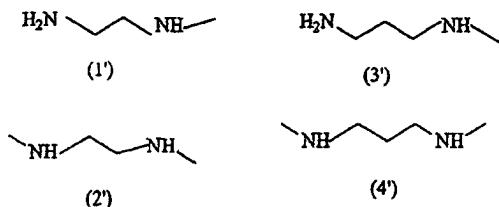
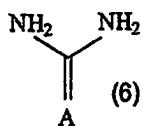
Patentansprüche

1. Supramolekulares Polymer mit über Wasserstoffbrückenbindungen verbundenen Einheiten, bei welchen es sich um Monomere oder Prepolymere mit mindestens einer unter den Funktionen (1) und (3) ausgewählten Funktion und einer unter den folgenden Funktionen (1) bis (5) ausgewählten zweiten Funktion:



worin A für Sauerstoff, Schwefel oder NH steht und X für eine beliebige Einheit steht, handelt; wobei die Wasserstoffbrückenbindungen in dem supramolekularen Polymer sich zwischen zwei gleichen oder verschiedenen, unter den Funktionen (1) bis (5) ausgewählten Funktionen bilden.

2. Polymer, erhalten durch Umsetzung eines Produkts der Formel (6) mit einem Monomer oder Prepolymer mit einer oder mehreren der Funktionen (1') bis (4'):



wobei die Kohlenstoffatome zwischen den Stickstoffatomen in den Formeln (1') bis (4') substituiert sein können.

3. Polymer nach Anspruch 2, in dem „A“ für ein Sauerstoffatom steht.

4. Zusammensetzung, enthaltend ein Polymer nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

5. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Rheologiemodifikator für Lacke oder Beschichtungen.

6. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Additiv zur Variation der Fließfähigkeit von Epoxidlacken mit der Temperatur und insbesondere Pulverlacken.

7. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Additiv bei der Verwendung von Thermoplasten zur Herbeiführung einer reversiblen Vernetzung.

8. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Additiv zur Erleichterung der Rezyklierung von thermoplastischen Materialien durch Zerstörung der Wasserstoffbindungen mit einem spezifischen Lösungsmittel.

9. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Additiv in Beschichtungen zur nachfolgenden Erleichterung ihres Abbeizens mit einem für Wasserstoffbrückenbindungen spezifischen Lösungsmittel.

10. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Additiv zur Schlagzähmodifizierung von Polyamiden.

11. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Additiv in Gleit- oder Schmiermitteln.

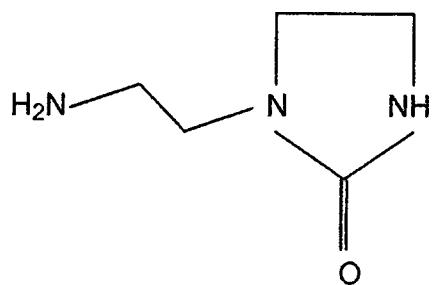
12. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Additiv in Hotmelts.

13. Verwendung eines Polymers nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Hotmelt.

14. Verfahren zur Herstellung eines Monomers mit den Funktionen (1) und (5):



worin A für Sauerstoff steht und X für eine beliebige Einheit steht, bei dem man Harnstoff mit Diethylentriamin zu



umsetzt und dieses dann mit einem Monomer oder Prepolymer mit mindestens einer Carbonsäurefunktion umsetzt.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen