



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2007 000 382 T5** 2008.12.24

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/098203**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2007 000 382.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2007/004515**
(86) PCT-Anmeldetag: **16.02.2007**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.08.2007**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **24.12.2008**

(51) Int Cl.⁸: **C08G 61/12** (2006.01)
H01B 1/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
60/773,906 16.02.2006 US

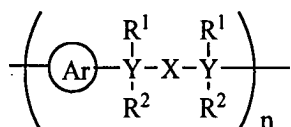
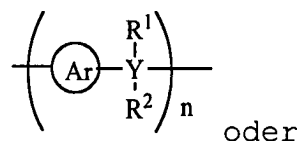
(71) Anmelder:
University of Connecticut, Farmington, Conn., US

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Gesthuysen, von Rohr & Eggert,
45128 Essen**

(72) Erfinder:
Sotzing, Gregory A., Storrs, Conn., US

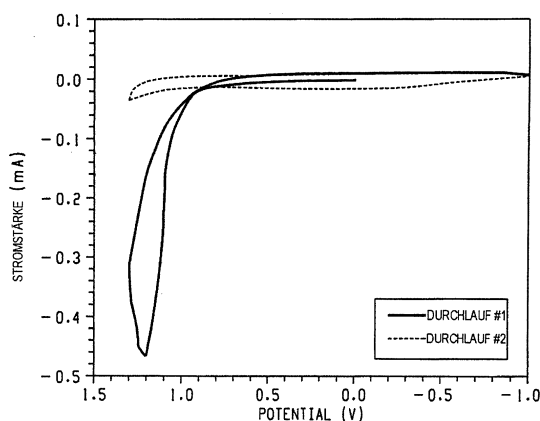
(54) Bezeichnung: **Leitfähige Polymere aus Precursorpolymeren; Verfahren zur Herstellung und ihre Verwendung**

(57) Hauptanspruch: Precursorpolymer, umfassend:
ein Polymer gemäß der Struktur:



wobei

Ar für eine Heteroarylgruppe steht;
jedes Vorkommen von R¹ und R² jeweils unabhängig
für C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl oder Aryl steht;
X für 0, S, (YR¹R²)_x oder (CR^aR^b)_x steht, wobei x gleich 0, 1,
2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinan-
der für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl oder C₁-C₁₂-Halogenalkyl
stehen;
jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn
oder Pb steht; und
n etwa 10 oder größer ist;
Copolymere daraus oder Gemische, die mindestens eines
der vorangehend erwähnten Polymere umfassen.



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der U. S. Provisional Application Serien-Nr. 60/773,906, angemeldet am 16. Februar 2006, deren Offenbarung hiermit in ihrer Gesamtheit hierin durch Verweis aufgenommen ist.

Technisches Gebiet

[0002] Diese Erfindung betrifft Precursorpolymere, die Si, Ge, Sn oder Pb enthalten, Verfahren zur Herstellung derartiger Precursorpolymere und Anwendungen unter Verwendung der Precursorpolymere zur Herstellung leitfähiger Polymere.

Hintergrund der Erfindung

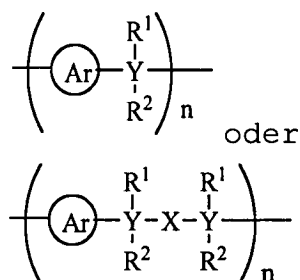
[0003] Intrinsisch leitfähige Polymere besitzen eine breite Verwendung in Anwendungen wie beispielsweise im Electronic Packaging, bei organischen Leuchtdioden (LEDs), elektrochromen Fenstern und Displays, Sensoren für flüchtige organische Gase und dergleichen. Die intrinsisch leitfähigen Polymere, die von besonderem Interesse sind, weisen eine geringe Bandlücke (E_g) bezüglich des Energieunterschiedes zwischen zwei elektronischen Energieniveaus auf (dem Leitfähigkeitsband und dem Valenzband). Die Bandlücke, die von einem vorgegebenen Polymer aufgewiesen wird, hängt von einer Vielzahl an Faktoren ab, einschließlich der Struktur von dem/den Monomer(en), die für die Bildung von dem Polymer verwendet werden. Zum Beispiel sind intrinsisch leitfähige Polymere bekannt, die aus Thiophen und substituierten Thiophen-Monomeren gebildet wurden. Poly(thiophen) weist eine Bandlücke von 2,1 Elektronenvolt (eV) auf, Poly(3,4-ethylendioxythiophen) (auch bekannt als PEDOT) besitzt eine Bandlücke von 1,7 eV, Poly(2-decylthieno[3,4-b]thiophen) weist eine Bandlücke von 0,92 eV und Poly(2-phenylthieno[3,4-b]thiophen) eine Bandlücke von 0,85 eV auf. Intrinsisch leitfähige Polymere, welche polymerisierte Einheiten von Thieno[2,3-b]thiophen, Thieno[3,2-b]thiophen und anderen anellierten und substituierten Thiophenen umfassen, sind ebenfalls bekannt.

[0004] Allerdings ist eine Anzahl an Nachteilen mit vielen der gegenwärtig zur Verfügung stehenden Verfahren zur Herstellung dieser intrinsisch leitfähigen Polymere verbunden. Beispielsweise läuft ein gebräuchliches Verfahren zur Herstellung von leitfähigen PEDOT-Polymeren, welche bei der Herstellung von Kondensatoren weit verbreitet sind, über ein Tauchverfahren der Tantal/Tantaloxid-Substrate in ein Bad, das monomeres 3,4-Ethylendioxythiophen (auch bekannt als EDOT) und Eisen(III)-Chlorid enthält. Die Badstandzeit beträgt nur 48 Stunden, weil EDOT in der Gegenwart von Eisen(III)-Chlorid nicht stabil ist, die Ausbeuten sind niedrig, weniger als 30%, und üblicherweise wird sich PEDOT auf allen Oberflächen, einschließlich der Kondensatoren, den Badwandungen usw. ablagern.

[0005] Es bleibt daher ein fortgesetztes Bedürfnis für stabilere Ausgangsmaterialien, die unmittelbar in ein leitfähiges Polymer ungewandelt werden können, auf dem Fachgebiet bestehen. Darüber hinaus besteht eine Notwendigkeit für ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von leitfähigen Polymeren, das zweckmäßiger und effizienter ist und das Produkte mit höherem Molekulargewicht und mit besseren mechanischen Eigenschaften bereitstellt.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

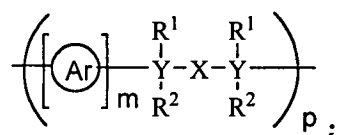
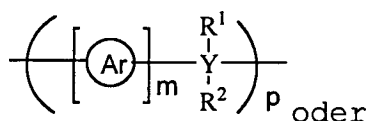
[0006] In einer Ausführungsform umfasst ein Precursorpolymer ein Polymer gemäß folgender Struktur:



wobei Ar für eine Heteroarylgruppe steht; jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ -Alkyl, $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ -Halogenalkyl oder Aryl steht; X für O, S, $(\text{YR}^1\text{R}^2)_x$ oder $(\text{CR}^a\text{R}^b)_x$ steht, wobei x gleich

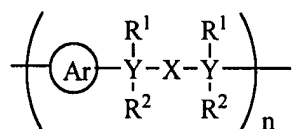
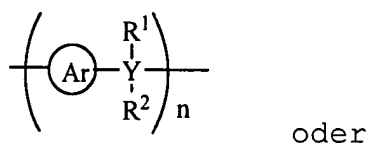
0, 1, 2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen, jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb steht und n etwa 10 oder größer ist; und einschließlich der Copolymere daraus oder von Mischungen, die mindestens eines der vorstehend genannten Polymere umfassen.

[0007] In einer weiteren Ausführungsform umfasst ein Polymer ein Polymer gemäß folgender Struktur:



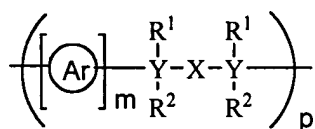
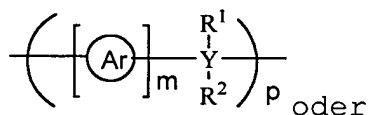
wobei Ar für eine Heteroarylgruppe steht; jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht; X für O, S, $(YR^1R^2)_x$ oder $(CR^aR^b)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen, jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb steht, m etwa 3 oder größer ist; und p etwa 5 oder größer ist, und einschließlich der Copolymere daraus oder von Mischungen, die mindestens eines der vorstehend genannten Polymere umfassen.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines leitfähigen konjugierten Polymers die Umsetzung eines Precursorpolymers, welches die folgende Struktur aufweist:



die Copolymere daraus oder Mischungen mindestens eines der vorangehenden Polymere umfassen, wobei jedes Vorkommen von Ar für eine Heteroarylgruppe steht; jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht; X für O, S, $(YR^1R^2)_x$ oder $(CR^aR^b)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3, oder 4 ist

und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen; jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn, oder Pb steht; und n etwa 10 oder größer ist; um ein leitfähiges konjugiertes Polymer zu bilden, welches die folgenden Struktur:



aufweist, wobei Ar für eine Heteroarylgruppe steht; jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht; X für O, S, $(YR^1R^2)_x$ oder $(CR^aR^b)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen, jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb steht; m etwa 3 oder größer ist; und p etwa 5 oder größer ist.

[0009] Andere Ausführungsformen beinhalten Verfahren zur Prozessierung der Precursorpolymere und der daraus hergestellten Gegenstände.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0010] **Fig. 1** veranschaulicht bildlich die Umsetzung von einem Precursorpolymer, das 3,4-Ethylendioxythiophen(EDOT) Monomereinheiten und Dimethylsilyl-Monomereinheiten enthält, zu einem leitfähigen, konjugierten Polymer durch Festkörperreaktion.

[0011] **Fig. 2** veranschaulicht bildlich die Umsetzung von einem Precursorpolymer, das Bis-3,4-ethylendioxythiophen-N-methylcarbazol-(BEDOT-NMCz)Einheiten und Dimethylsilyl-Einheiten enthält, zu einem leitfähigen, konjugierten Polymer durch Festkörperreaktion.

[0012] **Fig. 3** zeigt einen Scan von der Umsetzung von einem Precursorpolymer, das 3,4-Ethylendioxythiophen-(EDOT)Einheiten und Dimethylsilyl-Einheiten enthält, zu einem konjugierten Polymer unter Verwendung von Bromdampf/Hitze-Umsetzung, gefolgt durch Reduktion mit Hydrazin;

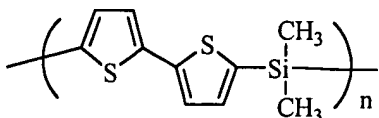
[0013] **Fig. 4** veranschaulicht bildlich einen DSC-Durchlauf von einem Precursorpolymer, das Bithiophen-Monomereinheiten und Dimethylsilyl-Monomereinheiten enthält; und

[0014] **Fig. 5** zeigt ein Röntgenweitwinkelstreuungs-(WAXS-)Diffraktogramm von einem Precursorpolymer, das Bithiophen-Einheiten und Dimethylsilyl-Einheiten enthält.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0015] Hierin sind Precursorpolymere offenbart, die Einheiten von Heteroarylen enthalten, welche durch eine oder mehrere Silizium (Si) enthaltende Gruppen, Germanium (Ge) enthaltende Gruppen, Zinn (Sn) enthaltende Gruppen oder Blei (Pb) enthaltende Gruppen miteinander verbunden sind, die Verfahren zur Herstellung dieser Precursorpolymere und Verfahren zur Herstellung von leitfähigen konjugierten Polymeren unter Verwendung dieser Precursorpolymere. Die Precursorpolymere stellen ein zweckmäßiges und einfaches Verfahren zur Herstellung von leitfähigen Polymeren bereit, da die Precursorpolymere häufig stabiler sind als ihre monomeren Heteroaryl-Entsprechungen. Beispielsweise benötigen EDOT und Thieno[3,4-b]thiophen-(auch bekannt als T34bT)Kühlung, während hingegen die Precursorpolymere, die EDOT- und Thieno[3,4-b]thiophen-Einheiten enthalten, die durch Einheiten getrennt sind, welche Si, Ge, Sn, und/oder Pb enthalten, bei Umgebungstemperatur stabil sind.

[0016] Zusätzlich können die Precursorpolymere aus kostengünstigen Ausgangsmaterialien dargestellt werden, z. B. den korrespondierenden, difunktionalisierten Silyl-Dihalid-Monomeren. Für viele der Precursorpolymere ist gefunden worden, dass sie nahezu polydispers sind, wobei sie Werte für das massengemittelte Molekulargewicht gegenüber dem zahlengemittelten Molekulargewicht (M_w/M_n) von annähernd 2 aufweisen. Darüber hinaus weisen die Precursorpolymere viele wünschenswerte mechanische Eigenschaften auf, wie beispielsweise hohe thermische Stabilität. Beispielsweise besitzen die Precursorpolymere, welche die allgemeine Struktur



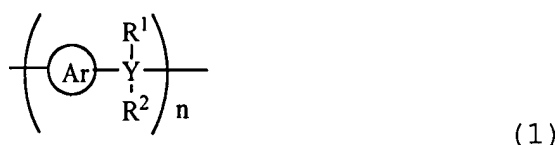
aufweisen, wobei n etwa 10 oder größer ist, eine sehr hohe thermische Stabilität, da ihre Zersetzungstemperatur bis zu 440°C betragen kann.

[0017] Ebenfalls sind hierin leitfähige, konjugierte Polymere offenbart, die mittels einer Umsetzung von den Precursorpolymeren über chemische Oxidation, elektrochemische Oxidation oder Umsetzung mit Brom erhalten werden. Zum Beispiel können leitfähige, konjugierte Polymere mittels elektrochemischer Oxidation von Precursorpolymeren in der gequollenen Festphase erhalten werden. In einer weiteren Ausführungsform können konjugierte Polymere über die Einwirkung von Brom auf das Precursorpolymer bei Wärmebehandlung erhalten werden. Darüber hinaus resultiert die Umsetzung von dem Precursorpolymer durch Festkörperreaktion zu einem leitfähigen, konjugierten Polymer in einer größeren Ausbeute an leitfähigem Polymer verglichen mit anderen bekannten Prozessen zur Herstellung leitfähiger Polymere. Diese leitfähigen, konjugierten Polymere werden nutzbringend in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, beispielsweise im Electronic Packaging,

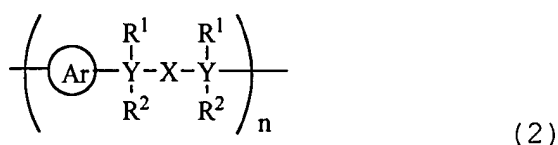
in organischen Leuchtdioden (LEDs), elektrochromen Fenstern und Displays, optisch transparenten Elektroden, Sensoren für flüchtige organische Gase sowie anderen Anwendungen, die hierin diskutiert werden.

[0018] Die Precursorpolymere werden unter Verwendung von Standardtechniken wie Gießen, Spin-Verfahren, Tauchen, Inkjet-Verfahren, Sprühen, Siebdruckverfahren, Schmelzverarbeitung und anderen gut bekannten Verfahren leicht zu Folien verarbeitet. Für die Precursorpolymere wurde festgestellt, dass sie gute Haftungseigenschaften zu Oxo-Substraten aufweisen (z. B. Oxidsubstraten einschließlich Tantaloxid, Indium-Zinn-Oxid usw.).

[0019] Es werden hierin Precursorpolymere offenbart, welche die folgenden allgemeinen Strukturen (1) und (2) aufweisen:



oder



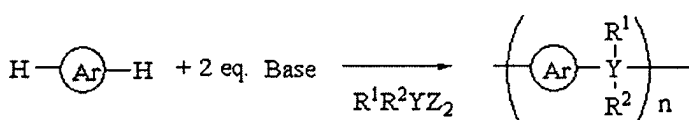
wobei Ar für eine Heteroarylgruppe steht; R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl stehen; X für O, S, $(\text{YR}^1\text{R}^2)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist, oder für $(\text{CR}^a\text{R}^b)_x$ steht, wobei R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen und wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist. Jedes Y steht jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb. Die Anzahl der Monomer-Einheiten (n) von dem Precursorpolymer kann größer sein als etwa 10, bevorzugt größer als etwa 15. Speziell kann n zwischen etwa 10 und etwa 350 liegen, vorzugsweise zwischen etwa 15 und etwa 300 und noch bevorzugter zwischen etwa 20 und etwa 250.

[0020] In einer Ausführungsform stehen R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für C_1 - C_{12} -Alkyl; vorzugsweise für Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Hexyl oder Octyl, und noch bevorzugter für Methyl oder Octyl und X steht für O und Y steht für Si oder Ge.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform können Precursorpolymere in Übereinstimmung mit den Strukturen (1) und (2) Si und Ge in einem Verhältnis von etwa 1:99 bis etwa 99:1 für Si:Ge enthalten, bevorzugt mit einem Verhältnis für Si:Ge von etwa 10:90 bis etwa 90:10, vorzugsweise mit einem Verhältnis für Si:Ge von etwa 25:75 bis etwa 75:25 und noch bevorzugter mit einem Verhältnis für Si:Ge von etwa 40:60 bis etwa 60:40.

[0022] Eine erwünschte Polymergröße und ein erwünschtes Polymergewicht können durch Veränderung der Ausgangsmaterialien oder der Herstellungsbedingungen erreicht werden. Darüber hinaus können die Precursorpolymere spezifische Endgruppen durch die Verwendung von einem entsprechenden Endcapping-Reagenz aufweisen. Beispielsweise würde ein Trimethylsilylchlorid ein Precursorpolymer bereitstellen, dass Trimethylsilyl-Endgruppen aufweisen würde. Darüber hinaus können durch Anpassung des Molekulargewichtes von dem Precursorpolymer die Verarbeitungsbedingungen verändert werden. Zum Beispiel können für die Sprühbeschichtung Precursorpolymere, die einen niedrigen n-Wert aufweisen, mit niedrigem Molekulargewicht und niedriger Viskosität dargestellt werden.

[0023] Das Precursorpolymer kann in geeigneter Weise aus den korrespondierenden Heteroarylmonomeren oder den Derivaten daraus dargestellt werden. In einer Ausführungsform ist das Heteroarylmonomer deprotoniert und geht mit einem geeigneten Reaktionspartner $\text{R}^1\text{R}^2\text{YZ}_2$ in der Gegenwart von einer Base eine Reaktion ein und wird anschließend zu dem Precursorpolymer umgesetzt.



[0024] R^1 und R^2 stehen jeweils unabhängig voneinander für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl; Y

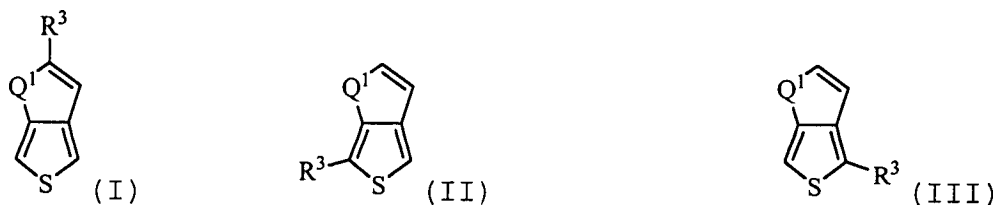
steht für Si, Ge, Sn oder Pb und jedes Z steht unabhängig für Cl, Br oder I. Geeignete Basen schließen beispielsweise Alkyl-Lithium (z. B. t-Butyl-Li, n-Butyl-Li, sec-Butyl-Li), Lithium-Dialkylamide (z. B. Lithium-Diisopropylamid) oder andere Basen mit einer äquivalenten Basizität ein. Bedingungen zur Darstellung von dem Precursorpolymer werden ausführlicher nachstehend bereitgestellt.

[0025] Das Precursorpolymer, das so hergestellt ist, dass es Si-, Ge-, Sn- oder Pb-Einheiten aufweist, ermöglicht die Darstellung von Polymeren mit hohem Molekulargewicht, welche als konventionelle Polymere verarbeitet werden können. Darüber hinaus sind die Precursorpolymere in einer Vielzahl an Lösemitteln löslich, was eine Verarbeitung in Lösung ermöglicht. Die Anpassung der Länge von den Alkylgruppen, welche an Si, Ge, Sn oder Pb hängen, ermöglicht eine maßgeschneiderte Löslichkeit in organischen Lösemitteln. Zusätzlich weisen viele von den Precursorpolymeren einen Schmelzübergang auf, der eine Verarbeitung in der Schmelze wie beispielsweise durch Formpressen, Spritzgießen, Schmelzspinnen und dergleichen ermöglicht.

[0026] Die Monomere von Si, Ge, Sn oder Pb in dem Precursorpolymer gestatten die Drehung von dem Precursorpolymer-Rückgrat, während hingegen das Heteroarylmonomer einen starren Anteil von dem Rückgrat darstellt. Eine derartige Kombination von Gruppen ist ähnlich zu einem flexiblen/starren Hauptketten-Flüssigkristall. Die Heteroarylgruppen in dem Precursorpolymer können kristallisieren, um ein semikristallines Material zu ergeben. Eine derartige Kristallinität drückt sich in höheren Leitfähigkeiten aus, verglichen mit amorphen konjugierten Polymeren. Daher kann die Kristallinität möglicherweise aufrecht gehalten werden, wenn das Precursorpolymer zu dem leitfähigen Polymer umgewandelt wird, das mehr pi-konjugiert ist, wodurch die Leitfähigkeit von dem gebildeten leitfähigen Polymer erhöht wird.

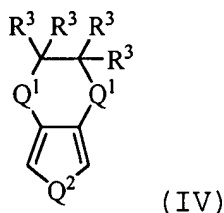
[0027] Die Heteroarylgruppe (Ar-Gruppe) in den vorangehend dargestellten allgemeinen Strukturen (1) und (2) ist nicht besonders eingeschränkt, und kann so ausgewählt werden, dass ein leitfähiges Polymer resultiert, das die erwünschten physikalischen und elektrochemischen Eigenschaften aufweist. Beispielhafte Heteroaryl-Monomere, die für die Herstellung der Precursorpolymere verwendet wurden, schließen die nachfolgend offenbaren, sowie die Derivate daraus ein. Zu den beispielhaften Derivaten gehören diejenigen, bei denen ein Aryl-Wasserstoff zum Beispiel gegen ein Halogen ausgetauscht wurde, die zu den entsprechenden organometallischen Derivaten umgesetzt werden können (z. B. Zusatz von Magnesium zur Bildung von einem Di-Grignard-Reagenz für Umsetzungen bei Umgebungstemperatur).

[0028] Geeignete Heteroaryl-Monomere beinhalten unsubstituierte und 2- oder 6-substituiertes Thieno[3,4-b]thiophen und Thieno[3,4-b]furan, welche die allgemeine Struktur (I), (II) und (III) aufweisen:



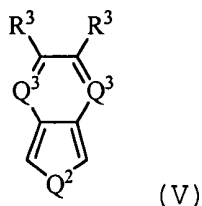
wobei Q¹ für S oder O steht; und R³ für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl einschließlich Perfluoralkyl (siehe die nachfolgende Definition von "Halogenalkyl"), C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht. Bevorzugt steht Q¹ für S oder O und R³ für Wasserstoff.

[0029] 3,4-Ethylendioxythiophen, 3,4-Ethylendithiathiophen, 3,4-Ethylendioxypyrrol, 3,4-Ethylendithiapyrrol, 3,4-Ethylendioxyfuran, 3,4-Ethylendithiafuran und ihre Derivate weisen die allgemeine Struktur (IV) auf:



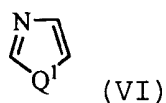
wobei jedes Vorkommen von Q¹ unabhängig jeweils für S oder O steht, Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von R³ für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht. In einer Ausführungsform weist das Monomer die allgemeine Struktur (IV) auf, unter der Voraussetzung, dass, wenn Q² für S und Q¹ für O steht, R³ nicht für Wasserstoff steht.

[0030] Isathianaphthen, Pyridothiophen, Pyrzinothiophen und ihre Derivate weisen die allgemeine Struktur (V) auf:



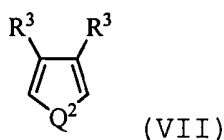
wobei Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht; jedes Vorkommen von Q³ jeweils unabhängig für CH oder N steht, und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht.

[0031] Oxazol, Thiazol und ihre Derivate weisen die allgemeine Struktur (VI) auf:



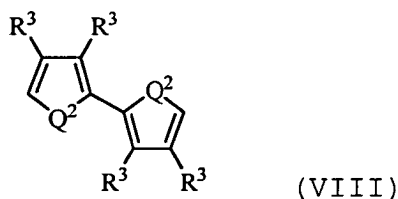
wobei Q¹ für S oder O steht.

[0032] Pyrrol, Furan, Thiophen und ihre Derivate weisen die allgemeine Struktur (VII) auf:



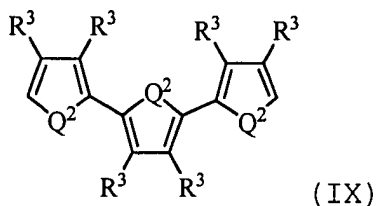
wobei Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht. In einer Ausführungsform weist das Monomer die allgemeine Struktur (VII) auf, unter der Voraussetzung, dass, wenn Q² für S steht, mindestens ein R³ nicht für Wasserstoff steht.

[0033] Bithiophen, Bifuran, Bipyrrol und ihre Derivate weisen die allgemeine Struktur (VIII) auf:



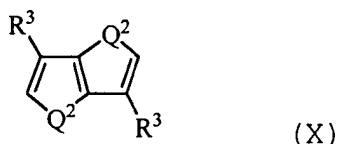
wobei jedes Vorkommen von Q² jeweils unabhängig für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht.

[0034] Terthiophen, Terfuran, Terpyrrol und ihre Derivate weisen die allgemeine Struktur (IX) auf:



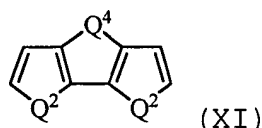
wobei jedes Vorkommen von Q² jeweils unabhängig für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht.

[0035] Thienothiophen, Thienofuran, Thienopyrrol, Furanylpyrrol, Furanylfuran, Pyrrolylpyrrol und ihre Derivate weisen die nachstehende allgemeine Struktur (X) auf:



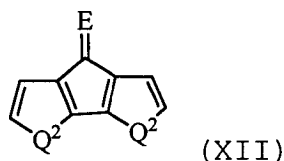
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht.

[0036] Dithienothiophen, Difuranylthiophen, Dipyrrolylthiophen, Dithienofuran, Dipyrrolylfuran, Dipyrrolylpyrrol und ihre Derivate weisen die nachstehende allgemeine Struktur (XI) auf:



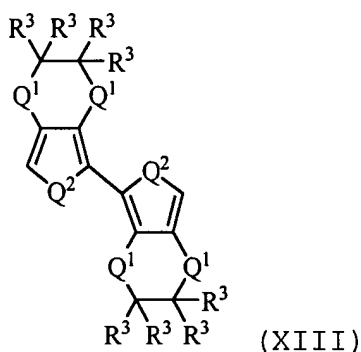
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht.

[0037] Dithienylcyclopentenon, Difuranylcyclopentenon, Dipyrrolylcyclopentenon und ihre Derivate weisen die nachstehende allgemeine Struktur (XII) auf:



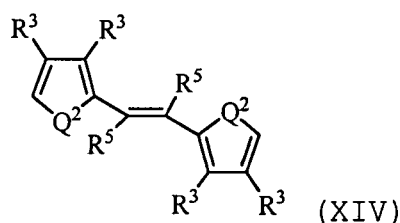
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, und E für O oder $C(R^7)_2$ steht, wobei jedes Vorkommen von R^7 für eine elektronenziehende Gruppe steht.

[0038] Andere geeignete Heteroaryl-Monomere schließen diejenigen ein, welche die nachstehende allgemeine Struktur (XIII) aufweisen:



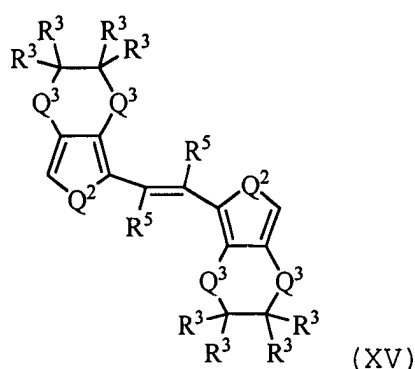
wobei jedes Vorkommen von Q^1 unabhängig jeweils für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht. In einer Ausführungsform steht jedes Vorkommen von Q^1 für O, jedes Vorkommen von Q^2 für S und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff.

[0039] Dithienovinyl, Difuranylvinylen und Dipyrrolylvinylen sind in Übereinstimmung mit der Struktur (XIV):



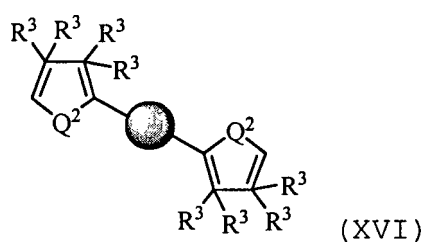
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht.

[0040] 1,2-Trans(3,4-ethyldioxythienyl)vinylen, 1,2-Trans(3,4-ethyldioxyfuranyl)vinylen, 1,2-Trans(3,4-ethyldioxypyrrolyl)vinylen und ihre Derivate sind in Übereinstimmung mit der Struktur (XV):



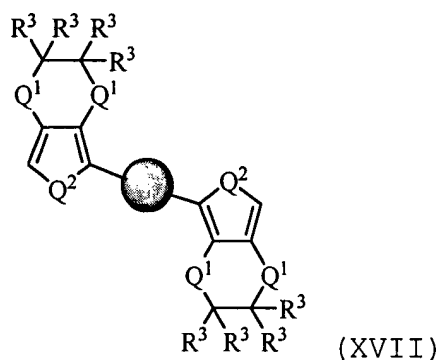
wobei jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH_2 , S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht.

[0041] Die Klasse der Bis-thienylarylene, Bis-furanlyarylene, Bis-pyrrolylarylene und ihre Derivate sind in Übereinstimmung mit der Struktur (XVI):



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und $\bullet$ ein Aryl repräsentiert. Beispielhafte Arylgruppen schließen Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren, 9-Alkyl-9H-carbazol und dergleichen ein.

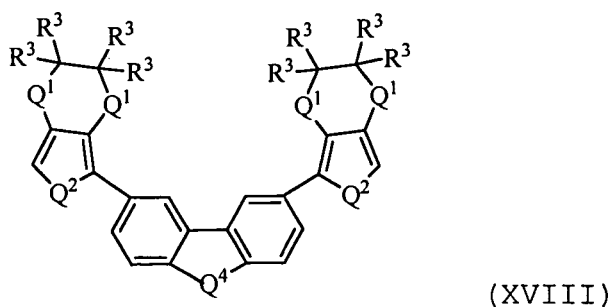
[0042] Die Klasse der Bis(3,4-ethyldioxythienyl)arylene, verwandte Verbindungen und ihre Derivate sind in Übereinstimmung mit der Struktur (XVII):



wobei jedes Vorkommen von Q^1 unabhängig jeweils für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht und $\bigcirc$ ein Aryl repräsentiert.

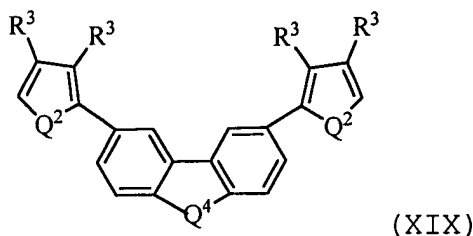
[0043] Ein beispielhaftes Bis (3,4-ethylenedioxythienyl)arylen in Übereinstimmung mit Struktur (XVII) beinhaltet die Verbindung, in der alle Q^1 für O stehen, beide Q^2 für S stehen, alle R^3 für Wasserstoff stehen und $\bigcirc$ für Phenyl steht, das über die 1- und 4-Position verknüpft ist. Eine weitere beispielhafte Verbindung ist eine, in der alle Q^1 für O stehen, beide Q^2 für S stehen, alle R^3 für Wasserstoff stehen und $\bigcirc$ für Thiophen steht, das an den Positionen 2 und 5 verknüpft ist.

[0044] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XVIII):



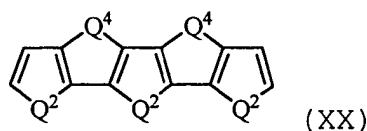
wobei jedes Vorkommen von Q^1 unabhängig jeweils für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht. In einer Ausführungsform steht jedes Vorkommen von Q^1 für O, jedes Vorkommen von Q^2 für S, jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff und R^4 steht für Methyl.

[0045] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XIX):



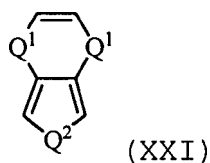
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht.

[0046] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XX):



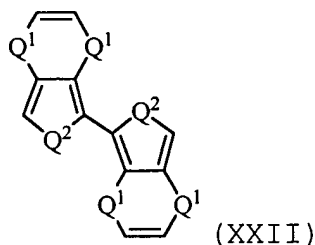
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht.

[0047] Die Klasse der Verbindungen in Obereinstimmung mit Struktur (XXI):



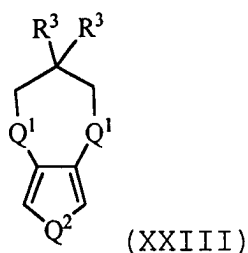
wobei Q^2 für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht.

[0048] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XXII):



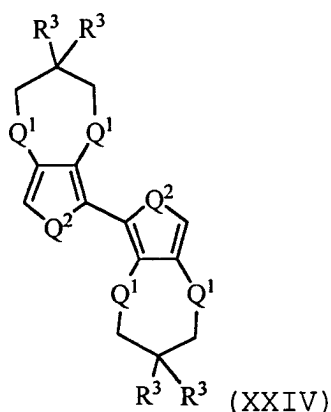
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht.

[0049] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XXIII):



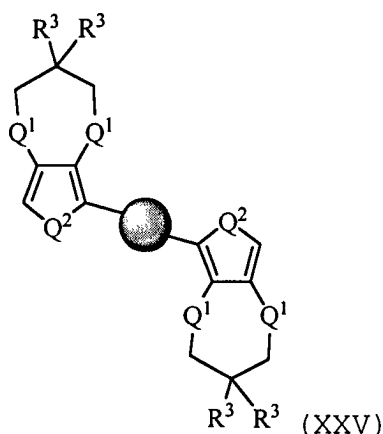
wobei Q^2 für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht; jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht. In einer Ausführungsform steht ein R^3 für Methyl und das andere R^3 für $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-biphenyl.

[0050] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XXIV):



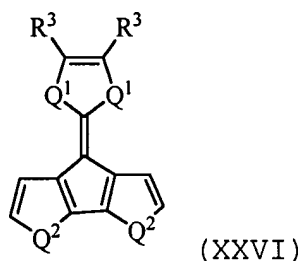
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht. In einer Ausführungsform steht ein R^3 für Methyl und das andere R^3 für $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl pro geminalem Kohlenstoffzentrum.

[0051] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XXV):



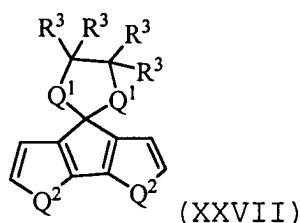
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und ein Aryl repräsentiert. In einer Ausführungsform steht ein R^3 für Methyl und das andere R^3 für $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl pro geminalem Kohlenstoffzentrum.

[0052] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XXVI):



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht.

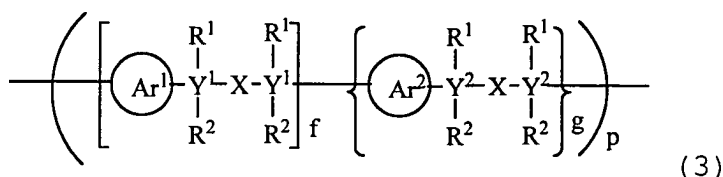
[0053] Die Klasse der Verbindungen in Übereinstimmung mit Struktur (XXVII):



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht.

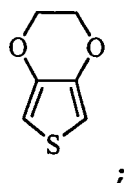
[0054] Homopolymere können dargestellt werden, wenn ein Typ von Heteroarylmonomer zu dem Precursorpolymer umgesetzt wird. Wahlweise können zwei oder mehr unterschiedliche Heteroarylmonomere für die Darstellung von Copolymeren verwendet werden. Andere Copolymere schließen diejenigen ein, die Monomereinheiten aufweisen, die aus zwei oder mehr der Si-, Ge-, Sn- oder Pb-Gruppen ausgewählt sind, allerdings nur einen Typ an Heteroaryl besitzen. Darüber hinaus schließen andere Copolymere diejenigen ein, die Monomereinheiten aufweisen, die aus zwei oder mehr der Si-, Ge-, Sn- oder Pb-Gruppen ausgewählt sind, und zwei oder mehr Typen an Heteroarylmonomeren besitzen. Die Copolymere schließen Random-Copolymere, Block-Copolymere oder alternierende Copolymere ein. Durch die Auswahl von zwei oder mehreren Typen an Heteroarylmonomeren und/oder zwei oder mehreren Typen von Si-, Ge-, Sn- oder Pb-Gruppen (z. B. zwei oder mehrere unterschiedliche Reaktionspartner vom Typ $R^1R^2YZ_2$, wo das Zentralatom Y unterschiedlich sein kann, die anhängenden Alkylgruppen R^1 und R^2 unterschiedlich sein können oder beide unterschiedlich sein können) kann ein breites Spektrum an Copolymeren dargestellt werden, die maßgeschneiderte physikalische und andere Eigenschaften aufweisen.

[0055] Es kann ein Random-Copolymer dargestellt werden, welches die nachstehende allgemeine Struktur (3) aufweist:



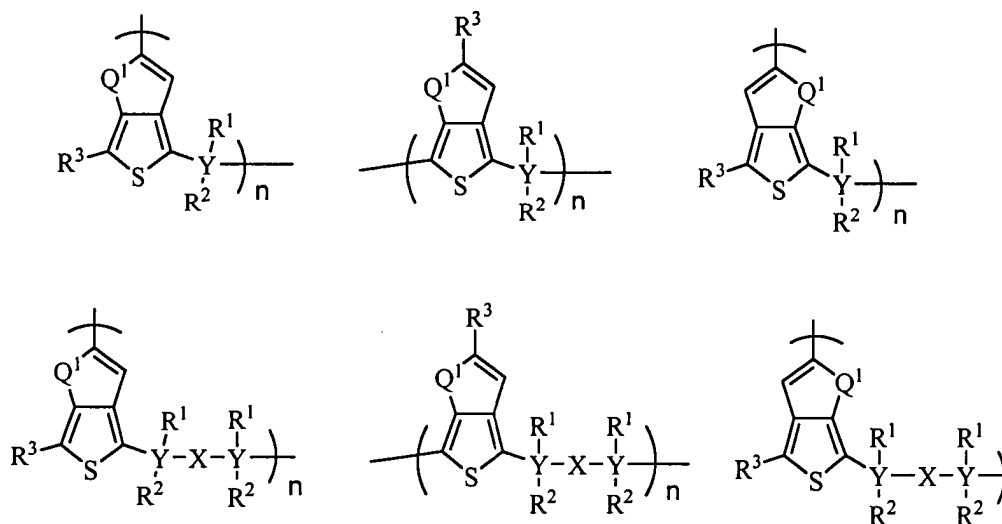
wobei Ar^1 und Ar^2 jeweils unabhängig voneinander für eine Heteroaryl-Gruppe stehen, jedes Vorkommen von R^1 and R^2 jeweils unabhängig voneinander für C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht; jedes Vorkommen von Y^1 und Y^2 jeweils unabhängig voneinander für Si, Ge, Sn, oder Pb steht, das Verhältnis von f:g etwa 5:95 bis etwa 95:5 beträgt und p etwa 5 oder größer ist. Da dies hier Random-Copolymere sind, stellen f und g die Gesamtzahl der Monomere, die nicht notwendigerweise miteinander verbunden sind, innerhalb des Polymers dar.

[0056] In einer Ausführungsform steht Ar für



sowohl R^1 als auch R^2 stehen für Methylgruppen und Y^1 steht für Si und Y^2 für Ge.

[0057] Beispielhafte Precursorpolymere, die aus den vorangehend offenbarten Heteroarylmonomeren (I), (II) und (III) dargestellt wurden, schließen diejenigen ein, welche die nachstehenden allgemeinen Strukturen aufweisen:



wobei Q¹, Q², R¹, R², R³, X, n und Y wie vorangehend definiert sind.

[0058] Beispielhafte Precursorpolymere, die aus den vorangehend offenbarten Heteroarylmonomeren (IV) dargestellt wurden, schließen diejenigen ein, welche die nachstehenden allgemeinen Strukturen aufweisen:



wobei Q¹, Q², R¹, R², R³, X, n und Y wie vorangehend definiert sind. Auf der Grundlage des vorangehend Erörterten, kann der Durchschnittsfachmann sich die allgemeinen Strukturen der Precursorpolymere, die aus den Heteroarylmonomeren (V)-(XXVII) dargestellt wurden, vergegenwärtigen.

[0059] Wie hierin verwendet, schließt "Alkyl" geradkettige, verzweigte und zyklische gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffgruppen ein, die eine festgelegte Anzahl an Kohlenstoffatomen aufweisen, im Allgemeinen von 1 bis etwa 12 Kohlenstoffatome für die geradkettigen und üblicherweise von 3 bis etwa 12 Kohlenstoffatome für die verzweigten und zyklischen Gruppen. Beispiele für Alkyl beinhalten, sind aber nicht darauf beschränkt, Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, 3-Methylbutyl, t-Butyl, n-Pentyl, sec-Pentyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl und Octyl. Spezifische Alkylgruppen schließen niedere Alkylgruppen ein, das sind diejenigen Alkylgruppen, die von 1 bis etwa 8 Kohlenstoffatome, von 1 bis etwa 6 Kohlenstoffatome oder von 1 bis etwa 4 Kohlenstoffatome aufweisen.

[0060] Wie hierin verwendet, bezeichnet "Halogenalkyl" geradkettige, verzweigte und zyklische Alkylgruppen, die eine festgelegte Anzahl an Kohlenstoffatomen aufweisen und mit 1 oder mehreren Halogenatomen substituiert sind, im Allgemeinen bis zu der maximal zulässigen Anzahl an Halogenatomen („perHalogeniert“; z. B. perfluoriert). Beispiele für Halogenalkyle beinhalten, sind aber nicht darauf beschränkt, Trifluormethyl, Difluormethyl, 2-Fluorethyl und Pentafluorethyl.

[0061] Wie hierin verwendet, schließt „Alkoxy“ eine Alkylgruppe ein, die wie vorstehend definiert ist, mit der festgelegten Anzahl an Kohlenstoffatomen, die durch eine Sauerstoffbrücke (-O-) angelagert sind. Beispiele für Alkoxy beinhalten, sind aber nicht darauf beschränkt, Methoxy, Ethoxy, n-Propoxy, i-Propoxy, n-Butoxy, 2-Butoxy, t-Butoxy, n-Pentoxy, 2-Pentoxy, 3-Pentoxy, Isopentoxy, Neopentoxy, n-Hexoxy, 2-Hexoxy, 3-Hexoxy und 3-Methylpentoxy.

[0062] "Halogenalkoxy" bezeichnet eine Halogenalkyl-Gruppe, wie vorstehend definiert, die durch eine Sauerstoffbrücke angelagert ist.

[0063] Wie hierin verwendet, bezeichnet der Begriff "Aryl" aromatische Gruppen, die nur Kohlenstoff in dem aromatischen Ring oder den aromatischen Ringen enthalten. Derartige aromatische Gruppen können ferner mit Kohlenstoff- oder Nichtkohlenstoff-Atomen oder -Gruppen substituiert sein. Typische Arylgruppen enthal-

ten 1 oder 2 getrennte, annelierte oder anhängende Ringe und von 6 bis etwa 12 Ringatome, ohne Heteroatome als Ringglieder. Wo es angebracht ist, können Arylgruppen substituiert sein. Derartige Substitutionen können die Fusion zu einer 5- bis 7-gliedrigen gesättigten Gruppe einschließen, die fakultativ 1 oder 2 Heteroatome enthält, die unabhängig aus N, O und S ausgewählt sind, um beispielsweise eine 3,4-Methylenedioxy-phenyl-Gruppe zu bilden. Arylgruppen schließen beispielsweise Phenyl, Naphthyl, einschließlich 1-Naphthyl und 2-Naphthyl, Fluoren und Biphenyl ein.

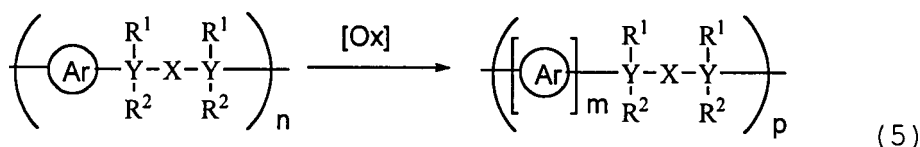
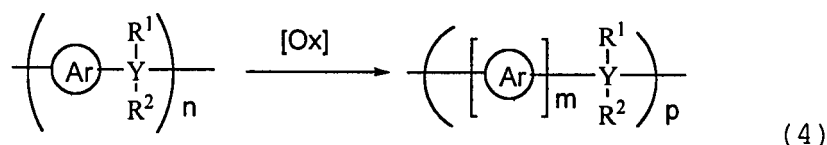
[0064] Wie hierin verwendet, bezieht sich "Halogen" oder "Halogen" auf Fluor, Chlor, Brom oder Iod.

[0065] Verbindungen werden unter Verwendung der Standardnomenklatur beschrieben. Zum Beispiel ist jede Position, die nicht mit irgendeiner angezeigten Gruppe substituiert ist, so zu verstehen, dass ihre Valenzen durch eine angegebene Bindung oder durch ein Wasserstoffatom gesättigt sind. Ein Strich ("—"), der sich nicht zwischen zwei Buchstaben oder Symbolen befindet, wird verwendet, um auf die Stelle der Anbindung von einem Substituenten hinzuweisen. Zum Beispiel ist -CHO durch den Kohlenstoff von der Carbonylgruppe gebunden.

[0066] Ebenfalls in Erwägung gezogen sind Gemische, die zwei oder mehrere Precursorpolymere umfassen. Darüber hinaus sind ebenfalls Gemische in Erwägung gezogen, die mindestens eines der vorstehenden Precursorpolymere und ein zusätzliches Polymer umfassen. Das zusätzliche Polymer kann ein leitfähiges Polymer, ein nicht-leitfähiges Polymer, ein nicht härthbarer Kunststoff oder Kombinationen sein, die mindestens eines der voranstehenden Polymere umfassen.

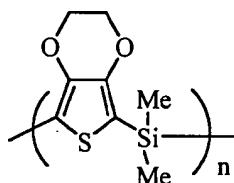
[0067] Das Precursorpolymer kann in geeigneter Weise aus den korrespondierenden Heteroarylmonomeren oder den Derivaten daraus dargestellt werden. In einer Ausführungsform ist das Heteroarylmonomer doppelt deprotoniert und geht mit einem geeigneten Reaktionspartner $R^1R^2YZ_2$ in der Gegenwart von einer Base eine Reaktion ein und wird anschließend zu dem Precursorpolymer umgesetzt. R^1 und R^2 stehen jeweils unabhängig voneinander für C_1 - C_{12} -Alkyl; Y steht für Si, Ge, Sn oder Pb und jedes Z steht unabhängig für Cl, Br oder I. Geeignete Basen schließen beispielsweise Alkyl-Lithium (z. B. t-Butyl-Li, n-Butyl-Li, sec-Butyl-Li), Lithium-Dialkylamide (z. B. Lithium-Diisopropylamid) oder andere Basen mit einer äquivalenten Basizität ein. Das Precursorpolymer, das oben erhalten wurde, kann durch Ausfällung von dem Polymer aus dem Lösemittel unter Verwendung von einem Nichtlösemittel, beispielsweise Pentan/Hexan, gereinigt werden, gefolgt durch Waschen mit dem Nichtlösemittel mittels einer kontinuierlichen Prozedur, wie zum Beispiel durch eine Soxhlet-Extraktion.

[0068] Die Precursorpolymere können zu den leitfähigen Polymeren durch einen oxidativen [Ox] Reaktionsprozess, wie er in den nachstehenden allgemeinen Schemata (4) und (5) kurz dargestellt ist, umgesetzt werden:



wobei Ar, R^1 , R^2 , X, Y, n, m und p wie vorangehend definiert sind. Der Oxidationsprozess kann durch chemische oder elektrochemische Oxidation oder durch Umsetzung mit Brom herbeigeführt werden.

[0069] Die Umsetzung von dem Precursorpolymer zu einem leitfähigen Polymer resultiert in dem leitfähigen Polymer, das einige Anteile von den Si-, Ge-, Sn- oder Pb-Einheiten in der Gerüststruktur von dem leitfähigen Polymer beibehält. Das resultierende leitfähige Polymer weist eine Sigma-Konjugation auf, die es unterschiedlich zu anderen leitfähigen Polymeren macht, die aus Heteroaryl-Verbindungen über andere Prozesse dargestellt wurden. Beispielsweise wird ein Precursorpolymer, das die Struktur



nach der Umsetzung durch chemische Oxidation, elektrochemische Oxidation oder Behandlung mit Brom und wahlweise Wärme zu einem leitfähigen Polymer umgewandelt, das mehrere EDOT-Bindungen aufweist, die mit einem $-\text{SiMe}_2-$ Monomer verbunden sind und anschließend wieder mehrere EDOT-Gruppen enthält, bevor ein weiteres $-\text{SiMe}_2-$ Monomer eingebaut ist usw.

[0070] Die Beibehaltung von einigen der Si-, Ge-, Sn- oder Pb-Monomere in dem leitfähigen Monomer, die aus der Umsetzung von dem Precursorpolymer resultiert, besitzt einige Vorteile. Erstens behält das leitfähige Polymer fast sein gesamtes hohes Molekulargewicht, da die Anzahl der Monomereinheiten zwischen dem Precursorpolymer und dem leitfähigen Polymer näherungsweise die gleiche ist. Das hohe Molekulargewicht stattet das leitfähige Polymer mit besseren mechanischen Eigenschaften aus. Zweitens sind die Si-, Ge-, Sn- oder Pb-Atome mit dem pi-System von den Heteroarylgruppen konjugiert und das Silan weist eine tetraedrale Geometrie auf. Dies bewirkt, dass eine größere Konjugationslänge als bei den vollständig pi-konjugierten Polymeren vorliegt, wodurch das leitfähige Polymer, das aus dem Precursorpolymer dargestellt wurde, niedrigere Oxidationspotentiale aufweist und dementsprechend höher liegende höchst besetzte Molekülorbitale (HOMO) besitzt.

[0071] In einem Verfahren wird das Precursorpolymer chemisch in einer Flüssigkeit oxidiert. Geeignete Oxidationsmittel schließen die Eisen(III)-Salze von organischen Säuren, anorganischen Säuren, die organische Reste enthalten und anorganischen Säuren ein, wie beispielsweise FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$. Oxidationsmittel wie zum Beispiel H_2O_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Alkali- oder Ammonium-persulfate, Alkali-perborate, Kaliumpermanganat, NOBF_4 , oder Kupfersalze wie beispielsweise Kupfer-tetrafluorborat können ebenfalls verwendet werden. Darüber hinaus können Brom, Iod und Sauerstoff vorteilhafterweise als Oxidationsmittel eingesetzt werden. Die Persulfate und die Eisen(III)-Salze von anorganischen Säuren und anorganischen Säuren, die organische Reste enthalten, werden bevorzugt, da sie nicht korrodierend wirken. Beispiele für geeignete Eisen(III)-Salze von organischen Säuren sind die Eisen (III)-Salze von C_1 - C_{30} -Alkylsulfonsäuren, wie beispielsweise Methan- oder Dodecan-Sulfonsäure; aliphatische C_1 - C_{20} -Carbonsäuren, wie beispielsweise 2-Ethylhexylcarbonsäure; aliphatische C_1 - C_{20} -Perfluorcarbonsäuren, wie beispielsweise Trifluoressigsäure und Perfluorooctansäure; aliphatische Dicarbonsäuren, wie beispielsweise Oxalsäure; und aromatische, wahlweise C_1 - C_{20} -Alkyl-substituierte Sulfonsäuren, wie beispielsweise Benzensulfonsäure, p-Toluol-sulfonsäure und Dodecyl-benzensulfonsäure. Mischungen der vorangehend erwähnten Fe(III)-Salze der organischen Säuren können ebenfalls verwendet werden. Beispiele für Eisen(III)-Salze von anorganischen Säuren, die organische Reste enthalten sind die Eisen (III)-Salze von Schwefelsäurehalbestern mit C_1 - C_{20} -Alkanolen, wie beispielsweise das Fe(III)-Salz von Laurylsulfat.

[0072] Geeignete Flüssigkeiten zur Durchführung der oxidativen chemischen Reaktion besitzen keine nachteiligen Wirkungen auf die Reaktion und sind vorzugsweise inert. Geeignete Flüssigkeiten werden ferner auf der Grundlage von ökonomischen und Umweltfaktoren und dergleichen ausgewählt und können organisch, wässrig oder eine Mischung daraus sein. Geeignete organische Flüssigkeiten können aliphatische Alkohole wie beispielsweise Methanol und Ethanol sein; aliphatische Ketone wie beispielsweise Aceton und Methyl-ethylketon; aliphatische Carbonsäureester wie beispielsweise Ethylacetat; aromatische Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Toluol und Xylol; aliphatische Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Hexan; aliphatische Nitrile wie beispielsweise Acetonitril; chlorierte Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Dichlormethan; aliphatische Sulfoxide wie beispielsweise Dimethylsulfoxid und dergleichen, sowie Mischungen, die mindestens eine der vorangehend erwähnten organischen Flüssigkeiten umfassen. Es werden speziell wässrige Flüssigkeiten verwendet, das heißt, eine Flüssigkeit, die Wasser und/oder mit Wasser mischbare organische Flüssigkeiten wie niedere Alkohole, Acetonitril, Tetrahydrofuran, Dimethylacetamid, Dimethylformamid und dergleichen umfasst.

[0073] Eine Erwärmung wird in den chemischen Oxidationsprozessen nicht bei allen leitfähigen Polymeren nötig sein. Sie kann jedoch verwendet werden, um die Umsetzung zu den leitfähigen Polymeren zu beschleunigen. Die Wärme kann dem Polymer entweder während der Einwirkung von den chemischen Oxidationsmitteln oder nach der Einwirkung zugeführt werden. Typische Reaktionsbedingungen beinhalten Temperaturen von 0 bis etwa 100°C . Die Oxidation wird für eine gewisse Zeitspanne fortgeführt, bis das gewünschte leitfähige Polymer dargestellt ist. Der Grad der Umsetzung schwankt abhängig von der Endanwendung und kann von dem Durchschnittsfachmann leicht ohne unangemessenes Experimentieren bestimmt werden. Die Polymeri-

sationszeit kann von einigen wenigen Minuten bis zu etwa 48 Stunden betragen und hängt von einer Anzahl an Faktoren ab, einschließlich der Größe von dem Reaktor, der verwendet wird, der Reaktionstemperatur, dem verwendeten Oxidationsmittel und dergleichen.

[0074] In einer Ausführungsform werden die Precursorpolymere zu leitfähigen konjugierten Polymeren, wie in dem obigen allgemeinen Schema (4)–(5) kurz dargestellt, durch Einwirkung von Brom umgesetzt. Das Brom kann entweder über die Einwirkung in der Gasphase auf das Polymer angewendet werden oder durch Lösen von Brom in einer Lösung und der Einwirkung der Lösung auf das Polymer. Das Precursorpolymer kann sich in der Lösung lösen oder es löst sich nicht, sondern quillt nur auf.

[0075] In einer weiteren Ausführungsform, in der Brom und Wärme verwendet werden, um die Precursorpolymere zu leitfähigen Polymeren zu oxidieren, sind die Precursorpolymere Silyl-Gruppen enthaltende Polymere. In noch einer weiteren Ausführungsform, in der Brom und Wärme verwendet werden, um die Precursorpolymere zu leitfähigen Polymeren zu oxidieren, sind die Precursorpolymere Germanium (Ge) enthaltende Polymere.

[0076] In einer Ausführungsform werden die Precursorpolymere zu leitfähigen konjugierten Polymeren, wie in dem obigen allgemeinen Schema (4)–(5) kurz dargestellt, durch ein chemisches Oxidationsmittel wie beispielsweise FeCl_3 oder die vorher diskutierten Oxidationsmittel umgesetzt. Wenn ein chemisches Oxidationsmittel verwendet wird, wird der Zusatz von einem Salz zu der Reaktionslösung angewendet, um eine zufriedenstellende Oxidation von den Precursorpolymeren zu erhalten. Geeignete Salze für diesen Zweck schließen lösliche organische Salze, anorganische Salze, ionische Flüssigkeiten und Polyelektrolyte wie beispielsweise Polystyrolsulfonat, Polyacrylsäure-Natriumsalz, Poly(meth)acrylsäure-Natriumsalz usw. ein. Beispielhafte Salze beinhalten Tetra-alkylammonium-, Ammonium-, Lithium- oder Natrium-Kationen von Tetrafluorborat, Hexafluorophosphat, Perchlorat, Haliden, Tololsulfonat und anderen aliphatischen Sulfonatsalzen, Trifluormethylsulfonat, Bistrifluormethansulfonimid, Sulfate, Carbonate oder Persulfate.

[0077] In einer weiteren Ausführungsform werden die (Si, Ge, Sn, Pb) Precursorpolymere zu leitfähigen konjugierten Polymeren, wie in dem obigen allgemeinen Schema (4)–(5) kurz dargestellt, durch das chemische Oxidationsmittel NOBF_4 umgesetzt.

[0078] Die Precursorpolymere, speziell die Polyarylsilane, können zu den konjugierten und leitfähigen Polymeren im festen Zustand durch Anwendung einer Wasser/Oxidationsmittel-Lösung umgesetzt werden. Wenn der Polymer-Precursor gegossen wird, wird ein Salz, wie beispielsweise eines der vorangehend beschriebenen, während des Gießprozesses hinzugefügt. Der gegossene Polymer-Precursor kann anschließend mit einem geeigneten Oxidationsmittel oxidiert werden, wobei das leitfähige Polymer herauskommt. Dieser Prozess resultiert in einem gänzlich effizienten Verfahren zur Umsetzung von dem Polymer-Precursor in eine leitfähige Polymerfolie.

[0079] Ein alternatives Verfahren zur Darstellung des leitfähigen, konjugierten Polymers ist durch elektrochemische Oxidation, um die Precursorpolymere zu den leitfähigen, konjugierten Polymeren umzusetzen. Konventionelle Elektrolysezellen können für diese Reaktion verwendet werden. In einer Ausführungsform wird eine Drei-Elektrodenkonfiguration (Messelektrode, Gegenelektrode und Referenzelektrode) in betriebsbereiter Verbindung mit einem Elektrolyten verwendet, umfassend eine Messelektrode, spezifisch eine Knopfelektrode, die ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Platin-, Gold-, Glaskohlenstoff- und Indium-dotierten Zinnoxid-Messelektroden, oder aus Nicht-Knopf-Elektroden, wie beispielsweise den ITO und Platin-Plattenelektroden, eine Platin-Plattenelektrode als Gegenelektrode und eine Ag/Ag^+ -Referenzelektrode für nicht-wässrige Systeme.

[0080] Geeignete Elektrolyte schließen Tetraalkylammonium-Salze, z. B. Tetraethylammonium-, Tetrapropylammonium-, Tetrabutylammonium-Salze sowie die Salze von Kationen wie beispielsweise Lithium-trifluormethansulfonat ein. Geeignete Gegenionen beinhalten, sind aber nicht darauf beschränkt, anorganische Ionen wie beispielsweise Bistrifluormethylsulfonimid, Tosylat, Perchlorat, Tetrafluorborat, Hexafluorophosphat und Halide wie beispielsweise Chlorid, Bromid, Iodid und organische Anionen wie beispielsweise Tosylat, Triflat, Trifluormethylsulfonimid oder Polyanionen, z. B., Polystyrolsulfonat, die anionische Form von Acrylsäure. Lösemittel können verwendet werden, um eine Elektrolytlösung herzustellen, zum Beispiel Wasser, Ethanol, Methanol, Acetonitril, Propylencarbonat, Tetraglym, Methylenchlorid, Chloroform und Tetrahydrofuran. Bevorzugte Lösemittel sind Wasser, Acetonitril und Propylencarbonat.

[0081] Andere geeignete Elektrolyte schließen ionische Flüssigkeiten wie beispielsweise Butylmethylimida-

zolumhexafluorphosphat (BMIM PF₆) und Butylmethylimidazoliumtetrafluorborat (BMIM BF₄) ein.

[0082] Bevorzugte Elektrolyte schließen Tetrabutylammoniumperchlorat/Acetonitril, Tetrabutylammoniumtetrafluorborat, Tetrabutylammoniumhexafluorphosphat/Acetonitril, Lithium-trifluormethansulfonat/Acetonitril und Lithiumtriflat/Acetonitril ein. Beispielhafte Konzentrationen für die Elektrolyte liegen bei 0,1 M.

[0083] Eine bevorzugte Messelektrode ist eine Glaskohlenstoff-Elektrode und der bevorzugte Elektrolyt ist Tetrabutylammoniumperchlorat/Acetonitril. Eine weitere bevorzugte Messelektrode ist eine Platin-Knopfelektrode und der bevorzugte Elektrolyt ist Lithium-trifluormethansulfonat/Acetonitril.

[0084] In einer Ausführungsform kann das dargestellte Precursorpolymer vor dem Oxidationsschritt auf ein Trägermaterial aufgetragen werden. Das Precursorpolymer kann mittels Tintenstrahldruck, Siebdruck, Rolle-auf-Rolle-Druckverfahren, Rotationsbeschichtung, den sogenannten „meniscus coating“- oder „dip coating“-Verfahren, Sprühbeschichtung, Bürstenstreichverfahren, Rakelauftragung, Vorhanggießen, Sprühkompaktieren und dergleichen aufgetragen werden, um eine Schicht auszubilden. Der Precursorpolymer-Film auf dem Trägermaterial kann anschließend im festen Zustand zu einem leitfähigen, konjugierten Polymer über irgendeinen der vorangehend genannten Prozesse umgesetzt werden.

[0085] Die Precursorpolymere, insbesondere die Polyarylsilane, können zu konjugierten und leitfähigen Polymeren im festen Zustand durch Einlegen in eine Wasser/Salz-Lösung und der Anlegung von einem Potential, das um oder oberhalb von dem Oxidationspotential von der Arylkomponente von den Precursorpolymer liegt, umgesetzt werden. Wenn der Polymer-Precursor gegossen wird, wird ein Salz während des Gießverfahrens hinzugefügt. Beispielhafte Salze beinhalten Tetraalkylammonium, Ammonium, Lithium- oder Natriumkationen von Tetrafluorborat, Hexafluorphosphat, Perchlorat, Halide, Toluolsulfonat und andere aliphatische Sulfonatsalze, Trifluormethylsulfonat, Bistrifluormethansulfonimid, Sulfate, Carbonate oder Persulfate.

[0086] Wahlweise kann das Precursorpolymer zu dem leitfähigen, konjugierten Polymer umgesetzt werden, welches dann anschließend weiter zur Herstellung von Folien oder zum Gießen von verschiedenen Trägermaterialien verwendet werden kann.

[0087] Für die Precursorpolymere hat sich herausgestellt, dass sie in der Schmelze verarbeitbar sind, wie beispielsweise durch Formpressen, Spritzgießen, Schmelzspinnen und Schmelzziehen der Fasern und dergleichen. Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Fasern beinhaltet das Elektrospinnen der Polymer-Precursor, die anschließend zu dem leitfähigen, konjugierten Polymer umgewandelt werden können.

[0088] In einer weiteren Ausführungsform können die Precursorpolymere durch Erwärmen in Flüssigkristalle umgewandelt werden.

[0089] Es ist gefunden worden, dass, abhängig von ihrer chemischen Struktur, die Precursorpolymere entweder amorph oder semikristallin sein können. Zum Beispiel wurde für ein Precursorpolymer, das Monomereinheiten von Bithiophen und -Si(Me)₂- enthält, gefunden, dass es semikristallin ist.

[0090] Amorphe Precursorpolymere können durch Substitution der Heteroarylgruppen durch verzweigte Alkylgruppen hergestellt werden. Die Verzweigungen führen zur Reduzierung der Viskosität von dem Precursorpolymer und können die Kristallinität stören. Derartige amorphe Polymere können potentiell unter Verwendung von einem superkritischen Fluid als Lösemittel (z. B. superkritisches CO₂) verarbeitet werden. Darüber hinaus sind die Siloxan (Si-O-Si) enthaltenden Precursorpolymere ebenfalls Kandidaten für die Verarbeitung unter Verwendung von superkritischen Fluiden.

[0091] Das beschriebene Verfahren zur Herstellung von konjugierten Polymeren aus den Polymer-Precursor ist für eine Vielzahl an Aromaten zugänglich, was darauf hinweist, dass die Möglichkeit besteht, eine große Anzahl von unterschiedlichen konjugierten Polymeren unter Anwendung von dieser Technik herzustellen. Des Weiteren können die Löslichkeit und die physikalischen Eigenschaften, wie beispielsweise die Glasübergangstemperatur, von dem Precursorpolymer unter Verwendung von Si-, Ge-, Sn- und Pb-Gruppen, an denen unterschiedliche Substituenten angelagert sind, verändert werden.

[0092] Geeignete Trägermaterialien, die beschichtet werden können, schließen feste Materialien (flexibel oder starr) ein und können beispielsweise Glas, ein organisches Polymer wie beispielsweise ein Kunststoff, Silizium, ein Mineral, ein Halbleitermaterial, eine Keramik, ein Metall, ein Metalloxid und dergleichen sein, sowie eine Kombination aus zwei oder mehr der vorangehend erwähnten Materialien. Das Trägermaterial kann

dabei inhärent leitfähig oder isolierend sein.

[0093] Da viele der Precursorpolymere löslich, jedoch die konjugierten Polymere, die aus den Precursorpolymeren hergestellt werden, unlöslich sind, kann die Herstellung von dem konjugierten Polymer über Elektropolymerisation in dem gequollenen Festzustand verwendet werden, ein konjugiertes Polymer auf ein anderes aufzumodellieren, ohne die vorherige Schicht zu beeinflussen. Ein derartiges Verfahren ist die Voraussetzung zur Herstellung von mehrschichtigen elektronischen Bauteilen.

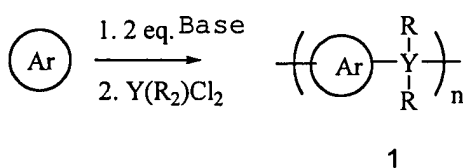
[0094] Folien und Materialien, welche die vorangehend beschriebenen leitfähigen Polymere umfassen, können in einer Vielzahl von Anwendungen Verwendung finden, einschließlich antistatischen Beschichtungen, elektrisch leitfähigen Beschichtungen, elektrochromen Bauteilen, photovoltaischen Bauteilen, Licht-emittierenden Dioden, Nah-Infrarotlicht emittierende Dioden, transparente leitfähige Beschichtungen als Austausch für Indium-dotiertes Zinn, Flachbildschirme, flexible Bildschirme, fotostrukturierbare Schaltkreise, druckbare Schaltkreise, Dünnschichttransistor-Bauteile, Batterien, elektrische Schalter, Kondensatorbeschichtungen, korrosionsbeständige Beschichtungen, elektromagnetische Abschirmungen, Sensoren, Biosensoren, abblendbare Spiegel, Typ III-Superkondensatoren, LED-Leuchten und dergleichen. Die elektrische Leitfähigkeit von den Polymeren kann, falls notwendig, leicht modifiziert werden, um den Anforderungen von irgendeiner der vorangehend erwähnten Anwendungen durch Dotieren der Polymere mit konventionellen Dotiersubstanzen wie beispielsweise Anionen (für p-dotierte Polymere) und kationischen Dotiersubstanzen (für n-dotierte Polymere), die auf dem Fachgebiet bekannt sind.

[0095] Die nachfolgenden veranschaulichenden Beispiele werden bereitgestellt, um ferner zu beschreiben, wie die Polymere herzustellen und anzuwenden sind und sind nicht gedacht, den Umfang von der beanspruchten Erfindung einzuschränken.

Beispiele

Beispiel 1. Herstellung von einem Precursorpolymer aus 3,4-Ethylendioxythiophen (EDOT)

[0096] EDOT ($\times$ mol) wurde in eine trockene 250 ml Dreihals-Vakuumflasche mit rundem Boden aufgenommen, gefolgt von der Zugabe von wasserfreiem Tetrahydrofuran (THF) über eine Kanüle. N-Butyl-Lithium (n-BuLi) ($2\times$ mol) wurde tropfenweise bei -78°C (Trockeneis/Aceton-Bad) zu der Reaktionsmischung hinzugefügt. Die Reaktionsmischung wurde für eine Stunde bei Raumtemperatur gerührt, gefolgt von einer tropfenweisen Zugabe von Dialkyldichlorsilan ($1\times$ mol) über einen Zeitraum von 15 Minuten. Die Reaktion wurde nach Rühren bei Raumtemperatur für 48 Stunden unter Stickstoffatmosphäre unter Verwendung von Wasser abgestoppt. Das EDOT-Precursorpolymer wurde erhalten durch Ausfällen aus der Lösung unter Verwendung von n-Pentan. Das EDOT-Precursorpolymer 1A wurde unter Vakuum getrocknet und durch Waschen mit Pentan oder einer Pentan-THF-(50-50) Mischung gereinigt.



[0097] Zusätzliche Heteroarylgruppen wurden in Precursorpolymere hineinpräpariert. Alle Precursorpolymere wurden durch $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) und Thermo-Gravimetrische Analyse untersucht. Eine Zusammenfassung der Precursorpolymere und ihrer physikalischen Eigenschaften (zahlenmittleres Molekulargewicht (M_n), Polydispersionsindex (PDI), Glasübergangstemperatur (T_g) und Beginn des thermischen Zerfalls) wird in Tabelle 1 bereitgestellt.

Tabelle 1.

Precursor polymer	Ar	R	Y	Mn	PDI	T _g (° C)	Beginn thermischer Zerfall (°C)
1A	EDOT	-CH ₃	Si	50.600	2,08	68	290
1B	Bis-3,4-ethylenedioxy-thiophen	-CH ₃	Si	-	-	55	200
1C	BEDOT-N-methylcarbazol	- nC ₈ H ₁₇	Si	85.200	1,75	35	250
1D	Thiophen	-CH ₃	Si	-	-	-	-
1E	Bithiophen	-CH ₃	Si	-	-	56	442
1F	Thieno [3,4-b]thiophen	-CH ₃	Si	5.000	-	-	-
1G	EDOT	-Si(Me ₂)-O-Si(Me ₂)-		4.000	-	-	-
1H	EDOT	-CH ₃	Ge	-	-	-	137
1I*	EDOT	-CH ₃	Si und Ge	20.000	1,8	-	-
1J*	EDOT	-CH ₃	Si und Ge (50:50)	-	-	-	114
1K*	EDOT	-CH ₃	Si und Ge (25:75)	-	-	-	98
1L*	EDOT	-CH ₃	Si und Ge (75:25)	-	-	-	86

*Copolymer

[0098] Für das Precursorpolymer 1A wurde festgestellt, dass es in THF, Methylenchlorid, Chloroform, DMF, DMSO und anderen organischen Lösemitteln löslich ist. Das Precursorpolymer 1B ist löslich in kochendem DMF und DMSO und fällt bei Abkühlung aus der Lösung aus. Das Precursorpolymer 1C ist löslich in THF, Chloroform und in DMF bei Erwärmen und bleibt bei Abkühlung löslich. Die Precursorpolymere 1D bis 1G wurden ebenfalls gemäß dem Verfahren von Beispiel 1A dargestellt. Darstellung von Polydimethylgilyl-EDOT (1H): Eine 50-ml Dreihalsflasche mit rundem Boden und mit einem Teflon-Magnetrührer, zwei Teflonstopfen und einer Schlenkline-Verbindung zu einer Stickstoff-Atmosphäre wurde mit 0,007035 mol (1 g, 0,75 mL) 3,4-Ethylenedioxythiophen unter Verwendung von einer 1-mL Spritze unter einer Stickstoff-Atmosphäre beladen. Frisch destilliertes, trockenes THF (12 mL) wurde unter einer Stickstoff-Atmosphäre in die Reaktionsflasche mittels einer Kanüle eingeleitet. Die Lösung wurde für 3 Minuten gerührt und in eine Trockeneis/Aceton-Gemisch bei -78°C eingetaucht. Unter Verwendung einer Spritze wurden 0,0142 mol (6,23 mL) 2,28 M n-BuLi zu dem gerührten Reaktionsgefäß tropfenweise über einen Zeitraum von zwanzig Minuten hinzugefügt. Die Reaktionsmischung wurde bei dieser Temperatur für 45 Minuten gehalten, wonach sie dann anschließend langsam unter Verwendung von einem Wasser/Eis-Gemisch auf 0°C gebracht wurde. Die Reaktionsmischung wurde bei dieser Temperatur für weitere 45 Minuten gehalten, bevor sie durch Entfernen von dem Eisbad auf Raumtemperatur gebracht wurde. Die Reaktion wurde für weitere 30 Minuten bei Raumtemperatur gehalten. Dann wurden zu der Reaktionsmischung 1,224 g (0,81 mL) Dichlordimethylgerman mittels einer Spritze über einen Zeitraum von einer Stunde hinzugefügt. Der Reaktionsansatz wurde anschließend für weitere 96 Stunden gerührt. Die Reaktion wurde durch die Zugabe von 0,5 mL Methanol abgestoppt und die Reaktionsmischung in ein 100-mL Becherglas mit 50 mL Pentan gegossen. Das sich ergebende Präzipitat wurde mittels Vakuumfiltration isoliert. Der Niederschlag wurde mit weiterem Pentan gewaschen und danach in 10 mL heißem DMF unter Schwierigkeiten aufgenommen. Diese Lösung wurde anschließend in 50 mL entionisiertes Wasser gegossen, wobei zu

diesem Zeitpunkt sich ein hellbraun gefärbter Niederschlag bildete. Der Niederschlag wurde mit Hexan mehrere Male gewaschen, bevor er in einem –50 Kpa Vakuumofen bei 100°C für 24 Stunden getrocknet wurde.

[0099] Die Darstellung von Poly-(50-50-dimethylsilyl-dimethylgilyl, EDOT) (1J) wurde in ähnlicher Weise zu dem Verfahren für die Herstellung von 1H durchgeführt, wenn auch Dimethylgermanium und Dichlordimethylsilan gleichzeitig hinzugefügt wurden, um sicherzustellen, dass die Gehalte in der Reaktionsmischung annähernd dieselben Mengen von Dichlordimethylgermanium und Dichlordimethylsilan aufwiesen. Das sich ergebende Polymer 1J ist in Chloroform löslich.

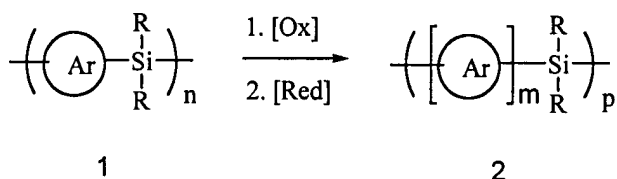
[0100] Darstellung von Poly-(25-75-dimethylsilyl-dimethylgilyl, EDOT) (1K): Die Darstellung wurde in ähnlicher Weise zu dem Verfahren für die Herstellung von 1H durchgeführt, wenn auch Dichlordimethylgermanium und Dichlordimethylsilan gleichzeitig hinzugefügt wurden, um sicherzustellen, dass die Gehalte in der Reaktionsmischung annähernd ein Verhältnis von 1:3 für Dichlordimethylsilan: Dichlordimethylgermanium aufwiesen.

[0101] Darstellung von Poly-(75-25-dimethylsilyl-dimethylgilyl, EDOT) (1L): Die Darstellung wurde in ähnlicher Weise zu dem Verfahren für die Herstellung von 1H durchgeführt, wenn auch Dichlordimethylgermanium und Dichlordimethylsilan gleichzeitig hinzugefügt wurden, um sicherzustellen, dass die Gehalte in der Reaktionsmischung annähernd ein Verhältnis von 3:1 für Dichlordimethylsilan: Dichlordimethylgerman aufwiesen.

[0102] Die Precursorpolymere 1H und 1J–1L wurden mittels thermogravimetrischer Analyse (TGA) und dynamischer Differenzkalorimetrie (DSC) untersucht.

Beispiel 2. Elektrochemische Oxidation des EDOT-Precursorpolymers

[0103] Das EDOT-Precursorpolymer 1A wurde über einen Elektrodesilylationsprozess zu dem EDOT-Polymer 2A, das Dimethylsilan-Monomere enthält, umgewandelt.



[0104] Es sollte beachtet werden, dass nach der Oxidation die aromatischen Monomere in einem oxidierten/leitfähigen Zustand sind und die Reduktion nur notwendig ist, um die Monomer-Grundeinheit zu erhalten, wie in dem Schema dargestellt, wo sie jetzt eine sich wiederholende aromatische Struktur ist, die, üblicherweise, isolierend ist oder eine größere Bandlücke aufweist. Eine Dreielektroden-Zelle, die eine Platin-Knopfelektrode als Mess-, eine Platinplattenelektrode als Gegen- und eine Ag/Ag⁺-Elektrode für nicht-wässrige Systeme als Referenzelektrode enthält, wurde in der Gegenwart von monomerfreier 0.1 M Tetrabutylammoniumhexafluorophosphat/Acetonitril (TBAPF₆/ACN) Elektrolytlösung verwendet. Eine Referenzelektrode wurde unter Verwendung von Ferrocen-Ferrocenium-Redox kalibriert und ein Wert von 0,457 vs. NHE gefunden. Das EDOT-Precursorpolymer 1A wurde mit dem Drop-Cast-Verfahren auf den Pt-Knopf aufgetragen und in dem Elektrolyten für annähernd 10 Minuten vor der elektrochemischen Polymerisation gehalten. Die elektrochemische Polymerisation wurde unter Verwendung der Cyclovoltametrie mit einer Durchlauf-Geschwindigkeit von 50 mV/s durchgeführt. Das EDOT-Precursorpolymer 1A zeigte einen Oxidationsverlauf mit einem Beginn bei 0,88 V und einer Spitze bei 1,2 V (vs. Ag/Ag⁺-Referenzelektrode für nicht-wässrige Systeme), was der oxidativen Polymerisation von EDOT bei der Bildung von PEDOT entspricht. Bei der Umkehrung von dem Durchlauf in die Kathodenrichtung wurden zwei breite Reduktionsprozesse beobachtet, die der Reduktion der oxidierten Form von 2A, die in dem vorherigen Kathodendurchlauf erhalten wurde, zu der neutralen Form entsprechen. Dies wurde ebenfalls durch visuelle Prüfung von dem Precursorfilm bestätigt, der seine Farbe von farblos zu einem transparenten Hellblau nach der Polymerisation änderte und anschließend zu einem transparenten Dunkelblau in der neutralen Form. Während des zweiten Durchlaufs deutete eine große Abnahme in der Stromstärke, die der oxidativen Polymerisation der Precursor entspricht, auf die Umwandlung von 1A in 2A in dem ersten Durchlauf hin. Polymer 2A zeigte ein Redoxverhalten ähnlich zu PEDOT (erhalten über die elektrochemische Polymerisation von EDOT), was auf die Bildung von ähnlichen konjugierten Substanzen in beiden Fällen hinweist.

[0105] Es ist hervorzuheben, dass das Precursorpolymer in Methylenchlorid und 0,1 M Salz gelöst werden kann und die elektrochemische Umwandlung von dem Polymer in Lösung an einer Elektrode durchgeführt wer-

den kann.

[0106] [Fig. 1](#) zeigt ein Beispiel von der elektrochemischen oxidativen Umsetzung von Precursorpolymer 1A im festen Zustand. Der Elektrolyt, der verwendet wurde, war 0,1 M Lithium-Trifluormethansulfonat/Acetonitril und die Durchführung erfolgte auf einem Pt-Knopf.

[0107] Das Precursorpolymer 1B wurde ebenfalls zu dem Polymer 2B oxidativ polymerisiert, mit einem Anfangswert von 0,34 V und einem Spitzenpotential von 0,66 V, ähnlich zu dem von Bis-3,4-ethylendioxythiophen (BEDOT) und das Polymer 2B zeigte ein Redoxverhalten ähnlich zu dem PEDOT, das aus EDOT oder 1A erhalten worden war. Das niedrigere Oxidationspotential von 1B verglichen mit 1A hilft, die Synthese von PEDOT bei einem niedrigeren Oxidationspotential durchzuführen.

[0108] Die elektrochemische Umwandlung von dem Precursorpolymer 10 in 2C wurde ebenfalls auf einem ähnlichen Weg durchgeführt und zeigte zu Beginn eine Oxidationsspitze bei 0,34 V und ein Spitzenpotential bei 0,61 V. Die vollständige Umwandlung von 10 in 2C in dem ersten CV-Durchlauf ist ersichtlich aus der großen Abnahme in der Stromstärke, die der Oxidation der Monomeren entspricht, und der ähnlichen Reduktionsstromstärke in dem ersten und zweiten Durchlauf. Das Polymer 2C zeigte ein Redoxverhalten ähnlich zu dem Polycarbazol, das aus BEDOT-N-methylcarbazol (BEDOT-NMCz) erhalten wurde, was in beiden Fällen auf die Bildung von ähnlich konjugierten Substanzen hinweist.

[0109] [Fig. 2](#) zeigt ein Beispiel von der elektrochemischen oxidativen Umsetzung von Precursorpolymer 10 im festen Zustand. Der Elektrolyt, der verwendet wurde, war 0,1 M Lithium-Trifluormethansulfonat/Acetonitril und die Durchführung erfolgte auf einem Pt-Knopf.

[0110] Die Precursorpolymere 1D, 1E, 1F, 1H und 1I wurden ebenfalls gemäß dem Verfahren in Beispiel 2 erfolgreich zu leitfähigen Polymeren umgewandelt. Das Precursorpolymer 1E wurde mittels DSC analysiert und es zeigte sich, dass es semikristallin ist, wie durch den Schmelzübergang angezeigt ([Fig. 4](#), zweiter Durchlauf, Erwärmungsgeschwindigkeit 10°C/Minute). Bei höheren Temperaturen ordnet sich die Schmelze in eine flüssigkristalline Phase. Die Röntgenweitwinkelstreuung (WAXS) von dem Precursorpolymer 1E zeigt Kristallinität und Gitterabstand von den Polymerketten an ([Fig. 5](#)).

Beispiel 3. In situ-Spektroelektrochemie des BEDOT-NMCz-Precursorpolymers

[0111] Ein 0,1 µm dicker Film von 1C wurde auf ein ITO-beschichtetes Glas aus einer 0,1% (w/v) Lösung in DMF mittels Schleuderguss aufgetragen und elektrochemisch zu Polymer 2C, wie vorangehend beschrieben, polymerisiert. Das mit Polymer 2C beschichtete ITO-Glas wurde als Messelektrode in einer Dreielektrodenzelle zusammen mit einem ITO-beschichteten Glas als Gegenelektrode und einer Ag/Ag⁺-Elektrode für nicht-wässrige Systeme als Referenzelektrode in der Gegenwart von 0.1 M TBAPF₆/ACN als Elektrolyt verwendet. Das andere, als Gegenelektrode verwendete ITO-beschichtete Glas wurde mit einer Distanz von 0,5 cm zur Messelektrode eingesetzt und die Ag/Ag⁺-Referenzelektrode wurde zwischen den beiden innerhalb der UV-Küvette platziert. Die Chronocoulometrie-Technik wurde verwendet, um das Potential während der optischen Messungen konstant zu halten. Polymer 1C zeigte keinen Absorptionspeak im sichtbaren Bereich, während Polymer 2C in dem neutralen Zustand (bei einem Potential von -0,4 V vs. Ag/Ag⁺-Elektrode für nicht-wässrige Systeme) einen Absorptionspeak bei 427 nm (2,9 eV) zeigte, was die Bildung von einem konjugierten Polymer anzeigt. Der Beginn des Absorptionspeaks wird bei 501 nm (2,48 eV) beobachtet, was einem π zu π^* -Übergang in dem konjugierten Polymer entspricht. Polymer 2C zeigte eine Rotverschiebung von λ_{max} auf 610 nm (2,03 eV) (bei Anlegen von +0,4 V (vs. Ag-Ag⁺)), was der oxidierten Form von dem konjugierten Polymer 2C entspricht. Diese Ergebnisse stimmen überein mit den veröffentlichten Werten für das Polymer, das aus dem Monomer BEDOT-NMCz erhalten wurde, was die Bildung von einem konjugierten Polymer aus dem Precursor 1C bestätigt. Das konjugierte Polymer, das aus den Precursorpolymeren 1A und 1B erhalten wurde, zeigte ebenfalls optische Eigenschaften, die ähnlich zu dem Polymer waren, das aus den entsprechenden Monomeren erhalten wurde.

Beispiel 4. Oxidative Polymerisation der Precursorpolymere 1H und 1J–1L

[0112] Ein dünner Film von dem Precursor 1H wurde aus der Lösung auf die Messelektrode gegossen. Unter Verwendung von einer 1X1 cm² Platinplatte als Gegenelektrode und Ag/Ag⁺ als Referenzelektrode, die auf 0,45 V gegenüber der Normalwasserstoff-Elektrode (NHE) unter Verwendung des Ferrocen/Ferrocenium-Paares kalibriert wurde, wurde eine zyklische Voltametrie in einem Leitsalz aus 1 M TBAPF₆/ACN durchgeführt. Es wurde gefunden, dass je höher der Gehalt an Si in dem Copolymer war, desto höher war das Oxidationspo-

tential von dem Precursorpolymer. Ähnliche Experimente wurden mit den Precursorpolymeren 1J–1L durchgeführt und die erhaltenen Spitzenpotentiale für die Precursorpolymere unter Verwendung von Platin- und Glas-Kohlenstoff-Messelektroden sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2.

Elektrode	1H	1J	1K	1L
GlasKohlenstoff	1,165	1,195	1,20	1,245
Platin	1,160	1,235	-	-

Beispiel 5. Umsetzung der Precursorpolymere mit Brom (Br_2)

[0113] Die Umsetzung von den Precursorpolymeren zu den konjugierten Polymeren kann entweder durch Einwirkung von Brom auf das Precursorpolymer in der Gasphase erfolgen oder durch Einwirkung einer Lösung, die Brom enthält, auf das Precursorpolymer. Es kann Wärme zugeführt werden, um die Geschwindigkeit der Umsetzung zu erhöhen. Die Precursorpolymere 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F und 1I wurden erfolgreich zu konjugierten Polymeren unter Verwendung der Umsetzung mit Brom umgewandelt.

[0114] [Fig. 3](#) zeigt einen Durchlauf der Umsetzung von Precursorpolymer 1A zu dem konjugierten Polymer 2A unter Verwendung der Umsetzung mit Brom, gefolgt durch Reduktion mit Hydrazin.

[0115] Das Precursorpolymer 1B wurde zu dem konjugierten Polymer 2B unter Verwendung von Bromdampf und Wärme umgesetzt. Der Schaltvorgang von dem konjugierten Polymer 2B wurde unter Verwendung eines Pt-Knopfes und einer 0,1 M Elektrolyt/ACN-Lösung bestimmt. Für Polymer 2B wurde ein Schaltvorgang von etwa 300 Schaltungen in 15 Sekunden bei einer 100%-igen Speicherung der Ladung gefunden.

[0116] Das Precursorpolymer 1H wurde zu dem konjugierten Polymer 2H gemäß dem folgenden Verfahren umgesetzt: Ein dünner Film wurde mittels Schleuderguss aus einer verdünnten Lösung von 1H in THF auf Quartz aufgebracht und seine UV-Vis-NIR-Spektren aufgenommen. Der Film zeigt vernachlässigbare Absorption im NIR- und sichtbaren Bereich. Eine deutliche Spitze, die den π und/oder σ - π^* -Übergängen von dem EDOT entspricht, wurde bei ungefähr 266 nm beobachtet. Bei der Bromeinwirkung färbt sich der transparente Film Braun, das sich dann mit der Zeit in ein Dunkelblau ändert und er zeigt eine äußerst starke Absorption im NIR-Bereich, was sich in einem breiten bimodalen Peak äußert, der seine Zentren bei 1081 und 938 nm aufweist und sich bis in den sichtbaren Bereich hineinzieht. Der Peak in der UV-Region zeigt eine Rotverschiebung auf 281 nm und eine höhere Absorption. Durch Wärmebehandlung (60°C, 2 min) von diesem Film ergibt sich eine tiefblaue Farbe. Sein Spektrum zeigt, dass die zwei Peaks mit einer maximalen Absorption bei 953 nm zusammenfallen. Die Zipfel der Absorption in dem sichtbaren Bereich sowie der Peak bei 281 nm verschwinden. Dieses Ergebnis ist analog zu dotiertem PEDOT. Die chemische Reduktion von dem Film wurde dann durch Einwirkung von Hydrazindampf für 2 Minuten durchgeführt. Der Film zeigte eine äußerst hohe Absorption in dem UV- und dem sichtbaren Bereich mit einem Zipfel, der sich in den NIR-Bereich hinein erstreckt. Der Film zeigt eine äußerst transparente hellrosa Farbe mit einer entsprechenden Wellenlänge λ_{max} of 509 nm. Dieses Phänomen ist typisch für reduziertes PEDOT. Ähnliche Ergebnisse wurden für die Precursorpolymere 1J–1L unter der identischen Behandlung erhalten.

Beispiel 6. Optoelektronische Eigenschaften von 2H und 2J–2L

[0117] Um die Beschaffenheit von dem Polymer zu untersuchen, das unter potentiostatischer (1,2 V Referenz Ag/Ag+ 0,455 V). 35 Sekunden) Umsetzung von 1H, 1J, 1K und 1L auf ITO-beschichtetem Glas zu den entsprechenden konjugierten Polymeren 2H, 2J, 2K und 2L erhalten wurde, wurden spektroelektrochemische Studien unternommen und mit denen von PEDOT verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Wellenlänge der maximalen Absorption für PEDOT in Übereinstimmung mit dem Germanium/Silizium-Verhältnis von dem Polymer verändert werden kann.

Beispiel 7. Schmelzverarbeitung

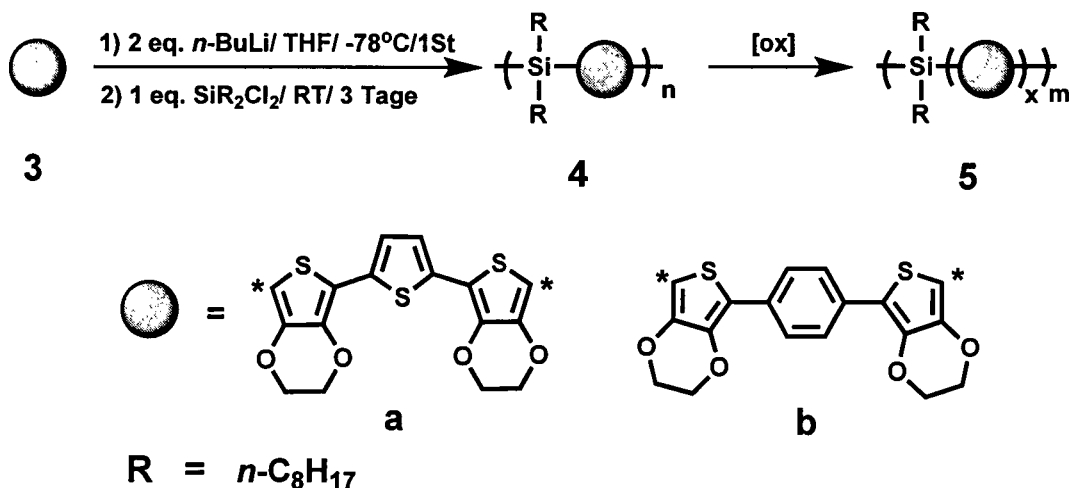
[0118] Schmelzgezogene Fasern von dem Precursorpolymer 1E wurden durch Erwärmen von dem Precursorpolymer auf eine Temperatur oberhalb seiner Schmelztemperatur und dem Ziehen von Fasern aus der Schmelze unter Verwendung von einem Spatel durchgeführt.

Beispiel 8. Schmelzverarbeitung und elektrochemische Umsetzung

[0119] Das Precursorpolymer 1E wurde auf einen Pt-Knopf schmelzverarbeitet und anschließend in eine 0,1 M TBAPF₆/ACN-Elektrolytlösung eingetaucht. Die elektrochemische Polymerisation wurde unter Verwendung von Cyclovoltametrie bei einer Laufgeschwindigkeit von 50 mV/s durchgeführt.

Beispiel 9. Herstellung von Silan-Precursorpolymeren, die Bis-EDOT-Thiophen (BEDOT-T) und Bis-EDOT-Genzen (BEDOT-B) enthalten, und ihre oxidative Umsetzung zu leitfähigen Polymeren

[0120] Silan-Precursorpolymere, die Bis-EDOT-Thiophen (BEDOT-T) und Bis-EDOT-Genzen (BEDOT-B) enthalten, wurden hergestellt, indem eine Lösung aus dem Monomer 3 (BEDOT-T (3a) oder BEDOT-B (3b)) (1 Äquivalent) in wasserfreiem THF unter Stickstoff hergestellt wurde, die mittels eines Kühlbades aus Trockeneis/Aceton auf -78°C gekühlt wurde. n-Butyllithium (2 Äquivalente) wurden tropfenweise zu der vorgekühlten Lösung über eine Spritze hinzugefügt. Nach 1 Stunde wurde das Reaktionsgemisch auf 0°C mittels eines Eis/Wasser-Bades für 15 Minuten erwärmt und anschließend wurde Dichlordimethylsilan (1 Äquivalent) tropfenweise in diese Lösung hineingegeben. Das Eisbad wurde nach 30 Minuten entfernt. Die Reaktionslösung wurde für 3 Tage bei Raumtemperatur gerührt. Das ungereinigte Polymer (4) wurde aus der Reaktionsmischung durch Eingießen der Mischung in n-Pentan ausgefällt. Der sich ergebende Niederschlag wurde mittels Soxhlet-Extraktion unter Verwendung von ACN als Lösemittel gereinigt. Für beide Precursorpolymere 4a und 4b wurde eine Löslichkeit in Tetrahydrofuran und Chloroform gefunden. Precursorpolymer 4a GPC: Zahlenmittleres Molekulargewicht, $M_n = 80.667$. Precursorpolymer 4b GPC: Zahlenmittleres Molekulargewicht, $M_n = 82.760$.



[0121] Die Precursorpolymere 4a und 4b wurden zu den leitfähigen Polymeren 5a und 5b durch oxidative Umsetzung im festen Zustand umgewandelt. Es wurde eine 1 Gew.-% Lösung von Precursorpolymer 4a oder 4b in CH₂Cl₂ hergestellt. Eine Beschichtung mit einem dünnen Film aus dieser Lösung wurde mittels Eintauchen von einem Platinknopf (2 mm Durchmesser) in der Precursorpolymer/CH₂Cl₂-Lösung hergestellt, gefolgt durch eine Lufttrocknung für annähernd 10 Minuten. Die elektrochemische Umwandlung von dem Precursorpolymer wurde anschließend bei einer Laufgeschwindigkeit von 100 mV/s in einer in 0,1 M TBAPF₆/ACN-(10 mL)-Lösung mittels zyklischer Voltametrie durchgeführt.

[0122] Die elektrochemischen Experimente wurden unter Verwendung einer Dreizell-Konfiguration in 0,1 M TBAPF₆/ACN mit einem CHI 400 Potentiostat durchgeführt. Die Referenzelektrode war eine Ag/Ag⁺-Elektrode für nicht-wässrige Systeme, die aus einem Silberdraht besteht, der in einen Kapillarglaskörper eingeschmolzen ist, der mit einer Vycor-Spitze ausgestattet und mit 0,1 M Silbernitrat(AgNO₃)/ACN- und 0,1 M TBAPF₆/ACN-Lösungen gefüllt ist. Die Ag/Ag⁺-Referenzelektrode wurde auf 0,4385 V gegenüber der Normalwasserstoff-Elektrode (NHE) unter Verwendung einer 10 mM Ferrocen/ACN-Lösung kalibriert. Als Gegenelektrode wurde eine 1 cm² große Platinplatte in allen elektrochemischen Messungen verwendet. Die "konventionelle elektrochemische Polymerisation" ist das Verfahren, bei welchem das Monomer in der Elektrolytlösung gelöst ist und ein Potential an der Messelektrode angelegt wird, wodurch die Oxidation von dem Monomer stattfindet, um das korrespondierende Polymer zu bilden. Nach der Polymerisation wurde die polymerbeschichtete Pt-Messelektrode mit ACN gewaschen, um die restlichen Monomere und Oligomere zu entfernen. Das Cyclovoltamogramm von dem Polymer wurde in monomerfreier Lösung erhalten, um die elektrochemischen Prozesse von dem Polymer zu isolieren. Bei der elektrochemischen Verarbeitung durch oxidatives

Cross-Linking im festen Zustand ("SOC") bestand keine Notwendigkeit zur Reinigung von dem Polymer aufgrund der Umsetzung im festen Zustand und einer monomerfreien Lösung während der Umsetzung.

[0123] Das Precursorpolymer 4a wurde mit dem Drop-Cast-Verfahren auf eine Platin-Messelektrode aufgebracht und anschließend in Luft für 10 Minuten getrocknet. Das Precursorpolymer 4a wurde in das konjugierte Polymer 5a durch Elektrodessilylation im festen Zustand umgewandelt. Das Polymer 4a zeigte eine Oxidation mit einem Beginn bei 0,3 V und einem Spitzenpotential bei 0,6 V. Bei der Umkehrung von dem Durchlauf in die Kathodenrichtung wurden zwei Reduktionspeaks bei 0,39 V und -0,05 V beobachtet, welche der Reduktion von der oxidierten und leitfähigen Form zu der neutralen Form von Poly(5a) entsprechen. In dem zweiten anodischen Durchlauf deutete das Verschwinden von dem Peak bei 0,6 V auf die vollständige Umwandlung von dem Precursorpolymer 4a in das Polymer 5a hin und es zeigten sich stattdessen deutliche Oxidationspeaks bei 0,19 V und 0,49 V. Bei dem Vergleich von den CVs von 4a und dem Polymer, das durch die konventionelle Polymerisation von dem Monomer 3a erhalten wurde, wurden ähnliche Oxidationspeaks zu denen der Precursorpolymere gefunden, welche eine Erhöhung von ~0,1 V in dem Oxidationspeak aufwiesen.

[0124] Die Umwandlung von dem Precursorpolymer 4a in die leitfähige Form 5a wurde sichtbar beobachtet durch die Farbänderung von einer braunen zu einer blauen Farbe. Während des Reduktionsprozesses wurden grüne, braune und schließlich orange Farben bei 0,3 V, 0,2 V, beziehungsweise -0,4 V gesehen. Die Farben in den unterschiedlichen Potentialen blieben stabil, nachdem die entsprechenden Potentiale an den Filmen auf dem mit Indium-dotierten Zinnoxid (ITO) beschichteten Glasobjektträger mittels Chronocoulometrie angewendet wurden (Dimensionen 7 mm × 50 mm × 0,7 mm, $R_s = 15 - 25 \, \Omega$ unpoliertes Flachglas).

[0125] Das Precursorpolymer 4b wurde in die oxidierte Form 5b durch Verwendung derselben Drei-Elektrodenanordnung umgewandelt, wie sie für die Umsetzung von 4a in 5a verwendet worden war. Das Polymer 4b zeigte das typische Redoxverhalten mit einem Beginn bei 0,3 V und einem Spitzenpotential bei 0,6 V. Bei der Umkehrung von dem Durchlauf in die Kathodenrichtung wurde die Reduktion von der oxidierten Form 4b mit einem Peak bei 0,31 V beobachtet. In dem zweiten Durchlauf wurde der Beginn der Oxidation von 5b bei 0,1 V beobachtet und der entsprechende Peak bei 0,37 V. Darüber hinaus sind keine verbleibenden polymerisierbaren Einheiten auf der Messelektrode aufgrund der Abwesenheit von dem Oxidationspeak von dem Precursorpolymer zu finden. Darüber hinaus wurden violette und rötlich-gelbe Farben nach der Oxidation beziehungsweise Reduktion von 5b beobachtet.

[0126] Zum Vergleich wurden die Polymere Poly(3a) und Poly(3b) mittels konventioneller oxidativer Elektrochemie hergestellt. Das Monomer (3a oder 3b) wurde elektrochemisch aus einer 10 mM Monomer-Lösung bei einer Laufgeschwindigkeit von 100 mV/s in 0,1 M TBAPF₆/ACN-(10 mL) Lösung mittels zyklischer Voltametrie polymerisiert. Das sich ergebende Polymer wurde mehrere Male mit ACN gewaschen. Nach dem Waschvorgang wurde diese Messelektrode in eine monomerfreie Lösung aus 0,1 M TBAPF₆/ACN (10 mL) eingesetzt und anschließend die Polymer-Voltagramme bei einer Laufgeschwindigkeit von 100 mV/sec erhalten. Die zyklische Voltametrie von Poly(3b) zeigte ein ähnliches Muster zu dem Oxidationsprozess mit dem SOC-Polymer 4b. Jedoch wurde der Peak für die Reduktion von Poly(3b) bei 0 V beobachtet, was 0,3 V weniger war als der Reduktionspeak von 4b.

[0127] Um das Redoxverhalten von Monomeren und den korrespondierenden Silan-Precursorpolymeren zu vergleichen, wurden alle zyklischen Voltamogramme in der identischen Umgebung mittels konventioneller elektrochemischer Polymerisation an Platin-Messelektroden in 0,1 M TBAPF₆/Elektrolyt/Dichlormethan durchgeführt. Es wurde beobachtet, dass beide Precursorpolymere denselben Oxidationsbeginn und dieselben Peak-Potentiale zu den korrespondierenden Monomeren. Ein um 0,1 V höheres Potential von den Reduktionspeaks von den Precursorpolymeren war der einzige Unterschied zu den Monomeren.

[0128] Die Precursorpolymere wurden mittels Rotationsbeschichtung auf einen ITO-Glasobjektträger aufgebracht und Poly(3a) und Poly(3b) wurden auf einen ITO-Glasobjektträger aus einer Lösung von 10 mM Monomere in 0,1 M TBAPF₆/ACN-Lösung mittels konventioneller elektrochemischer Polymerisation deponiert. Die UV- und die sichtbaren Spektren von den oxidierten und reduzierten Filmen der Polymere wurden nach Eintauchen der Folien für 1 Minute in 10 mM FeCl₃, beziehungsweise in 10 mM Hydrazin in TBAPF₆/ACN-Lösung erhalten.

[0129] Nach der UV-VIS-NIR-Spektren-Analyse weisen das Polymer 5a mit Poly(3a) und Polymer 5b mit Poly(3b) vergleichbare Muster von den Spektren sowohl in den oxidierten als auch den reduzierten Formen auf. Die oxidierten Formen von 5a und Poly(3a) weisen einen Hauptpeak bei 1164 nm beziehungsweise 1280 nm auf, mit einem flachen Peak um 775 nm herum. Die Spektren von dem reduzierten Zustand von diesen Poly-

meren zeigten eng zusammenliegende $\lambda_{\max}$ von 524 nm, beziehungsweise 538 nm. Zusätzlich war ein weiterer Peak bei 900 nm bei dem reduzierten Zustand von Poly(3a) zu sehen, der in den Spektrum von 5a nicht vorhanden war. Im oxidierten Zustand ergab sich eine Blau-Verschiebung für Polymer 5a, was das höhere Oxidationspotential von diesem Silanpolymer unterstützt, das bei der zyklischen Voltammetrie beobachtet wurde. Darüber hinaus zeigten beide Daten eine kürzere Konjugation bei Polymer 5a.

[0130] Die Oxidationsformen von 5b und Poly(3b) weisen zwei Peaks bei 632 nm und 1318 nm, beziehungsweise bei 592 nm und 1099 nm auf. Für den reduzierten Zustand von diesen Polymeren, weisen 5b und Poly(3b) ein $\lambda_{\max}$ von 461 nm beziehungsweise 454 nm, mit flachen Peaks von 875 nm, beziehungsweise 894 nm. Im Gegensatz zu 5a zeigt sich für 5b eine Rotverschiebung im oxidierten Zustand.

[0131] Die 4a- und 4b-Filme wurden mittels Rotationsbeschichtung auf einem normalen Glasträgermaterial aufgebracht, das vier 2-mm breite Goldelektroden mit jeweils 2 mm Abstand dazwischen aufwies. Die Dicken der Polymere wurden nach der Umsetzung der isolierenden Polymere zu den leitfähigen Polymeren durch Eintauchen in eine Lösung aus 10 mM FeCl_3 in 0,1 M TBAPF₆/ACN mittels optischer Profilometrie gemessen.

[0132] Nach der Oxidation der 0,3 μm dicken Filme wiesen 5a und 5b Leitfähigkeiten von etwa 10^{-2} S/cm ($5a = 10^{-2}$ und $5b = 10^{-2}$) auf. Nach Iod-(I₂) Dotierung von neutralen Filmen für drei Tage, zeigte 5a eine Leitfähigkeit von 0.8 S/cm, aber 5b zeigte dieselbe Leitfähigkeit wie der oxidierte Film unter Verwendung von FeCl_3 . I₂-dotierte Filme behielten dieselbe Leitfähigkeit, nachdem die Filme für zwei Wochen der Umgebungsluft ausgesetzt waren. Das Trägermaterial, das für die Leitfähigkeits-Messungen verwendet wurde, bestand aus vier 5-mm breiten aufgedampften Goldelektroden, die auf Objektträgern aufgebracht waren. Der Abstand zwischen jedem Set der Goldelektroden betrug 5 mm. Alle Filme wurden mittels Rotationsbeschichtung von Lösung auf die vorangehend genannten Objektträger hergestellt. Die isolierenden Polymere auf dem Glasträgermaterial wurden zu leitfähigen Polymeren nur durch Eintauchen des Trägermaterials für 1 Minute in eine Lösung aus 10 mM FeCl_3 in 0,1 M TBAPF₆/ACN vor der Messung der Leitfähigkeiten umgewandelt. Die elektrischen Leitfähigkeiten wurden unter Verwendung eines mit vier Sonden ausgestatteten kollinearen Arrays unter Benutzung eines Keitley Instruments 224 als konstante Stromquelle und einem 2700 Multi-Meter gemessen. Der Strom wurde über die äußeren Goldelektroden angelegt und anschließend die Spannung über die inneren Elektroden gemessen. Ein Minimum aus drei Strommessungen wurde durchgeführt und für die Widerstandswerte wurde gefunden, dass sie bei diesen unterschiedlichen Stromstärken identisch waren.

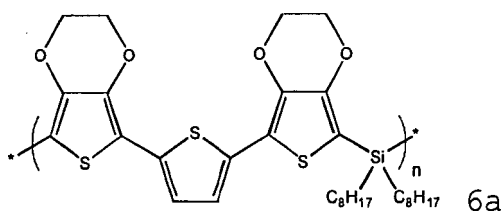
[0133] Thermische Analyse. Die Glasübergangstemperaturen (T_g) von den zwei Precursorpolymeren (4a, 4b) und den korrespondierenden leitfähigen Polymeren (5a, 5b) wurden mittels dynamischer Differenzkalorimetrie (DSC) unter Verwendung eines TA Instruments DSC 2920 untersucht. In der DSC wurden die Proben auf 100°C erhitzt und unmittelbar darauf abgekühlt, bis sie -50°C erreicht hatten, und anschließend die DSC-Analyse bei einer Scan-Rate von 10°C/min durchgeführt. Die T_g von den Polymeren sind in Tabelle 3 aufgeführt.

[0134] Die thermische Stabilität von den Polymeren wurde ebenfalls durch thermische Gravimetrie-Analyse (TGA) unter Verwendung eines TGA 2950 untersucht. Tabelle 3 enthält die Zerfallstemperaturen von den Polymeren, welche die höhere thermische Stabilität von den Polymeren mit den höheren Mengen an Silan-Monomeren in dem System veranschaulichen.

Tabelle 3.

	4a	5a	4b	5b
T_g (°C)	39,89	42,47	48,79	37,41
$T_{5\%}$ Gewichtsverlust (°C)	289, 69	245,28	345,19	248,28

Beispiel 10. Umsetzung von Silan-Precursorpolymeren, die Bis-EDOT-Thiophen (BEDOT-T) enthalten, in Wasser im festen Zustand.



[0135] In einer elektrochemischen Umsetzung von BEDOT-T (6a, 80 kDa) im festen Zustand wurden 62,0 mg of BEDOT-T (6a) in einer Lösung aus 0,1 M TBAPF₆/Dichlormethan (DCM) (10 ml) gelöst. Die sich ergebende Lösung wurde mit dem Drop-Cast-Verfahren auf eine Platin-Elektrode aufgebracht und das DCM wurde verdampfen lassen, um einen Film von dem Precursorpolymer auf der Platin-Elektrode bereitzustellen. Die Elektrode mit der Beschichtung wurde anschließend in Salzlake (gesättigte NaCl in Wasser) zusammen mit einer Ag/AgCl-Referenz-Elektrode und einer Platinplatte als Gegenelektrode untergetaucht. In drei getrennten Durchgängen wurde das Polymer zu einer Oxidationsstufe behandelt, die höher lag als diejenige von der BEDOT-T-Oxidation, wobei ein Experiment eine obere Potentialgrenze von 0,95 V aufwies, ein zweites Experiment eine obere Potentialgrenze von 0,85 V und ein drittes Experiment mit einer oberen Potentialgrenze von 0,75 V. Kennzeichnend für alle drei Experimente ist, dass die Stromstärke bei einem niedrigen Potential von < 0,65 V fortfährt, mit jedem Exkurs oberhalb von der BEDOT-T-Oxidation in der Intensität zu steigen. Dies weist auf die Bildung von einem konjugierten Polymer hin und der Redoxprozess bei dem niedrigeren Potential ist die entsprechende Oxidation/Reduktion für das leitfähige Polymer 6b.

[0136] In anderen Experimenten wurde die Salzlake von dem vorangehenden Beispiel gegen i) 10 mM NaCl in Wasser oder ii) einer Mischung von 10 mM NaCl und 10 mM Litrifluormethansulfonat in Wasser ausgetauscht. Noch weitere zusätzliche Experimente verwendeten eine Indium-dotierte Zinnoxid-Elektrode anstelle der Platin-Elektrode. In noch anderen Experimenten wurde das Precursorpolymer von den vorangehenden Beispielen gegen ein Precursorpolymer ausgetauscht, das 3,4-Ethylendioxythiophen-dimethylsilyl-Monomere umfasst.

[0137] In einer chemischen Umsetzung von BEDOT-T (6a) im festen Zustand wurden 62,0 mg of BEDOT-T (6a) in einer Lösung aus 0,1 M TBAPF₆/Dichlormethan (DCM) (10 ml) gelöst. Es wurde anschließend von dem Polymer ein Film auf einem Glas-Mikroskopobjektträger durch Sättigung des Mikroskopobjektträgers mit der Polymerlösung, gefolgt durch ein Schleuderguss-Verfahren bei 1.000 U/min. hergestellt. In drei getrennten Durchgängen wurde das Precursorpolymer mit einem der nachfolgenden Oxidationsmittel behandelt, um das leitfähige Polymer 6b zu ergeben: 50 mM Ammoniumpersulfat in Wasser, 50 mM Eisen(III)-sulfat in Acetonitril und 50 mM Eisen(III)-tosylat in Wasser.

[0138] Die Verwendung der Begriffe "ein" und "eine" und "der, die, das" und ein ähnlicher Bezug in dem Kontext der Beschreibung der Erfindung (insbesondere in dem Kontext der nachfolgenden Ansprüche) sind so ausgelegt, dass sie sowohl den Singular als auch den Plural abdecken, wenn nichts anderes hierin angegeben ist oder der Text eindeutig im Kontext widersprüchlich ist. Die Begriffe "umfassen", "aufweisen", "einschließen/beinhalten" und "enthalten" sind als offene Bezeichnungen angelegt (d. h., sie bedeuten „einschließlich, aber nicht darauf beschränkt“), wenn nichts anderes angemerkt ist. Die Angabe von Bereichen für Werte hierin ist lediglich gedacht als eine Art Stenogrammverfahren für den Bezug von jedem einzelnen Wert der innerhalb dieses Bereiches liegt, wenn nichts anderes hierin angegeben ist, und jeder einzelne Wert ist in die Spezifikation eingebunden, als wäre er hier einzeln aufgeführt. Alle hierin offenbarten Bereiche sind mitinbegriffen und kombinierbar.

[0139] Die grundlegenden Eigenschaften von der vorliegenden Erfindung sind vollständig in der vorangehenden Offenbarung beschrieben. Ein Fachmann kann die Erfindung verstehen und verschiedene Modifikationen vornehmen, ohne dass er die grundlegende Idee der Erfindung verlässt und ohne von dem Umfang und den Entsprechungen der Ansprüche, die folgen, abzuweichen. Außerdem ist jede Kombination der vorangehend beschriebenen Elementen in allen möglichen Variationen davon durch die Erfindung umschlossen, wenn nichts anderes hierin angezeigt ist oder deutlich durch den Kontext widersprochen wird.

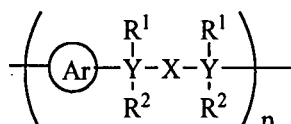
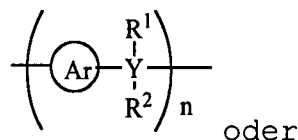
Zusammenfassung

[0140] Hierin sind Precursorpolymere, die Monomere von Heteroarylen und Monomere von Si, Sn, Ge oder

Pb enthalten, Verfahren zur Herstellung der Precursorpolymeren und Anwendungen unter Verwendung dieser Precursorpolymeren bei der Herstellung von leitfähigen Polymeren offenbart.

Patentansprüche

1. Precursorpolymer, umfassend:
ein Polymer gemäß der Struktur:



wobei

Ar für eine Heteroarylgruppe steht;

jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig

für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;

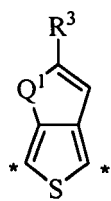
X für O, S, $(\text{YR}^1\text{R}^2)_x$ oder $(\text{CR}^a\text{R}^b)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen;

jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb steht; und

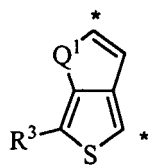
n etwa 10 oder größer ist;

Copolymere daraus oder Gemische, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Polymere umfassen.

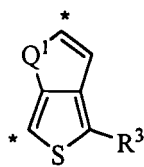
2. Polymer nach Anspruch 1, wobei Ar für
ein Heteroaryl steht, das die allgemeine Struktur (I), (II) und (III) aufweist:



(I)

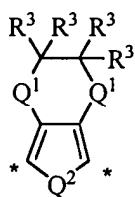


(II)



(III)

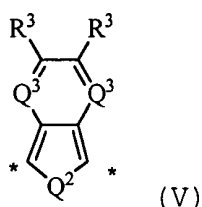
wobei Q^1 für S oder O steht und R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-\text{C}_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-\text{C}_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IV) aufweist:



(IV)

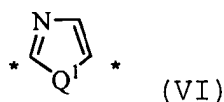
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, Q^2 für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-\text{C}_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-\text{C}_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (V) aufweist:



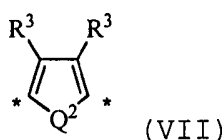
wobei Q^2 für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht; jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH oder N steht, und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VI) aufweist:



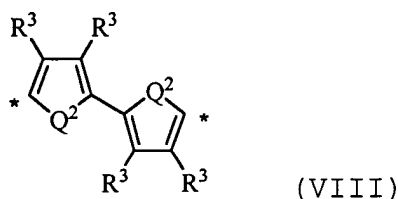
wobei Q^1 für S oder O steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VII) aufweist:



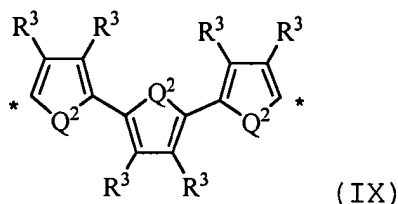
wobei Q^2 für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VIII) aufweist:



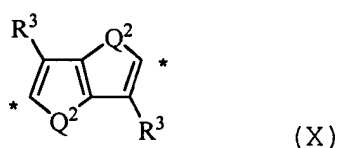
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IX) aufweist:



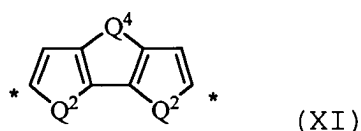
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (X) aufweist:



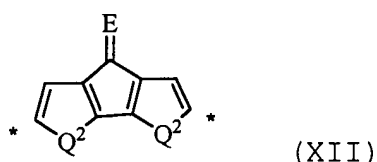
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XI) aufweist:



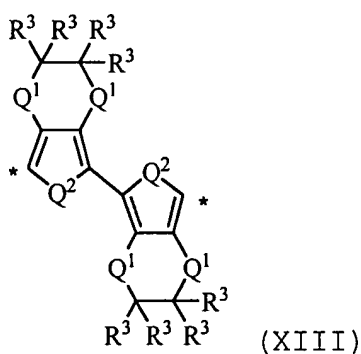
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XII) aufweist:



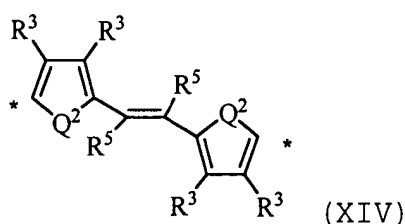
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, und E für O oder $C(R^7)_2$ steht, wobei jedes Vorkommen von R^7 für eine elektronenziehende Gruppe steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIII) aufweist:



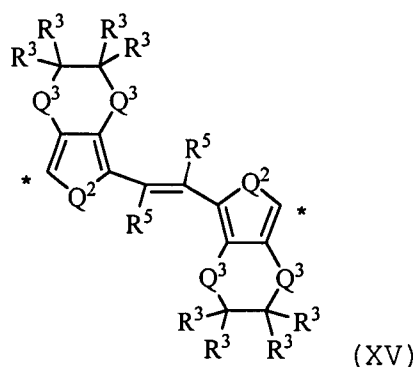
wobei jedes Vorkommen von Q^1 unabhängig jeweils für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIV) aufweist:

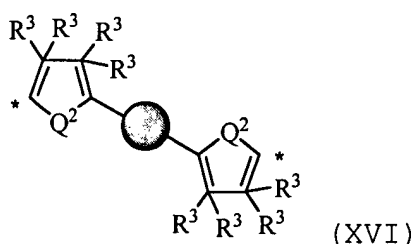


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl oder Cyano steht;

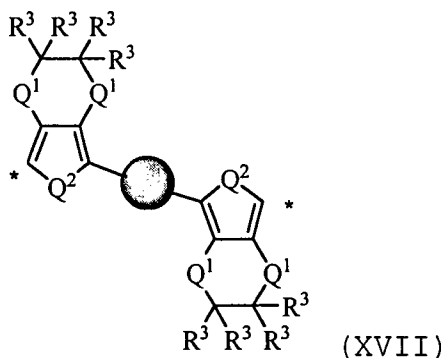
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XV) aufweist:



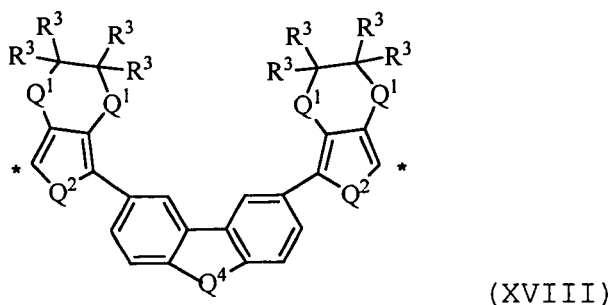
wobei jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH_2 , S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVI) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und  ein Aryl repräsentiert;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVII) aufweist:

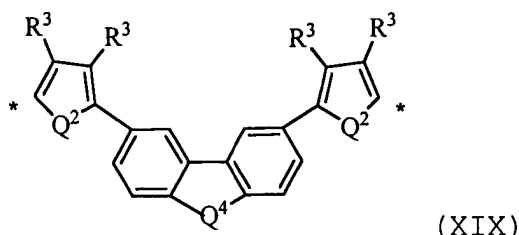


wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und  ein Aryl repräsentiert;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVIII) aufweist:

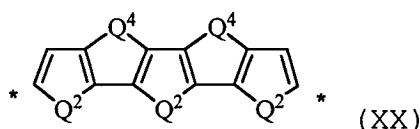


wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils un-

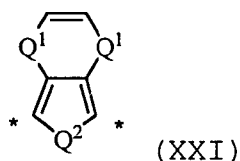
abhängig für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht, Q⁴ für C(R³)₂, S, O oder N-R⁴ steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIX) aufweist:



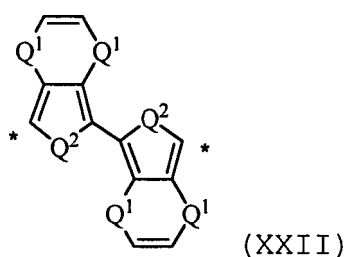
wobei jedes Vorkommen von Q² jeweils unabhängig für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht, Q⁴ für C(R³)₂, S, O oder N-R⁴ steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht.
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XX) aufweist:



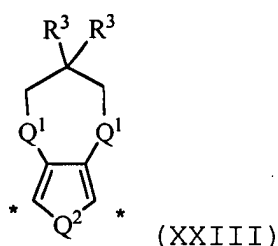
wobei jedes Vorkommen von Q² jeweils unabhängig für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q⁴ für C(R³)₂, S, O oder N-R⁴ steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXI) aufweist:



wobei Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von Q¹ jeweils unabhängig für S oder O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXII) aufweist:

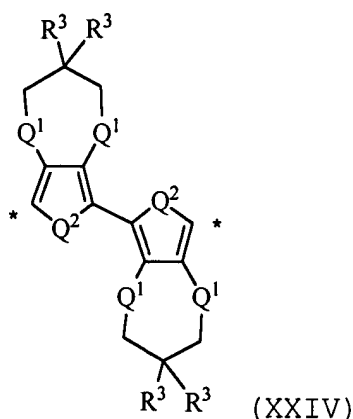


wobei jedes Vorkommen von Q² jeweils unabhängig für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von Q¹ jeweils unabhängig für S oder O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIII) aufweist:

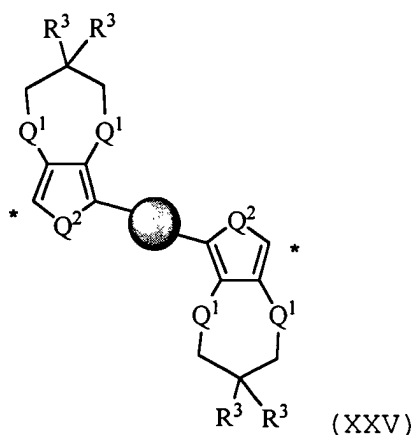


wobei Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht; jedes Vorkommen von Q¹ jeweils unabhängig für S oder O steht, und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff,

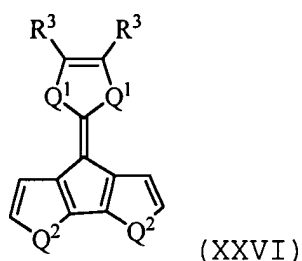
C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIV) aufweist:



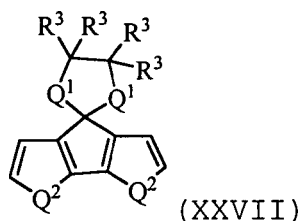
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXV) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und  ein Aryl repräsentiert;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXVI) aufweist:

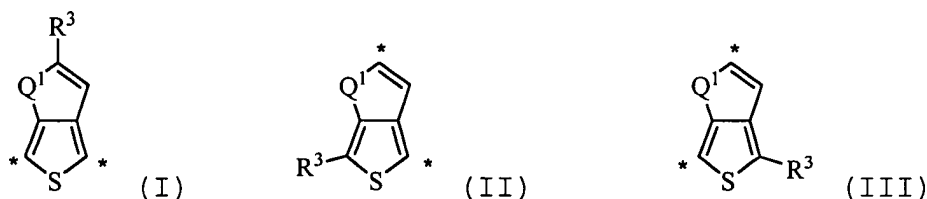


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXVII) aufweist:

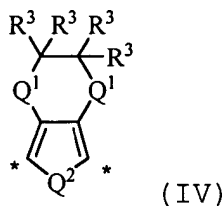


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; oder Kombinationen, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Heteroaryle umfassen.

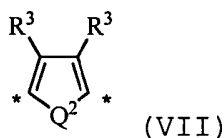
3. Polymer nach Anspruch 2, wobei Ar für ein Heteroaryl steht, das die allgemeine Struktur (I), (II) und (III) aufweist:



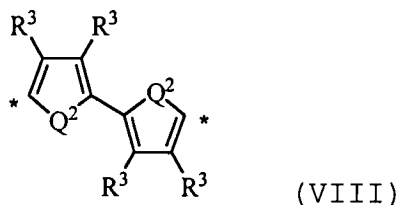
wobei Q^1 für S oder O steht und R^3 für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl oder C_1-C_{12} -Halogenalkyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IV) aufweist:



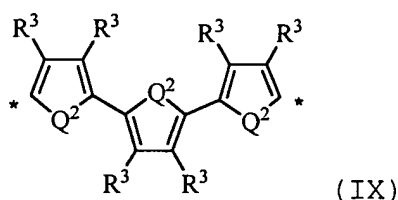
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VII) aufweist:



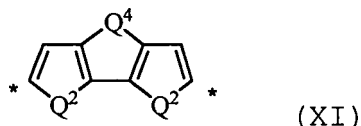
wobei Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VIII) aufweist:



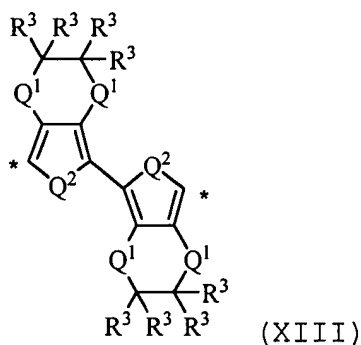
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IX) aufweist:



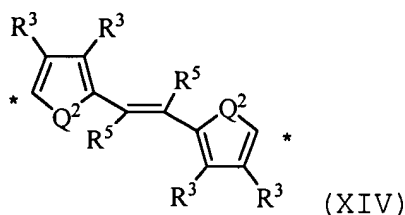
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XI) aufweist:



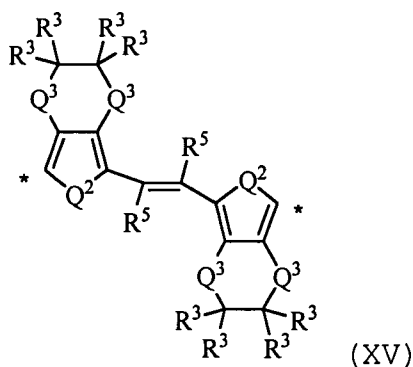
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht.
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIII) aufweist:



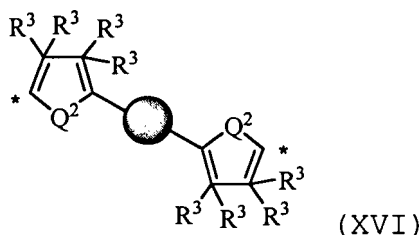
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIV) aufweist:



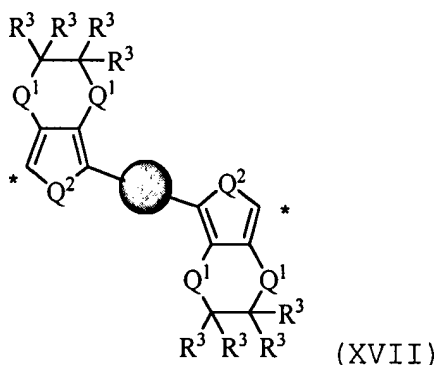
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XV) aufweist:



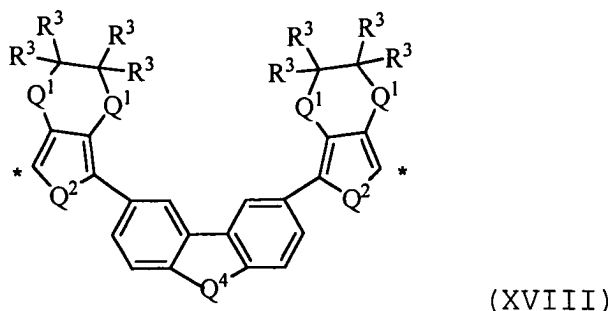
wobei jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH_2 , S oder O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVI) aufweist:



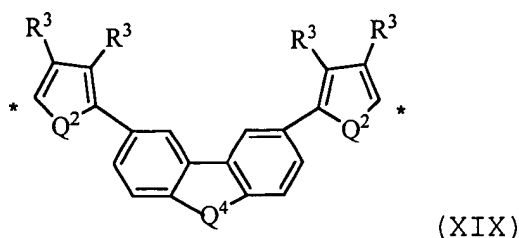
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVII) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVIII) aufweist:

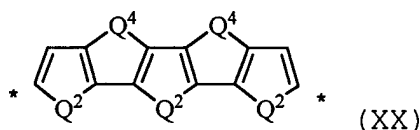


wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIX) aufweist:

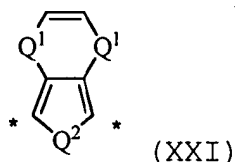


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder $N-R^4$ steht und jedes Vor-

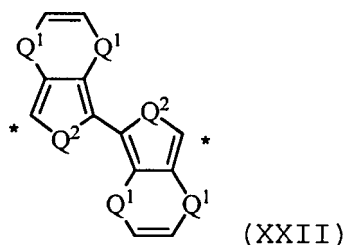
kommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XX) aufweist:



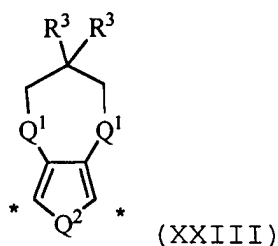
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^4 für $C(R^3)_2$ oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXI) aufweist:



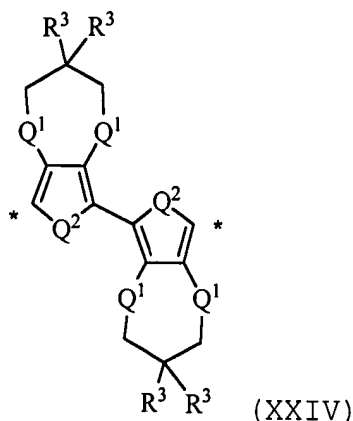
wobei Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von Q^1 für O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXII) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von Q^1 für O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIII) aufweist:

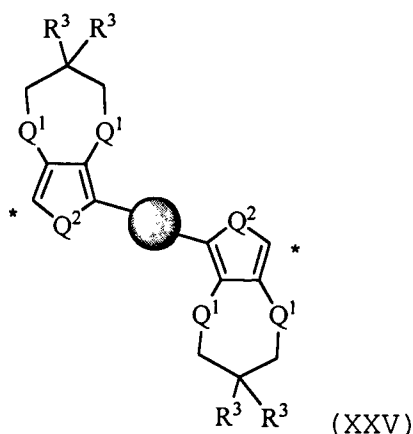


wobei Q^2 für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIV) aufweist:



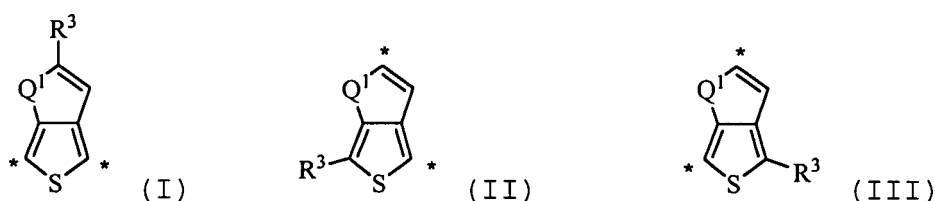
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht und jedes

Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXV) aufweist:

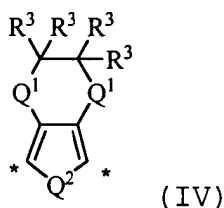


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert; oder Kombinationen, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Heteroaryle umfassen.

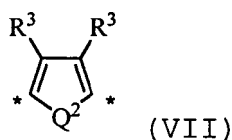
4. Polymer nach Anspruch 2, wobei Ar für ein Heteroaryl steht, das die allgemeine Struktur (I), (II) und (III) aufweist:



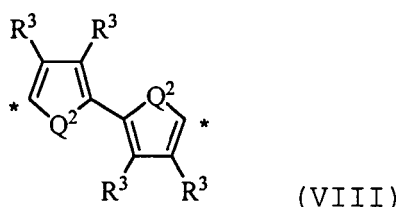
wobei Q^1 für S oder O steht und R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder C_1 - C_6 -Halogenalkyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IV) aufweist:



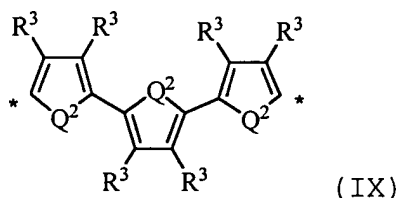
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VII) aufweist:



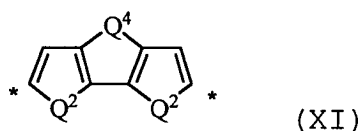
wobei Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl oder Aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VIII) aufweist:



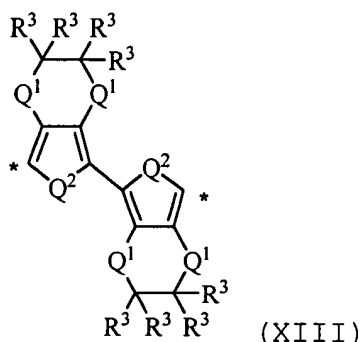
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl oder Aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IX) aufweist:



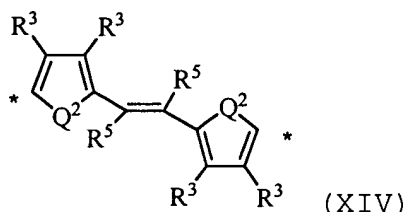
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl oder Aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XI) aufweist:



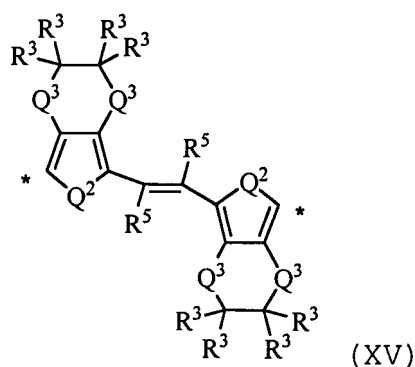
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIII) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIV) aufweist:

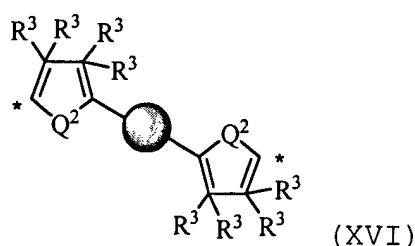


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XV) aufweist:



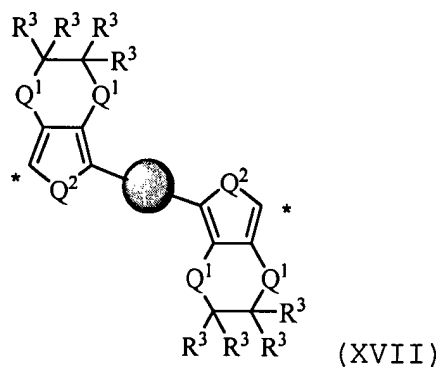
wobei jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH_2 oder O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVI) aufweist:



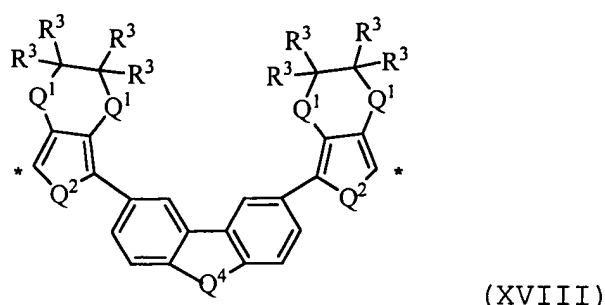
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVII) aufweist:



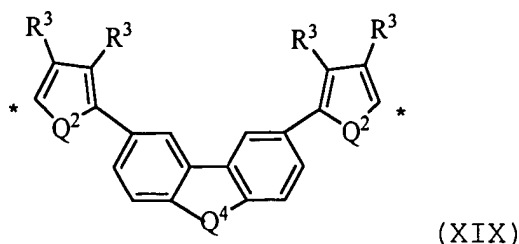
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVIII) aufweist:

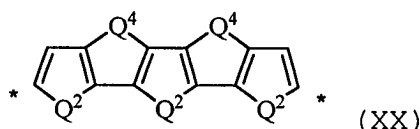


wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig

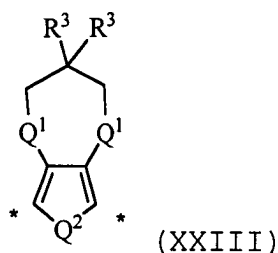
für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder N-Me steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl, C_1-C_6 -Halogenalkyl, $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIX) aufweist:



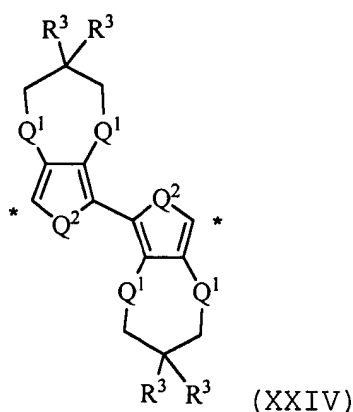
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder NMe steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl, C_1-C_6 -Halogenalkyl, $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XX) aufweist:



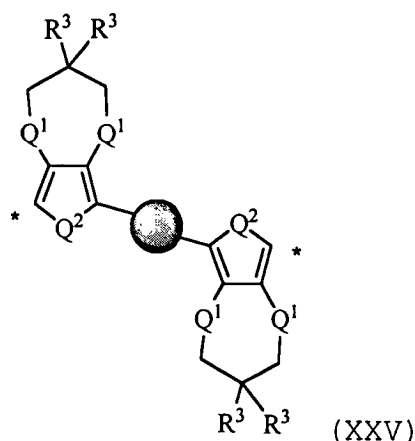
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^4 für $C(R^3)_2$ oder NMe steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl, C_1-C_6 -Halogenalkyl, $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIII) aufweist:



wobei Q^2 für S steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl, C_1-C_6 -Halogenalkyl, $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIV) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl, C_1-C_6 -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1-C_2$ -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXV) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und  Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert; oder Kombinationen, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Heteroaryle umfassen.

5. Polymer nach Anspruch 1, wobei R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, t-Butyl, n-Pentyl, 3-Methylbutyl, sec-Pentyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl, n-Hexyl, n-Heptyl, n-Septyl, n-Octyl oder die perfluorierten Gruppen daraus stehen.

6. Polymer nach Anspruch 1, wobei R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für Methyl oder n-Octyl stehen.

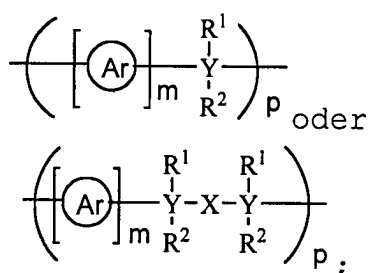
7. Polymer nach Anspruch 1, wobei jedes Vorkommen von Y für Si oder Ge steht.

8. Polymer nach Anspruch 1, wobei das Polymer ein Copolymer ist, das Monomer-Einheiten von Y als Si und Monomer-Einheiten von Y als Ge enthält.

9. Polymer nach Anspruch 1, wobei das Polymer semikristallin ist.

10. Polymer nach Anspruch 1, wobei das Polymer im flüssigkristallinen Zustand ist.

11. Polymer, umfassend:
ein Polymer gemäß der Struktur:



wobei

Ar für eine Heteroarylgruppe steht;

jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;

X für O, S, $(YR^1R^2)_x$ oder $(CR^aR^b)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen;

jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb steht;

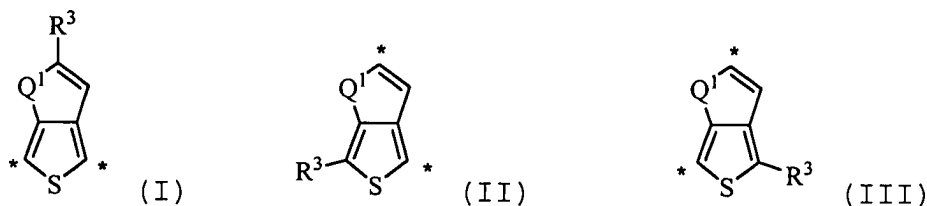
m etwa 3 oder größer ist;

p etwa 5 oder größer ist; und

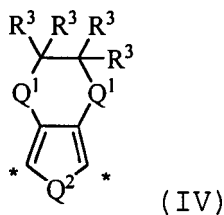
Copolymeren daraus oder Gemische, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Polymere umfassen.

12. Polymer nach Anspruch 11, wobei das Polymer ein leitfähiges, konjugiertes Polymer ist.

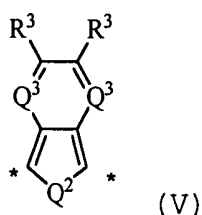
13. Polymer nach Anspruch 11, wobei Ar für ein Heteroaryl steht, das die allgemeine Struktur (I), (II) und (III) aufweist:



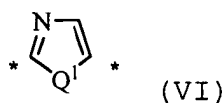
wobei Q¹ für S oder O steht und R³ für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IV) aufweist:



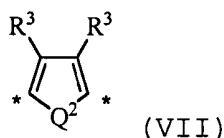
wobei jedes Vorkommen von Q¹ jeweils unabhängig für S oder O steht, Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von R³ für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (V) aufweist:



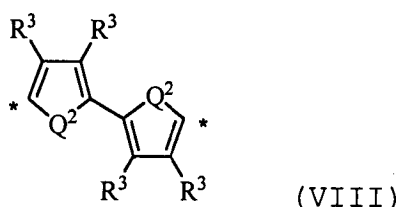
wobei Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht; jedes Vorkommen von Q³ jeweils unabhängig für CH oder N steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VI) aufweist:



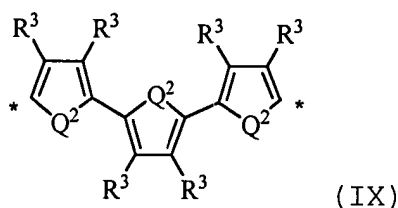
wobei Q¹ für S oder O steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VII) aufweist:



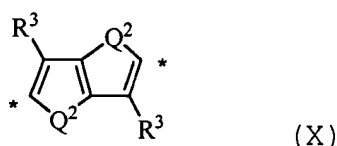
wobei Q² für S, O oder N-R⁴ steht, wobei R⁴ für Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl steht und jedes Vorkommen von R³ jeweils unabhängig für Wasserstoff, C₁-C₁₂-Alkyl, C₁-C₁₂-Halogenalkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₁₂-Halogenalkoxy, Aryl, -C₁-C₆-Alkyl-O-C₁-C₆-alkyl oder -C₁-C₆-Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VIII) aufweist:



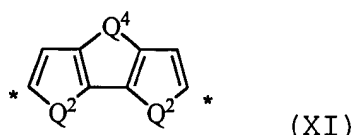
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IX) aufweist:



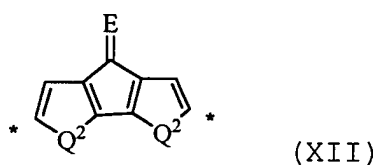
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (X) aufweist:



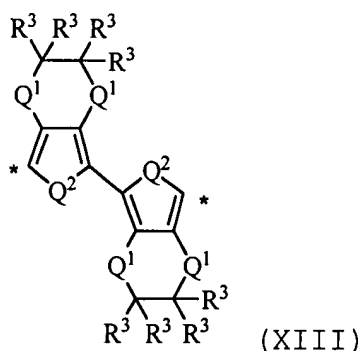
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XI) aufweist:



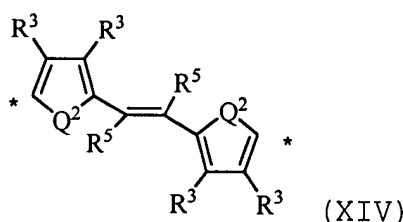
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XII) aufweist:



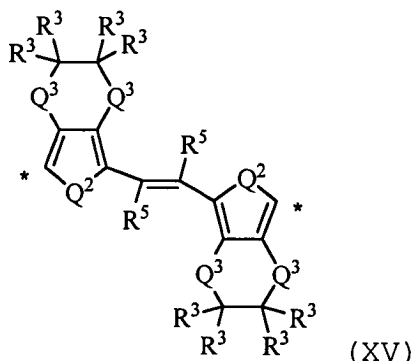
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, und E für O oder $C(R^7)_2$ steht, wobei jedes Vorkommen von R^7 für eine elektronenziehende Gruppe steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIII) aufweist:



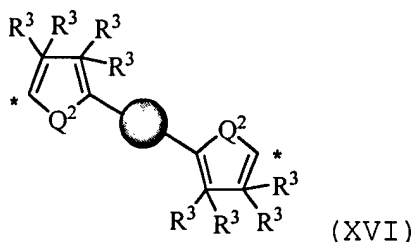
wobei jedes Vorkommen von Q^1 unabhängig jeweils für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIV) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl oder Cyano steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XV) aufweist:

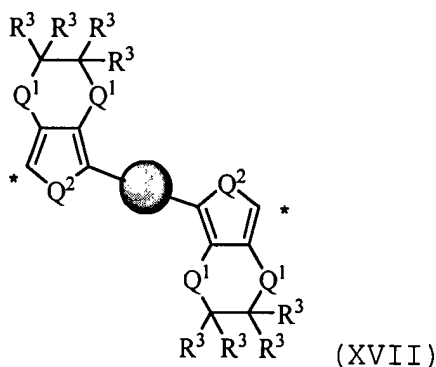


wobei jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH_2 , S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1-C_6 -Alkyl oder Cyano steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVI) aufweist:

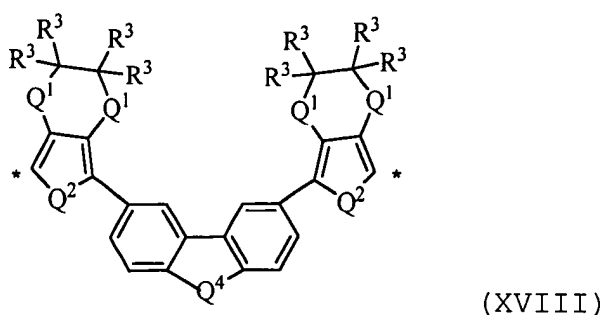


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht

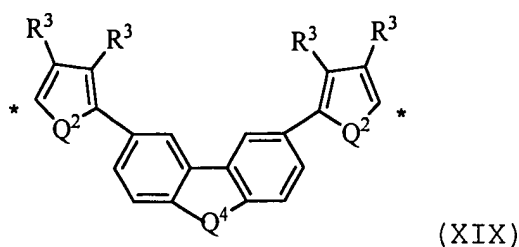
und  ein Aryl repräsentiert.
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVII) aufweist:



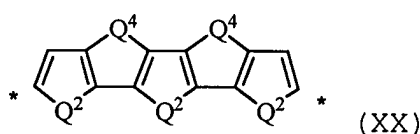
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht und  ein Aryl repräsentiert;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVIII) aufweist:



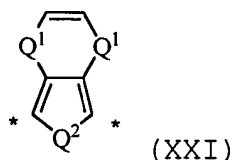
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder N- R^4 steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIX) aufweist:



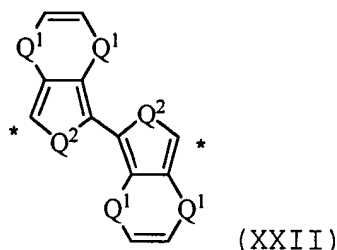
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder N- R^4 steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht.
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XX) aufweist:



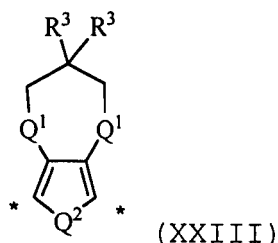
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder N- R^4 steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^4 für $C(R^3)_2$, S, O oder N- R^4 steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXI) aufweist:



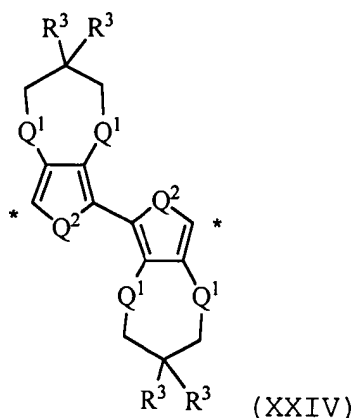
wobei Q^2 für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXII) aufweist:



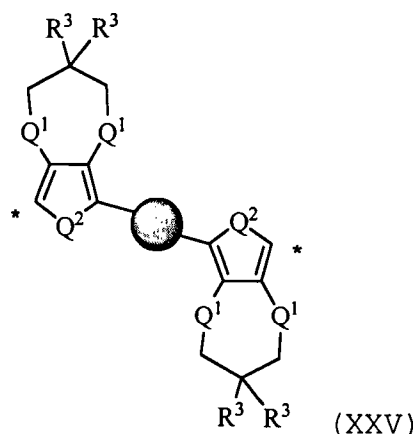
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht und jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIII) aufweist:



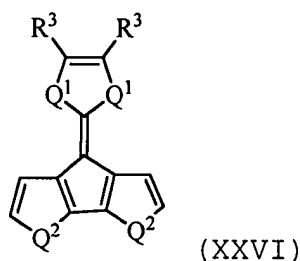
wobei Q^2 für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht; jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIV) aufweist:



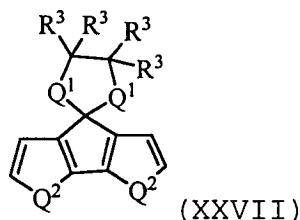
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXV) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht und ein Aryl repräsentiert; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXVI) aufweist:

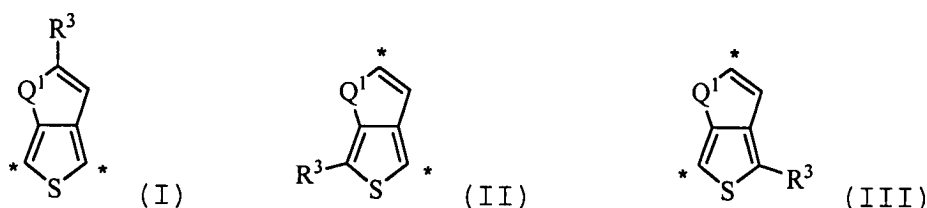


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXVII) aufweist:

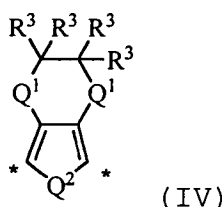


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1-C_6 -Alkyl steht, jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für S oder O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl, C_1-C_{12} -Halogenalkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1-C_6$ -Alkyl-O- C_1-C_6 -alkyl oder $-C_1-C_6$ -Alkyl-O-aryl steht; oder Kombinationen, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Heteroaryle umfassen.

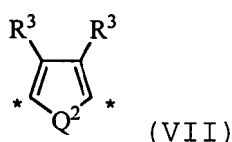
14. Polymer nach Anspruch 13, wobei Ar für ein Heteroaryl steht, das die allgemeine Struktur (I), (II) und (III) aufweist:



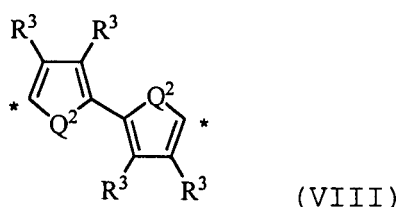
wobei Q^1 für S oder O steht und R^3 für Wasserstoff, C_1-C_{12} -Alkyl oder C_1-C_{12} -Halogenalkyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IV) aufweist:



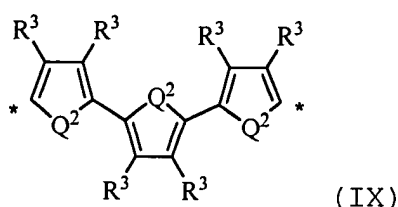
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VII) aufweist:



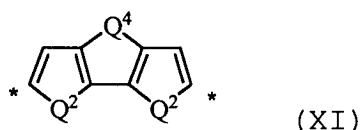
wobei Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VIII) aufweist:



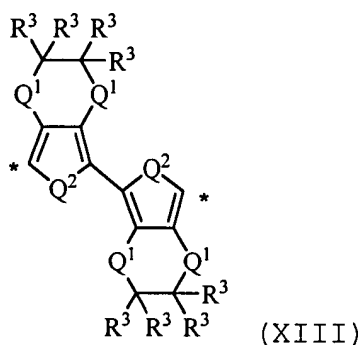
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IX) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XI) aufweist:

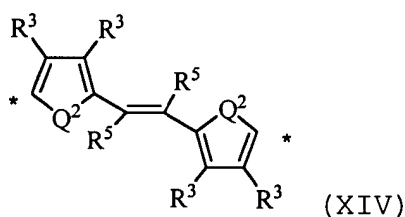


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S, O oder $N-R^4$ steht, wobei R^4 für Wasserstoff oder C_1 - C_6 -Alkyl steht, Q^4 für $C(R^3)_2$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, C_1 - C_{12} -Alkoxy, C_1 - C_{12} -Halogenalkoxy, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O- C_1 - C_6 -alkyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-aryl steht.
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIII) aufweist:



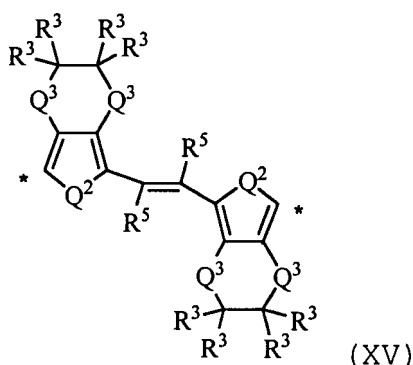
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIV) aufweist:



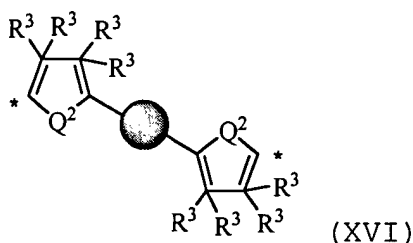
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XV) aufweist:



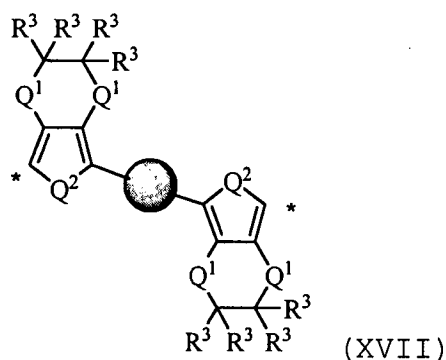
wobei jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH_2 , S oder O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVI) aufweist:

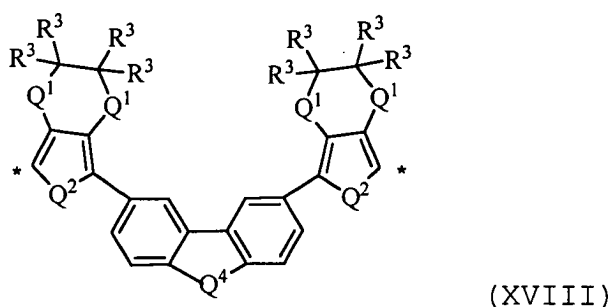


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und  Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert;

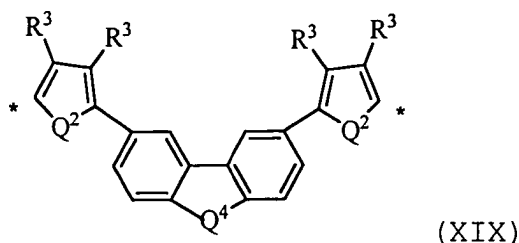
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVII) aufweist:



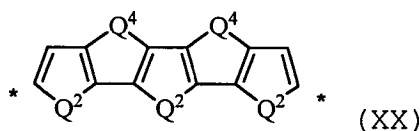
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-Phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVIII) aufweist:



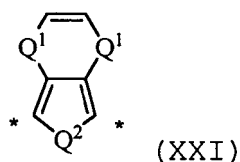
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIX) aufweist:



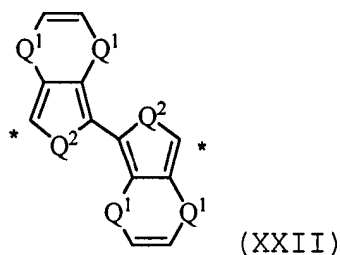
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XX) aufweist:



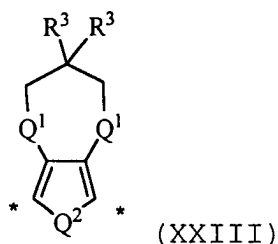
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^4 für $C(R^3)_2$ oder $N-R^4$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXI) aufweist:



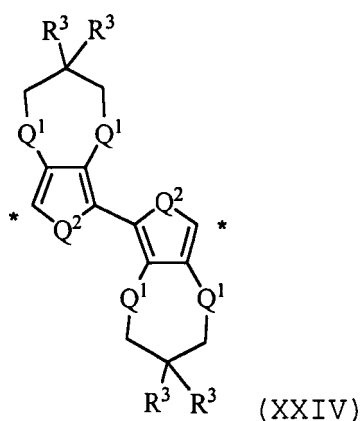
wobei Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von Q^1 für O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXII) aufweist:



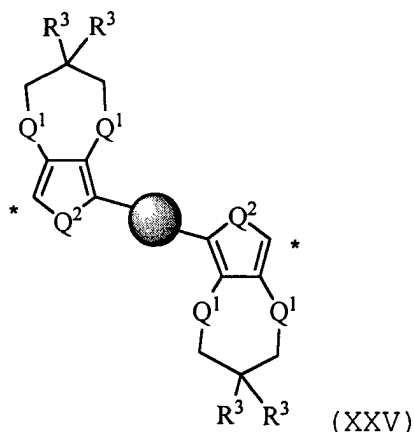
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von Q^1 für O steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIII) aufweist:



wobei Q^2 für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIV) aufweist:



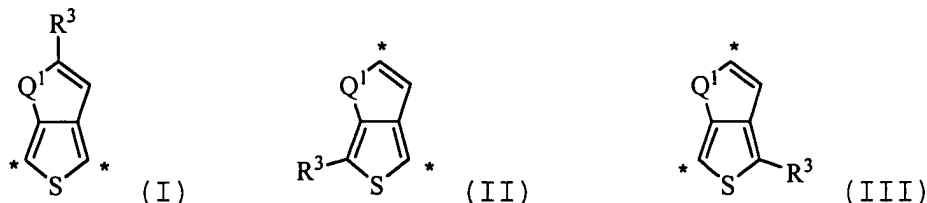
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht;
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXV) aufweist:



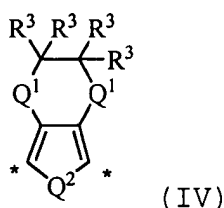
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht; jedes

Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_6 -Alkyl-O-biphenyl steht und Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert; oder Kombinationen, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Heteroaryle umfassen.

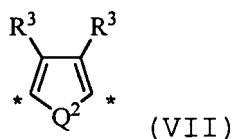
15. Polymer nach Anspruch 11, wobei Ar für ein Heteroaryl steht, das die allgemeine Struktur (I), (II) und (III) aufweist:



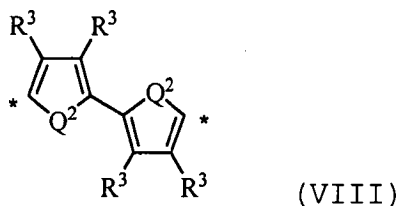
wobei Q^1 für S oder O steht und R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder C_1 - C_6 -Halogenalkyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IV) aufweist:



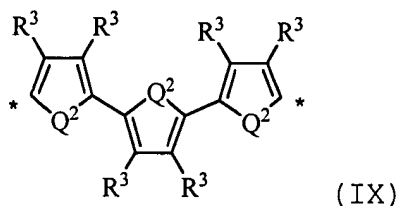
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VII) aufweist:



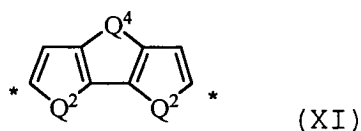
wobei Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl oder Aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (VIII) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl oder Aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (IX) aufweist:

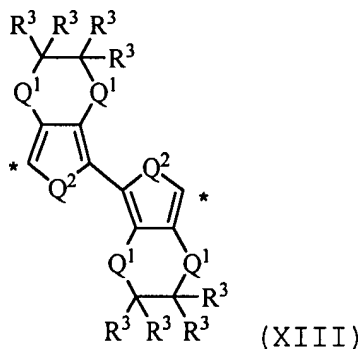


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl oder Aryl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XI) aufweist:

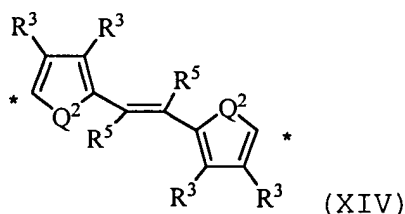


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht;

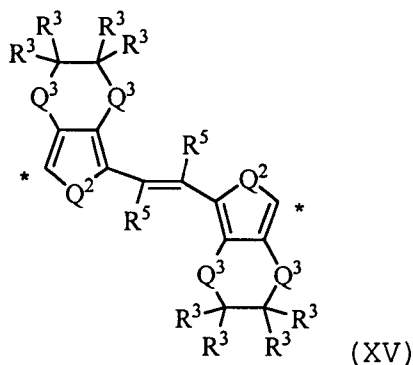
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIII) aufweist:



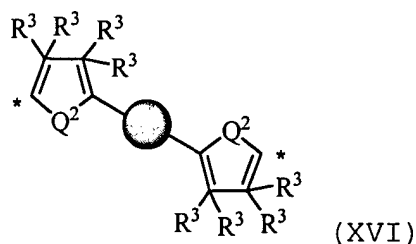
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; Q^2 für S steht und jedes Vorkommen von R^3 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIV) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XV) aufweist:

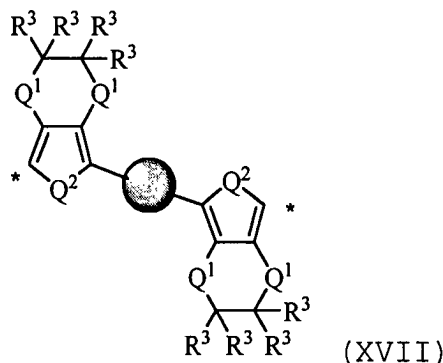


wobei jedes Vorkommen von Q^3 jeweils unabhängig für CH_2 oder O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht, jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und jedes Vorkommen von R^5 für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl oder Cyano steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVI) aufweist:



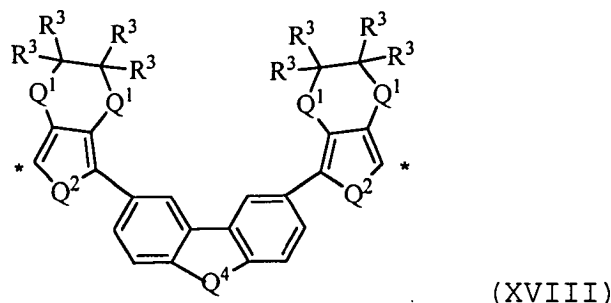
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVII) aufweist:



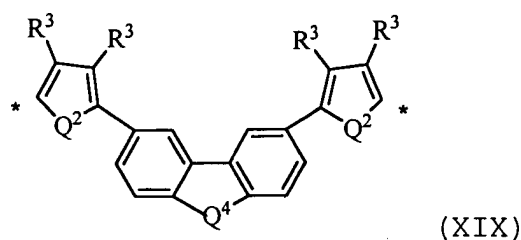
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XVIII) aufweist:



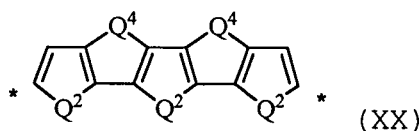
wobei jedes Vorkommen von Q^1 jeweils unabhängig für O steht; jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder N-Me steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht;

ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XIX) aufweist:

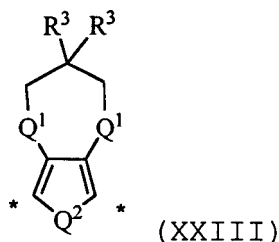


wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; Q^4 für $C(R^3)_2$ oder NMe steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht;

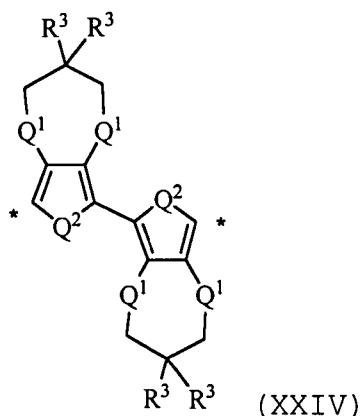
ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XX) aufweist:



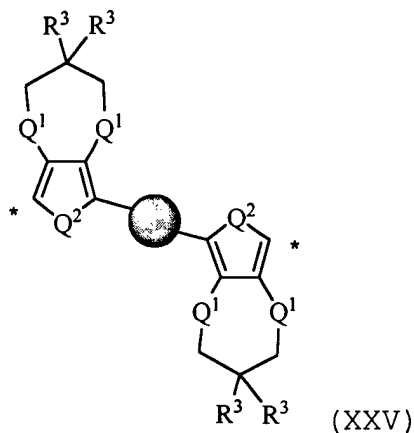
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^4 für $C(R^3)_2$ oder NMe steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIII) aufweist:



wobei Q^2 für S steht, jedes Vorkommen von Q^1 für O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXIV) aufweist:



wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht und jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, Aryl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht; ein Heteroaryl, das die allgemeine Struktur (XXV) aufweist:



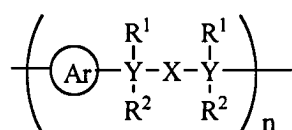
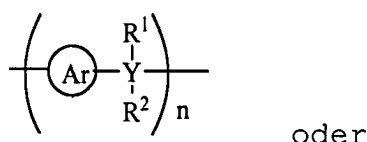
wobei jedes Vorkommen von Q^2 jeweils unabhängig für S steht; jedes Vorkommen von Q^1 für O steht; jedes Vorkommen von R^3 jeweils unabhängig für Wasserstoff, C_1 - C_6 -Alkyl, C_1 - C_6 -Halogenalkyl, $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-phenyl oder $-C_1$ - C_2 -Alkyl-O-biphenyl steht und  Furan, Pyrrol, N-substituiertes Pyrrol, Phenyl, Biphenyl, Thiophen, Fluoren oder 9-Alkyl-9H-carbazol repräsentiert; oder Kombinationen, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Heteroaryle umfassen.

16. Polymer nach Anspruch 11, wobei R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, t-Butyl, n-Pentyl, 3-Methylbutyl, sec-Pentyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl, n-Hexyl, n-Heptyl, n-Septyl, n-Octyl oder die perfluorierten Gruppen daraus stehen.

17. Polymer nach Anspruch 11, wobei R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander für Methyl oder n-Octyl stehen.

18. Polymer nach Anspruch 11, wobei Y für Si oder Ge steht.

19. Verfahren zur Darstellung eines leitfähigen, konjugierten Polymers, umfassend:
Umsetzen von einem Precursorpolymer, das die nachfolgende Struktur aufweist:



Copolymere daraus oder Gemische, die mindestens eines der vorangehend erwähnten Polymere umfassen, wobei

jedes Vorkommen von Ar jeweils unabhängig für eine Heteroarylgruppe steht;

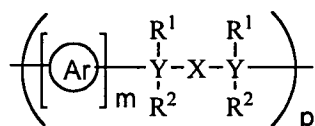
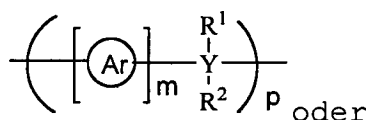
jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;

X für O, S, $(YR^1R^2)_x$ oder $(CR^aR^b)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen;

jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb steht; und

n etwa 10 oder größer ist;

Bilden eines leitfähigen, konjugierten Polymers, das die Struktur



aufweist, wobei

jedes Vorkommen von Ar jeweils unabhängig für eine Heteroarylgruppe steht;

jedes Vorkommen von R^1 und R^2 jeweils unabhängig für C_1 - C_{12} -Alkyl, C_1 - C_{12} -Halogenalkyl oder Aryl steht;

X für O, S, $(YR^1R^2)_x$ oder $(CR^aR^b)_x$ steht, wobei x gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist und R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander für Wasserstoff, C_1 - C_{12} -Alkyl oder C_1 - C_{12} -Halogenalkyl stehen;

jedes Vorkommen von Y jeweils unabhängig für Si, Ge, Sn oder Pb steht;

m etwa 3 oder größer ist; und

p etwa 5 oder größer ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Precursorpolymer jedes in Anspruch 2 ist.

21. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das leitfähige, konjugierte Polymer jedes in Anspruch 13 ist.

22. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die Umsetzung mittels chemischer Oxidation, elektrochemischer Oxidation oder Umsetzung mit Brom geschieht.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die chemische oder elektrochemische Oxidation in einem wässrigen System durchgeführt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die elektrochemische Oxidation in einer elektrochemischen Zelle durchgeführt wird, die eine Messelektrode, eine Gegenelektrode und eine Referenzelektrode in betriebsbereiter Verbindung umfasst.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei die Messelektrode eine Elektrode aus Platin, Gold, Indiumdotierten Zinnoxid, Kohlenstoff oder Edelstahl ist.

26. Verfahren nach Anspruch 24, wobei der Elektrolyt ein Tetraalkylammonium-Salz oder Lithium-Salz ist, wobei das Gegenion Perchlorat, Tetrafluorborat, Hexafluorphosphat, Halid, ein organisches Anion, Trifluormethansulfonat, Tosylat, Bistrifluormethylsulfonimid oder ein Polyanion ist; Lithium-trifluormethansulfonat; Tetra-butylammonium-hexafluorphosphat; Tetrabutylammonium-tetrafluorborat oder eine ionische Flüssigkeit ist.

27. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die oxidative Umsetzung im festen Zustand stattfindet.

28. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die Oxidation unter Verwendung von einem chemischen Oxidationsmittel durchgeführt wird, wobei das chemische Oxidationsmittel ein Eisen(III)-Salz, H_2O_2 , $K_2Cr_2O_7$, ein Alkali- oder Ammoniumpersulfat, ein Alkaliperborat, Kaliumpermanganat, ein Kupfersalz, ein Brom, ein Iod, $NOBF_4$ oder eine Kombination von zwei oder mehreren der vorangehend erwähnten Oxidationsmittel ist.

29. Verfahren nach Anspruch 22, wobei das Brom durch Einwirken in der Gasphase oder in einer Lösung angewendet wird.

30. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die Umsetzung mit Erwärmen durchgeführt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die Umsetzung in der Gegenwart von einem Natrium-, Lithium- oder Tetraalkylammonium-Salz durchgeführt wird, wobei das Gegenion Perchlorat, Tetrafluorborat, Hexafluorphosphat, Halid, ein organisches Anion, Trifluormethansulfonat, Bistrifluormethylsulfonimid, Tosylat oder ein Polyanion ist.

32. Verfahren zur Darstellung von einem leitfähigen Polymerfilm, umfassend:
Beschichten von einem Trägermaterial mit einem Precursorpolymer nach Anspruch 1 und
Umsetzen des Precursorpolymers zu einem leitfähigen, konjugierten Polymer;
wobei die Beschichtung durch irgendeine der nachstehenden Verfahren hergestellt wird: Formpressen, Schmelzbeschichtung, Tintenstrahldruck, Siebdruck, Rolle-auf-Rolle-Druckverfahren, Rotationsbeschichtung, den sogenannten „meniscus coating“- oder „dip coating“-Verfahren, Sprühbeschichtung, Bürstenstreichverfahren, Sprühkompaktieren, Rakelauftragung oder Vorhanggießen.

33. Verfahren zur Darstellung von einer leitfähigen Polymerfaser, umfassend:
Elektrospinnen, Schmelzspinnen oder Schmelzziehen von Fasern aus einem Precursorpolymer gemäß Anspruch 1; und
Umsetzen des Precursorpolymers zu einem leitfähigen, konjugierten Polymer.

34. Verfahren zur Herstellung von einem Gegenstand, umfassend:
Spritzgießen eines Precursorpolymers gemäß Anspruch 1; und
Umsetzen des Precursorpolymers zu einem leitfähigen, konjugierten Polymer;
wobei das Formen Spritzgießen oder Formpressen umfasst.

35. Hergestellter Gegenstand, umfassend das leitfähige, konjugierte Polymer nach Anspruch 11.

36. Gegenstand nach Anspruch 35, wobei der Gegenstand ein elektrochromes Bauteil, ein elektronisches und/oder optisches Bauteil oder ein Sensor ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

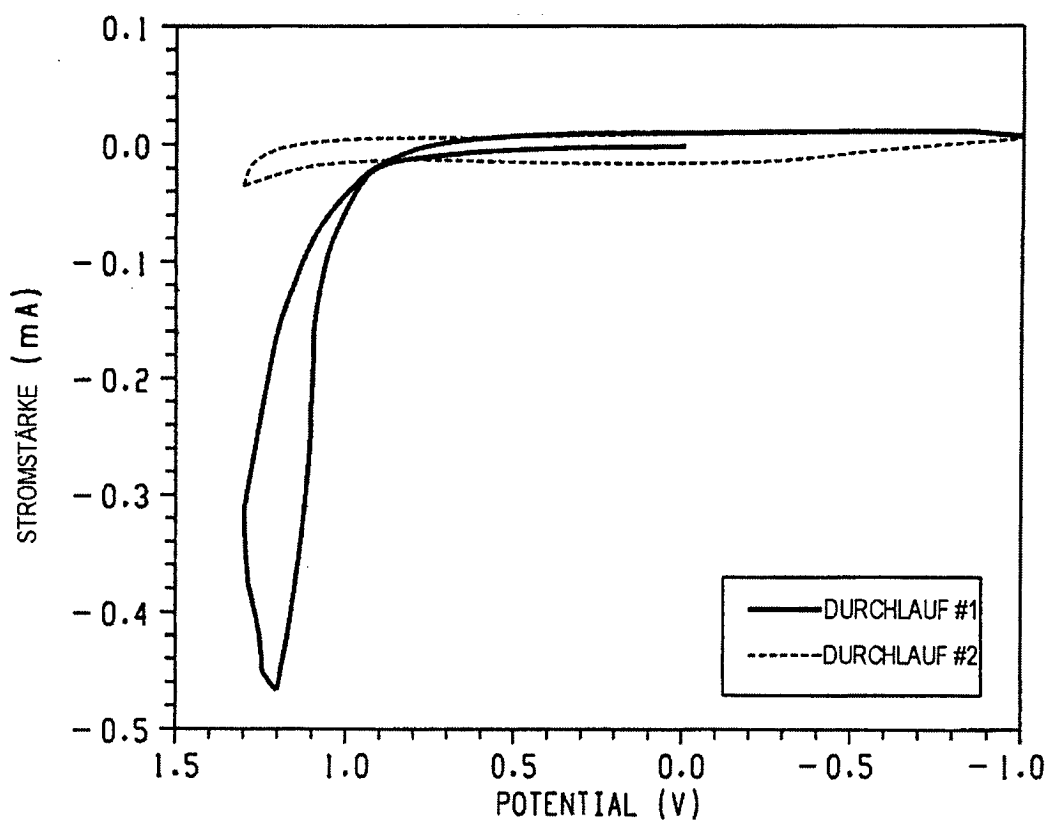


Fig. 1

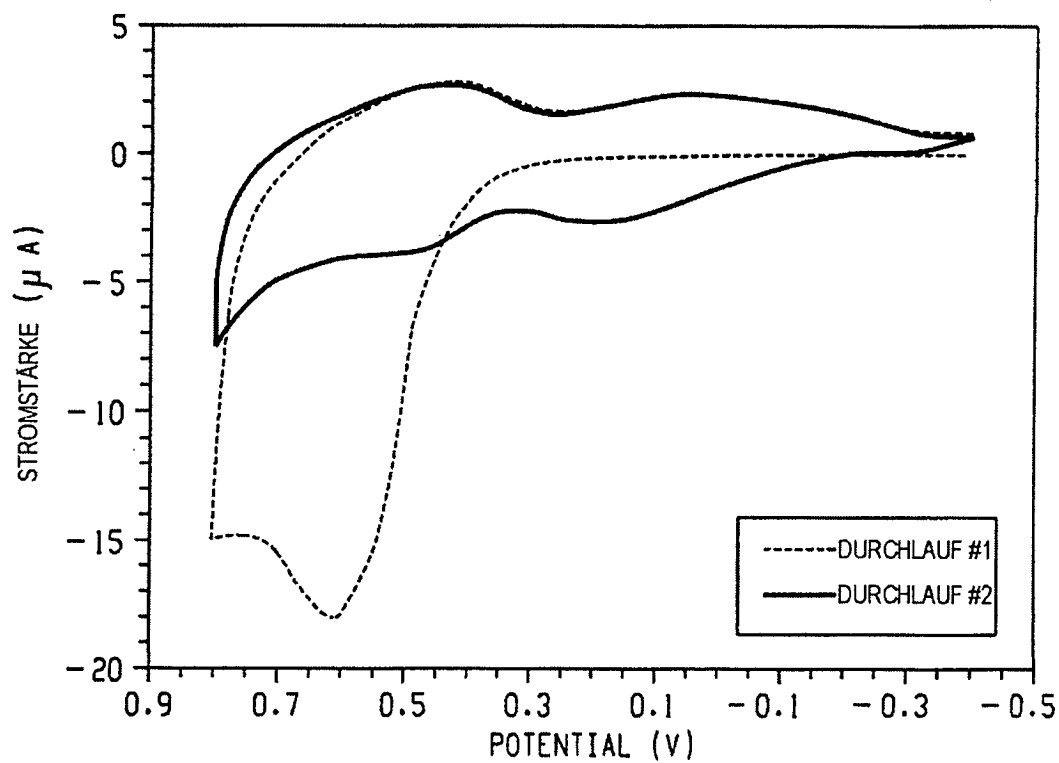


Fig. 2

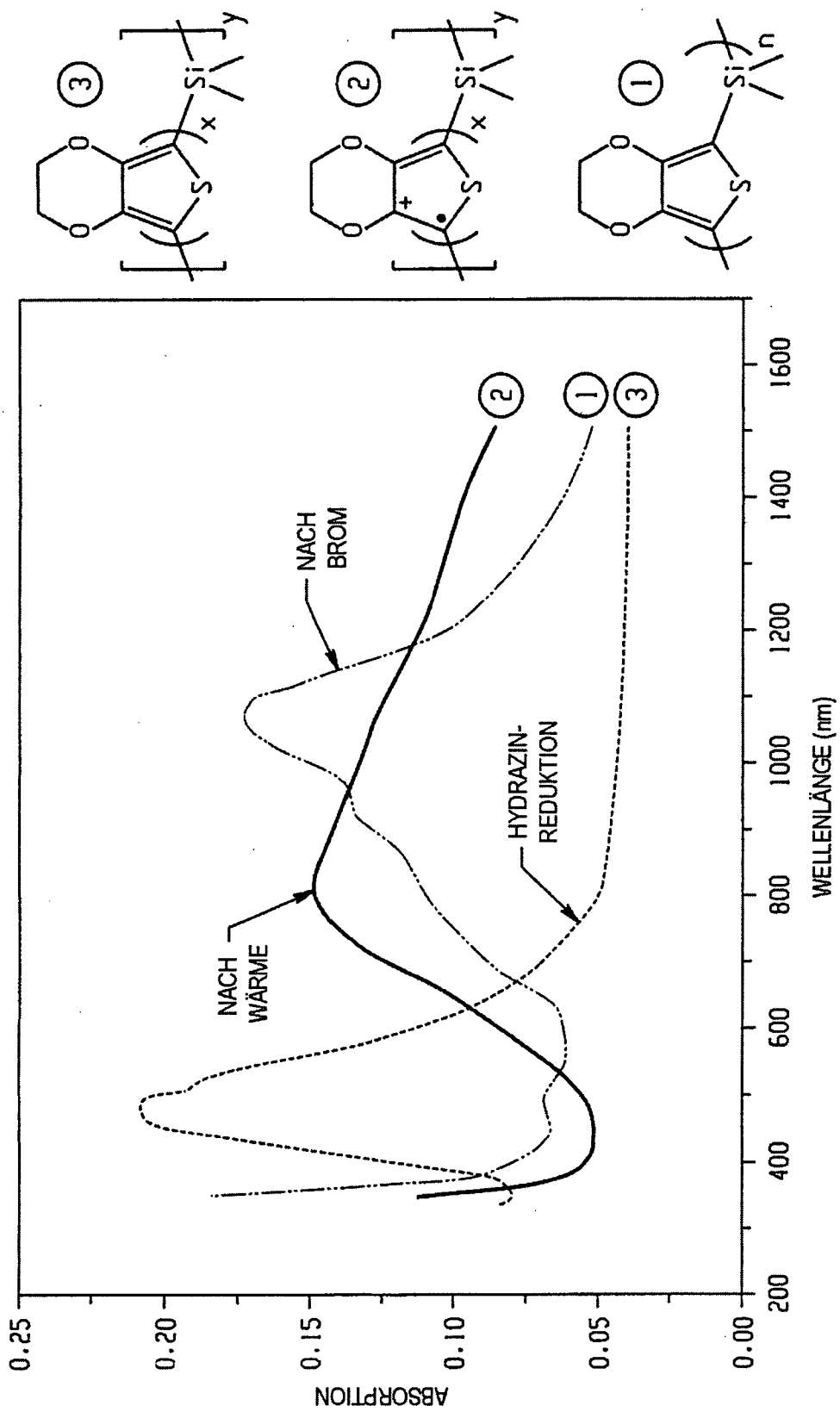


Fig. 3

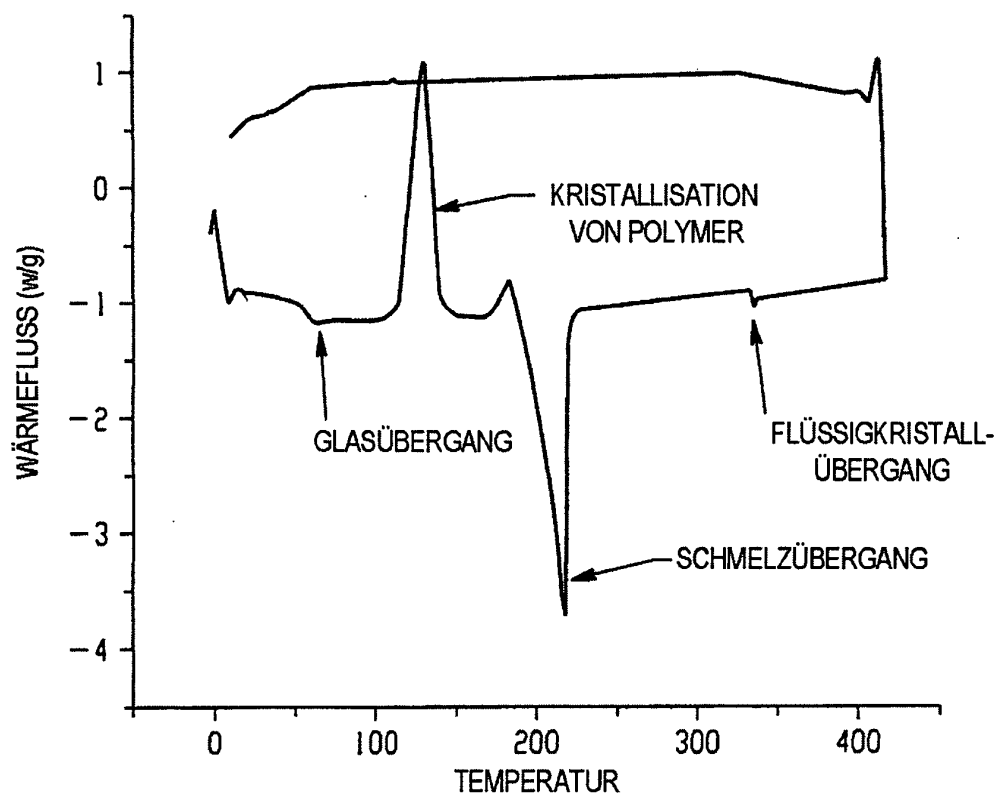


Fig. 4

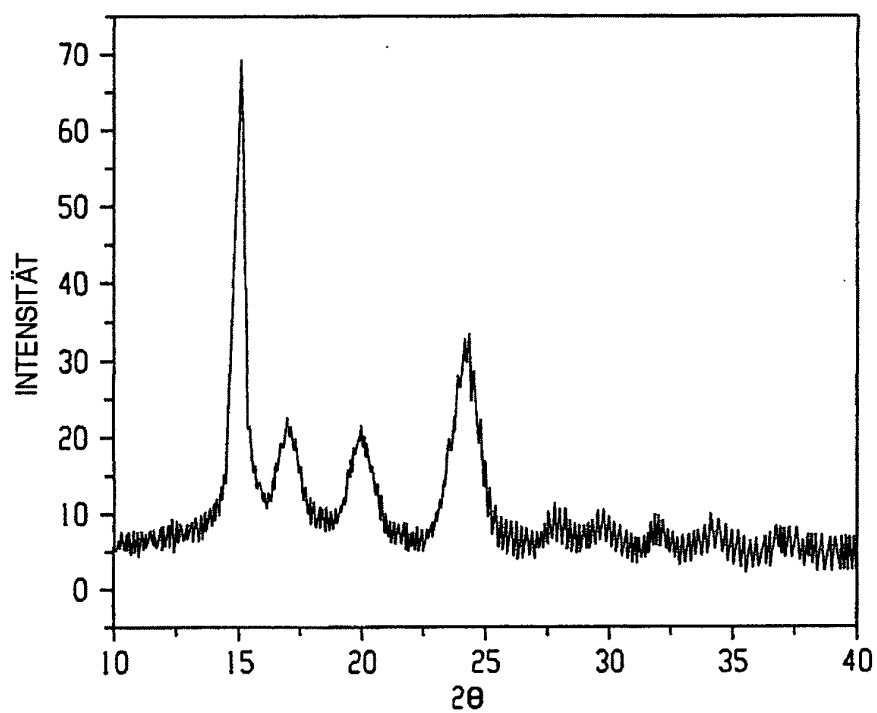


Fig. 5