

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Februar 2007 (08.02.2007)

PCT

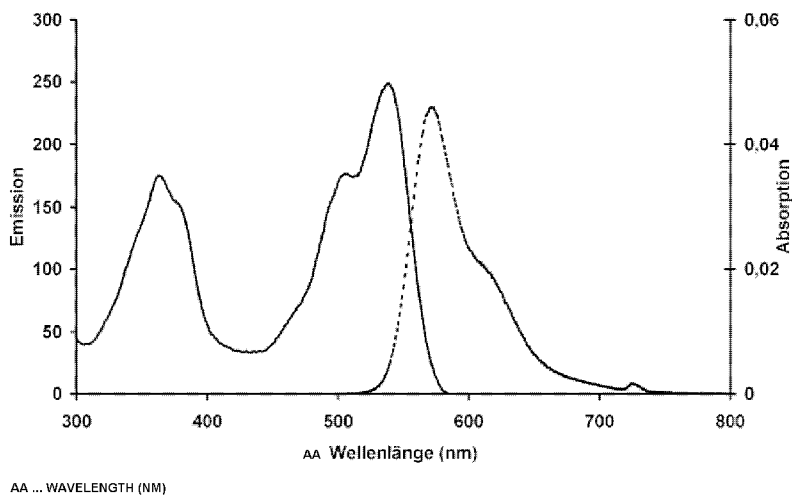
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/014902 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: C09B 5/62 (2006.01) C07D 221/18 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/064733
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Juli 2006 (27.07.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102005037115.9 3. August 2005 (03.08.2005) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BASF Aktiengesellschaft [DE/DE]; 67056 Ludwigshafen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KÖNEMANN, Martin [DE/DE]; Julius-Leber-Str. 5, 68163 Mannheim (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: BASF Aktiengesellschaft; 67056 Ludwigshafen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTIPLE CHROMOPHORES

(54) Bezeichnung: MEHRFACHCHROMOPHORE



AA ... WAVELENGTH (NM)

(57) Abstract: The invention relates to multiple chromophores with a rylene base of general formula (I), where the variables have the following meanings: rylene is a group of formula (A), functionalised with at least one imide, ester, or amide group optionally additionally substituted with aryloxy, arylthio, heteroaryloxy and/or heteroarylthio, X is a rylene dicarboximide group absorbing at a wavelength different to the rylene group, bonded in the peri position to the rylene group by a group -Y'- A- Y -, bonded by the Y to the X group and optionally substituted by aryloxy, arylthio, heteroaryloxy and/or heteroarylthio, A is a bridging body comprising at least one aromatic or heteroaromatic group, groups Y or Y and Y' being bonded to the aromatic or heteroaromatic group, Y is a group (i),(ii), Y' is a group (i), (ii), (iii), (iv), groups (i) and (ii) may be part of the ester group of the rylene group, group (iii) may be part of the imide group of the rylene group and group (iv) may be part of the amide group of the rylene group, R' = H or C₁-C₁₈ alkyl, where R¹ groups may be the same or different when multiple groups are present, n = 1,2 or 3 and x = 1 to 7.

(57) Zusammenfassung: Mehrfachchromophore auf Rylenbasis der allgemeinen Formel (I), in der die Variablen folgende Bedeutung haben: Rylen ein Rest der Formel (A), der durch mindestens eine Imidgruppe, Estergruppe oder Amidgruppe funktionalisiert ist und der zusätzlich durch Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy und/oder Hetarylthio substituiert sein

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2007/014902 A2



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

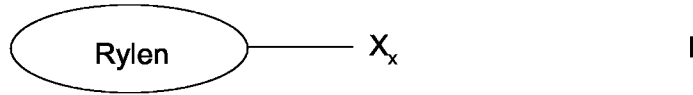
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

kann; X ein Rylendicarbonsäureimidrest, der bei einer anderen Wellenlänge absorbiert als der Rest Rylen, in peri-Position über eine Gruppierung -Y'-A-Y-, die über Y an den Rest X gebunden ist, mit dem Rylenrest verknüpft ist und ebenfalls durch Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy und/oder Hetarylthio substituiert sein kann; A ein mindestens einen aromatischen oder hetaromatischen Rest aufweisendes Brückenglied, wobei die Gruppen Y oder Y und Y' an den aromatischen oder hetaromatischen Rest gebunden sind; Y eine Gruppierung (i),(ii), Y' eine Gruppierung (i), (ii), (iii), (iv), wobei die Gruppierungen (i) und (ii) Bestandteil der Estergruppen des Rylenrests sein können und die Gruppierungen (iii) Bestandteil der Imidgruppen des Rylenrests und die Gruppierungen (iv) Bestandteil der Amidgruppen des Rylenrests sind; R¹ Wasserstoff oder C₁-C₁₈-Alkyl, wobei die Reste R¹ gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach auftreten; n 1,2 oder 3, x 1 bis 7.

Mehrfachchromophore

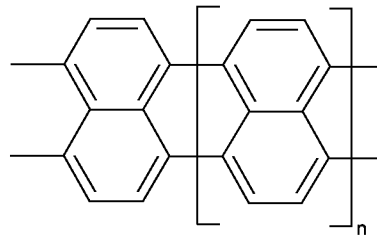
Beschreibung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft neue Mehrfachchromophore auf Rylenbasis der allgemeinen Formel I



10 in der die Variablen folgende Bedeutung haben:

Rylen ein Rest der Formel



15

der durch mindestens eine Imidgruppe, Estergruppe oder Amidgruppe funktionalisiert ist und der zusätzlich durch Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy und/oder Hetarylthio substituiert sein kann;

20 X ein Rylendicarbonsäureimidrest, der bei einer anderen Wellenlänge absorbiert als der Rest Rylen, in peri-Position über eine Gruppierung



25

die über Y an den Rest X gebunden ist, mit dem Rylenrest verknüpft ist und ebenfalls durch Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy und/oder Hetarylthio substituiert sein kann;

A ein mindestens einen aromatischen oder hetaromatischen Rest aufweisendes Brückenglied, wobei die Gruppen Y oder Y und Y' an den aromatischen oder hetaromatischen Rest gebunden sind;

30

Y eine Gruppierung

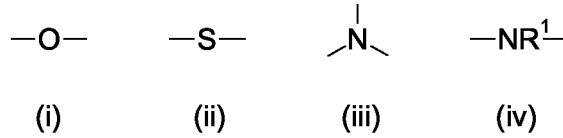


(i) (ii)

35

Y' eine Gruppierung

2



wobei die Gruppierungen (i) und (ii) Bestandteil der Estergruppen des Rylenrests sein können und die Gruppierungen (iii) Bestandteil der Imidgruppen des Rylenrests und die Gruppierungen (iv) Bestandteil der Amidgruppen des Rylenrests sind;

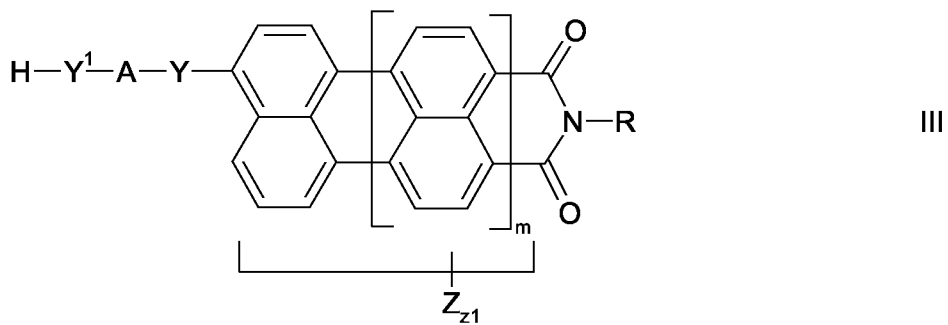
5

R¹ Wasserstoff oder C₁-C₁₈-Alkyl, wobei die Reste R¹ gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach auftreten;

n 1, 2 oder 3;

10 x 1 bis 7.

Weiterhin betrifft die Erfindung neue Rylendicarbon säureimidderivate der allgemeinen Formel III



15

in der die Variablen folgende Bedeutung haben:

Z Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy oder Hetarylthio, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;

20

(i) C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹-, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³-, -NR²COR³-, -CONR²R³-, -SO₂NR²R³-, -COOR²-, -SO₃R², Aryl und/oder gesättigtes oder ungesättigtes C₄-C₇-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, wobei die Aryl- und Cycloalkylreste jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl

25

30

und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein können;

(ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch:

C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² und/oder -SO₃R²;

(iii) Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR², -SO₃R², Aryl und/oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² und/oder -SO₃R² substituiert sein kann;

(iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂- bedeutet;

(v) C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² oder -SO₃R²,

wobei die Reste Z für z > 1 und/oder z₁ > 1 gleich oder verschieden sein können;

A ein mindestens einen aromatischen oder hetaromatischen Rest aufweisendes Brückenglied, wobei die Gruppen Y oder Y und Y¹ an den aromatischen oder hetaromatischen Rest gebunden sind;

Y -O- oder -S-;

35 Y¹ -O-, -S- oder -NR¹-;

R Wasserstoff;

C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;

40 C₃-C₈-Cycloalkyl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-,

- S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;
- 5 Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv), (v) und/oder Aryl- und/oder Hetarylazo, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann,
- 10 wobei die Reste R gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;
- 15 R¹ Wasserstoff oder C₁-C₁₈-Alkyl, wobei die Reste R¹ gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach auftreten;
- R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff;
- C₁-C₁₈-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro und/oder -COOR¹ substituiert sein kann;
- 20 Aryl oder Hetaryl, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein kann;
- 25 m 0, 1 oder 2;
- z₁ für m = 0: 0;
- 30 für m = 1: 0 bis 2;
- für m = 2: 2 bis 4,

als Zwischenprodukte für die Mehrfachchromophore I.

- 35 Außerdem betrifft die Erfindung Verfahren zur Herstellung der Mehrfachchromophore I und der Rylendicarbonsäureimide III.

- Schließlich betrifft die Erfindung die Verwendung der Mehrfachchromophore I zur Einfärbung von organischen und anorganischen Materialien, zur Herstellung elektromagnetische Strahlung absorbierender und/oder emittierender wässriger Polymerisatdispersionen, zur Erzeugung für das menschliche Auge nicht sichtbarer Markierungen und
- 40

Beschriftungen, als Filter oder Emitter in Display-Anwendungen, als Emitter in Chemilumineszenzanwendungen und als Aktivkomponenten in der Photovoltaik.

5 Rylenchromophore, insbesondere die Rylentetracarbonsäurediimide und -dicarbonsäureimide, stellen eine chemisch sehr stabile Klasse von Effektstoffen dar und sind daher für viele technische Anwendungsgebiete von Interesse. Die Chromophore auf Perylen- und Terrylenbasis zeichnen sich dabei insbesondere durch ihre Fluoreszenzeigenschaften aus, während bei den höheren Homologen vor allem ihre Absorption im Nahinfrarotbereich des elektromagnetischen Spektrums von Bedeutung ist.

10 Die Rylenchromophore sind bekannt und z.B. in EP-A-596 292, den WO-A-96/22331, 96/22332, 97/22607, 02/66438, 02/76988 und 03/104232 und den älteren deutschen Patentanmeldungen 10 2005 021 362.6 und 10 2005 032 583.1 beschrieben.

15 Durch Modifizierung ihres Absorptionsverhaltens kann die Wirkung der Rylenchromophore noch weiter verbessert werden. So ist eine Erweiterung des absorbierten Spektralbereichs für viele Anwendungen, z.B. für eine optimale Ausnutzung des Fluoreszenzeffekts bei Tageslicht, von Vorteil. Diese Erweiterung kann vorteilhaft dadurch erreicht werden, daß unterschiedlich absorbierende Chromophore über chemische
20 Bindungen miteinander verknüpft werden. In diesen Mehrfachchromophoren wird die Energie vom kürzerwellig absorbierenden Chromophor auf den längerwellig absorbierenden Chromophor übertragen.

25 In Chem. Eur. J. 5, Seite 2388-2395 (1999) werden Bichromophore auf Terrylen/Perylen-Basis beschrieben, bei denen ein peri-hexylsubstituiertes Perylen über einen Hexamethylenrest an das zweite Imidstickstoffatom von N-(2,6-Diisopropylphenyl)-1,6-di(4-tert.-octylphenoxy)terrylentetracarbonsäurediimid gebunden ist.

30 Auch die in der DE-A-102 12 358 beschriebenen Bichromophore basieren auf Perylentetracarbonsäureimiden, die an einem Imidstickstoffatom über eine Ester- oder Amidfunktion oder direkt mit einem kürzerwellig absorbierenden Chromophor aus der Gruppe Anthrachinon, Anthracen, Naphthalin, Pyren oder Fluoren verknüpft sind.

35 Dendritische Mehrfachchromophore sind aus Angew. Chem. 114, 1980-1984 (2002) bekannt. Hier wird ein zentrales N,N'-Bis(2,6-diisopropylphenoxy)terrylentetracarbonsäurediimidmolekül mit 4 oder 8 N-(2,6-Diisopropylphenyl)perylendicarbonsäureimidmolekülen bzw. mit 4 N-(2,6-Diisopropylphenyl)perylendicarbonsäureimidmolekülen und 8 N-(2,6-Diisopropylphenyl)naphthalindicarbonsäureimidmolekülen kombiniert. Die Verknüpfung erfolgt hier über (Pentaphenyl)phenyleinheiten.

40 In Chem. Eur. 8, 4742-4750 (2002) sind Bichromophore auf Basis zweier über eine Amidfunktion verbrückter Naphthalintetracarbonsäurediimide beschrieben, bei denen

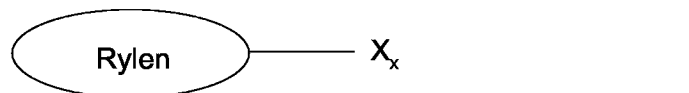
das chromophore System eines Diimids durch Einführung von Butylaminosubstituenten modifiziert wurde, um seine Absorption bathochrom zu verschieben.

Schließlich sind in J. Am. Chem. Soc. 126, 8284-8294 (2004) Bichromophore auf Basis von unterschiedlich substituierten Perylentetracarbonsäureimiden beschrieben, bei denen die außen stehenden Chromophore über Phenylenbrücken an die Imidstickstoffatome und direkt an das Rylengerüst des zentralen Chromophors gebunden sind.

Die aufgrund ihrer Absorptions- und Emissionseigenschaften besonders interessanteren bekannten Mehrfachchromophore sind nur durch aufwendige, vielstufige Synthesen unter Einsatz von Schutzgruppenchemie zugänglich.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, Mehrfachchromophore bereitzustellen, die auf verfahrenstechnisch vorteilhafte Weise, insbesondere auch im technischen Maßstab über wenige Synthesestufen, herzustellen sind und deren Absorptions- und Emissionseigenschaften gezielt an den jeweiligen Anwendungszweck angepaßt werden können.

Demgemäß wurden die Mehrfachchromophore der Formel I



gefunden.

Die erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore I bestehen aus dem Chromophor Rylen auf Basis von Perylen, Terrylen oder Quatterrylen, an den mindestens ein Rylen-dicarbonsäureimid, das bei einer anderen Wellenlänge absorbiert als der Chromophor Rylen, als weiterer Chromophor X gebunden ist.

Der Chromophor X kann dieselbe Anzahl Naphthalineinheiten aufweisen wie der Chromophor Rylen, muß sich dann jedoch durch die Art der Substitution von diesem unterscheiden (andere oder mehr oder weniger Substituenten), so daß die Wellenlänge seiner Absorption gegenüber der des Chromophors Rylen verschoben ist.

Bevorzugt unterscheidet sich der Chromophor X in der Anzahl der Naphthalineinheiten vom Chromophor Rylen. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem Chromophor X um das jeweils nächstniedere Homologe, also ein Naphthalin-, Perylen- bzw. Terrylen-dicarbonsäureimid.

Der Chromophor Rylen der erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore ist durch mindestens eine Imid-, Ester- oder Amidgruppe oder durch 2 vorzugsweise gleiche Grup-

pen, funktionalisiert. Bevorzugt sind die Rylentetracarbonsäurediimide, Rylendicarbon-säureester, Rylendicarbon-säureamide und Rylendicarbon-säureimide, wobei die Rylentetracarbonsäurediimide und Rylendicarbon-säureimide besonders bevorzugt und die Rylentetracarbonsäurediimide ganz besonders bevorzugt sind.

5

Der Chromophor X ist in peri-Position über die Gruppierung



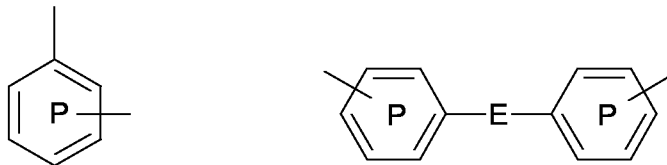
10 die über Y (-O- oder -S-) an X gebunden ist, mit dem Chromophor Rylen verknüpft.

Der Chromophor X kann an das Kohlenstoffgerüst des Chromophors Rylen oder über die ihn funktionalisierenden Gruppen gebunden sein.

15 Die Bindung an das Kohlenstoffgerüst erfolgt dabei über eine Gruppierung -O- oder -S- (Y' = (i) oder (ii)). Die Bindung über die funktionalisierenden Gruppen ist auf verschiedene Weise möglich. So kann Y' Bestandteil der Imidgruppe (Y' = (iii)), der Amidgruppe (Y' = (iv)) oder der Estergruppe (Y' = (i) oder (ii)) sein.

20 Das die Gruppierungen Y und Y' verbindende Brückenglied A weist mindestens einen aromatischen oder heteroaromatischen Rest auf, an den Y und Y' gebunden sind.

Vorzugsweise ist A ein Arylen- oder Hetarylenrest der Formeln



25

in denen die Ringe P gleich oder verschieden sein können, Heteroatome als Ringatome enthalten können und/oder annelierte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-,
 30 -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, aufweisen können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die vorstehend als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann.

E bedeutet dabei:

35

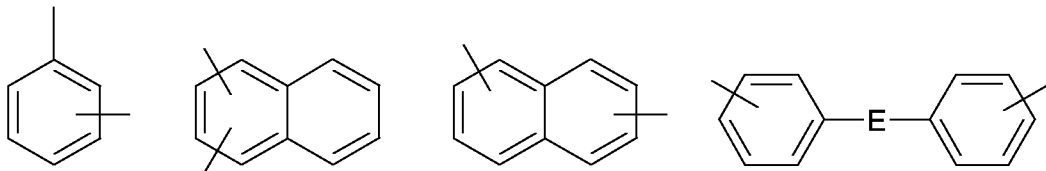
eine chemische Bindung;

eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂- oder C₁-C₁₂-Alkylen oder C₄-C₇-Cycloalkylen, dessen Kohlenstoffkette jeweils ein- oder mehrfach durch diese Gruppierungen unterbrochen sein kann und das jeweils ein- oder

mehrfach durch die vorstehend als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann;

Arylen oder Hetarylen, das ebenfalls jeweils ein- oder mehrfach durch die Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann, wobei Hydroxy und Mercapto als Reste (v) ausgeschlossen sind.

Besonders bevorzugte Brückenglieder A sind Arylenreste der Formeln



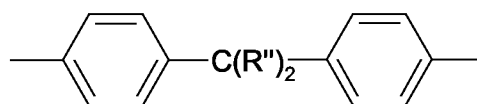
10

in denen die Phenylen- oder Naphthylenringe ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl substituiert sein können und E eine chemische Bindung, Methylen oder Isopropylen bedeutet.

15 Beispiele für besonders bevorzugte Brückenglieder A sind im einzelnen:

1,4-, 1,3- und 1,2-Phenylen, 1,4-[2,5-Di(tert.-butyl)]phenylen, 1,4-(2,5-Dihexyl)phenylen, 1,4-[2,5-Di(tert.-octyl)]phenylen, 1,4-(2,5-Didodecyl)phenylen, 1,4-[2,5-Di(2-dodecyl)]phenylen, 1,4- und 1,8-Naphthylen, 4,4'-, 3,3'- und 2,2'-Biphenylen, 4,4'-Di(2,2',6,6'-tetramethyl)phenylen, 4,4'-Di(2,2',6,6'-tetraethyl)phenylen, 4,4'-Di(2,2',6,6'-tetraisopropyl)phenylen, 4,4'-Di(2,2',6,6'-tetrahexyl)phenylen, 4,4'-Di[2,2',6,6'-tetra(2-hexyl)]phenylen, 4,4'-Di[2,2',6,6'-tetra(tert.-octyl)]phenylen, 4,4'-Di(2,2',6,6'-tetradodecyl)phenylen und 4,4'-Di[2,2',6,6'-tetra(2-dodecyl)]phenylen sowie

25



wobei R'' Wasserstoff, Methyl, Ethyl oder Phenyl bedeutet.

Ganz besonders bevorzugte Brückenglieder A sind 1,4-Phenylen und 4,4'-Di(2,2',6,6'-tetramethyl)phenylen.

Der Chromophor R_{yl}en und/oder der Chromophor X können weiterhin im Rylengerüst durch (Het)Aryloxy- oder (Het)Arylthioester substituiert sein.

35 Als Beispiele für besonders geeignete Substituenten seien dabei Phenoxy, Thiophenoxy, 2-Naphthoxy, 2-Naphthylthio, 2-, 3- und 4-Pyridyloxy, 2-, 3- und 4-Pyridylthio, 2-, 4- und 5-Pyrimidyloxy und 2-, 4- und 5-Pyrimidylthio genannt, wobei Phenoxy und

Thiophenoxy bevorzugt sind und Phenoxy besonders bevorzugt ist.

Durch die Einführung dieser Substituenten kann das jeweilige chromophore System vergrößert und damit die Absorption gezielt bathochrom verschoben werden.

5

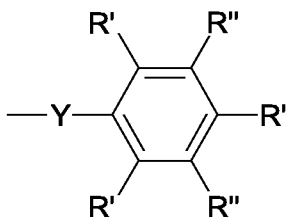
Die (Het)Aryloxy- oder (Het)Arylthioester selbst können wiederum beliebig substituiert sein. Geeignete Substituenten sind nachfolgend bei der Beschreibung der bevorzugten erfindungsgemäßen Mehrfachchromophoren aufgeführt.

- 10 Durch gezielte Substitution der (Het)Aryloxy- oder (Het)Arylthioester kann zusätzlich die Form der Absorptionsbande des jeweiligen Chromophors beeinflusst werden. So bewirken in ortho,ortho'-Position substituierte (Het)Aryloxy- oder (Het)Arylthioester eine Erhöhung der Fluoreszenzquantenausbeuten, weshalb diese Reste von besonderem Interesse als Substituenten für den längerwellig absorbierenden, emittierenden Chromophor sind. Durch diese Reste substituierte Rylentetra- und -dicarbonsäurederivate sind in der älteren deutschen Patentanmeldung 10 2005 032 583.1 beschrieben.

15

Besonders geeignete ortho,ortho'-substituierte Phenoxy- und Thiophenoxyreste weisen die Formel

20



auf, in der die Variablen folgende Bedeutung haben:

- 25 Y -O- oder -S-, vorzugsweise -O-;
 R' gleiche oder verschiedene Reste:
 (i) C₁-C₁₈-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy und/oder Halogen substituiert sein
 30 kann, wobei höchstens ein Alkylrest R' in der 1-Position ein tertiäres Kohlenstoffatom aufweisen kann;
 (ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₁₂-Alkoxy substituiert sein kann, wobei höchstens ein Cycloalkylrest R' in der 1-Position ein tertiäres Kohlenstoffatom aufweisen kann;
 35 (iii) Aryl oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy und/oder Halogen substituiert sein kann;

- (iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S- oder -NR¹- bedeutet;
- (v) C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Halogen oder Cyano;
- 5 R'' gleiche oder verschiedene Reste:
Wasserstoff;
einer der für R' genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv) und (v), wobei die Alkylreste (i) und die Cycloalkylreste (ii) in der 1-Position tertiäre Kohlenstoffatome aufweisen können;
- 10 R¹ Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl.

Ganz besonders bevorzugte Reste R' sind dabei die Alkyl-, Cycloalkyl- und Phenylreste, vor allem die Alkylreste R' mit sekundärem oder primärem Kohlenstoffatom in der 1-Position sowie Methyl und die Cycloalkylreste R' mit sekundärem Kohlenstoffatom in der 1-Position, wobei die Alkyl- und Cycloalkylreste mit sekundärem Kohlenstoffatom in der 1-Position besonders hervorzuheben sind.

15

Vorzugsweise sind diese Phenoxy- und Thiophenoxyreste nur in ortho- und ortho'-Position oder zusätzlich in para-Position substituiert.

20

Als Beispiele für ganz besonders bevorzugte Phenoxy- und Thiophenoxyreste seien im einzelnen genannt:

2,6-Dimethylphenoxy, 2,6-Diethylphenoxy, 2,6-Diisopropylphenoxy, 2,6-Di(2-butyl)phenoxy, 2,6-Di(n-butyl)phenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)phenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)phenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)phenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)phenoxy, 2,6-Dicyclohexylphenoxy, 2,6-Diphenylphenoxy, 2,6-Di-methyl-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Diethyl-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-butyl)phenoxy, 2,4,6-Tri(n-butyl)phenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Diphenyl-4-(n-butyl)phenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Diethyl-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Diphenyl-4-(n-nonyl)phenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Diethyl-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(n-octadecyl)phenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Diethyl-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Di(n-

25

30

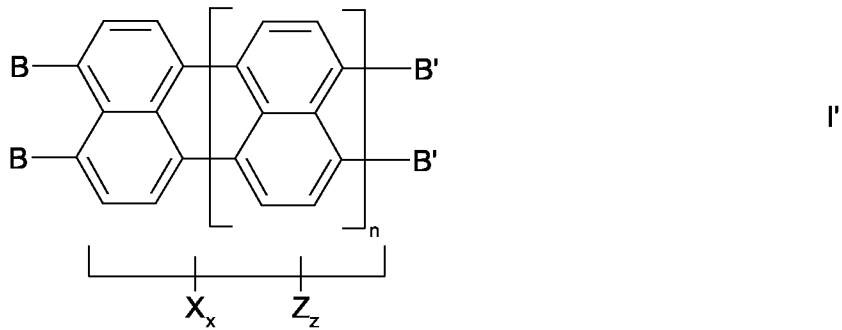
35

40

butyl)-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Diphenyl-4-(tert.-butyl)phenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Diethyl-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Di(n-butyl)-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(tert.-octyl)phenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(tert.-octyl)phenoxy und 2,6-Diphenyl-4-(tert.-octyl)phenoxy;

10 2,6-Dimethylthiophenoxy, 2,6-Diethylthiophenoxy, 2,6-Diisopropylthiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)thiophenoxy, 2,6-Dicyclohexylthiophenoxy, 2,6-Diphenylthiophenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Diethyl-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,4,6-Tri(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Diphenyl-4-(n-butyl)thiophenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Diethyl-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Diphenyl-4-(n-nonyl)thiophenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Diethyl-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(n-octadecyl)thiophenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Diethyl-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-butyl)-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Diphenyl-4-(tert.-butyl)thiophenoxy, 2,6-Dimethyl-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Diethyl-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Diisopropyl-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-butyl)-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-butyl)-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-hexyl)-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-hexyl)-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Di(2-dodecyl)-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Di(n-dodecyl)-4-(tert.-octyl)thiophenoxy, 2,6-Dicyclohexyl-4-(tert.-octyl)thiophenoxy und 2,6-Diphenyl-4-(tert.-octyl)thiophenoxy.

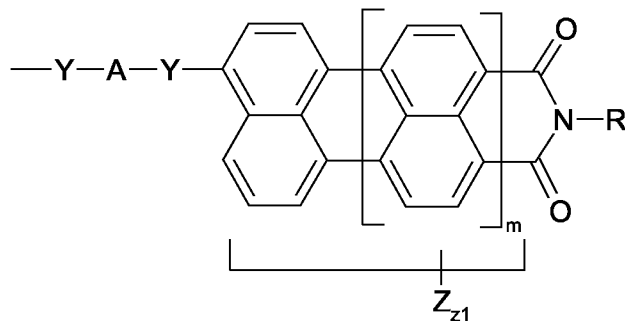
Eine bevorzugte Gruppe der erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore weist die allgemeine Formel I'



5

auf, in der die Variablen die folgende Bedeutung haben:

X ein Rylendicarbon säureimidrest der Formel



10

wobei die Reste X gleich oder verschieden sein können;

Z Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy oder Hetarylthio, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann:

15

(i) C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch:

20

C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR², -SO₃R², Aryl und/oder gesättigtes oder ungesättigtes C₄-C₇-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-,

25

-N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, wobei die Aryl- und Cycloalkylreste jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl

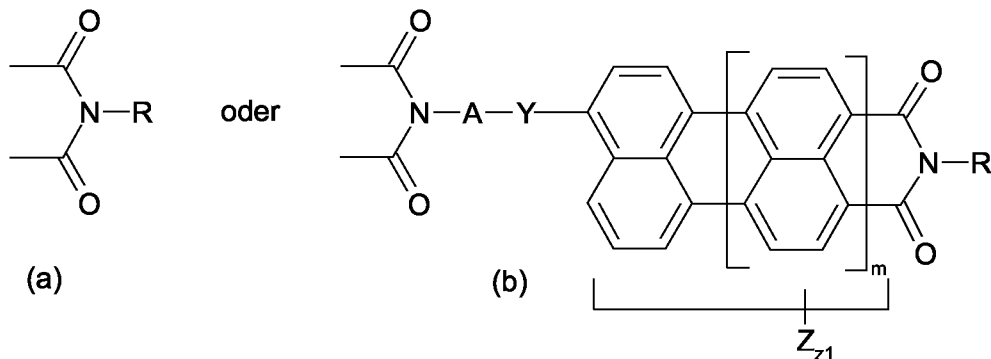
und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein können;

- 5 (ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-
- 10 gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-
- 15 Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² und/oder -SO₃R²;
- (iii) Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-
- 20 gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-
- 25 Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR², -SO₃R², Aryl und/oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² und/oder -SO₃R² substituiert sein kann;
- (iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂- bedeutet;
- (v) C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² oder -SO₃R²,

wobei die Reste Z für z > 1 und/oder z₁ > 1 gleich oder verschieden sein können;

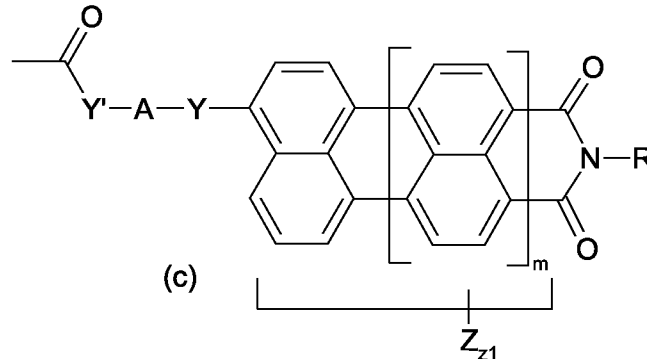
30 B für n = 1, 2 oder 3:

miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a) oder (b)



35 oder

ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen Rest X;
 für n = 1 zusätzlich:
 beide Wasserstoff, ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest Z oder
 ein Rest B Wasserstoff, Halogen oder Cyano und der andere Rest einen Rest
 5 der Formel (c)



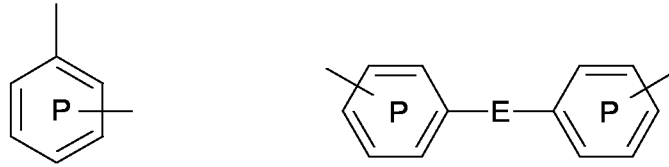
- B' für n = 1, 2 oder 3:
- 10 miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a), wenn die Reste B zusammen einen Rest der Formel (a) bedeuten; miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a), wenn ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen Rest X bedeutet, wobei für n = 2 oder 3 gilt: x = 0 und z ≠ 0;
- 15 miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (b), wenn die Reste B zusammen einen Rest der Formel (a) oder (b) bedeuten oder ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen Rest X oder Z bedeutet, wobei für n = 2 oder 3 gilt: x = 0 und z ≠ 0;
- für n = 1 zusätzlich:
- 20 miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a) oder (b), wenn ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen Rest Z bedeutet;
- ein Rest B' Wasserstoff, Halogen oder Cyano und der andere Rest einen Rest der Formel (c), wenn ein Rest B Wasserstoff, Halogen oder Cyano und der andere Rest einen Rest der Formel (c) bedeutet;
- 25 A ein mindestens einen aromatischen oder heteroaromatischen Rest aufweisendes Brückenglied, wobei die Gruppen Y oder Y und Y¹ an den aromatischen oder heteroaromatischen Rest gebunden sind;
- Y -O- oder -S-;
- 30 Y¹ -O-, -S- oder -NR¹-;
- R Wasserstoff;
 C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;
- 35

- 5 C_3 - C_8 -Cycloalkyl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;
- 10 Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv), (v) und/oder Aryl- und/oder Hetarylazo, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann,
- 15 wobei die Reste R gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;
- R¹ Wasserstoff oder C₁-C₁₈-Alkyl, wobei die Reste R¹ gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach auftreten;
- 20 R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff;
- C₁-C₁₈-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro und/oder -COOR¹ substituiert sein kann;
- 25 Aryl oder Hetaryl, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein kann;
- 30 n 1, 2 oder 3;
m 0, 1 oder 2;
x für n = 1:
2 bis 4 oder auch 0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (b) oder ein Rest B und ein Rest B' jeweils einen Rest der Formel (c) bedeuten;
- 35 für n = 2:
2 bis 6, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;
0 für alle weiteren Bedeutungen der Reste B und B';
- 40 für n = 3:
2 bis 4, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;

- 0 für alle weiteren Bedeutungen der Reste B und B';
- z 0 bis 8 mit $x + z \leq 8$ ist, wobei für $n = 2$ oder 3 gilt: $z \neq 0$, wenn $x = 0$ ist;
- z1 für $m = 0$: 0;
- für $m = 1$: 0 bis 2;
- 5 für $m = 2$: 2 bis 4.

Bei besonders bevorzugten Mehrfachchromophoren der Formel I' haben die Variablen folgende Bedeutung:

- 10 Z Phenoxy oder Thiophenoxy, das jeweils ein- oder mehrfach durch gleiche oder verschiedene Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann:
- (i) C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹- und/oder -CO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch:
- 15 C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Halogen, Cyano und/oder Aryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₆-Alkoxy substituiert sein kann;
- (ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -CR¹=CR¹- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy und/oder C₁-C₆-
- 20 Alkylthio substituiert sein kann;
- (iii) Aryl oder Hetaryl, an das jeweils weitere 5- bis 7-gliedrige gesättigte oder ungesättigte Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein-
- 25 oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, -C=CR¹-, -CR¹=CR¹-, Hydroxy, Halogen, Cyano, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² und/oder -SO₃R², Aryl und/oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₈-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann;
- (iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂- bedeutet;
- (v) C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR^{1,2}, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR²
- 35 oder -SO₃R²,
- wobei die Reste Z für $z > 1$ und/oder $z1 > 1$ gleich oder verschieden sein können;
- A ein Arylen- oder Hetarylenrest der Formeln



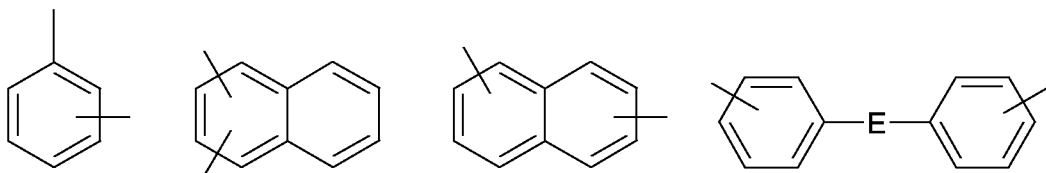
- in denen die Ringe P gleich oder verschieden sein können, Heteroatome als Ringatome enthalten können und/oder annelierte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, aufweisen können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann,
- 5 wobei die Reste A gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;
- E eine chemische Bindung, eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂- oder C₁-C₁₂-Alkylen oder C₄-C₇-Cycloalkylen, dessen Kohlenstoffkette jeweils ein- oder mehrfach durch diese Gruppierungen unterbrochen sein kann und das jeweils ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann;
- 15 Arylen oder Hetarylen, das jeweils ein- oder mehrfach die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann, wobei Hydroxy und Mercapto als Reste (v) ausgeschlossen sind;
- 20 Y -O-;
- Y¹ -O- oder -NR¹-;
- R C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₆-Alkoxy, Cyano und/oder Aryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₆-Alkoxy substituiert sein kann;
- 25 Phenyl, Naphthyl, Pyridyl oder Pyrimidyl, das jeweils ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy, Halogen, Cyano, Nitro, -CONR²R³, -SO₂NR²R³ und/oder Phenyl- und/oder Naphthylazo, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann;
- 30 C₅-C₈-Cycloalkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl substituiert sein kann, wobei die Reste R gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;
- 35 R¹ Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl;
- R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff; C₁-C₁₈-Alkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkoxy, Hydroxy, Halogen und/oder Cyano substituiert sein kann;

Aryl oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein kann;

- n 1 oder 2;
- 5 m 0 oder 1, wobei $m = n - 1$ ist;
- x für $n = 1$:
2 bis 4 oder auch 0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (b) oder ein Rest B und ein Rest B' jeweils einen Rest der Formel (c) bedeuten;
- 10 für $n = 2$:
2 bis 4, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;
0 für alle weiteren Bedeutungen der Reste B und B';
- z 0 bis 4, wobei $x + z \leq 4$ ist, wobei für $n = 2$ gilt: $z \neq 0$, wenn $x = 0$ ist;
- 15 z₁ für $m = 0$: 0;
für $m = 1$: 0 bis 2.

Bei ganz besonders bevorzugten Mehrfachchromophoren der Formel I' haben die Variablen schließlich folgende Bedeutung:

- 20 Z Phenoxy, das ein- oder mehrfach durch gleiche oder verschiedene Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann:
- (i) C₁-C₁₈-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy und/oder Halogen substituiert sein kann;
- 25 (ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₁₂-Alkoxy substituiert sein kann;
- (iii) Aryl oder Hetaryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy und/oder Halogen substituiert sein kann;
- 30 (iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S- oder -NR¹- bedeutet;
- (v) C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Halogen oder Cyano;
- 35 B, B' jeweils miteinander verbunden zu einem Rest der Formel (a) oder (b);
A ein Arylenrest der Formeln



- in denen die Phenylen- oder Naphthylenringe ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl substituiert sein können,
wobei die Reste A gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;
- 5 E eine chemische Bindung, Methylen oder Isopropylen;
Y, Y¹ -O-;
R gleiche Reste:
C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substitu-
- 10 iert sein kann durch: C₁-C₆-Alkoxy, Cyano und/oder Aryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₆-Alkoxy substituiert sein kann;
Phenyl, Naphthyl, Pyridyl oder Pyrimidyl, das jeweils ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy, Halogen, Cyano, Nitro, -CONR²R³, -SO₂NR²R³ und/oder Phenyl- und/oder Naphthylazo, das jeweils
- 15 ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann;
C₅-C₈-Cycloalkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl substituiert sein kann;
- R¹ Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl;
- 20 R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff;
C₁-C₁₈-Alkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkoxy, Hydroxy, Halogen und/oder Cyano substituiert sein kann;
Aryl oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein
- 25 kann;
- n 1 oder 2;
m 0 oder 1, wobei m = n - 1 ist;
x für n = 1:
2 bis 4 oder auch 0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der
- 30 Formel (b) bedeuten;
für n = 2:
2 bis 4, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;
0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (b) bedeuten;
- 35 z 0 bis 4, wobei x + z ≤ 4 ist;
z¹ 0.

40 Als Beispiele für die in den erfindungsgemäßen Formeln auftretenden Reste R, R', R'' und R¹ bis R³ sowie deren Substituenten seien im einzelnen genannt:

Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, tert.-Butyl, Pentyl, Isopentyl, Neopentyl, tert.-Pentyl, Hexyl, 2-Methylpentyl, Heptyl, 1-Ethylpentyl, Octyl, 2-Ethylhexyl, Isooctyl, Nonyl, Isononyl, Decyl, Isodecyl, Undecyl, Dodecyl, Tridecyl, Isotridecyl, Tetradecyl, Pentadecyl, Hexadecyl, Heptadecyl, Octadecyl, Nonadecyl und Eicosyl (die obigen
5 Bezeichnungen Isooctyl, Isononyl, Isodecyl und Isotridecyl sind Trivialbezeichnungen und stammen von den nach der Oxosynthese erhaltenen Alkoholen);

2-Methoxyethyl, 2-Ethoxyethyl, 2-Propoxyethyl, 2-Isopropoxyethyl, 2-Butoxyethyl, 2- und 3-Methoxypropyl, 2- und 3-Ethoxypropyl, 2- und 3-Propoxypropyl, 2- und 3-Butoxypropyl, 2- und 4-Methoxybutyl, 2- und 4-Ethoxybutyl, 2- und 4-Propoxybutyl, 3,6-Dioxaheptyl, 3,6-Dioxaoctyl, 4,8-Dioxanonyl, 3,7-Dioxaoctyl, 3,7-Dioxanonyl, 4,7-Dioxaoctyl, 4,7-Dioxanonyl, 2- und 4-Butoxybutyl, 4,8-Dioxadecyl, 3,6,9-Trioxadecyl, 3,6,9-Trioxaundecyl, 3,6,9-Trioxadodecyl, 3,6,9,12-Tetraoxatridecyl und 3,6,9,12-Tetraoxatetradecyl;
10

2-Methylthioethyl, 2-Ethylthioethyl, 2-Propylthioethyl, 2-Isopropylthioethyl, 2-Butylthioethyl, 2- und 3-Methylthiopropyl, 2- und 3-Ethylthiopropyl, 2- und 3-Propylthiopropyl, 2- und 3-Butylthiopropyl, 2- und 4-Methylthiobutyl, 2- und 4-Ethylthiobutyl, 2- und 4-Propylthiobutyl, 3,6-Dithiaheptyl, 3,6-Dithiaoctyl, 4,8-Dithianonyl, 3,7-Dithiaoctyl, 3,7-Dithianonyl, 2- und 4-Butylthiobutyl, 4,8-Dithiadecyl, 3,6,9-Trithiadecyl, 3,6,9-Trithiaundecyl, 3,6,9-Trithiadodecyl, 3,6,9,12-Tetrathiatridecyl und 3,6,9,12-Tetrathiatetradecyl;
15

2-Monomethyl- und 2-Monoethylaminoethyl, 2-Dimethylaminoethyl, 2- und 3-Dimethylaminopropyl, 3-Monoisopropylaminopropyl, 2- und 4-Monopropylaminobutyl, 2- und 4-Dimethylaminobutyl, 6-Methyl-3,6-diazaheptyl, 3,6-Dimethyl-3,6-diazaheptyl, 3,6-Diazaoctyl, 3,6-Dimethyl-3,6-diazaoctyl, 9-Methyl-3,6,9-triazadecyl, 3,6,9-Trimethyl-3,6,9-triazadecyl, 3,6,9-Triazaundecyl, 3,6,9-Trimethyl-3,6,9-triazaundecyl, 12-Methyl-3,6,9,12-tetraazatridecyl und 3,6,9,12-Tetramethyl-3,6,9,12-tetraazatridecyl;
25

(1-Ethylethyliden)aminoethylen, (1-Ethylethyliden)aminopropylen, (1-Ethylethyliden)aminobutylen, (1-Ethylethyliden)aminodecylen und (1-Ethylethyliden)aminododecylen;
30

Propan-2-on-1-yl, Butan-3-on-1-yl, Butan-3-on-2-yl und 2-Ethylpentan-3-on-1-yl;
35

2-Methylsulfoxidoethyl, 2-Ethylsulfoxidoethyl, 2-Propylsulfoxidoethyl, 2-Isopropylsulfoxidoethyl, 2-Butylsulfoxidoethyl, 2- und 3-Methylsulfoxidopropyl, 2- und 3-Ethylsulfoxidopropyl, 2- und 3-Propylsulfoxidopropyl, 2- und 3-Butylsulfoxidopropyl, 2- und 4-Methylsulfoxidobutyl, 2- und 4-Ethylsulfoxidobutyl, 2- und 4-Propylsulfoxidobutyl und 4-Butylsulfoxidobutyl;
40

- 2-Methylsulfonylethyl, 2-Ethylsulfonylethyl, 2-Propylsulfonylethyl, 2-Isopropylsulfonylethyl, 2-Butylsulfonylethyl, 2- und 3-Methylsulfonylpropyl, 2- und 3-Ethylsulfonylpropyl, 2- und 3-Propylsulfonylpropyl, 2- und 3-Butylsulfonylpropyl, 2- und 4-Methylsulfonylbutyl, 2- und 4-Ethylsulfonylbutyl, 2- und 4-Propylsulfonylbutyl und 4-Butylsulfonylbutyl;
- 5 Carboxymethyl, 2-Carboxyethyl, 3-Carboxypropyl, 4-Carboxybutyl, 5-Carboxypentyl, 6-Carboxyhexyl, 8-Carboxyoctyl, 10-Carboxydecyl, 12-Carboxydodecyl und 14-Carboxytetradecyl;
- 10 Sulfomethyl, 2-Sulfoethyl, 3-Sulfopropyl, 4-Sulfobutyl, 5-Sulfopentyl, 6-Sulfohexyl, 8-Sulfooctyl, 10-Sulfodecyl, 12-Sulfododecyl und 14-Sulfotetradecyl;
- 2-Hydroxyethyl, 2- und 3-Hydroxypropyl, 1-Hydroxyprop-2-yl, 3- und 4-Hydroxybutyl, 1-Hydroxybut-2-yl und 8-Hydroxy-4-oxaoctyl;
- 15 2-Cyanoethyl, 3-Cyanopropyl, 3- und 4-Cyanobutyl, 2-Methyl-3-ethyl-3-cyanopropyl, 7-Cyano-7-ethylheptyl und 4-Methyl-7-methyl-7-cyanoheptyl;
- 2-Chlorethyl, 2- und 3-Chlorpropyl, 2-, 3- und 4-Chlorbutyl, 2-Bromethyl, 2- und 3-Brompropyl und 2-, 3- und 4-Brombutyl;
- 20 2-Nitroethyl, 2- und 3-Nitropropyl und 2-, 3- und 4-Nitrobutyl;
- Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Isopropoxy, Butoxy, Isobutoxy, sec.-Butoxy, tert.-Butoxy, 25 Pentoxy, Isopentoxy, Neopentoxy, tert.-Pentoxy und Hexoxy;
- Methylthio, Ethylthio, Propylthio, Isopropylthio, Butylthio, Isobutylthio, sec.-Butylthio, tert.-Butylthio, Pentylthio, Isopentylthio, Neopentylthio, tert.-Pentylthio und Hexylthio;
- 30 Ethinyl, 1- und 2-Propinyl, 1-, 2- und 3-Butinyl, 1-, 2-, 3- und 4-Pentinyl, 1-, 2-, 3-, 4- und 5-Hexinyl, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- und 9-Decinyl, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10- und 11-Dodecinyl und 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10-, 11-, 12-, 13-, 14-, 15-, 16- und 17-Octadecinyl;
- 35 Ethenyl, 1- und 2-Propenyl, 1-, 2- und 3-Butenyl, 1-, 2-, 3- und 4-Pentenyl, 1-, 2-, 3-, 4- und 5-Hexenyl, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- und 9-Decenyl, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10- und 11-Dodecenyl und 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10-, 11-, 12-, 13-, 14-, 15-, 16- und 17-Octadecenyl;
- 40 Methylamino, Ethylamino, Propylamino, Isopropylamino, Butylamino, Isobutylamino, Pentylamino, Hexylamino, Dimethylamino, Methylethylamino, Diethylamino, Dipropylamino, Diisopropylamino, Dibutylamino, Diisobutylamino, Dipentylamino, Dihexylamino,

Dicyclopentylamino, Dicyclohexylamino, Dicycloheptylamino, Diphenylamino und Di-benzylamino;

Formylamino, Acetylamino, Propionylamino und Benzoylamino;

5

Carbamoyl, Methylaminocarbonyl, Ethylaminocarbonyl, Propylaminocarbonyl, Butylaminocarbonyl, Pentylaminocarbonyl, Hexylaminocarbonyl, Heptylaminocarbonyl, Octylaminocarbonyl, Nonylaminocarbonyl, Decylaminocarbonyl und Phenylaminocarbonyl;

10

Aminosulfonyl, N,N-Dimethylaminosulfonyl, N,N-Diethylaminosulfonyl, N-Methyl-N-ethylaminosulfonyl, N-Methyl-N-dodecylaminosulfonyl, N-Dodecylaminosulfonyl, (N,N-Dimethylamino)ethylaminosulfonyl, N,N-(Propoxyethyl)dodecylaminosulfonyl, N,N-Diphenylaminosulfonyl, N,N-(4-tert.-Butylphenyl)octadecylaminosulfonyl und N,N-Bis(4-Chlorphenyl)aminosulfonyl;

15

Methoxycarbonyl, Ethoxycarbonyl, Propoxycarbonyl, Isopropoxycarbonyl, Hexoxycarbonyl, Dodecyloxycarbonyl, Octadecyloxycarbonyl, Phenoxycarbonyl, (4-tert.-Butyl-phenoxy)carbonyl und (4-Chlorphenoxy)carbonyl;

20

Methoxysulfonyl, Ethoxysulfonyl, Propoxysulfonyl, Isopropoxysulfonyl, Butoxysulfonyl, Isobutoxysulfonyl, tert.-Butoxysulfonyl, Hexoxysulfonyl, Dodecyloxysulfonyl, Octadecyloxysulfonyl, Phenoxysulfonyl, 1- und 2-Naphthylloxysulfonyl, (4-tert.-Butylphenoxy)-sulfonyl und (4-Chlorphenoxy)sulfonyl;

25

Chlor, Brom und Iod;

Phenylazo, 2-Naphthylazo, 2-Pyridylazo und 2-Pyrimidylazo;

30

Cyclopropyl, Cyclobutyl, Cyclopentyl, 2- und 3-Methylcyclopentyl, 2- und 3-Ethylcyclopentyl, Cyclohexyl, 2-, 3- und 4-Methylcyclohexyl, 2-, 3- und 4-Ethylcyclohexyl, 3- und 4-Propylcyclohexyl, 3- und 4-Isopropylcyclohexyl, 3- und 4-Butylcyclohexyl, 3- und 4-sec.-Butylcyclohexyl, 3- und 4-tert.-Butylcyclohexyl, Cycloheptyl, 2-, 3- und 4-Methylcycloheptyl, 2-, 3- und 4-Ethylcycloheptyl, 3- und 4-Propylcycloheptyl, 3- und 4-Isopropylcycloheptyl, 3- und 4-Butylcycloheptyl, 3- und 4-sec.-Butylcycloheptyl, 3- und 4-tert.-Butylcycloheptyl, Cyclooctyl, 2-, 3-, 4- und 5-Methylcyclooctyl, 2-, 3-, 4- und 5-Ethylcyclooctyl und 3-, 4- und 5-Propylcyclooctyl; 3- und 4-Hydroxycyclohexyl, 3- und 4-Nitrocyclohexyl und 3- und 4-Chlorcyclohexyl;

35

40

1-, 2- und 3-Cyclopentenyl, 1-, 2-, 3- und 4-Cyclohexenyl, 1-, 2- und 3-Cycloheptenyl und 1-, 2-, 3- und 4-Cyclooctenyl;

2-Dioxanyl, 1-Morpholinyl, 1-Thiomorpholinyl, 2- und 3-Tetrahydrofuryl, 1-, 2- und 3-Pyrrolidinyl, 1-Piperazyl, 1-Diketopiperazyl und 1-, 2-, 3- und 4-Piperidyl;

5 Phenyl, 2-Naphthyl, 2- und 3-Pyrryl, 2-, 3- und 4-Pyridyl, 2-, 4- und 5-Pyrimidyl, 3-, 4- und 5-Pyrazolyl, 2-, 4- und 5-Imidazolyl, 2-, 4- und 5-Thiazolyl, 3-(1,2,4-Triazolyl), 2-(1,3,5-Triazolyl), 6-Chinaldyl, 3-, 5-, 6- und 8-Chinolinyl, 2-Benzoxazolyl, 2-Benzothiazolyl, 5-Benzothiadiazolyl, 2- und 5-Benzimidazolyl und 1- und 5-Isochinolyl;

10 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- und 7-Indolyl, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- und 7-Isoindolyl, 5-(4-Methylisoindolyl), 5-(4-Phenylisoindolyl), 1-, 2-, 4-, 6-, 7- und 8-(1,2,3,4-Tetrahydroisochinoliny), 3-(5-Phenyl)-(1,2,3,4-tetrahydroisochinoliny), 5-(3-Dodecyl-(1,2,3,4-tetrahydroisochinoliny), 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- und 8-(1,2,3,4-Tetrahydrochinoliny) und 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- und 8-Chromanyl, 2-, 4- und 7-Chinoliny, 2-(4-Phenylchinoliny) und 2-(5-Ethylchinoliny);

15

2-, 3- und 4-Methylphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Dimethylphenyl, 2,4,6-Trimethylphenyl, 2-, 3- und 4-Ethylphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Diethylphenyl, 2,4,6-Triethylphenyl, 2-, 3- und 4-Propylphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Dipropylphenyl, 2,4,6-Tripropylphenyl, 2-, 3- und 4-Isopropylphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Diisopropylphenyl, 2,4,6-Triisopropylphenyl, 2-, 3- und 4-Butylphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Dibutylphenyl, 2,4,6-Tributylphenyl, 2-, 3- und 4-Isobutylphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Diisobutylphenyl, 2,4,6-Triisobutylphenyl, 2-, 3- und 4-sec.-Butylphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Di-sec.-butylphenyl und 2,4,6-Tri-sec.-butylphenyl; 2-, 3- und 4-Methoxyphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Dimethoxyphenyl, 2,4,6-Tri-methoxyphenyl, 2-, 3- und 4-Ethoxyphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Diethoxyphenyl, 2,4,6-Triethoxyphenyl, 2-, 3- und 4-Propoxyphenyl, 2,4-, 3,5- und 2,6-Dipropoxyphenyl, 2-, 3- und 4-Isopropoxyphenyl, 2,4- und 2,6-Diisopropoxyphenyl und 2-, 3- und 4-Butoxyphenyl; 2-, 3- und 4-Chlorphenyl und 2,4-, 3,5- und 2,6-Dichlorphenyl; 2-, 3- und 4-Hydroxyphenyl und 2,4-, 3,5- und 2,6-Dihydroxyphenyl; 2-, 3- und 4-Cyanophenyl; 3- und 4-Carboxyphenyl; 3- und 4-Carboxamidophenyl, 3- und 4-N-Methylcarboxamidophenyl und 3- und 4-N-Ethylcarboxamidophenyl; 3- und 4-Acetylaminophenyl, 3- und 4-Propionylaminophenyl und 3- und 4-Butyrylaminophenyl; 3- und 4-N-Phenylaminophenyl, 3- und 4-N-(o-Tolyl)aminophenyl, 3- und 4-N-(m-Tolyl)aminophenyl und 3- und 4-(p-Tolyl)aminophenyl; 3- und 4-(2-Pyridyl)aminophenyl, 3- und 4-(3-Pyridyl)aminophenyl, 3- und 4-(4-Pyridyl)aminophenyl, 3- und 4-(2-Pyrimidyl)aminophenyl und 4-(4-Pyrimidyl)aminophenyl;

35

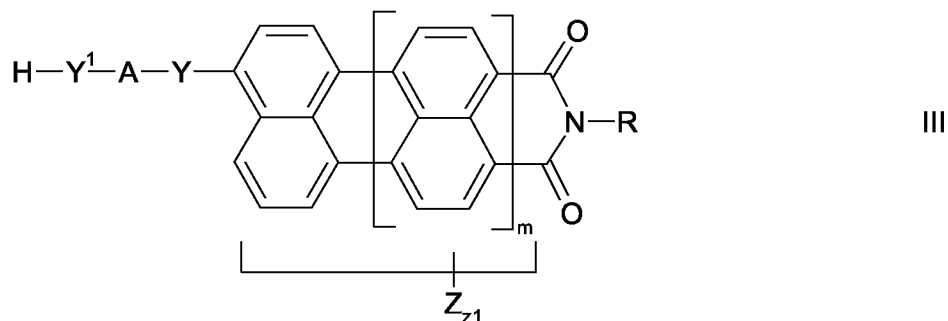
4-Phenylazophenyl, 4-(1-Naphthylazo)phenyl, 4-(2-Naphthylazo)phenyl, 4-(4-Naphthylazo)phenyl, 4-(2-Pyridylazo)phenyl, 4-(3-Pyridylazo)phenyl, 4-(4-Pyridylazo)phenyl, 4-(2-Pyrimidylazo)phenyl, 4-(4-Pyrimidylazo)phenyl und 4-(5-Pyrimidylazo)phenyl;

40

Phenoxy, Phenylthio, 2-Naphthoxy, 2-Naphthylthio, 2-, 3- und 4-Pyridyloxy, 2-, 3- und 4-Pyridylthio, 2-, 4- und 5-Pyrimidyloxy und 2-, 4- und 5-Pyrimidylthio.

Die besondere Bedeutung der erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore I besteht darin, daß sie in technischem Maßstab über wenige Synthesestufen herstellbar sind und gezielt an den jeweiligen Anwendungszweck angepaßt werden können. So kann in einfacher Weise je nach den erforderlichen Absorptions- und Emissionseigenschaften ein entsprechender Chromophor Rylen mit dem jeweils passenden Chromophor X kombiniert werden.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore erfolgt über die Umsetzung entsprechender bekannter Rylenedukte mit den ebenfalls erfindungsgemäßen Rylen dicarbonsäureimidderivaten der eingangs definierten Formel III



die die Zwischenprodukte der erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore I darstellen.

Bevorzugte und besonders bevorzugte Bedeutungen der Variablen Z, A, Y, R und z₁ entsprechen dabei den vorstehend genannten bevorzugten und besonders bevorzugten Bedeutungen dieser Variablen in der Formel I'.

Abhängig von der Position, in der der Chromophor X an den Chromophor Rylen gebunden sein soll, werden die Chromophore Rylen und X vorteilhaft durch nucleophile Substitution, Imidierung, Veresterung oder Amidierung miteinander verknüpft.

Diese Reaktionen werden im folgenden gruppenweise näher beschrieben.

Hierbei wird nicht jeweils explizit erwähnt, daß Mischungen der Lösungsmittel oder der weiteren Hilfsstoffe eingesetzt werden können, dies versteht sich jedoch von selbst.

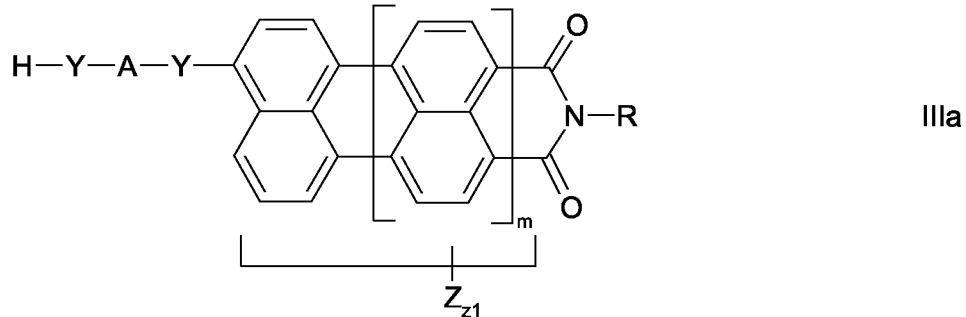
Wenn im folgenden keine näheren Angaben zu den in den Formeln auftretenden Variablen gemacht werden, weisen diese die oben für Formel I' genannte Bedeutung auf.

Nucleophile Substitution

35

Mehrfachchromophore I, die an das Kohlenstoffgerüst des Chromophors Rylen gebundene Chromophore X aufweisen, sind vorteilhaft durch Umsetzung der entsprechenden halogenierten (vorzugsweise chlorierten oder bromierten) Rylencarbonsäureimide (II) mit erfindungsgemäßen Rylendicarbon säureimidderivaten der Formel IIIa

5



in der Y Sauerstoff oder Schwefel bedeutet, zu erhalten.

- 10 Wird der Halogenaustausch nicht quantitativ vorgenommen, so können durch zusätzliche Umsetzung mit einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

H-Z

IV

- 15 auch die (Het)Aryloxy- und (Het)Arylthiosubstituenten Z in das Rylengerüst eingeführt werden.

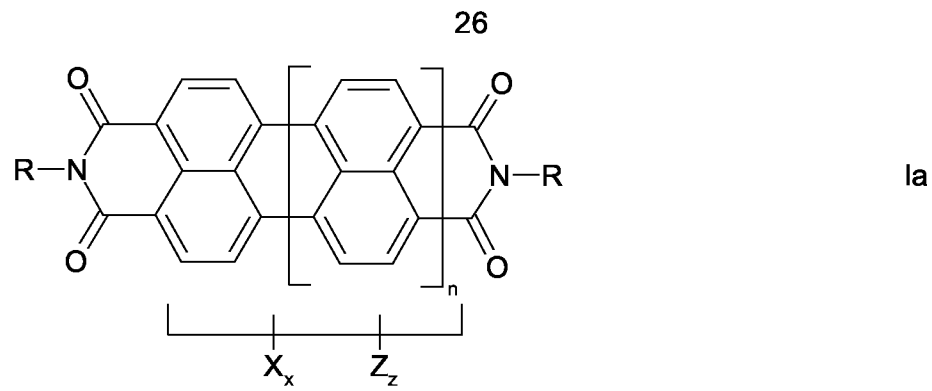
- Die Umsetzungsreihenfolge ist dabei beliebig, d.h., es können a) zunächst die Reste X und dann die Reste Z oder b) zunächst die Reste Z und dann die Reste X oder c) die
20 Reste X und Z auch gleichzeitig eingeführt werden.

- Wenn diese Umsetzungen nicht quantitativ erfolgen, können die erhaltenen Mehrfachchromophore noch Spuren Halogen enthalten. Gewünschtenfalls kann in diesen Fällen eine zusätzliche Enthalogenerung, z.B. eine Übergangsmetallkatalysierte reduktive
25 oder eine baseninduzierte Enthalogenerung, wie sie in der WO-A-02/76988 beschrieben ist, vorgenommen werden.

- Im folgenden werden die ebenfalls einen Gegenstand dieser Erfindung bildenden Herstellungsverfahren zusammengefaßt, die auf dieser erfindungsgemäß in Gegenwart
30 einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels vorgenommenen nucleophilen Substitution basieren.

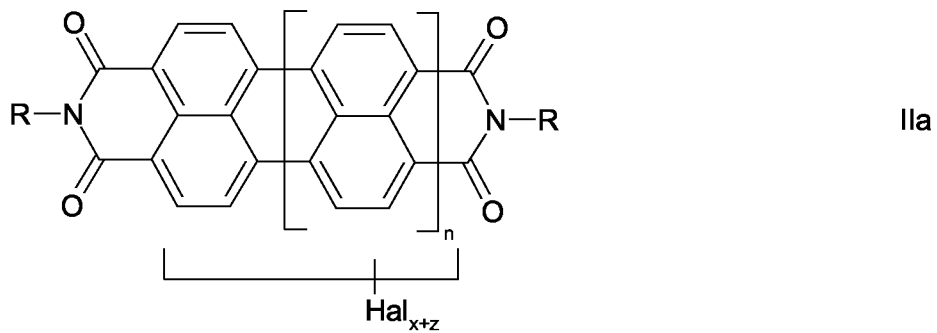
So wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ia

35



gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein halogeniertes Rylen-tetra-carbonsäurediimid der allgemeinen Formel IIa

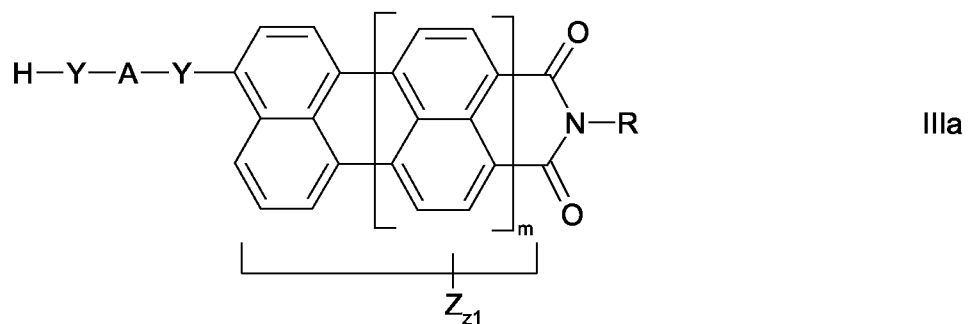
5



in der Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart einer Base und eines nicht-nucleophilen Lösungsmittels

10

a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylen-dicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



15

zu einem Rylen-tetracarbonsäurediimid der Formel Ia, in der $z = 0$ ist, umsetzt

oder

20 b) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines

Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

5

H-Z

IV

oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa

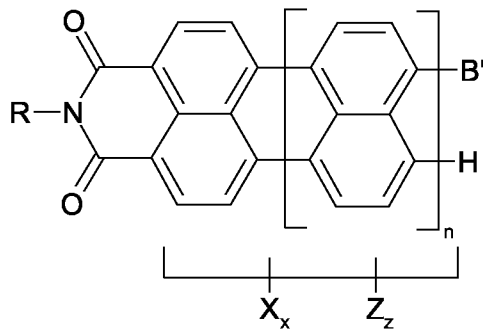
10

oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

15

zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ia, in der $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

Außerdem wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylendicarbonsäureimiden der allgemeinen Formel Ib

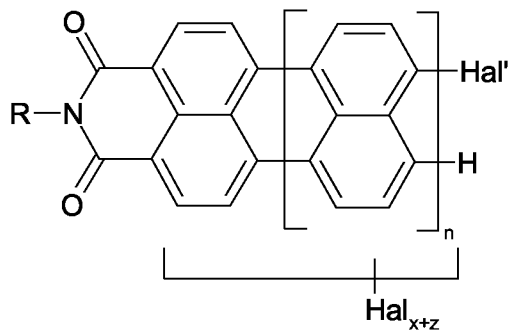


Ib

20

in der $n = 1$ ist, B' Wasserstoff, einen Rest X oder einen Rest Z bedeutet, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein halogeniertes Rylendicarbonsäureimid der allgemeinen Formel IIb

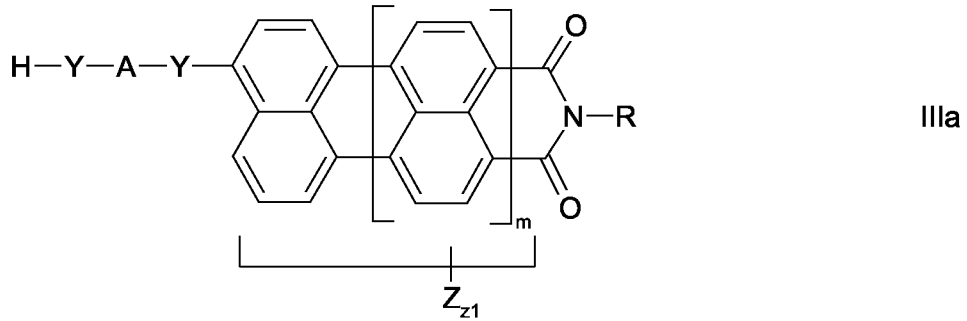
25



IIb

in der $n = 1$ ist und Hal' Wasserstoff oder Hal bedeutet, wobei Hal für Chlor oder Brom steht, in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels

- 5 a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonylsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



- 10 zu einem Rylandicarbonylsäureimid der Formel Ib, in der $z = 0$ ist, umgesetzt
oder

- 15 b) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonylsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

H-Z

IV

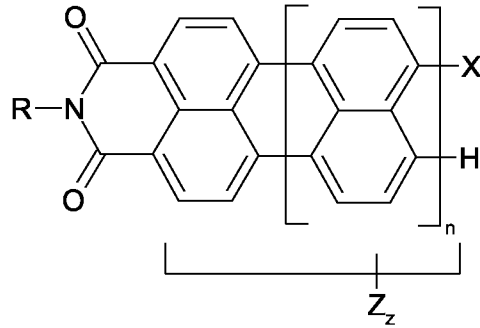
- 20 oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonylsäureimidderivats der Formel IIIa

- 25 oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylandicarbonylsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

zu einem Rylandicarbonylsäureimid der Formel Ib, in der $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

- 30 Weiterhin wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylandicarbonylsäureimiden der allgemeinen Formel Ib'

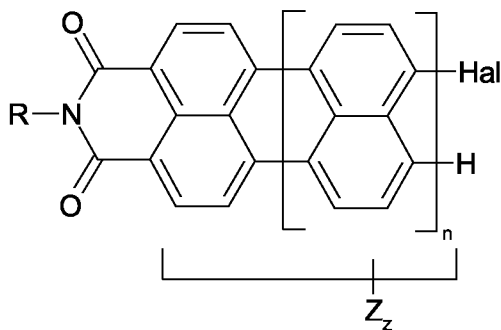
29



Ib'

in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein peri-Halogenrylencarbonsäureimid der allgemeinen Formel IIb'

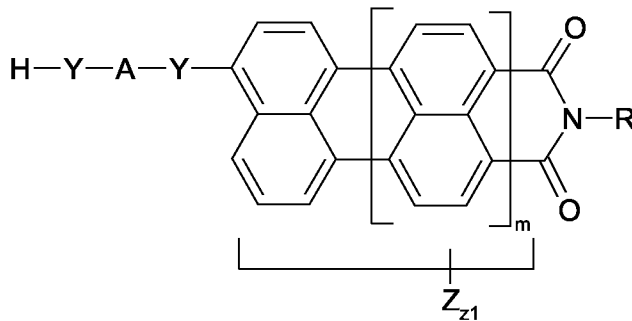
5



IIb'

in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels mit $0,8$ bis $1,2$ mol pro mol eines Rylencarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa

10



IIIa

umsetzt.

15

Da es sich bei den Resten Z vorzugsweise um Phenoxy- oder Thiophenoxyreste handelt, wird die Verbindung der Formel IV der Einfachheit halber in der folgenden genaueren Beschreibung der nucleophilen Substitution an den halogenierten Rylenderivaten II als (Thio)Phenol IV bezeichnet.

20

Da die nucleophile Substitution durch das Rylencarbonsäureimidderivat IIIa und durch das (Thio)Phenol IV unter vergleichbaren Reaktionsbedingungen in Gegenwart

eines nichtnucleophilen Lösungsmittels und einer Base vorgenommen werden, beziehen sich die folgenden Angaben, soweit nicht anders angegeben, auf beide Umsetzungen.

- 5 Als nichtnucleophile Lösungsmittel eignen sich vor allem polare aprotische Lösungsmittel, insbesondere N,N-disubstituierte aliphatische Carbonsäureamide (vorzugsweise N,N-Di(C₁-C₄-alkyl)-(C₁-C₄)carbonsäureamide) und N-Alkylactame, wie Dimethylformamid, Diethylformamid, Dimethylacetamid, Dimethylbutyramid und N-Methylpyrrolidon, wobei N-Methylpyrrolidon bevorzugt ist.
- 10 Als nichtnucleophile Lösungsmittel können auch unpolare aprotische Lösungsmittel eingesetzt werden, diese Lösungsmittel sind jedoch nicht bevorzugt. Beispielhaft seien aromatische Kohlenwasserstoffe, wie Benzol, Toluol und Xylol, genannt.
- 15 Die Lösungsmittelmenge hängt von der Löslichkeit der Edukte ab. In der Regel werden 5 bis 200 ml, insbesondere 10 bis 100 ml, Lösungsmittel pro g Rylencarbonsäureimid (II) benötigt.
- 20 Als Base eignen sich vor allem anorganische und organische alkali- oder erdalkalimetallhaltige Basen, wobei die alkalimetallhaltigen Basen besonders geeignet sind. Beispiele für anorganische Basen sind Alkali- und Erdalkalimetallcarbonate und -hydrogencarbonate, -hydroxide, -hydride und -amide, Beispiele für organische Basen sind Alkali- und Erdalkalimetallalkoholate (insbesondere die C₁-C₁₀-Alkoholate, vor allem tert.-C₄-C₆-Alkoholate) sowie -(phenyl)alkylamide (insbesondere die Bis(C₁-C₄-alkyl)-amide) und Triphenylmethylmetallate. Bevorzugte Basen sind die Carbonate und Hydrogencarbonate, wobei die Carbonate besonders bevorzugt sind. Bevorzugte Alkalimetalle sind Lithium, Natrium, Kalium und Caesium, besonders geeignete Erdalkalimetalle sind Magnesium und Calcium.
- 30 Als Beispiele für die metallhaltigen Basen seien im einzelnen genannt: Lithiumcarbonat, Natriumcarbonat, Kaliumcarbonat und Caesiumcarbonat; Natriumhydrogencarbonat und Kaliumhydrogencarbonat; Lithiumhydroxid, Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid und Caesiumhydroxid; Lithiumhydrid, Natriumhydrid und Kaliumhydrid; Lithiumamid, Natriumamid und Kaliumamid; Lithiummethylat, Natriummethylat, Kaliummethylat,
- 35 Lithiummethylat, Natriummethylat, Kaliummethylat, Natriumisopropylat, Kaliumisopropylat, Natrium-tert.-butylat, Kalium-tert.-butylat, Lithium-(1,1-dimethyl)octylat, Natrium-(1,1-dimethyl)octylat und Kalium-(1,1-dimethyl)octylat; Lithiumdimethylamid, Lithiumdiethylamid, Lithiumdiisopropylamid, Natriumdiisopropylamid, Lithiumhexamethyldisilazid, Natriumhexamethyldisilazid, Kaliumhexamethyldisilazid, Triphenylmethylithium,
- 40 Triphenylmethylnatrium und Triphenylmethylkalium.

Neben diesen metallhaltigen Basen eignen sich auch rein organische stickstoffhaltige Basen.

Geeignete Beispiele hierfür sind Alkylamine, insbesondere Tri(C₂-C₆-alkyl)amine, wie
5 Triethylamin, Tripropylamin und Tributylamin, Alkoholamine, insbesondere Mono-, Di-
und Tri(C₂-C₄-alkohol)amine, wie Mono-, Di- und Triethanolamin, und heterocyclische
Basen, wie Pyridin, 4-(N,N-Dimethylamino)pyridin, (4-Pyrrolidino)pyridin, N-Methyl-
piperidin, N-Methylpiperidon, N-Methylmorpholin, N-Methyl-2-pyrrolidon, Pyrimidin,
Chinolin, Isochinolin, Chinaldin, Diazabicyclooctan (DABCO), Diazabicyclononen
10 (DBN) und Diazabicycloundecen (DBU).

Ganz besonders bevorzugte Basen sind Lithiumcarbonat, Natriumcarbonat, Kalium-
carbonat und Caesiumcarbonat.

15 In der Regel werden mindestens 0,5 Äquivalente Base pro mol Rylendicarbonsäure-
imidderivat IIIa bzw. (Thio)Phenol IV benötigt. Besonders geeignete Einsatzmengen
liegen für die Carbonate bei 0,5 bis 5, insbesondere 0,5 bis 2, Äquivalenten pro mol IIIa
bzw. IV. Bei den rein organischen Basen liegt die Einsatzmenge bevorzugt bei 0,4 bis
10, besonders bevorzugt bei 0,4 bis 3, Äquivalenten pro mol IIIa bzw. IV. Wird die or-
20 ganische Base gleichzeitig als Lösungsmittel eingesetzt, was insbesondere bei den
heterocyclischen Basen der Fall sein kann, ist eine mengenmäßige Beschränkung
selbstverständlich überflüssig.

Werden die beiden Umsetzungen nacheinander vorgenommen, so kann die insgesamt
25 benötigte Basenmenge direkt vorgelegt werden oder für die zweite Umsetzung nach-
dosiert werden.

Die Umsetzung kann in Gegenwart von Phasentransferkatalysatoren vorgenommen
werden.

30 Als Phasentransferkatalysatoren sind vor allem quartäre Ammoniumsalze und Phos-
phoniumsalze, wie Tetra(C₁-C₁₈-alkyl)ammoniumhalogenide und -tetrafluoroborate,
Benzyltri(C₁-C₁₈-alkyl)ammoniumhalogenide und -tetrafluoroborate und Tetra(C₁-C₁₈-
alkyl)- und Tetraphenylphosphoniumhalogenide, und Kronenether geeignet. Bei den
35 Halogeniden handelt es sich in der Regel um die Fluoride, Chloride, Bromide und Iodi-
de, wobei die Chloride und Bromide bevorzugt sind. Besonders geeignete Beispiele
sind im einzelnen: Tetraethylammoniumchlorid, Tetrabutylammoniumbromid, Tetra-
butylammoniumiodid, Tetrabutylammoniumtetrafluoroborat und Benzyltriethylammo-
niumchlorid; Tetrabutylphosphoniumbromid und Tetraphenylphosphoniumchlorid und
40 -bromid; 18-Krone-6, 12-Krone-4 und 15-Krone-5.

Wird ein Phasentransferkatalysator verwendet, so liegt seine Einsatzmenge üblicherweise bei 0,4 bis 10, insbesondere 0,4 bis 3, Äquivalenten pro mol Rylandicarbonsäureimidderivat IIIa bzw. (Thio)Phenol IV.

5 In der Regel werden je mol auszutauschendes Halogenatom 0,8 bis 1,2 mol Rylandicarbonsäureimidderivat IIIa bzw. (Thio)Phenol IV eingesetzt. Wird die Umsetzung mit dem (Thio)Phenol IV als zweiter Schritt vorgenommen, so können bis zu 3 mol IV je mol auszutauschendes Halogenatom eingesetzt werden, um eine vollständige Umsetzung sicherzustellen.

10

Die Reaktionstemperatur hängt wiederum von der Reaktivität des Substrats ab und liegt im allgemeinen im Bereich von 30 bis 150°C.

15

Es ist zweckmäßig, die Umsetzung unter Inertgas, z.B. Stickstoff oder Argon, vorzunehmen.

Die Reaktionszeit beträgt üblicherweise 0,5 bis 96 h, insbesondere 2 bis 72 h.

20

Verfahrenstechnisch kann man bei der nucleophilen Substitution auf unterschiedliche Weise vorgehen.

25

Man kann die Reaktionspartner zunächst mischen und dann gemeinsam auf die Reaktionstemperatur erwärmen. Insbesondere zur Erzielung höherer Substitutionsgrade kann es von Vorteil sein, zunächst nur einen Teil des Rylandicarbonsäureimidderivats IIIa bzw. (Thio)Phenols IV und der Base vorzulegen und den Rest, gegebenenfalls nach Zwischenisolierung des in den reaktiveren Positionen umgesetzten Produkts, erst später zuzugeben.

30

Die Isolierung der erhaltenen Mehrfachchromophore I kann man bei Einsatz anorganischer Basen wie folgt vornehmen:

35

Man kann die angefallenen anorganischen Salze zunächst abfiltrieren, den Mehrfachchromophor I dann durch Zugabe von niederen aliphatischen Alkoholen, wie Methanol, Ethanol, Isopropanol, Butanol oder Ethylenglykolmonobutylether, von Wasser oder von Wasser/Alkohol-Gemischen oder durch Verdampfen des Lösungsmittels ausfällen und abschließend abfiltrieren.

40

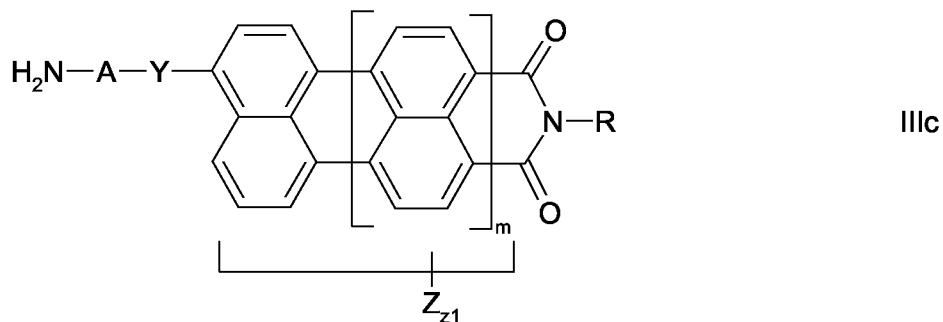
Man kann die anorganischen Salze jedoch auch zusammen mit dem ausgefallten Mehrfachchromophor I abfiltrieren und durch Waschen mit Wasser und/oder verdünnten anorganischen Säuren, wie Salzsäure oder Schwefelsäure, auswaschen.

Gewünschtenfalls können die erhaltenen Mehrfachchromophore I zur zusätzlichen Reinigung einer Filtration oder Säulenchromatographie an Kieselgel unterzogen werden. Als Eluens eignen sich dabei insbesondere halogenierte aliphatische Kohlenwasserstoffe, wie Methylenechlorid und Chloroform, aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, wie Cyclohexan, Petrolether, Benzol, Toluol und Xylol, aliphatische Alkohole, wie Methanol und Ethanol, und aliphatische Carbonsäureester, wie Essigsäureethylester, die vorzugsweise in Form von Mischungen eingesetzt werden.

Die erhaltenen Mehrfachchromophore I können gewünschtenfalls auch durch Umkristallisation bzw. fraktionierte Kristallisation gereinigt werden. Hierfür sind neben den oben genannten Lösungsmitteln auch N,N-disubstituierte aliphatische Carbonsäureamide, wie Dimethylformamid und Dimethylacetamid, und N-Alkylactame, wie N-Methylpyrrolidon, sowie Schwefelsäure geeignet. Bevorzugte Lösungsmittel sind die halogenierten Kohlenwasserstoffe, die Carbonsäureamide und die N-Alkylactame und deren Mischungen mit Alkoholen und/oder Wasser.

Imidierung

Mehrfachchromophore I, bei denen die Chromophore X über die Imidgruppen des Chromophors Rylen gebunden sind, können vorteilhaft durch Umsetzung der entsprechenden Rylencarbonsäureanhydride (II) mit erfindungsgemäßen Rylendicarbonsäureimidderivaten der Formel IIIc



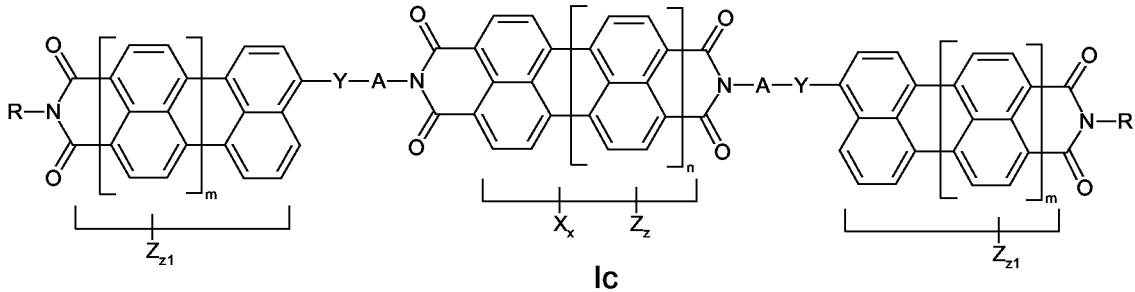
erhalten werden.

Sind die eingesetzten Rylencarbonsäureanhydride (II) im Rylengerüst halogeniert, was bei den Perylentetracarbonsäuredianhydriden und -dicarbonsäureanhydriden der Fall sein kann, so können durch die oben beschriebene nucleophile Substitution zusätzlich Chromophore X und/oder Substituenten Z in das Gerüst des Chromophors Rylen eingeführt werden.

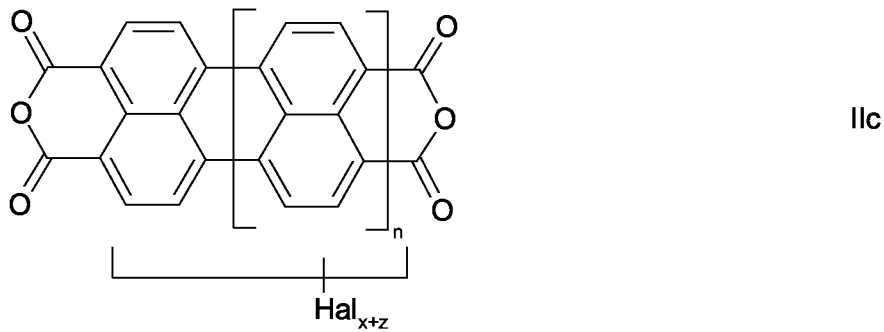
Im folgenden werden die ebenfalls den Gegenstand dieser Erfindung bildenden Verfahren zur Herstellung erfindungsgemäßer Mehrfachchromophore zusammengefaßt, die

auf dieser erfindungsgemäß in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und gewünschtenfalls einer Lewis-Säure vorgenommenen Imidierungsreaktion basieren.

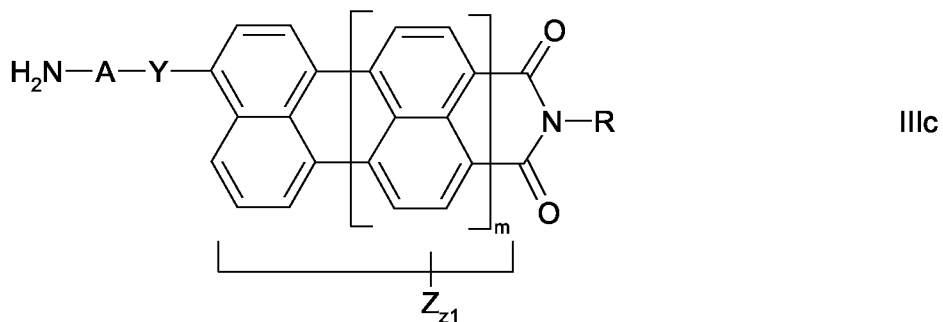
5 So wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ic



10 in der $n = 1$ ist, x 0 oder 2 bis 4 bedeutet, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein gegebenenfalls halogeniertes Rylentetracarbonsäuredianhydrid der allgemeinen Formel IIc



15 in der $n = 1$ ist und Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und gewünschtenfalls einer Lewis-Säure mit 1,8 bis 3 mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc

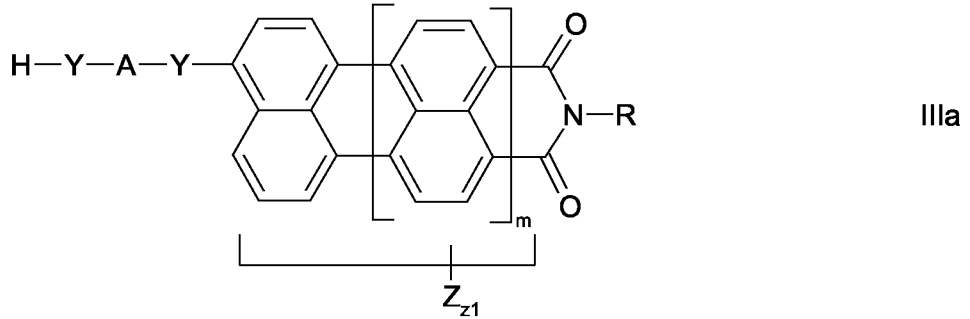


20

zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $x = z = 0$ ist, umgesetzt

und gewünschtenfalls das erhaltene im Rylenkern halogenierte Rylentetracarbonsäure-diimid Ic nach Zwischenisolierung in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels

- 5 a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



- 10 zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $x \neq 0$ und $z = 0$ ist, umsetzt

oder

- 15 b) mit 0,8 bis 3 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

H-Z

IV

- 20 zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $z \neq 0$ und $x = 0$ ist, umsetzt

oder

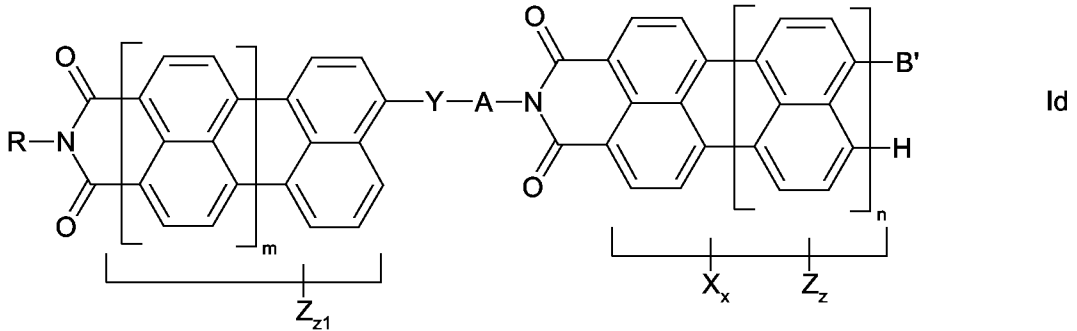
- 25 c) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV

- 30 oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa

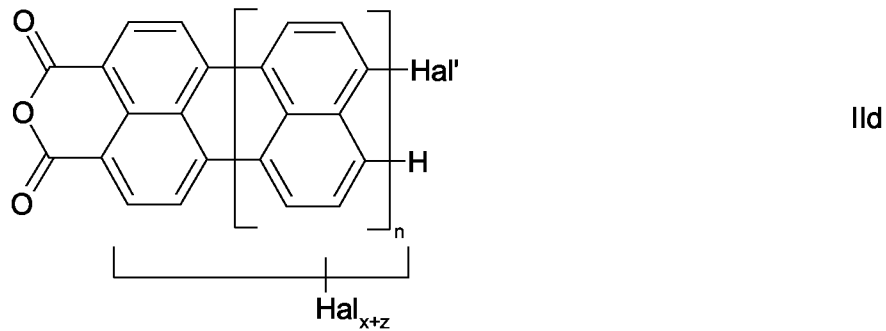
- 35 oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

zu einem Ryilentetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $x \neq 0$ und $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

- 5 Weiterhin wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylendicarbonsäureimiden der allgemeinen Formel Id

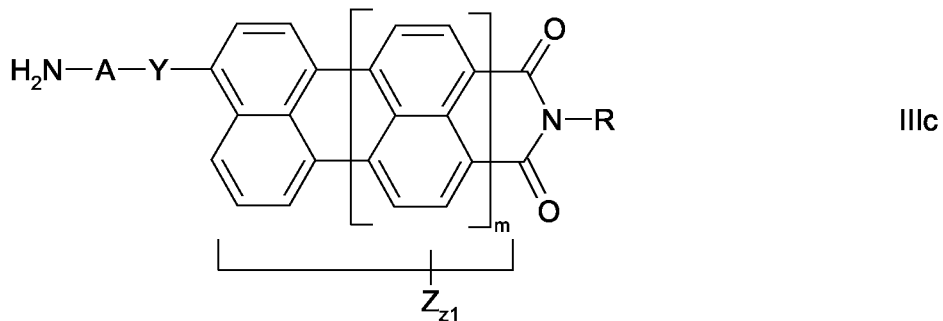


- 10 in der $n = 1$ ist, B' Wasserstoff, einen Rest X oder einen Rest Z bedeutet und x für 0 oder 2 bis 4 steht, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein gegebenenfalls halogeniertes Rylendicarbonsäureanhydrid der allgemeinen Formel IId



- 15 in der $n = 1$ ist und Hal' Wasserstoff oder Hal bedeutet, wobei Hal für Chlor oder Brom steht, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und gewünschtenfalls einer Lewis-Säure mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc

20

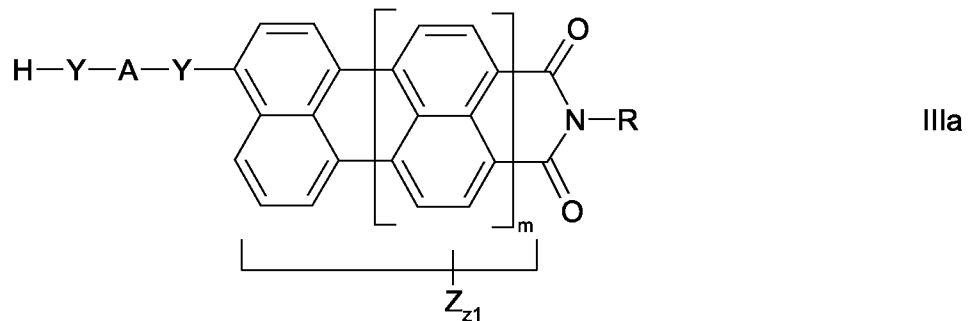


zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Id, in der $x = z = 0$ ist, umgesetzt

und gewünschtenfalls das erhaltene im Rylenkern halogenierte Rylandicarbonsäureimid Id nach Zwischenisolierung in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels

5 a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa

10



zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Id, in der $x \neq 0$ und $z = 0$ ist, umgesetzt

15

oder

b) mit 0,8 bis 3 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

20

H-Z

IV

zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Id, in der $z \neq 0$ und $x = 0$ ist, umgesetzt

25

oder

c) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV

30

oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa

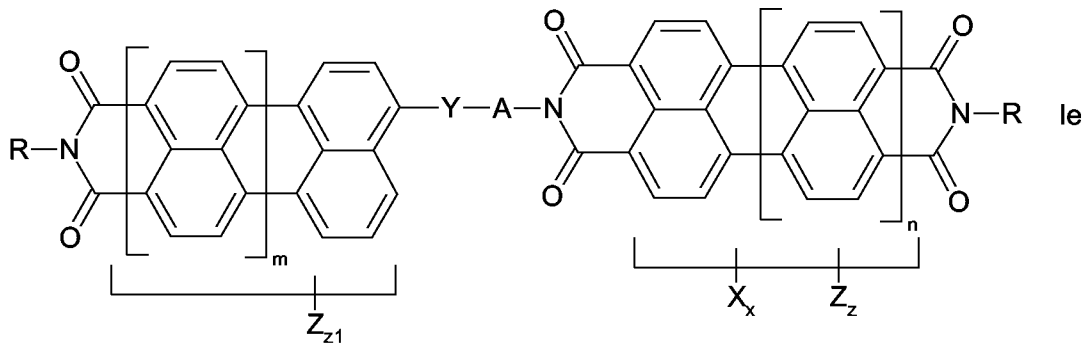
35

oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

5 zu einem Rylendicarbonsäureimid der Formel Id, in der $x \neq 0$ und $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

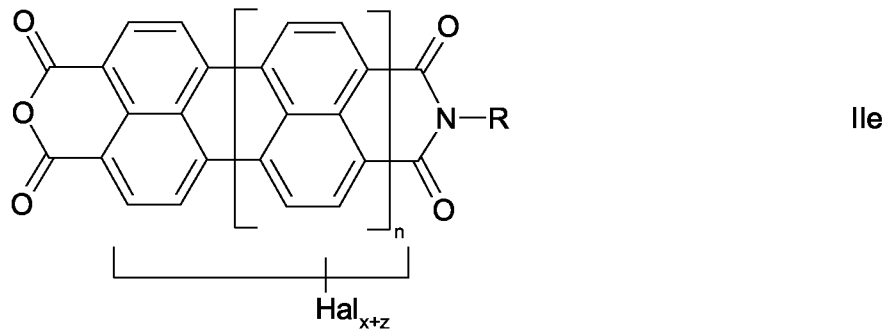
Auch wurde ein Verfahren zur Herstellung von Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ie

10

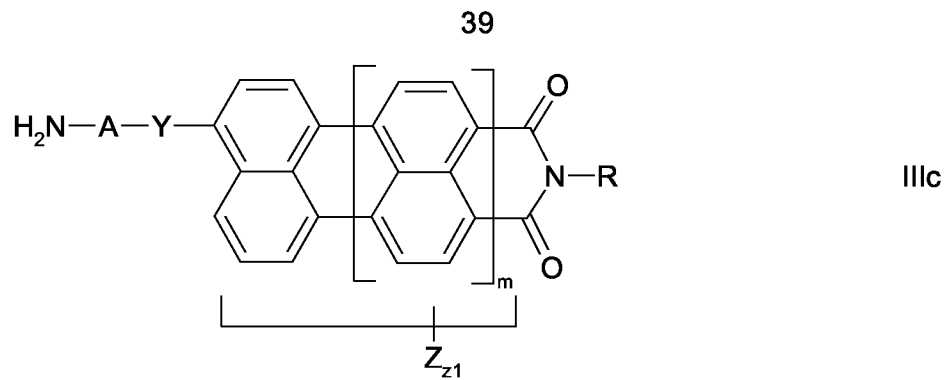


in der $n = 1$ ist, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein gegebenenfalls halogeniertes Rylentetracarbonsäuremonoanhydridmonoimid der allgemeinen

15 Formel IIf



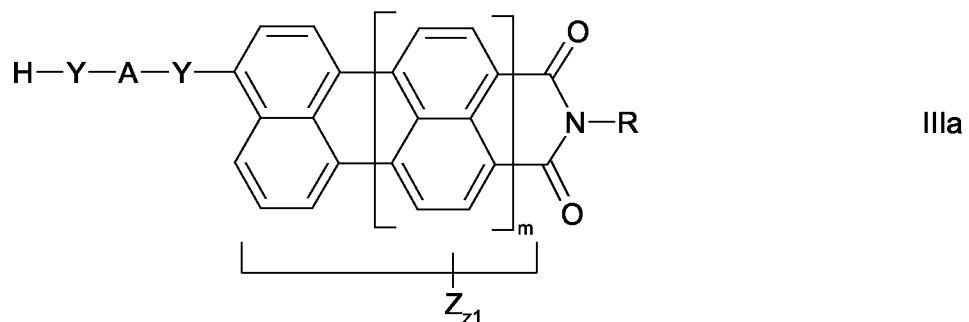
20 in der $n = 1$ ist und Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und gewünschtenfalls einer Lewis-Säure mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc



zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie, in der $x = z = 0$ ist, umgesetzt

5 und gegebenenfalls das erhaltene im Rylenkern halogenierte Rylendicarbonsäureimid Ie nach Zwischenisolierung in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels

10 a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



15 zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie, in der $x \neq 0$ und $z = 0$ ist, umgesetzt

oder

20 b) mit 0,8 bis 3 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

H-Z

IV

25 zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie, in der $z \neq 0$ und $x = 0$ ist, umgesetzt

oder

c) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines

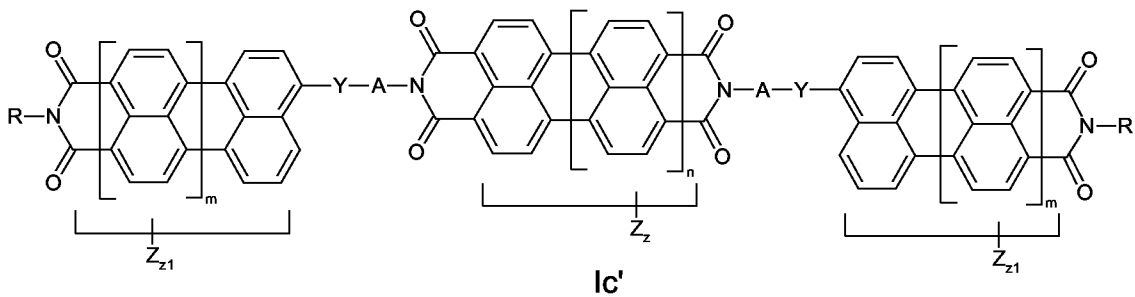
Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV

5 oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa

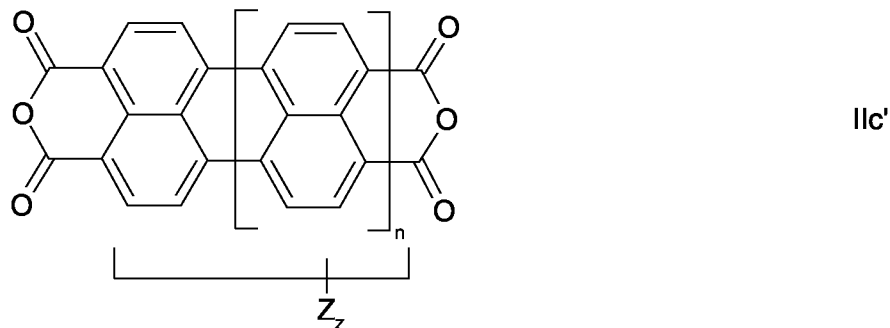
10 oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie, in der $x \neq 0$ und $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

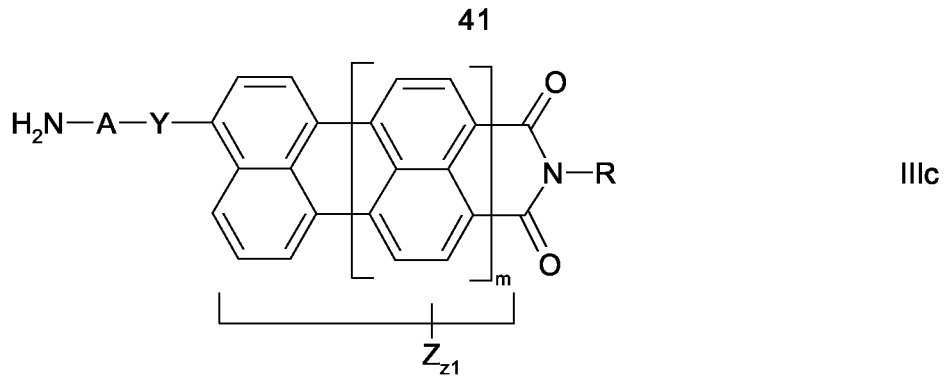
15 Außerdem wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ic'



20 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein Rylentetracarbonsäuredianhydrid der allgemeinen Formel IIc'

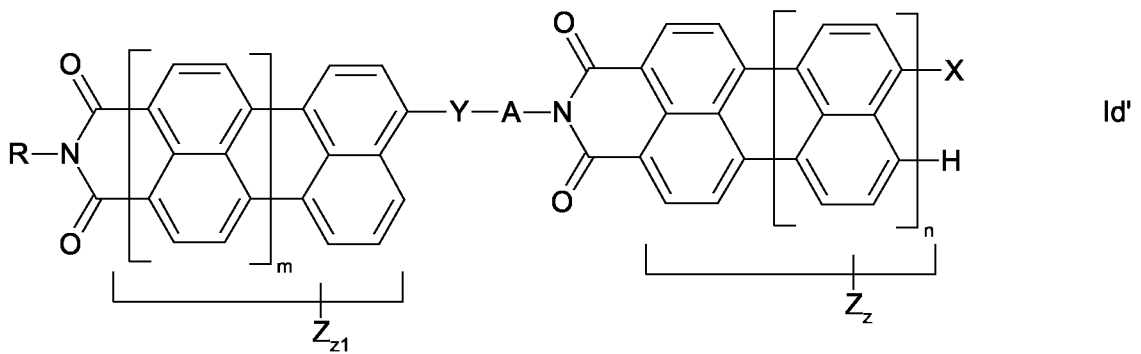


25 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc

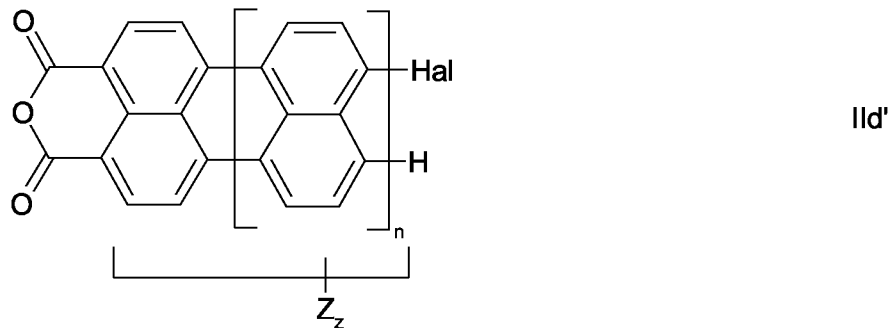


umsetzt.

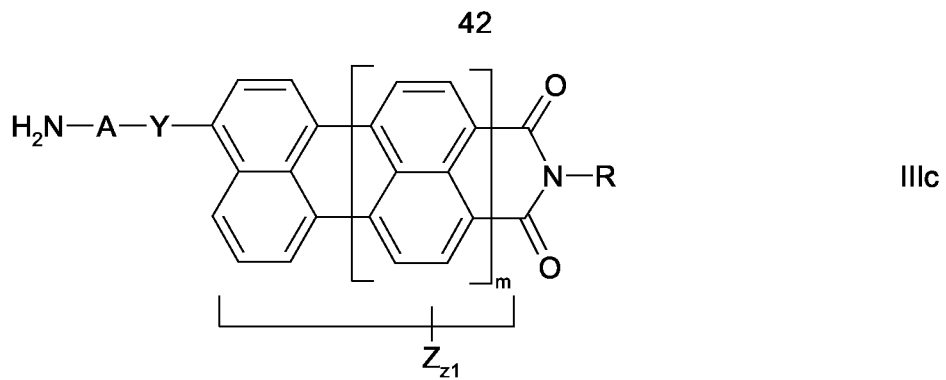
- 5 Schließlich wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylandicarbonsäureimiden der allgemeinen Formel Id'



- 10 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein peri-Halogenrylandicarbonsäureanhydrid der allgemeinen Formel IId'

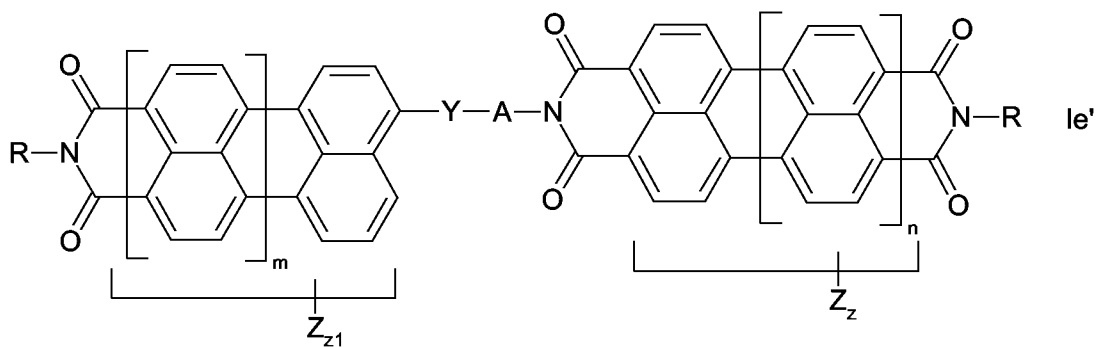


- 15 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc

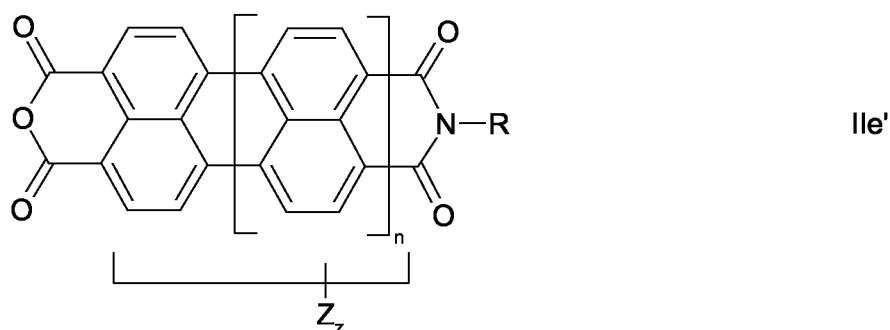


umsetzt.

- 5 Nicht zuletzt wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ie'

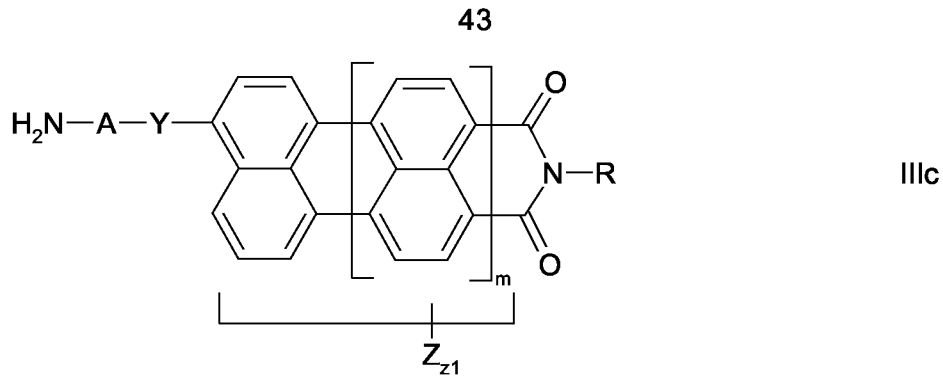


- 10 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein Rylentetracarbonsäuremonoanhydridmonoimid der allgemeinen Formel IIe'



15

- in der $n = 2$ bis 8 ist, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit $0,8$ bis $1,2$ mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc



zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie' umsetzt.

- 5 Die Imidierungsreaktion zwischen dem entsprechenden Rylencarbonsäureanhydrid (II) und dem aminofunktionalisierten Rylendicarbonsäureimidderivat IIIc wird erfindungsgemäß in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels vorgenommen.

10 Als Lösungsmittel sind dabei polare aprotische Lösungsmittel, wie Trialkylamine, stickstoffhaltige Heterocyclen, N,N-disubstituierte aliphatische Carbonsäureamide und N-Alkylactame, geeignet.

15 Als Beispiele für besonders geeignete Lösungsmittel seien im einzelnen genannt: Triethylamin, Tripropylamin und Tributylamin; Chinolin, Isochinolin, Chinaldin, Pyrimidin, N-Methylpiperidin und Pyridin; Dimethylformamid, Diethylformamid, Dimethylacetamid und Dimethylbutyramid; N-Methylpyrrolidon. Bevorzugtes Lösungsmittel dieser Gruppe ist Chinolin.

20 Als Lösungsmittel eignen sich auch protische Lösungsmittel, insbesondere aliphatische Carbonsäuren, vorzugsweise C₂-C₁₂-Carbonsäuren, wie Essigsäure, Propionsäure, Butansäure und Hexansäure, wobei Essigsäure und Propionsäure bevorzugte protische Lösungsmittel sind.

25 Je nach Reaktivität der Edukte sind entweder die aprotischen oder die protischen Lösungsmittel bevorzugt. So sind die aprotischen Lösungsmittel für die Umsetzung nicht-halogenierter Rylencarbonsäureanhydride (II) vorzuziehen, während die protischen Lösungsmittel bei der Umsetzung der reaktiveren halogenierten Rylencarbonsäureanhydride II bevorzugt sind.

30 In der Regel werden 1 bis 100 ml, insbesondere 3 bis 70 ml, Lösungsmittel pro g Rylencarbonsäureanhydrid (II), verwendet.

Bei der Imidierung kann auch eine Lewis-Säure als Katalysator eingesetzt werden.

Der Einsatz einer Lewis-Säure ist insbesondere bei der Umsetzung der reaktionsträgeren nichthalogenierten Rylencarbonsäureanhydride (II) und/oder reaktionsträgerem Rylendicarbonsäureimidderivat IIIc zu empfehlen.

- 5 Als Lewis-Säure eignen sich vor allem Zink-, Kupfer- und Eisensalze, wobei im Fall von Kupfer auch die Oxide verwendet werden können. Bevorzugt sind die Zink- und Kupferverbindungen, wobei die Zinkverbindungen besonders bevorzugt sind.

- 10 Beispiele für geeignete Lewis-Säuren sind Zinkacetat, Zinkpropionat, Kupfer(I)oxid, Kupfer(II)oxid, Kupfer(I)chlorid, Kupfer(I)acetat und Eisen(III)chlorid, wobei Zinkacetat ganz besonders bevorzugt ist.

- 15 Kommt eine Lewis-Säure zum Einsatz, so werden in der Regel 0,5 bis 3, vorzugsweise 0,5 bis 1,5, Äquivalente pro mol umzusetzender Anhydridgruppe im Rylencarbonsäureanhydrid (II) verwendet.

- 20 Die Reaktionstemperatur hängt ebenfalls von der Reaktivität der Edukte ab und liegt im allgemeinen im Bereich von 100 bis 250°C. Bei den reaktionsträgeren nichthalogenierten Rylencarbonsäureanhydriden (II) sind Temperaturen von 150 bis 230°C bevorzugt, die Umsetzung der reaktiveren halogenierten Rylencarbonsäureanhydride (II) wird vorzugsweise bei 110 bis 170°C vorgenommen.

- 25 Gewünschtenfalls kann man das sich bildende Reaktionswasser sowie das gegebenenfalls durch die Hilfsstoffe eingebrachte Wasser während der Umsetzung abdestillieren.

Es empfiehlt sich, unter Schutzgas, z.B. Stickstoff oder Argon, zu arbeiten.

- 30 Die Reaktionszeit beträgt üblicherweise 1 bis 48 h, insbesondere 6 bis 18 h.

Verfahrenstechnisch geht man bei der Imidierung zweckmäßigerweise wie folgt vor:

- 35 Man erhitzt eine Mischung von Rylencarbonsäureanhydrid (II), Rylendicarbonsäureimidderivat IIIc, Lösungsmittel und gegebenenfalls Lewis-Säure gewünschtenfalls unter Abdestillieren des sich bildenden Wassers 1 bis 48 h auf die gewünschte Reaktionstemperatur. Wird bei Abdestillieren des Wassers zu viel Lösungsmittel mitabdestilliert, so muß eine entsprechende weitere Menge ergänzt werden.

- 40 Die Isolierung der erhaltenen Mehrfachchromophore I kann wie folgt vorgenommen werden:

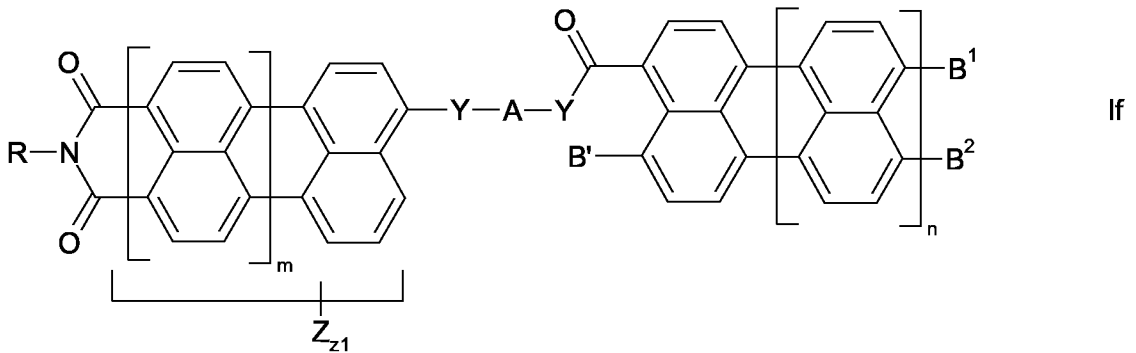
Die Mehrfachchromophore I werden durch Abkühlen und Zugabe eines protischen Lösungsmittels, wie Wasser oder eines niederen aliphatischen Alkohols, ausgefällt bzw. auskristallisiert, abfiltriert, mit einem der vorstehenden Lösungsmittel und gegebenenfalls einer verdünnten Mineralsäure zur Entfernung von Rückständen von Rylandicarbonsäureimidderivat IIIc und/oder anorganischen Salzen gewaschen und getrocknet.

Wie bei der nucleophilen Substitution beschrieben, können die erhaltenen Mehrfachchromophore I gewünschtenfalls zur weiteren Reinigung einer Säulenchromatographie bzw. Säulenfiltration oder einer Umkristallisation bzw. fraktionierten Kristallisation unterzogen werden.

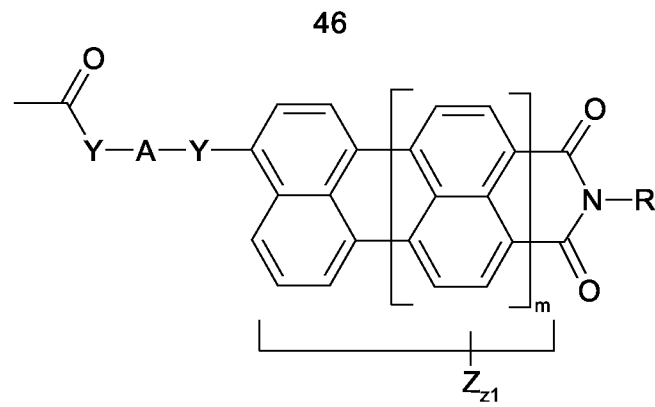
Veresterung

Mehrfachchromophore I, bei denen die Chromophore X über Estergruppen an den Chromophor Rylen gebunden sind, können vorteilhaft ausgehend von den entsprechenden Rylandicarbonsäurechloriden II f erhalten werden. Bei dem Chromophor Rylen handelt es sich hier insbesondere um Perylen.

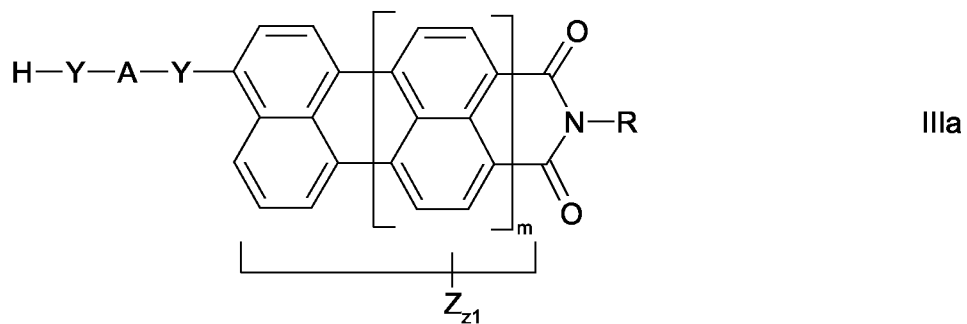
Weiterer Gegenstand dieser Erfindung ist demgemäß ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylandicarbonsäureestern der allgemeinen Formel II f



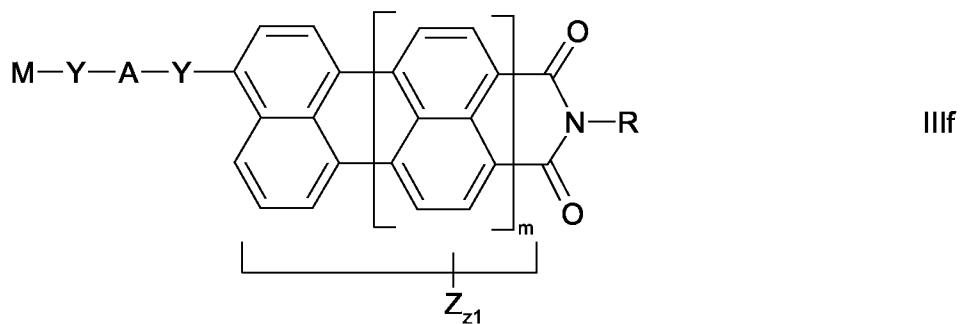
in der $n = 1$ ist, B^1 Wasserstoff, Halogen oder Cyano, einer der beiden Reste B^1 oder B^2 einen Rest der Formel



- und der andere Rest Wasserstoff, Halogen oder Cyano bedeutet, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein Rylendicarbonsäureimidderivat der allgemeinen Formel IIIa
- 5

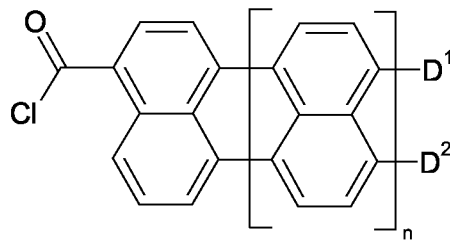


- in Gegenwart einer Alkalimetallbase und eines aprotischen Lösungsmittels in das Alkalimetallsalz der allgemeinen Formel IIIf
- 10



- in der M ein Alkalimetallkation bedeutet, überführt und dieses dann mit einem Rylendicarbonsäurechlorid der allgemeinen Formel IIIf
- 15

47



If

in der $n = 1$ ist und einer der beiden Reste D¹ oder D² -COCl oder der andere Rest Wasserstoff bedeutet, im Molverhältnis 0,8 : 1 bis 1,2 : 1 zu einem Rylendicarbonsäureester der Formel If, in der B' und der verbleibende Reste B¹ oder B² Wasserstoff bedeuten, umgesetzt

und gewünschtenfalls den erhaltenen Rylendicarbonsäureester nach Zwischenisolierung in Gegenwart eines polaren organischen Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit N-Halogensuccinimid zum Rylendicarbonsäureester der Formel If, in der B' und der verbleibende Rest B¹ oder B² Halogen bedeuten, halogeniert

und gewünschtenfalls den erhaltenen halogenierten Rylendicarbonsäureester mit einem Metallcyanid in Gegenwart eines aprotischen Lösungsmittels und eines Übergangsmetallkatalysators in den entsprechenden cyanosubstituierten Rylendicarbonsäureester der Formel If, in der B' und der verbleibende Rest B¹ oder B² Cyano bedeuten, überführt.

Da die für die Veresterung als Edukt eingesetzten Perylendicarbonsäurechloride If üblicherweise in Form von Mischungen des 3,9- und 3,10-Isomers vorliegen, werden auch die Mehrfachchromophore If als entsprechende Isomerenmischung erhalten.

Die Veresterung wird in Gegenwart eines aprotischen Lösungsmittels und einer Alkalimetallbase vorgenommen.

Als aprotisches Lösungsmittel eignen sich vor allem polare aprotische Lösungsmittel, wie aprotische Ether und die vorstehend genannten N,N-disubstituierten aliphatischen Carbonsäureamide und N-Alkylactame.

Beispiele für die bevorzugten Ether sind: Dialkylether, die zwei gleiche oder verschiedene Alkylreste aufweisen können und in der Regel 3 bis 8 C-Atome aufweisen, und Diarylether; Dialkylether, insbesondere Di(C₁-C₆-alkyl)ether und Diarylether (vor allem Diphenylether) von monomeren und oligomeren C₂-C₃-Alkylenglykolen, die bis zu sechs Alkylenoxideinheiten enthalten können, wobei Diethylenglykoldi(C₁-C₄-alkyl)-ether besonders bevorzugt sind, und cyclische Ether.

Als Beispiele seien im einzelnen genannt: tert.-Butylmethylether; Diphenylether; Diethylenglykoldimethyl-, -diethyl-, -dipropyl-, -diisopropyl-, -dibutyl-, -di-sec.-butyl- und -di-tert.-butylether, Diethylenglykolmethylethylether, Triethylenglykoldimethyl- und -diethylether und Triethylenglykolmethylethylether; Tetrahydrofuran und Dioxan. Ganz besonders bevorzugt sind Diethylenglykoldimethyl- und -diethylether.

Weiterhin eignen sich auch unpolare aprotische Lösungsmittel, wie Aliphaten (insbesondere C₈-C₁₈-Alkane), unsubstituierte, alkylsubstituierte und kondensierte Cycloaliphaten (insbesondere unsubstituierte C₇-C₁₀-Cycloalkane, C₆-C₈-Cycloalkane, die durch ein bis drei C₁-C₆-Alkylgruppen substituiert sind, polycyclische gesättigte Kohlenwasserstoffe mit 10 bis 18 C-Atomen), alkyl- und cycloalkylsubstituierte Aromaten (insbesondere Benzol, das durch ein bis drei C₁-C₆-Alkylgruppen oder einen C₅-C₈-Cycloalkylrest substituiert ist) und kondensierte Aromaten, die alkylsubstituiert und/oder teilhydriert sein können (insbesondere Naphthalin, das durch ein bis vier C₁-C₆-Alkylgruppen substituiert ist).

Als Beispiele seien im einzelnen genannt: Octan, Isooctan, Nonan, Isononan, Decan, Isodecan, Undecan, Dodecan, Hexadecan und Octadecan; Cycloheptan, Cyclooctan, Methylcyclohexan, Dimethylcyclohexan, Trimethylcyclohexan, Ethylcyclohexan, Diethylcyclohexan, Propylcyclohexan, Isopropylcyclohexan, Dipropylcyclohexan, Butylcyclohexan, tert.-Butylcyclohexan, Methylcycloheptan und Methylcyclooctan; Toluol, o-, m- und p-Xylol, 1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen), 1,2,4- und 1,2,3-Trimethylbenzol, Ethylbenzol, Propylbenzol, Isopropylbenzol, Butylbenzol, Isobutylbenzol, tert.-Butylbenzol und Cyclohexylbenzol; Naphthalin, Decahydronaphthalin (Dekalin), 1- und 2-Methylnaphthalin und 1- und 2-Ethyl-naphthalin; Kombinationen aus den zuvor genannten Lösungsmitteln, wie sie aus den hochsiedenden, teil- oder durchhydrierten Fraktionen thermischer und katalytischer Crackprozesse bei der Rohöl- oder Naphthaverarbeitung gewonnen werden können, z.B. Gemische vom Exxsol[®] Typ und Alkylbenzolgemische vom Solvesso[®] Typ.

In der Regel werden 2 bis 75 ml, insbesondere 3 bis 50 ml, Lösungsmittel pro g Rylendicarbonsäureimidderivat IIIa eingesetzt.

Als Alkalimetallbase eignen sich vor allem Alkalimetallhydride, insbesondere Lithiumhydrid, Natriumhydrid und Kaliumhydrid.

Im allgemeinen werden 0,8 bis 1,2 mol, vorzugsweise 0,9 bis 1,1 mol, Alkalimetallbase pro mol Rylendicarbonsäureimidderivat IIIa verwendet.

In der Regel werden Rylendicarbonsäureimidderivat IIIf und Rylendicarbonsäurechlorid IIIg im Molverhältnis 0,8 : 1 bis 1,2 : 1 umgesetzt.

Die Reaktionstemperatur liegt üblicherweise bei 0 bis 75°C, vor allem bei 20 bis 50°C.

Es empfiehlt sich, die Veresterung unter wasserfreien Bedingungen vorzunehmen.

- 5 Die Reaktionsdauer beträgt in der Regel 1 bis 48 h, bevorzugt 3 bis 10 h.

Verfahrenstechnisch geht man bei der Veresterung zweckmäßigerweise wie folgt vor:

- 10 Man legt Lösungsmittel, Alkalimetallbase und Rylendicarbonsäureimidderivat IIIa vor, erhitzt gegebenenfalls auf die gewünschte Reaktionstemperatur und überführt das Rylendicarbonsäureimidderivat IIIa auf diese Weise in sein Salz IIIf. Dann gibt man das Rylendicarbonsäurechlorid II f zu und rührt die Mischung 3 bis 10 h bei der gewünschten Reaktionstemperatur.

- 15 Die Isolierung der Mehrfachchromophore If kann durch Verdünnen mit protischen Lösungsmitteln, wie Wasser und niederen aliphatischen Alkoholen, Abfiltrieren, wiederholtes Waschen mit einer wäßrigen Base, z.B. einer Alkalimetallhydrogencarbonatlösung, und abschließend mit Wasser und anschließendes Trocknen erfolgen.

- 20 Wie bei der nucleophilen Substitution beschrieben, können die erhaltenen Mehrfachchromophore If gewünschtenfalls zur weiteren Reinigung einer Säulenchromatographie bzw. Säulenfiltration oder einer Umkristallisation bzw. fraktionierten Kristallisation, wobei Schwefelsäure als Lösungsmittel ausgeschlossen ist, unterzogen werden.

- 25 Sollen Mehrfachchromophore If, die einen dihalogenierten, insbesondere dichlorierten oder dibromierten, Chromophor Rylen aufweisen (Formel If: B¹ = verbleibender Rest B¹ oder B² = Halogen), hergestellt werden, so kann man den bei der Veresterung erhaltenen Mehrfachchromophor If in Gegenwart eines polaren organischen Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit N-Halogensuccinimid umsetzen.

- 30 Als polare organische Lösungsmittel eignen sich insbesondere aprotische Lösungsmittel. Bevorzugte Beispiele für diese Lösungsmittel sind die vorstehend genannten N,N-disubstituierten aliphatischen Carbonsäureamide und halogenierte Kohlenwasserstoffe, wie Chloroform und Methylenchlorid. Besonders bevorzugt ist Dimethylformamid.

- 35 In der Regel kommen 10 bis 200 ml, vorzugsweise 10 bis 100 ml, Lösungsmittel pro g zu halogenierender Mehrfachchromophor If zum Einsatz.

- 40 Als Lewis-Säuren eignen sich vor allem Metallhalogenide, wobei Eisen(III)halogenide, Aluminiumtrihalogenide und Zinkhalogenide bevorzugt sind. Als Beispiele im einzelnen genannt seien Eisen(III)chlorid, Eisen(III)bromid, Eisen(III)iodid, Aluminiumtrichlorid,

Aluminiumtribromid, Aluminiumtriiodid und Zinkchlorid, wobei die Eisenhalogenide besonders bevorzugt sind.

5 Im allgemeinen werden 0,01 bis 0,5 mol, vorzugsweise 0,05 bis 0,2 mol, Lewis-Säure pro mol zu halogenierender Mehrfachchromophor If eingesetzt.

Üblicherweise werden 2 bis 12 mol, vor allem 2 bis 8 mol, N-Halogensuccinimid pro mol If benötigt.

10 Die Halogenierungstemperatur liegt im allgemeinen bei 20 bis 100°C, bevorzugt bei 40 bis 80°C.

Es empfiehlt sich, unter Schutzgas, z.B. Stickstoff oder Argon, zu arbeiten.

15 Übliche Reaktionsdauern betragen 0,5 bis 24 h, vor allem 1 bis 2 h.

Verfahrenstechnisch geht man zweckmäßigerweise wie folgt vor:

20 Man erhitzt eine Mischung von zu halogenierendem Mehrfachchromophor If, Lewis-Säure, N-Halogensuccinimid und Lösungsmittel unter Rühren unter Schutzgas auf die gewünschte Reaktionstemperatur. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur fällt man das Reaktionsprodukt mit verdünnter anorganischer Säure, z.B. mit verdünnter Salzsäure, aus. Das Reaktionsprodukt wird abfiltriert, mit heißem Wasser gewaschen und getrocknet.

25 Eine weitere Reinigung der erhaltenen Mehrfachchromophore If kann gewünschtenfalls wie oben beschrieben vorgenommen werden.

30 Gewünschtenfalls können die dihalogenierten Mehrfachchromophore If durch Umsetzung mit einem Metallcyanid in Gegenwart eines aprotischen Lösungsmittels und eines Übergangsmetallkatalysators in die entsprechenden dicyanosubstituierten Mehrfachchromophore If (B^1 = verbleibender Rest B^1 oder B^2 = Cyano) überführt werden.

35 Als Metallcyanide sind hierbei vor allem Alkalimetallcyanide, wie Natriumcyanid oder Kaliumcyanid, oder Zinkcyanid geeignet.

Als aprotisches Lösungsmittel eignen sich die vorstehend genannten Lösungsmittel, wobei die N,N-disubstituierten aliphatischen Carbonsäureamide und die N-Alkyl-lactame bevorzugt sind.

40 In der Regel werden 10 bis 200 ml, insbesondere 10 bis 100 ml, Lösungsmittel pro g dihalogenerter Mehrfachchromophor If eingesetzt.

Als Übergangsmetallkatalysator sind insbesondere Palladiumkomplexe geeignet, z.B. Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0), Tetrakis(tris-*o*-tolylphosphin)palladium(0), [1,2-Bis(diphenylphosphino)ethan]palladium(II)chlorid, [1,1'-Bis(diphenylphosphino)-ferrocen]palladium(II)chlorid, Bis(triethylphosphin)palladium(II)chlorid, Bis(tricyclohexylphosphin)palladium(II)acetat, (2,2'-Bipyridyl)palladium(II)chlorid, Bis(triphenylphosphin)palladium(II)chlorid, Tris(dibenzylidenaceton)dipalladium(0), 1,5-Cyclooctadienpalladium(II)chlorid, Bis(acetonitril)palladium(II)chlorid und Bis(benzonitril)palladium(II)chlorid, wobei [1,1'-Bis(diphenylphosphino)ferrocen]palladium(II)chlorid und Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0) bevorzugt sind.

Üblicherweise kommen 1 bis 10 mol-%, vor allem 2 bis 5 mol-%, Übergangsmetallkatalysator, bezogen auf den dihalogenierten Mehrfachchromophor If, zum Einsatz.

Im allgemeinen werden 2 bis 10, vorzugsweise 2 bis 6, Äquivalente Metallcyanid pro mol dihalogenerter Mehrfachchromophor If verwendet.

Die Reaktionstemperatur liegt in der Regel bei 20 bis 150°C, bevorzugt bei 50 bis 100°C.

Es empfiehlt sich, unter Schutzgas, z.B. Stickstoff oder Argon, zu arbeiten.

Die Umsetzung ist üblicherweise in 2 bis 40 h, vor allem 4 bis 20 h, beendet.

Verfahrenstechnisch geht man zweckmäßigerweise wie folgt vor:

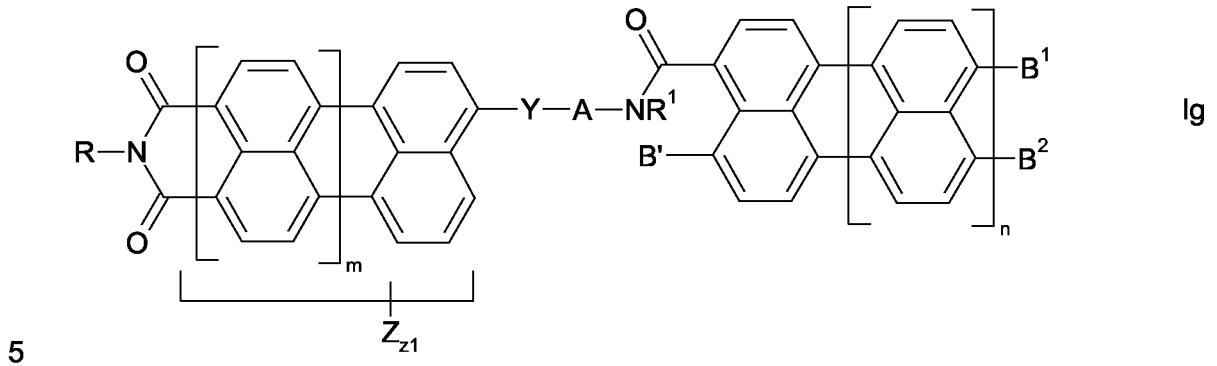
Man erhitzt eine Mischung von halogeniertem Mehrfachchromophor If, Übergangsmetallkatalysator und Metallcyanid unter Rühren unter Schutzgas auf die gewünschte Reaktionstemperatur. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur fällt man das Reaktionsprodukt mit niederen Alkoholen, denen verdünnter Ammoniak zugesetzt sein kann, aus. Das Reaktionsprodukt wird abfiltriert, mit heißem Wasser gewaschen und getrocknet.

Eine weitere Reinigung der erhaltenen Mehrfachchromophore If kann gewünschtenfalls wie oben beschrieben vorgenommen werden.

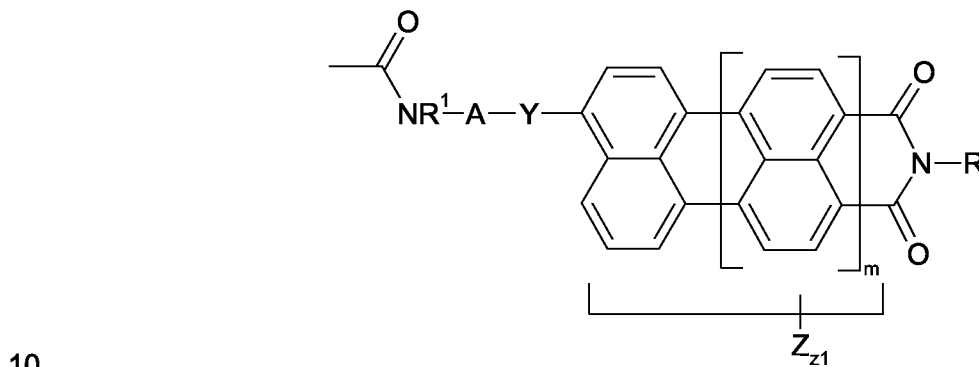
Amidierung

Mehrfachchromophore I, bei denen die Chromophore X über Amidgruppen an den Chromophor Rylen gebunden sind, können vorteilhaft ebenfalls ausgehend von den entsprechenden Perylendicarbonsäurechloriden If erhalten werden. Bei dem Chromophor Rylen handelt es sich wiederum insbesondere um Perylen.

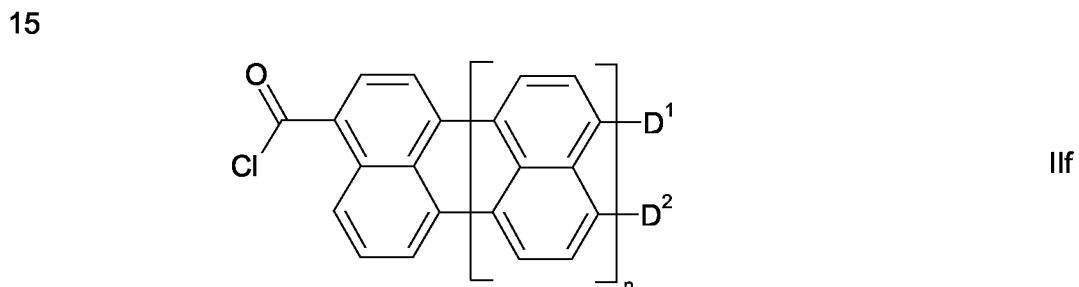
Demgemäß wurde ein Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylandicarbonsäureamiden der allgemeinen Formel Ig



in der $n = 1$ und $m = 0$ ist, B¹ Wasserstoff, Halogen oder Cyano, einer der beiden Reste B¹ oder B² einen Rest der Formel

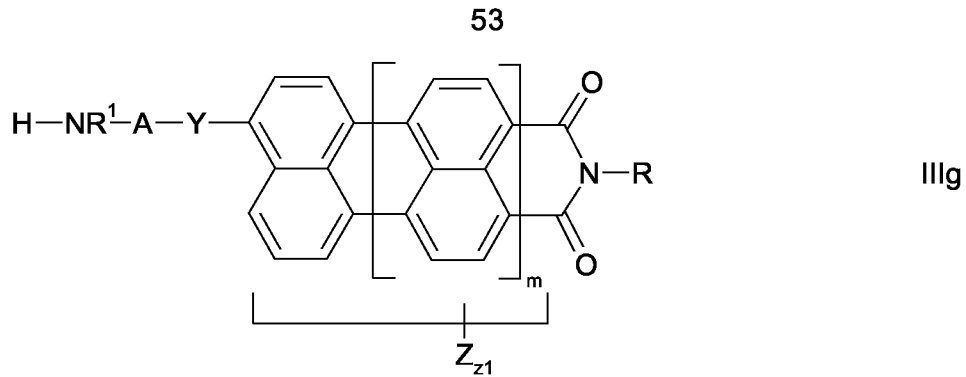


in der $m = 0$ ist, und der andere Rest Wasserstoff, Halogen oder Cyano bedeutet, gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein Rylandicarbonsäurechlorid der allgemeinen Formel IIf



in der $n = 1$ ist und einer der beiden Reste D¹ oder D² -COCl oder der andere Rest Wasserstoff bedeutet, in Gegenwart einer nichtnucleophilen Base und gewünschtenfalls zusätzlich eines aprotischen Lösungsmittels mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIg

20



in der $m = 0$ ist, zu einem Rylendicarbonsäureamid der Formel Ig, in der B' und der verbleibende Reste B¹ oder B² Wasserstoff bedeuten, umsetzt

5

und gewünschtenfalls das erhaltene Rylendicarbonsäureamid nach Zwischenisolierung in Gegenwart eines polaren organischen Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit N-Halogensuccinimid zum Rylendicarbonsäureamid der Formel Ig, in der B' und der verbleibende Rest B¹ oder B² Halogen bedeuten, halogeniert

10

und gewünschtenfalls das erhaltene halogenierte Rylendicarbonsäureamid mit einem Metallcyanid in Gegenwart eines aprotischen Lösungsmittels und eines Übergangsmetallkatalysators in das entsprechende cyanosubstituierte Rylendicarbonsäureamid der Formel Ig, in der B' und der verbleibende Rest B¹ oder B² Cyano bedeuten, überführt.

15

Da auch für die Amidierung die üblicherweise in Form von Mischungen des 3,9- und 3,10-Isomers vorliegenden Perylendicarbonsäurechloride IIf eingesetzt werden, werden auch die Mehrfachchromophore Ig als entsprechende Isomerenmischung erhalten.

20 Die Amidierung wird in Gegenwart einer nichtnucleophilen Base und gewünschtenfalls zusätzlich eines aprotischen Lösungsmittels vorgenommen.

Als nichtnucleophile Base werden vorzugsweise nichtnucleophile Stickstoffbasen eingesetzt. Geeignete Beispiele hierfür sind Alkylamine, insbesondere Tri(C₂-C₆-alkyl)-amine, wie Triethylamin, Tripropylamin und Tributylamin, und heterocyclische Basen, wie Pyridin, 4-(N,N-Dimethylamino)pyridin, (4-Pyrrolidino)pyridin, N-Methylpiperidin, N-Methylpiperidon, N-Methylmorpholin, N-Methyl-2-pyrrolidon, Pyrimidin, Chinolin, Isochinolin, Chinaldin, Diazabicyclooctan (DABCO), Diazabicyclononen (DBN) und Diazabicycloundecen (DBU).

30

Diese Stickstoffbasen können gleichzeitig als Lösungsmittel dienen. In diesem Fall werden üblicherweise 10 bis 100 g, bevorzugt 10 bis 50 g, Base pro g Rylendicarbonsäurechlorid IIf verwendet.

Wird die Amidierung in Gegenwart eines weiteren aprotischen Lösungsmittels, insbesondere eines N,N-disubstituierten aliphatischen Carbonsäureamids oder eines N-Alkylactams, vorgenommen, so kommen in der Regel 3 bis 50 g, vor allem 10 bis 25 g, Stickstoffbase und etwa 3 bis 50 ml, insbesondere 10 bis 25 ml, des zusätzlichen Lösungsmittels, jeweils pro g Rylendicarbonensäurechlorid If zum Einsatz.

In der Regel werden Rylendicarbonensäureimidderivat IIIg und Rylendicarbonensäurechlorid If im Molverhältnis 0,8 : 1 bis 1,2 : 1 umgesetzt.

Die Reaktionstemperatur liegt üblicherweise bei 0 bis 75°C, vor allem bei 20 bis 50°C.

Es empfiehlt sich, die Amidierung unter wasserfreien Bedingungen vorzunehmen.

Die Reaktionsdauer beträgt in der Regel 1 bis 24 h, bevorzugt 1 bis 5 h.

Verfahrenstechnisch geht man bei der Amidierung zweckmäßigerweise wie folgt vor:

Man mischt Rylendicarbonensäurechlorid If, Rylendicarbonensäureimidderivat IIIg und nichtnucleophile Base sowie gegebenenfalls Lösungsmittel, erhitzt diese Mischung gegebenenfalls auf die gewünschte Reaktionstemperatur und rührt 1 bis 24 h bei der gewünschten Reaktionstemperatur.

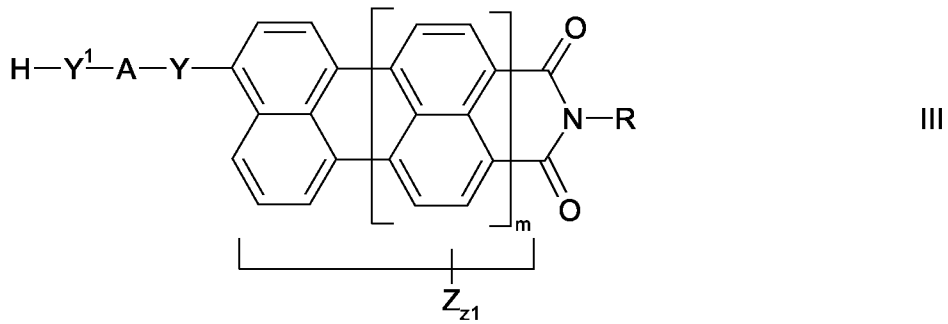
Die Isolierung der Mehrfachchromophore Ig kann durch Verdünnen mit protischen Lösungsmitteln, wie Wasser und niederen aliphatischen Alkoholen, Abfiltrieren, wiederholtes Waschen mit einer wässrigen Base, z.B. einer Alkalimetallhydrogencarbonatlösung, und abschließend mit Wasser und anschließendes Trocknen erfolgen.

Wie bei der nucleophilen Substitution beschrieben, können die erhaltenen Mehrfachchromophore Ig gewünschtenfalls zur weiteren Reinigung einer Säulenchromatographie bzw. Säulenfiltration oder einer Umkristallisation bzw. fraktionierten Kristallisation, wobei Schwefelsäure als Lösungsmittel ausgeschlossen ist, unterzogen werden.

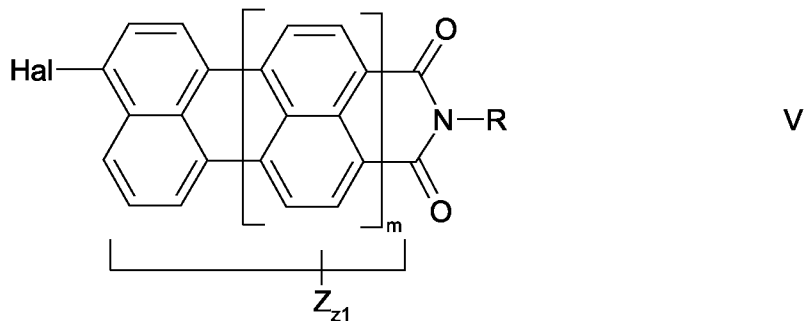
Mehrfachchromophore Ig, die im Chromophor Rylen dihalogeniert, insbesondere dichloriert oder dibromiert, bzw. dicyanosubstituiert sind (B^1 = verbleibender Rest B^1 oder B^2 = Halogen bzw. Cyano), können analog zu den entsprechenden Mehrfachchromophoren If hergestellt werden. Zur näheren Beschreibung der jeweiligen Vorgehensweise sei daher auf die Ausführungen im Abschnitt Veresterung verwiesen.

Herstellung der Rylendicarbonensäureimidderivate III

Schließlich wurde auch ein Verfahren zur Herstellung von Rylendicarbonensäureimidderivaten der eingangs definierten Formel III



5 gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein peri-halogeniertes Rylendicarbonsäureimid der allgemeinen Formel V



10 in der Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels mit 2 bis 5 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer mindestens bifunktionellen aromatischen Verbindung der allgemeinen Formel VI



15 umsetzt.

Bei der das peri-Halogenatom ersetzenden, mindestens bifunktionellen Verbindung VI handelt es sich um einen Di(thio)alkohol oder einen Amino(thio)alkohol, der über Y (-O- bzw. -S-) an das Rylendicarbonsäureimid V gebunden wird.

20

Die mindestens bifunktionelle Verbindung VI enthält das oben eingehend beschriebene, mindestens einen (het)aromatischen Rest enthaltende Brückenglied A als die funktionellen Gruppen -YH und -Y¹H verknüpfende Einheit. Bevorzugte und besonders bevorzugte Verbindungen VI ergeben sich daher zwanglos aus den oben beschriebenen

25 Brückengliedern A.

Als Beispiele für ganz besonders geeignete Verbindungen VI seien im einzelnen genannt:

1,4-Dihydroxybenzol (Hydrochinon), 1,3-Dihydroxybenzol (Resorcin), 1,2-Dihydroxybenzol (Brenzkatechin), 1,4-, 1,3- und 1,2-Dimercaptobenzol, 1,4-Dihydroxy-2,5-di(tert.-butyl)benzol, 1,4-Dihydroxy-2,5-dihexylbenzol, 1,4-Dihydroxy-2,5-di(tert.-octyl)benzol, 1,4-Dihydroxy-2,5-didodecylbenzol, 1,4-Dihydroxy-2,5-di(2-dodecyl)benzol, p-, m- und o-Aminophenol, 1,4- und 1,8-Dihydroxynaphthalin, 1,4- und 1,8-Dimercaptanaphthalin, 1,4- und 1,8-Diaminonaphthalin, 4,4'-, 3,3'- und 2,2'-Dihydroxydiphenyl (4,4'-, 3,3'- und 2,2'-Dihydroxybiphenyl), 4,4'-Dihydroxy-2,2',6,6'-tetramethyldiphenyl, 4,4'-Dihydroxy-2,2',6,6'-tetraisopropyldiphenyl, 4,4'-Dihydroxy-2,2',6,6'-tetra(2-hexyl)diphenyl, 4,4'-Dihydroxy-2,2',6,6'-tetramethyldiphenyl, (4,4'-Dihydroxydiphenyl)methan, (4,4'-Dihydroxydiphenyl)dimethylmethan (Bisphenol A), (4,4'-Dihydroxydiphenyl)diethylmethan und (4,4'-Dihydroxydiphenyl)diphenylmethan, wobei Hydrochinon, 1,4-Dihydroxy-2,5-di(tert.-octyl)benzol, p-Aminophenol, 4,4'-Dihydroxy-2,2',6,6'-tetramethyldiphenyl, 4,4'-Dihydroxy-2,2',6,6'-tetraisopropyldiphenyl, 4,4'-Dihydroxy-2,2',6,6'-tetra(2-hexyl)diphenyl und Bisphenol A ganz besonders bevorzugt sind.

15

Bei der Umsetzung zwischen dem peri-Halogenrylendicarbonsäureimid V und der mindestens bifunktionellen Verbindung VI handelt es sich ebenfalls um eine nucleophile Substitution.

20

Die oben im Abschnitt Nucleophile Substitution angegebenen Reaktionsbedingungen (Art und Menge des nichtnucleophilen Lösungsmittels, Art und Menge der Base, Reaktionstemperatur, verfahrenstechnische Vorgehensweise, Isolierung und gewünschtenfalls Reinigung des Reaktionsprodukts) können daher auf die vorliegende Umsetzung übertragen werden.

25

Das Molverhältnis von mindestens bifunktioneller Verbindung VI zu peri-Halogenrylendicarbonsäureimid V beträgt 2 : 1 bis 5 : 1, vorzugsweise 3 : 1 bis 4 : 1.

30

Durch den Überschuß an VI kann die im Fall der Dirole und Dithiole zu erwartende Bildung von über die Gruppierung -Y-A-Y- verdoppelten Rylendicarbonsäureimidn wirkungsvoll unterdrückt werden. Das überschüssige VI kann zudem leicht durch Waschen mit einem protischen Lösungsmittel, wie Wasser, einem niederen aliphatischen Alkohol oder einem Alkohol/Wasser-Gemisch, aus dem Reaktionsprodukt, das in diesen Lösungsmitteln unlöslich ist, entfernt werden.

35

Die Rylendicarbonsäureimidderivate III sind daher vorteilhaft ohne Einsatz von aufwendiger Schutzgruppenchemie erhältlich.

40

Die erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore I zeichnen sich durch die gezielte Anpaßbarkeit ihrer optischen Eigenschaften an den gewünschten Anwendungszweck aus. Ihre Emission ist langwellig gegenüber ihrer Absorption verschoben, wobei die jeweiligen Wellenlängenbereiche in einfacher Weise durch entsprechende Auswahl

des Chromophors Rylen und des Chromophors X festgelegt werden kann. Auf diese Weise sind lösliche Farbstoffe mit großem Stokes-Shift zugänglich.

5 Sie können problemlos in organische und anorganische Materialien eingearbeitet werden und eignen sich auch schon deshalb für eine ganze Reihe von Anwendungszwecken, von denen einige im folgenden beispielhaft aufgeführt werden.

10 Zur Charakterisierung der Mehrfachchromophore I wird dabei nur der Chromophor Rylen als Basis genannt. Wenn nichts anderes angegeben ist, stellt der Chromophor X das jeweils niedrigere Homologe dar.

Sie können generell zur Einfärbung von Lacken, Druckfarben und Kunststoffen eingesetzt werden.

15 Die Mehrfachchromophore I auf Perylen- und Terrylenbasis absorbieren im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums und zeichnen sich dabei insbesondere durch ihre Fluoreszenz aus, die im Fall der Mehrfachchromophore auf Perylenbasis im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums liegt.

20 Die Mehrfachchromophore I auf Quaterrylenbasis sind insbesondere aufgrund ihres Absorptionsvermögens im nahinfraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums von Interesse.

25 Die erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore I können zur Herstellung elektromagnetische Strahlung absorbierender und/oder emittierender wässriger Polymerisatdispersionen verwendet werden. Fluoreszierende Polymerisatdispersionen ergeben sich bei den Mehrfachchromophoren auf Terrylenbasis und insbesondere bei den Mehrfachchromophoren auf Perylenbasis, während bei den Mehrfachchromophoren auf Quaterrylenbasis im nahinfraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums absorbierende Polymerisatdispersionen resultieren.

30 Weiterhin eignen sich die Mehrfachchromophore zur Erzeugung von Markierungen und Beschriftungen. Die Mehrfachchromophore I auf Quaterrylenbasis ergeben hier aufgrund ihrer ausgeprägten Absorption im nahinfraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums für das menschliche Auge nicht sichtbare, Infrarotlicht absorbierende Markierungen und Beschriftungen, während die Mehrfachchromophore I auf Perylen- und Terrylenbasis aufgrund des großen Abstands zwischen (kurzwelliger) Absorption und (langwelliger) Emission von besonderem Interesse für Markierungs- und Beschriftungszwecke sind.

40

Die erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore I sind schließlich auch als Filter oder Emittierer für Display-Anwendungen einsetzbar. Dabei sind die im sichtbaren Bereich

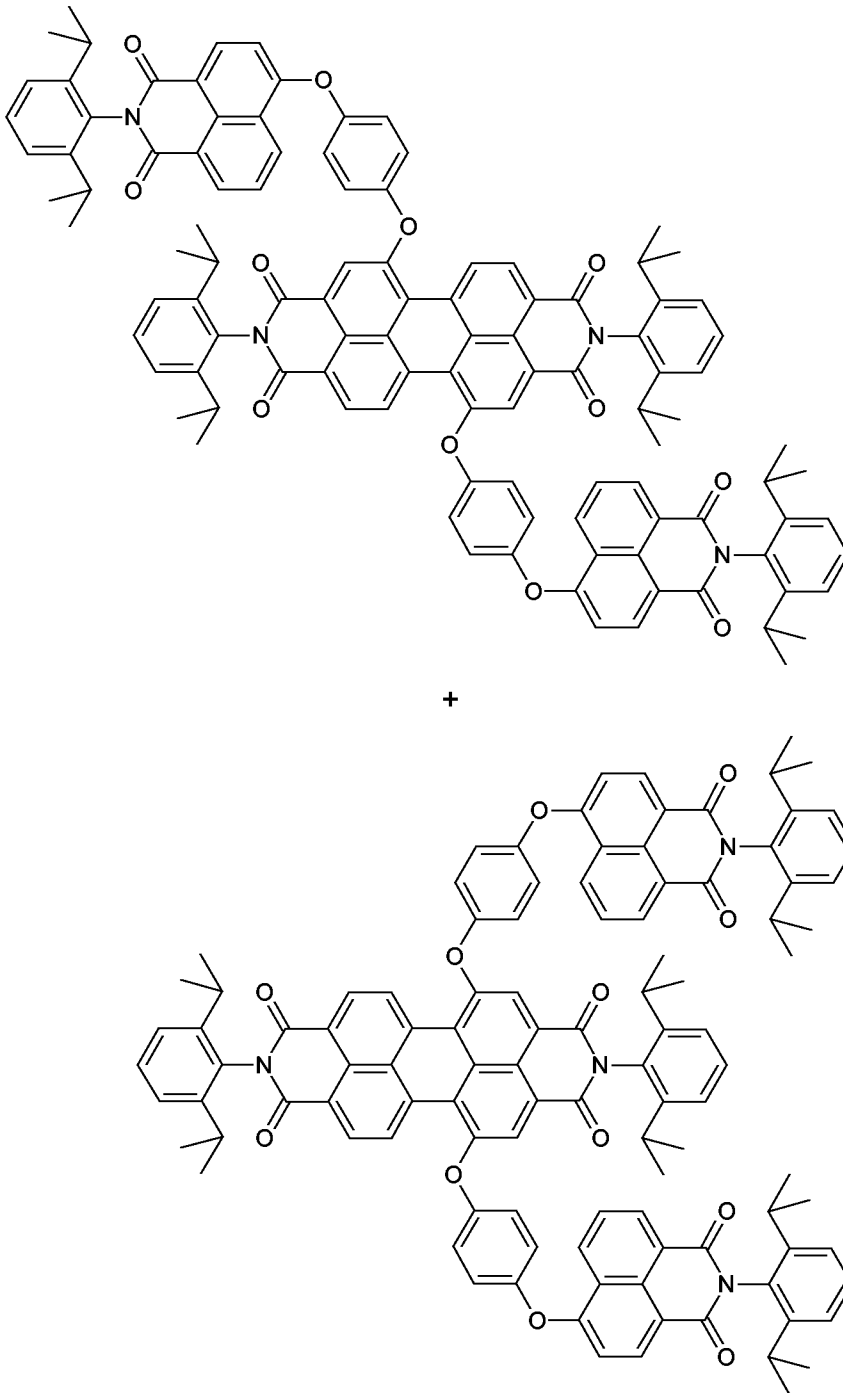
absorbierenden, fluoreszierenden Mehrfachchromophore I, vor allem also die Mehrfachchromophore auf Perylenbasis, als absorbierende Colorfilter oder als fluoreszierende Emitter für LCD- und OLED-Displays von Interesse.

- 5 Schließlich können die Mehrfachchromophore I auch als Emitter in Chemilumineszenz-anwendungen Anwendung finden. Hier sind wiederum die fluoreszierenden Mehrfachchromophore auf Perylen- und Terrylenbasis besonders geeignet.

- 10 Nicht zuletzt können die erfindungsgemäßen Mehrfachchromophore I, insbesondere die Mehrfachchromophore auf Perylen- und Terrylenbasis, auch als Aktivkomponenten in der Photovoltaik zum Einsatz kommen.

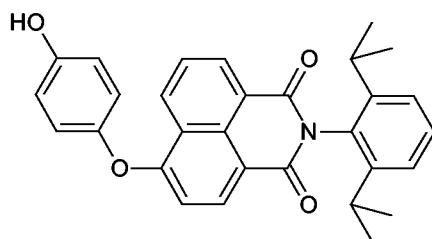
Beispiele

Beispiel 1: Mehrfachchromophor Ia1



Ia1

a) Herstellung des Rylendicarbonsäureimidderivats III1



III1

- 5 Eine Mischung aus 30 ml N-Methylpyrrolidon, 4,15 g (30 mmol) Kaliumcarbonat, 6,60 g (60 mmol) Hydrochinon und 4,15 g (15 mmol) N-(2,6-Diisopropylphenyl)-4-chlornaphthalin-1,8-dicarbonsäureimid wurde unter Stickstoff 24 h bei 80°C gerührt.

- 10 Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch auf 3 l Wasser gefällt. Die erhaltene Suspension wurde 30 min auf Rückflußtemperatur erhitzt, auf Raumtemperatur abgekühlt und filtriert. Der Filtrerrückstand wurde in einer Mischung aus 200 ml Wasser und 5 ml Ethanol 1 h bei 60°C gerührt, erneut abfiltriert, mit etwa 400 ml warmem Wasser gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.

- 15 Es wurden 6,9 g (quantitative Umsetzung) des Rylendicarbonsäureimidderivats III1 in Form eines gelblichen Feststoffs erhalten.

R_F-Wert (Toluol/Ethanol 7:1) = 0,40.

20 b) Herstellung des Mehrfachchromophors Ia1

- 25 Eine Mischung aus 4,6 g (10 mmol) des Rylendicarbonsäureimidderivats III1, 0,86 g (6 mmol) Kaliumcarbonat, 50 ml N-Methylpyrrolidon und 4,34 g (5 mmol) eines Gemisches von N,N'-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-1,7- und -1,6-dibromperylen-3,4:9,10-tetracarbonsäurediimid (Isomerenverhältnis 75 : 25) wurde unter Stickstoff 28 h bei Raumtemperatur gerührt. Nach Zugabe von weiteren 0,86 g (6 mmol) Kaliumcarbonat wurde weitere 20 h bei Raumtemperatur gerührt.

- 30 Das Reaktionsgemisch wurde langsam in eine Mischung aus 1 l Wasser, 50 g 6 gew.-%iger Schwefelsäure und 50 ml Ethanol gegossen. Das auf diese Weise ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, mehrfach mit Wasser und mit Ethanol gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.

- 35 Es wurden 7,74 g (95%) des Mehrfachchromophors Ia1 in Form eines roten Feststoffs erhalten, der zur weiteren Reinigung einer Säulenchromatographie an Kieselgel mit einem Toluol/Essigester-Gemisch (20:1) als Eluens unterzogen wurde.

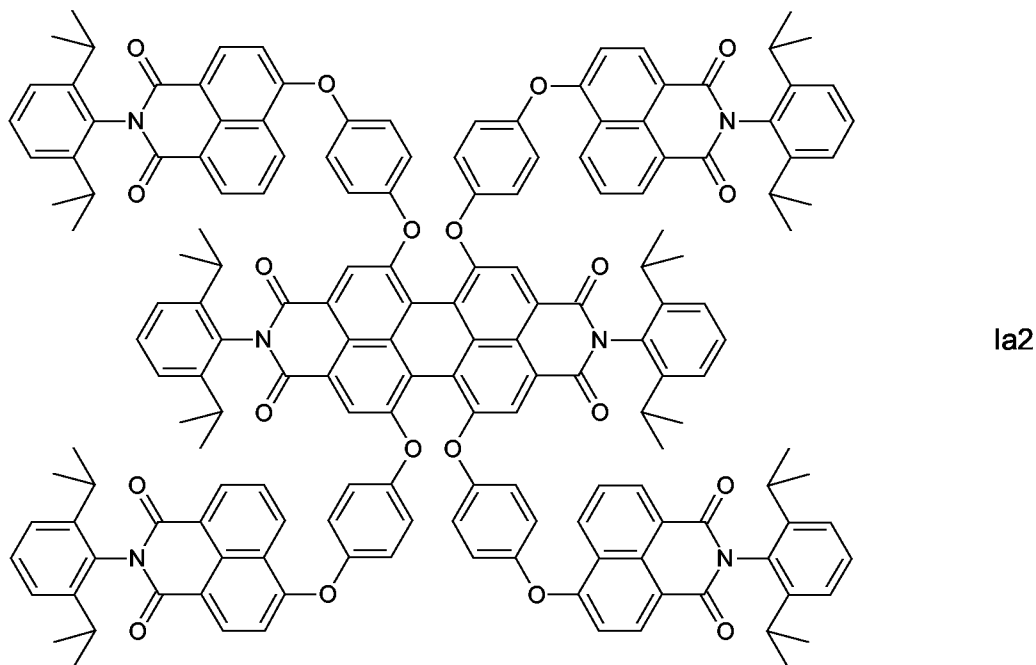
R_F-Wert (Toluol/Essigester 10:1) = 0,42;

Absorption: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 351, 525 nm;

Emission: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 575 nm.

Abbildung 1 zeigt das Absorptionsspektrum (durchgezogene Linie) und Emissionsspektrum (unterbrochene Linie; Anregung bei 364 nm) des gereinigten Mehrfachchromophors Ia1 in Methylenchlorid.

Beispiel 2: Mehrfachchromophor Ia2



10

Eine Mischung aus 0,93 g (2 mmol) des Rylendicarbonsäureimidderivats III1 aus Beispiel 1a), 0,17 g (1,25 mmol) Kaliumcarbonat, 10 ml N-Methylpyrrolidon und 0,42 g (0,5 mmol) N,N'-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-1,6,7,12-tetrachlorperylen-3,4:9,10-tetracarbonsäurediimid wurde unter Stickstoff 30 h bei 80°C gerührt.

15

Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch langsam in eine Mischung aus 300 ml 5 gew.-%iger Schwefelsäure und 30 ml Ethanol gegossen. Nach einstündigem Rühren wurde das auf diese Weise ausgefällte Produkt abfiltriert, mit Wasser gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet. Das getrocknete Produkt wurde in Toluol unter Erwärmen gelöst und mit wenig Aktivkohle ausgerührt. Die Aktivkohle wurde anschließend abfiltriert, und das Filtrat wurde im Vakuum eingedampft.

20

Es wurden 0,8 g (62%) des Mehrfachchromophors Ia2 in Form eines violetten Feststoffs erhalten, der zur weiteren Reinigung einer Säulenfiltration an Kieselgel mit einem Toluol/Essigester-Gemisch (10:1) als Eluens unterzogen wurde.

25

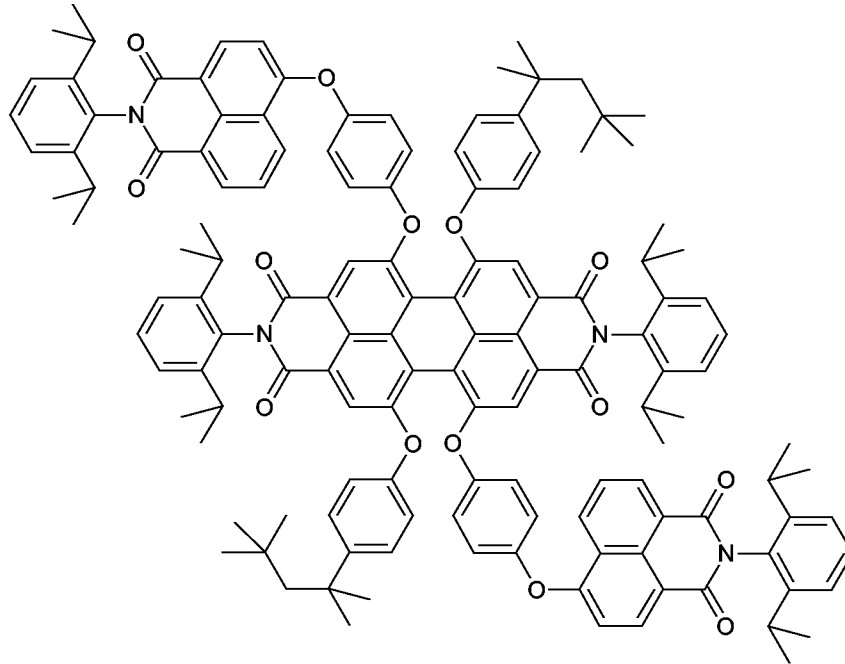
R_f-Wert (Toluol/Essigester 10:1) = 0,42;

Absorption: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 349, 551 nm;

Emission: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 602 nm.

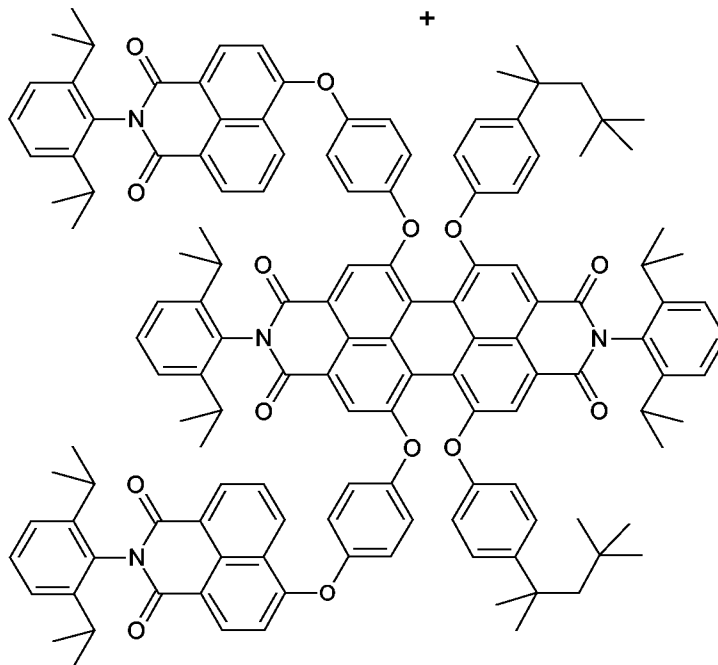
Beispiel 3: Mehrfachchromophor Ia3

5



+

Ia3



Die Formel Ia3 gibt die Hauptkomponenten des durch die beiden Phenoxyreste (X und Z) tetrasubstituierten Produkts wieder, das als Gemisch der die beiden Phenoxyreste im Verhältnis 4:0, 1:3, 2:2, 1:3 und 0:4 enthaltenden Produkte vorliegt.

10

Eine Mischung aus 3,72 g (8 mmol) des Rylendicarbonsäureimidderivats III1 aus Beispiel 1a), 1,38 g (10 mmol) Kaliumcarbonat, 50 ml N-Methylpyrrolidon und 3,39 g (4 mmol) N,N'-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-1,6,7,12-tetrachlorperylen-3,4:9,10-tetracarbonsäurediimid wurde unter Stickstoff 12 h bei 80°C gerührt. Nach Zugabe von
 5 2,48 g (12 mmol) tert.-Octylphenol wurde weitere 6 h bei 80°C gerührt.

Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch langsam in 250 ml 5 gew.-%ige Schwefelsäure gegossen. Das auf diese Weise ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, zunächst mit warmem Wasser, dann mit einem 1:1-Gemisch von Wasser und
 10 Methanol und abschließend mit reinem Methanol gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet. Das getrocknete Produkt wurde in Toluol unter Erwärmen gelöst und mit wenig Aktivkohle ausgerührt. Die Aktivkohle wurde anschließend abfiltriert, und das Filtrat wurde im Vakuum eingedampft.

15 Es wurden 7,18 g (87%) des Mehrfachchromophors Ia3 in Form eines roten Feststoffs als Isomergemisch mit Ia3 als Hauptkomponenten erhalten.

R_f-Wert (Toluol/Essigester 10:1) = 0,57; 0,82; 0,43; 0,49; 0,96;

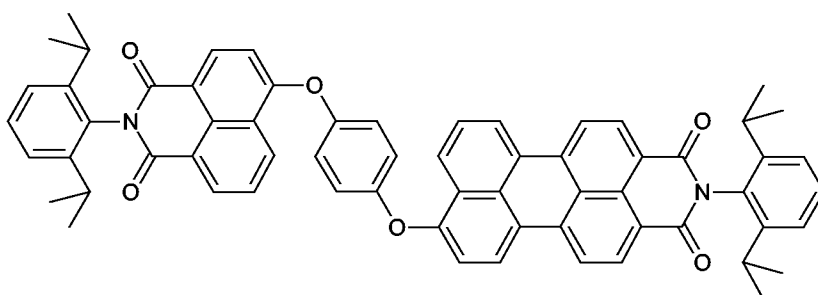
Absorption: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 361, 570 nm;

20 Emission: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 611 nm.

Abbildung 2 zeigt das Absorptionsspektrum (durchgezogene Linie) und Emissionsspektrum (unterbrochene Linie; Anregung bei 364 nm) des Mehrfachchromophors Ia3 in Methylenchlorid.

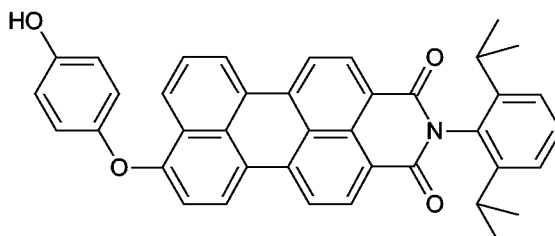
25

Beispiel 4: Mehrfachchromophor Ib1



Ib1

30 a) Herstellung des Rylendicarbonsäureimidderivats III2



III2

Eine Mischung aus 2,8 g (5 mmol) N,N'-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-9-bromperylen-3,4:9,10-tetracarbonsäurediimid, 1,73 g (12,5 mmol) Kaliumcarbonat, 50 ml N-Methylpyrrolidon und 2,2 g (20 mmol) Hydrochinon wurde unter Stickstoff zunächst 22 h bei 80°C und dann weitere 22 h bei 110°C gerührt.

Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch langsam in 300 ml 5 gew.-%ige Schwefelsäure gegossen. Das auf diese Weise ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, zunächst mit Wasser und dann mit einem 1:1-Gemisch von Wasser und Methanol gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.

Es wurden 2,7 g (92%) des Rylandicarbonsäureimidderivats III2 in Form eines violetten Feststoffs erhalten.

R_F-Wert (Toluol/Essigester 10:1) = 0,12.

b) Herstellung des Mehrfachchromophors Ib1

Eine Mischung aus 1,77 g (3 mmol) des Rylandicarbonsäureimidderivats III2, 1,18 g (3 mmol) N-(2,6-Diisopropylphenyl)-4-chlornaphthalin-1,8-dicarbonsäureimid, 1,04 g (7,5 mmol) Kaliumcarbonat und 50 ml N-Methylpyrrolidon wurde unter Stickstoff 34 h bei 80°C gerührt.

Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch langsam in 500 ml 5 gew.-%ige Schwefelsäure gegossen. Das auf diese Weise ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, mit warmem Wasser gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.

Es wurden 2,78 g (quantitative Umsetzung) des Mehrfachchromophors Ib1 in Form eines roten Feststoffs erhalten.

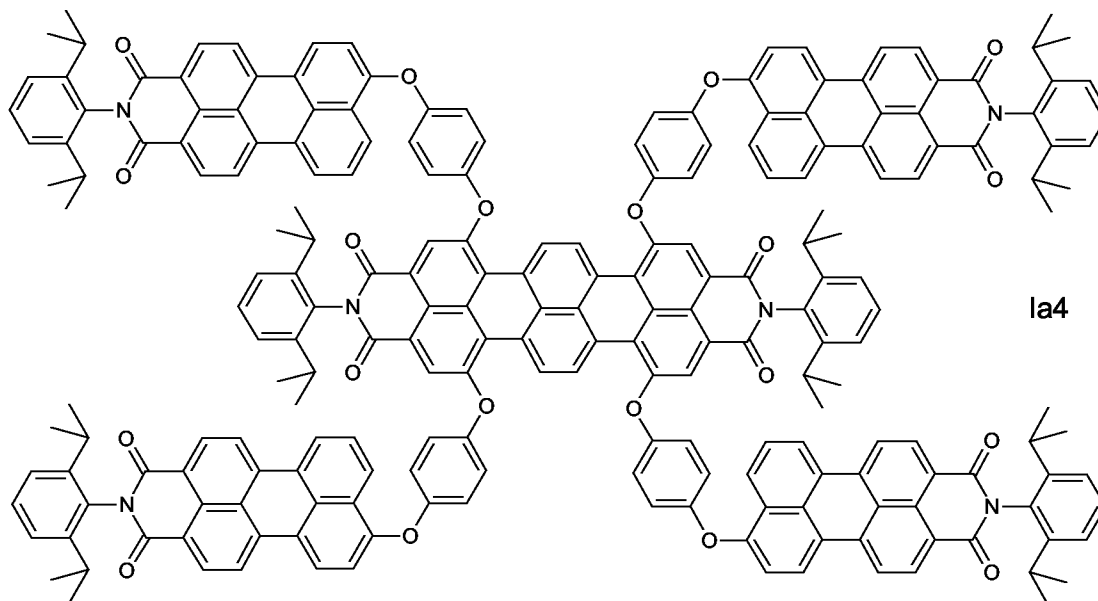
30

R_F-Wert (Toluol/Essigester 10:1) = 0,40;
Absorption: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 353, 510 nm;
Emission: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 584 nm.

Abbildung 3 zeigt das Absorptionsspektrum (durchgezogene Linie) und Emissionsspektrum (unterbrochene Linie; Anregung bei 364 nm) des Mehrfachchromophors Ib1 in Methylenchlorid.

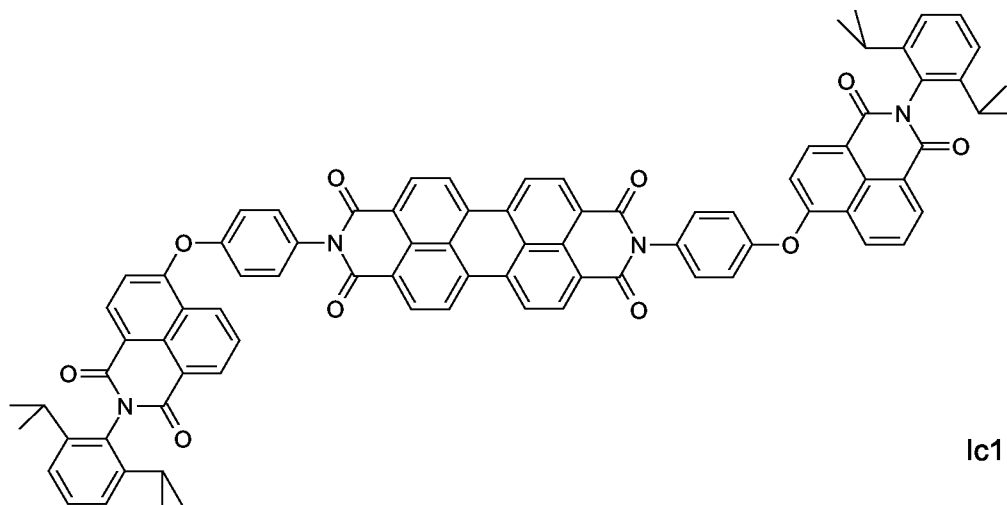
35

Beispiel 5: Mehrfachchromophor Ia4

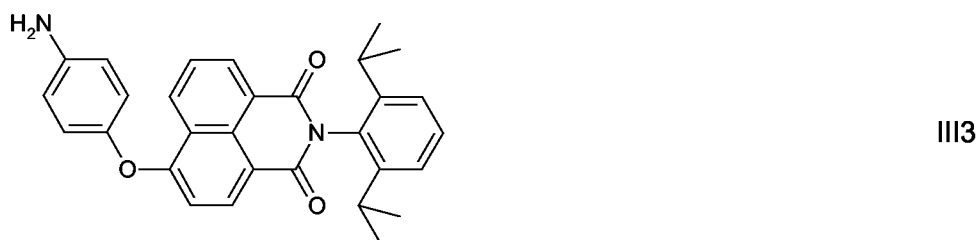


- 5 Eine Mischung aus 4,4 g (7,5 mmol) des Rylendicarbonsäureimidderivats III2 aus Beispiel 4a), 1,24 g (9 mmol) Kaliumcarbonat, 100 ml N-Methylpyrrolidon und 1,73 g (1,5 mmol) N,N'-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-1,6,9,14-tetrabromoterrylene-3,4:11,12-tetracarbonsäurediimid wurde unter Stickstoff 3 h bei 80°C gerührt.
- 10 Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch langsam in 600 ml 5 gew.-%ige Schwefelsäure gegossen. Das auf diese Weise ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, mehrfach mit Wasser und mit Ethanol gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.
- 15 Es wurden 5,1 g (quantitative Umsetzung) des Mehrfachchromophors Ia4 in Form eines violetten Feststoffs erhalten, der zur weiteren Reinigung einer Säulenchromatographie an Kiesel mit einem Toluol/Ethanol-Gemisch (10:1) als Eluens unterzogen wurde.
- 20 R_f -Wert (Toluol/Ethanol 10:1) = 0,20;
 Absorption: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 510, 675 nm;
 Emission: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 709 nm.

Beispiel 6: Mehrfachchromophor Ic1



5 a) Herstellung des Rylendicarbonsäureimidderivats III3



- 10 Eine Mischung aus 20,0 g (50 mmol) N-(2,6-Diisopropylphenyl)-4-chlornaphthalin-1,8-dicarbonsäureimid, 6,7 g (60 mmol) p-Aminophenol, 3,5 g (25 mmol) Kaliumcarbonat und 100 ml N-Methylpyrrolidon wurde unter Stickstoff 24 h bei 80°C gerührt. Nach Zugabe von weiteren 7,0 g (50 mmol) Kaliumcarbonat wurde weitere 6 h bei 80°C gerührt.
- 15 Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch auf 500 ml Wasser gefällt. Die erhaltene Suspension wurde 24 h auf 80°C erhitzt, auf Raumtemperatur abgekühlt und filtriert. Der Filtrückstand wurde mehrfach mit heißem Wasser gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.
- 20 Es wurden 21,5 g (92%) des Rylendicarbonsäureimidderivats III3 in Form eines bräunlichen Feststoffs erhalten.

R_f-Wert (Toluol/Ethanol 7:2) = 0,60.

25 b) Herstellung des Mehrfachchromophors Ic1

Eine Mischung aus 1,04 g (2,5 mmol) Perylen-3,4:9,10-tetracarbonsäuredianhydrid,

50 ml Chinolin, 2,4 g des Rylendicarbonsäureimidderivats III3 und 0,5 g (2,5 mmol) Zinkacetatdihydrat wurde unter Stickstoff 6 h bei 160°C, 6 h bei 180°C und 2 h bei 200°C gerührt.

- 5 Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Produkt durch Zugabe von 250 ml Methanol ausgefällt, abfiltriert, in 250 ml Methanol erneut auf Rückflußtemperatur erhitzt, nach dem Abkühlen abfiltriert und im Vakuum bei 80°C getrocknet.

- 10 Es wurden 2,95 g (92%) des Mehrfachchromophors Ic1 in Form eines orangefarbenen Feststoffs erhalten, der zur weiteren Reinigung einer fraktionierten Kristallisation in einem N-Methylpyrrolidon/Ethanol-Gemisch (1:3) unterzogen wurde.

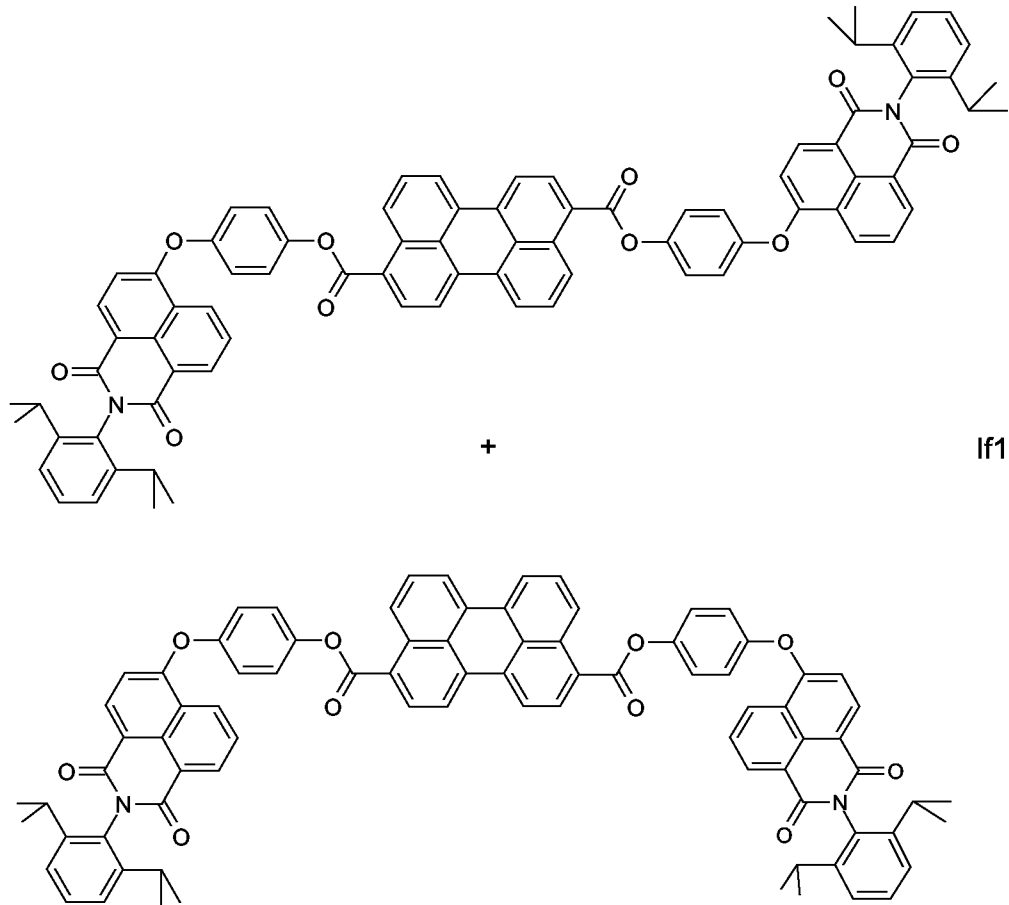
R_F-Wert (Toluol/Ethanol 7:2) = 0,80;

Absorption: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 361, 489, 525 nm;

- 15 Emission: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 535, 578 nm.

Abbildung 4 zeigt das Absorptionsspektrum (durchgezogene Linie) und Emissionsspektrum (unterbrochene Linie; Anregung bei 361 nm) des gereinigten Mehrfachchromophors Ic1 in Methylenchlorid.

Beispiel 7: Mehrfachchromophor If1



- 5 a) Herstellung des Gemischs von Perylen-3,9- und -3,10-dicarbonsäurechlorid (Isomerenverhältnis etwa 1 : 1) If1

Zu einer Mischung aus 17,0 g (50 mmol) eines Gemischs aus Perylen-3,9- und -3,10-dicarbonsäure (Isomerenverhältnis etwa 1 : 1), 125 ml Toluol und 5 Tropfen Dimethylformamid wurden unter Stickstoff 13,7 g (120 mmol) Thionylchlorid bei Raumtemperatur in 15 min zugetropft. Dann wurde die Mischung 5 h bei 110°C gerührt.

Nach Abkühlen des Reaktionsgemischs auf Raumtemperatur wurde das Produkt abfiltriert, mit Petrolether bis zum farblosen Ablauf gewaschen und im Ölpumpenvakuum getrocknet.

Es wurden 17,2 g (91%) des Isomeregemischs If1 in Form eines roten Feststoffs erhalten.

- 20 b) Herstellung des Mehrfachchromophors If1

Eine Suspension von 1,16 g (29 mmol) Natriumhydrid (60 gew.-%ig in Mineralöl),

100 ml Diethylenglykoldiethylether und 11,1 g (24 mmol) des Rylendicarbonsäureimidderivats III1 aus Beispiel 1a) wurde unter Stickstoff 1 h bei Raumtemperatur gerührt. Nach Zugabe von 5,0 g (13 mmol) des Isomerengemischs II1 wurde nochmals 1 h bei Raumtemperatur gerührt.

5

Das Reaktionsgemisch wurde dann in 1 l Wasser gegeben. Das auf diese Weise ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, viermal mit je 100 ml gesättigter Natriumhydrogencarbonatlösung und dann mit Wasser gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.

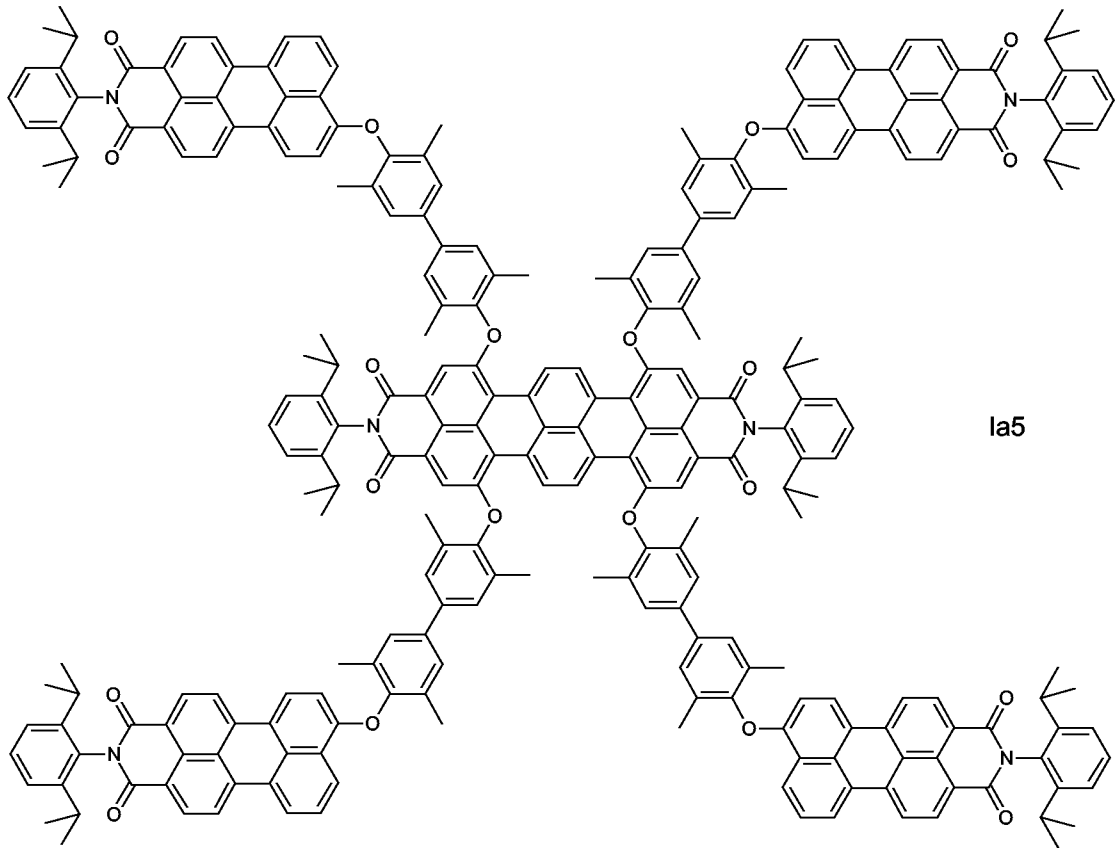
- 10 Es wurden 15,0 g (91%) des Mehrfachchromophors If1 in Form eines roten Feststoffs erhalten, der zur weiteren Reinigung einer fraktionierten Kristallisation in einem N-Methylpyrrolidon/Wasser-Gemisch (1:1) unterzogen wurde.

R_f-Wert (Toluol/Methylenchlorid 1:10) = 0,16;

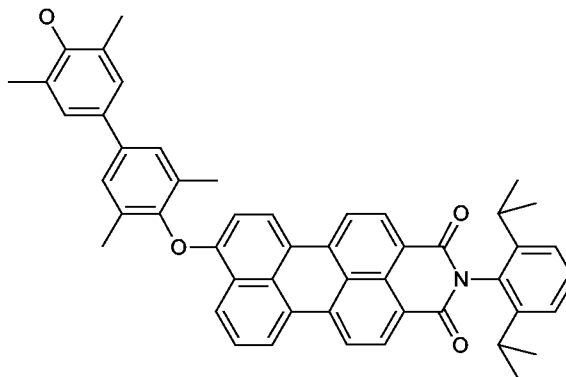
- 15 Absorption: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 361, 445, 472 nm;
Emission: λ_{\max} (CH₂Cl₂) = 490, 522 nm.

- 20 Abbildung 5 zeigt das Absorptionsspektrum (durchgezogene Linie) und Emissionsspektrum (unterbrochene Linie; Anregung bei 360 nm) des gereinigten Mehrfachchromophors If1 in Methylenchlorid.

Beispiel 8: Mehrfachchromophor Ia5



5 a) Herstellung des Rylendicarbonsäureimidderivats III4



- 10 Eine Mischung aus 14,0 g (25 mmol) N-(2,6-Diisopropylphenyl)-9-bromperylene-3,4-dicarbonsäureimid, 8,65 g (62 mmol) Kaliumcarbonat, 24,9 g (100 mmol) 4,4'-Dihydroxy-3,3',5,5'-tetramethyldiphenyl und 200 ml N-Methylpyrrolidon wurde unter Stickstoff 14 h bei 110°C gerührt. Nach Zugabe von weiteren 3,0 g (22 mmol) Kaliumcarbonat wurde noch 1 h bei 140°C gerührt.
- 15 Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch auf 1 l 5 gew.-%ige Schwefelsäure gefällt. Das ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, mit 80°C warmem

Wasser gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet. Das getrocknete Produkt wurde in 400 ml Ethanol 1 h auf Rückflußtemperatur erhitzt und dann langsam auf Raumtemperatur abgekühlt.

- 5 Es wurden 11,5 g (64%) des Rylendicarbonsäureimidderivats III4 in Form eines violetten Feststoffs erhalten, der zur weiteren Reinigung einer Säulenchromatographie an Kieselgel mit Methylenchlorid als Eluens unterzogen wurde.

R_f-Wert (Methylenchlorid) = 0,18.

10

b) Herstellung des Mehrfachchromophors Ia5

- 15 Eine Mischung aus 0,8 g (0,7 mmol) N,N'-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-1,6,9,14-terrylen-3,4:11,12-tetracarbonsäurediimid, 2,0 g (2,8 mmol) des Rylendicarbonsäureimidderivats III4, 0,57 g (4 mmol) Kaliumcarbonat und 50 ml N-Methylpyrrolidon wurde unter Stickstoff 16 h bei 75°C gerührt. Nach weiterer Zugabe von 0,14 g (1 mmol) Kaliumcarbonat wurde weitere 16 h bei 75°C gerührt.

- 20 Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch auf 80 ml 5 gew.-%ige Schwefelsäure gefällt. Das ausgefällte Produkt wurde abfiltriert, nacheinander mit etwa 500 ml Wasser und 100 ml Ethanol gewaschen und im Vakuum bei 80°C getrocknet.

- 25 Es wurden 2,3 g (90%) des Mehrfachchromophors Ia5 in Form eines violetten Feststoffs erhalten, der zur weiteren Reinigung einer Säulenchromatographie an Kieselgel mit einem Toluol/Essigester-Gemisch (30:1) unterzogen wurde.

R_f-Wert (Toluol/Essigester 30:1) = 0,06;

Absorption: λ_{\max} (Methylisobutyrat) = 520, 683 nm;

- 30 Emission: λ_{\max} (Methylisobutyrat) = 702 nm.

Abbildung 6 zeigt das Absorptionsspektrum (durchgezogene Linie) und Emissionsspektrum (graue Linie; Anregung bei 500 nm) des gereinigten Mehrfachchromophors Ia5 in Methylisobutyrat.

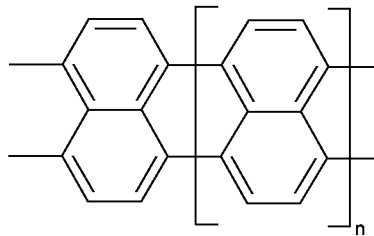
Patentansprüche

1. Mehrfachchromophore auf Rylenbasis der allgemeinen Formel I



in der die Variablen folgende Bedeutung haben:

10 Rylen ein Rest der Formel



15 der durch mindestens eine Imidgruppe, Estergruppe oder Amidgruppe funktionalisiert ist und der zusätzlich durch Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy und/oder Hetarylthio substituiert sein kann;

X ein Rylendicarbonsäureimidrest, der bei einer anderen Wellenlänge absorbiert als der Rest Rylen, in peri-Position über eine Gruppierung



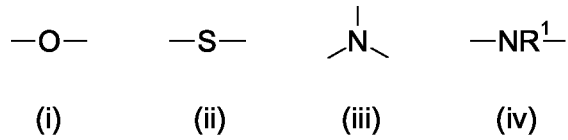
die über Y an den Rest X gebunden ist, mit dem Rylenrest verknüpft ist und ebenfalls durch Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy und/oder Hetarylthio substituiert sein kann;

25 A ein mindestens einen aromatischen oder hetaromatischen Rest aufweisendes Brückenglied, wobei die Gruppen Y oder Y und Y' an den aromatischen oder hetaromatischen Rest gebunden sind;

Y eine Gruppierung



Y' eine Gruppierung



5

wobei die Gruppierungen (i) und (ii) Bestandteil der Estergruppen des Rylenrests sein können und die Gruppierungen (iii) Bestandteil der Imidgruppen des Rylenrests und die Gruppierungen (iv) Bestandteil der Amidgruppen des Rylenrests sind;

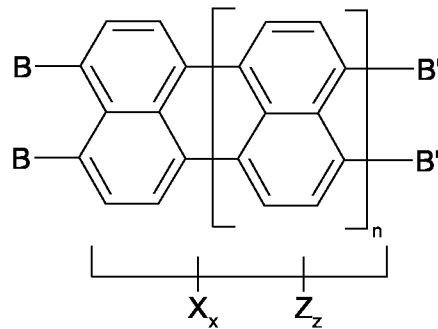
R¹ Wasserstoff oder C₁-C₁₈-Alkyl, wobei die Reste R¹ gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach auftreten;

n 1, 2 oder 3;

10

x 1 bis 7.

2. Mehrfachchromophore auf Rylenbasis der allgemeinen Formel I'

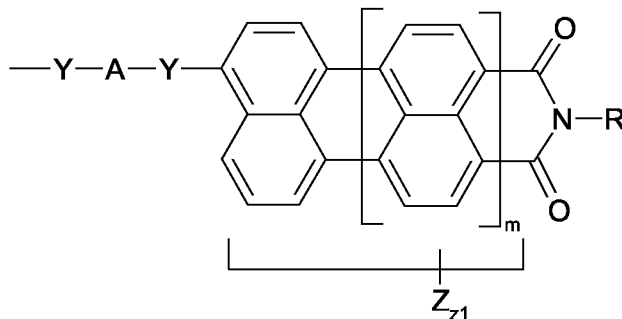


I'

15

in der die Variablen folgende Bedeutung haben:

X ein Rylendicarbonsäureimidrest der Formel



20

wobei die Reste X gleich oder verschieden sein können;

Z Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy oder Hetarylthio, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-,

25

-CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann:

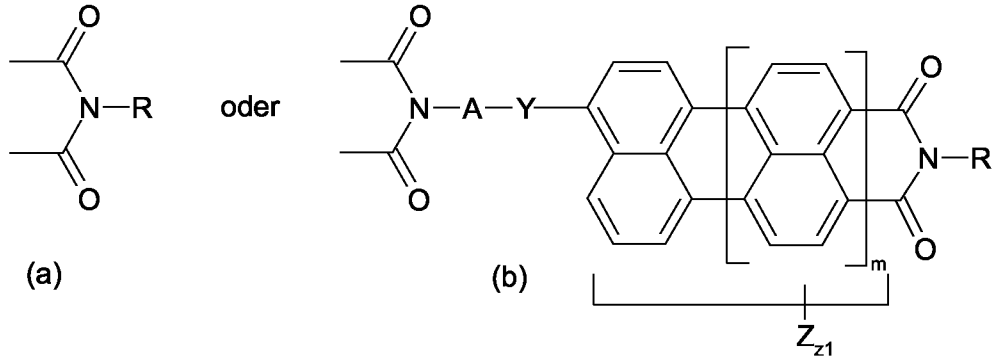
- 5 (i) C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR², -SO₃R², Aryl und/oder
- 10 gesättigtes oder ungesättigtes C₄-C₇-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, wobei die Aryl- und Cycloalkylreste jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste
- 15 substituiert sein können;
- (ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder
- 20 mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³,
- 25 -SO₂NR²R³, -COOR² und/oder -SO₃R²;
- (iii) Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte
- 30 Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR², -SO₃R², Aryl und/oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach
- 35 durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² und/oder -SO₃R² substituiert sein kann;
- (iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂-
- 40 bedeutet;
- (v) C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³,

-COOR² oder -SO₃R²,

wobei die Reste Z für z > 1 und/oder z₁ > 1 gleich oder verschieden sein können;

B für n = 1, 2 oder 3:

5 miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a) oder (b)



10 oder

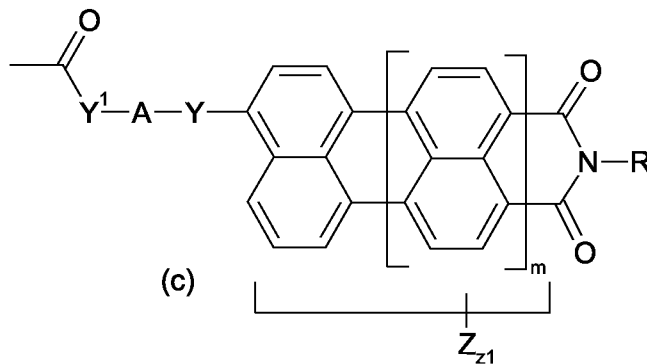
ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen Rest X;

für n = 1 zusätzlich:

beide Wasserstoff, ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest Z oder

ein Rest B Wasserstoff, Halogen oder Cyano und der andere Rest einen

15 Rest der Formel (c)



B' für n = 1, 2 oder 3:

20 miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a), wenn die Reste B zusammen einen Rest der Formel (a) bedeuten;

miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a), wenn ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen

25 Rest X bedeutet, wobei für n = 2 oder 3 gilt: x = 0 und z ≠ 0;

miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (b), wenn die Reste B zusammen einen Rest der Formel (a)

oder (b) bedeuten oder ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen Rest X oder Z bedeutet, wobei für $n = 2$ oder 3 gilt: $x = 0$ und $z \neq 0$; für $n = 1$ zusätzlich:

- 5 miteinander unter Ausbildung eines Sechsrings verbunden zu einem Rest der Formel (a) oder (b), wenn ein Rest B Wasserstoff und der andere Rest einen Rest Z bedeutet;
- ein Rest B' Wasserstoff, Halogen oder Cyano und der andere Rest einen Rest der Formel (c), wenn ein Rest B Wasserstoff, Halogen oder Cyano und der andere Rest einen Rest der Formel (c) bedeutet;
- 10 A ein mindestens einen aromatischen oder heteromatischen Rest aufweisendes Brückenglied, wobei die Gruppen Y oder Y und Y¹ an den aromatischen oder heteromatischen Rest gebunden sind;
- Y -O- oder -S-;
- Y¹ -O-, -S- oder -NR¹-;
- 15 R Wasserstoff;
- C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (ii), (iii), (iv) und/oder (v)
- 20 substituiert sein kann;
- C₃-C₈-Cycloalkyl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte
- 25 Ringsystem ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;
- Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder
- 30 -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv), (v) und/oder Aryl- und/oder Hetarylazo, das jeweils ein- oder mehrfach durch
- C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann,
- 35 wobei die Reste R gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;
- R¹ Wasserstoff oder C₁-C₁₈-Alkyl, wobei die Reste R¹ gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach auftreten;
- R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff;
- 40 C₁-C₁₈-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und

- das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro und/oder -COOR¹ substituiert sein kann; Aryl oder Hetaryl, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein kann;
- 5
- n 1, 2 oder 3;
- 10 m 0, 1 oder 2;
- x für n = 1:
2 bis 4 oder auch 0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (b) oder ein Rest B und ein Rest B' jeweils einen Rest der Formel (c) bedeuten;
- 15 für n = 2:
2 bis 6, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;
0 für alle weiteren Bedeutungen der Reste B und B';
- 20 für n = 3:
2 bis 4, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;
0 für alle weiteren Bedeutungen der Reste B und B';
- z 0 bis 8, wobei $x + z \leq 8$ ist und für n = 2 oder 3 gilt: $z \neq 0$, wenn x = 0 ist;
- 25 z₁ für m = 0: 0;
für m = 1: 0 bis 2;
für m = 2: 2 bis 4.
3. Mehrfachchromophore der allgemeinen Formel I' nach Anspruch 2, in der die Variablen folgende Bedeutung haben:
- 30 Z Phenoxy oder Thiophenoxy, das jeweils ein- oder mehrfach durch gleiche oder verschiedene Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann:
- 35 (i) C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹- und/oder -CO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Halogen, Cyano und/oder Aryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₆-Alkoxy substituiert sein kann;
- 40 (ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -CR¹=CR¹- und/oder -CO- unterbrochen

sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy und/oder C₁-C₆-Alkylthio substituiert sein kann;

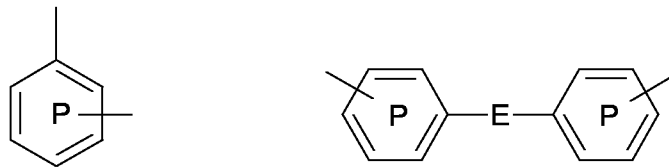
5 (iii) Aryl oder Hetaryl, an das jeweils weitere 5- bis 7-gliedrige gesättigte oder ungesättigte Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, -C=CR¹-, -CR¹=CR¹-, Hydroxy, Halogen, Cyano, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR², -SO₃R², Aryl
10 und/oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₈-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann;

(iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂-
15 bedeutet;

(v) C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR² oder -SO₃R²,

wobei die Reste Z für z > 1 und/oder z₁ > 1 gleich oder verschieden sein
20 können;

A ein Arylen- oder Hetarylenrest der Formeln



25 in denen die Ringe P gleich oder verschieden sein können, Heteroatome als Ringatome enthalten können und/oder annelierte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, aufweisen können, wobei das gesamte Ringsystem
30 ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann, wobei die Reste A gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;

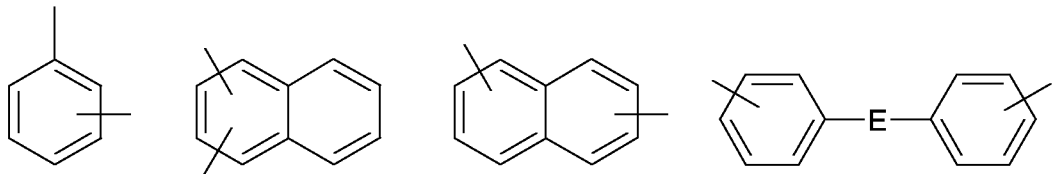
E eine chemische Bindung, eine Gruppierung -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-,
35 -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- oder -SO₂- oder C₁-C₁₂-Alkylen oder C₄-C₇-Cycloalkylen, dessen Kohlenstoffkette jeweils ein- oder mehrfach durch diese Gruppierungen unterbrochen sein kann und das jeweils ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann;

- Arylen oder Hetarylen, das jeweils ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii) und/oder (v) substituiert sein kann, wobei Hydroxy und Mercapto als Reste (v) ausgeschlossen sind;
- 5 Y -O-;
- Y¹ -O- oder -NR¹-;
- R C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₆-Alkoxy, Cyano und/oder
- 10 Aryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₆-Alkoxy substituiert sein kann;
- Phenyl, Naphthyl, Pyridyl oder Pyrimidyl, das jeweils ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy, Halogen, Cyano, Nitro, -CONR²R³, -SO₂NR²R³ und/oder Phenyl- und/oder Naphthylazo,
- 15 das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann;
- C₅-C₈-Cycloalkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl substituiert sein kann,
- wobei die Reste R gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;
- 20 R¹ Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl;
- R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff;
- C₁-C₁₈-Alkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkoxy, Hydroxy, Halogen und/oder Cyano substituiert sein kann;
- 25 Aryl oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein kann;
- n 1 oder 2;
- m 0 oder 1, wobei $m = n - 1$ ist;
- 30 x für $n = 1$:
- 2 bis 4 oder auch 0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (b) oder ein Rest B und ein Rest B' jeweils einen Rest der Formel (c) bedeuten;
- für $n = 2$:
- 35 2 bis 4, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;
- 0 für alle weiteren Bedeutungen der Reste B und B';
- z 0 bis 4, wobei $x + z \leq 4$ ist, wobei für $n = 2$ gilt: $z \neq 0$, wenn $x = 0$ ist;
- z¹ für $m = 0$: 0;
- 40 für $m = 1$: 0 bis 2.

4. Mehrfachchromophore der allgemeinen Formel I' nach Anspruch 2, in der die Variablen folgende Bedeutung haben:

- Z Phenoxy, das ein- oder mehrfach durch gleiche oder verschiedene Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann:
- 5 (i) C₁-C₁₈-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy und/oder Halogen substituiert sein kann;
- 10 (ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₁₂-Alkoxy substituiert sein kann;
- (iii) Aryl oder Hetaryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy und/oder Halogen substituiert sein kann;
- (iv) ein Rest -U-Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung -O-, -S- oder -NR¹- bedeutet;
- 15 (v) C₁-C₁₂-Alkoxy, Hydroxy, Halogen oder Cyano;
- B, B' jeweils miteinander verbunden zu einem Rest der Formel (a) oder (b);
- A ein Arylenrest der Formeln

20



25

in denen die Phenylen- oder Naphthylenringe ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl substituiert sein können, wobei die Reste A gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;

- E eine chemische Bindung, Methylen oder Isopropylen;
- Y, Y¹ -O-;
- 30 R gleiche Reste:
- C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O- und/oder -CO- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₆-Alkoxy, Cyano und/oder Aryl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder C₁-C₆-Alkoxy substituiert sein kann;
- 35 Phenyl, Naphthyl, Pyridyl oder Pyrimidyl, das jeweils ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₈-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy, Halogen, Cyano, Nitro, -CONR²R³, -SO₂NR²R³ und/oder Phenyl- und/oder Naphthylazo,

das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann;

C₅-C₈-Cycloalkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl substituiert sein kann;

5 R¹ Wasserstoff oder C₁-C₆-Alkyl;

R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff;

C₁-C₁₈-Alkyl, das ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkoxy, Hydroxy, Halogen und/oder Cyano substituiert sein kann;

10 Aryl oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₆-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein kann;

n 1 oder 2;

m 0 oder 1, wobei m = n - 1 ist;

x für n = 1:

15 2 bis 4 oder auch 0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (b) bedeuten;

für n = 2:

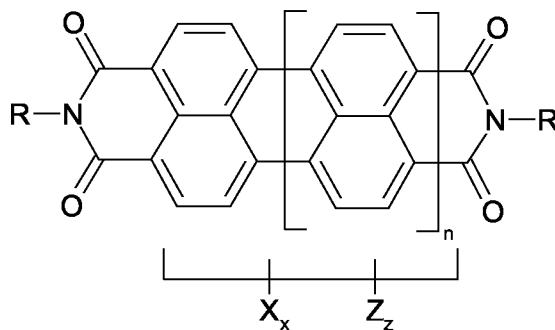
2 bis 4, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (a) bedeuten;

20 0, wenn die Reste B und die Reste B' jeweils einen Rest der Formel (b) bedeuten;

z 0 bis 4, wobei x + z ≤ 4 ist;

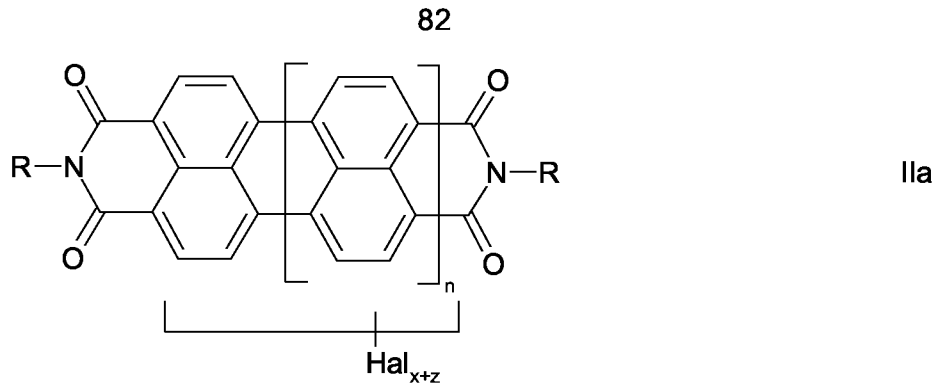
z₁ 0.

25 5. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ia



Ia

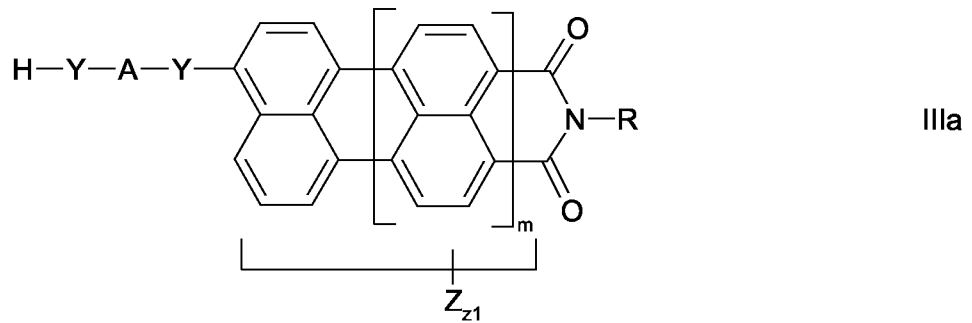
30 in der die Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein halogeniertes Rylentetracarbonsäurediimid der allgemeinen Formel IIa



in der Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels

5

- a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandi-carbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



10

in der die Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ia, in der $z = 0$ ist, umgesetzt

oder

15

- b) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

20

H-Z

IV

25

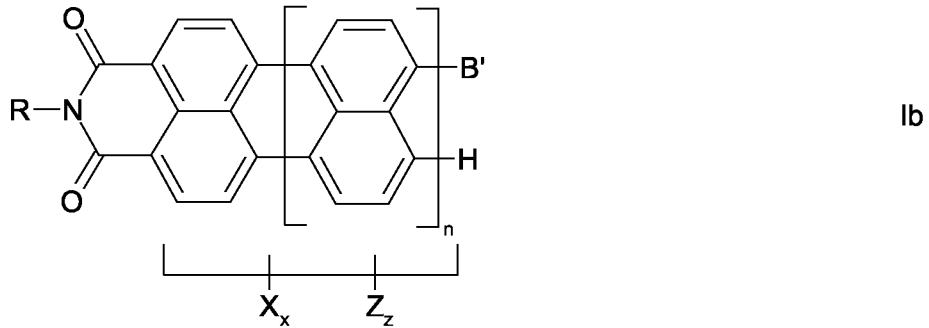
oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa

oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes

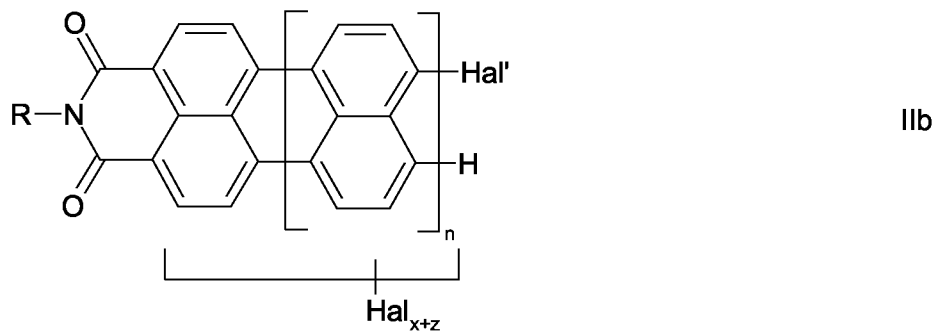
Halogenatom des Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

5 zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ia, in der $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

6. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylandicarbonsäureimiden der allgemeinen Formel Ib

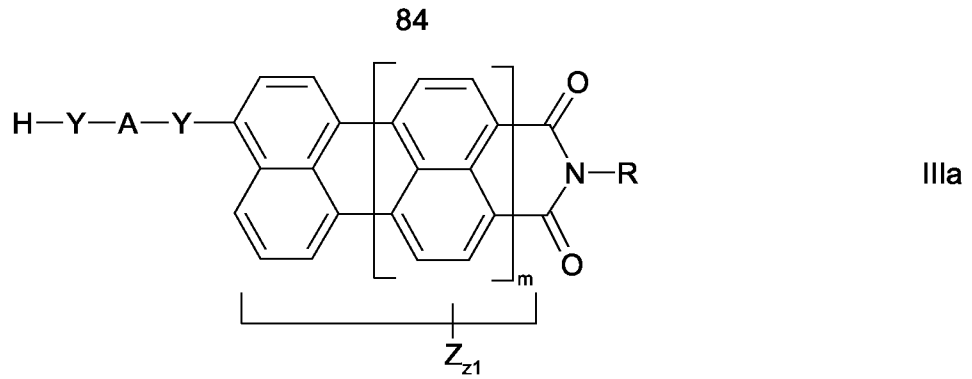


15 in der $n = 1$ ist, B' Wasserstoff, einen Rest X oder einen Rest Z bedeutet und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein halogeniertes Rylandicarbonsäureimid der allgemeinen Formel IIb



in der $n = 1$ ist und Hal' Wasserstoff oder Hal bedeutet, wobei Hal für Chlor oder Brom steht, in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels

a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



in der die Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Ib, in der $z = 0$ ist, umgesetzt

5

oder

- b) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

10

H-Z

IV

15

oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa

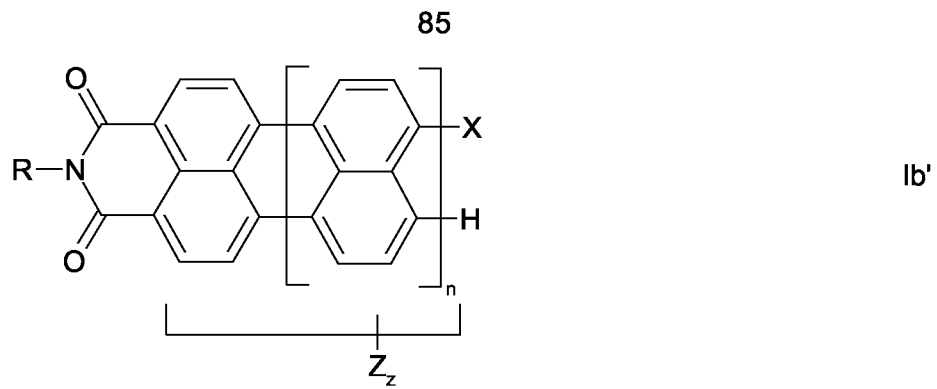
20

oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylandicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

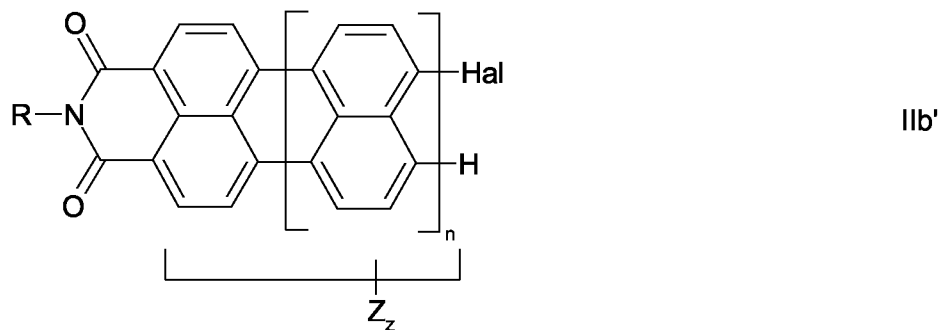
zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Ib, in der $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

25

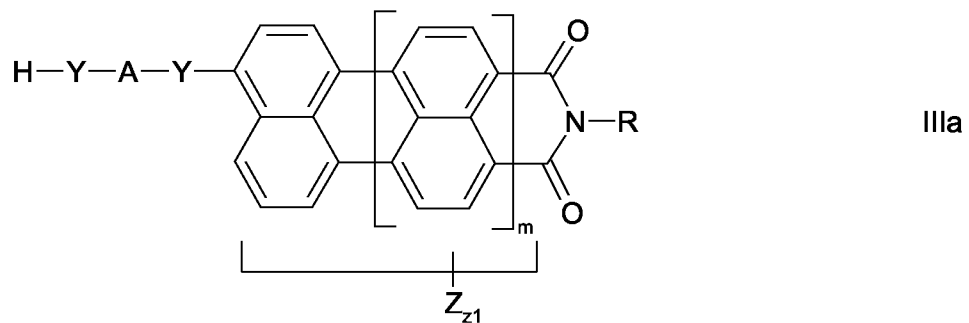
7. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylandicarbonsäureimiden der allgemeinen Formel Ib'



5 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein peri-Halogenrylendicarbonsäureimid der allgemeinen Formel IIb'



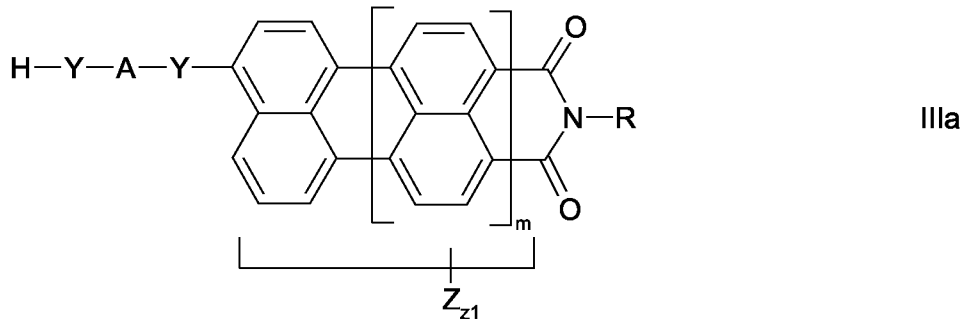
10 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart einer Base und eines nichtnucleophilen Lösungsmittels mit $0,8$ bis $1,2$ mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



15 umsetzt.

8. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetra-carbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ic

- a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonensäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



5

zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $x \neq 0$ und $z = 0$ ist, umgesetzt

oder

10

- b) mit 0,8 bis 3 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV



15

zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $z \neq 0$ und $x = 0$ ist, umgesetzt

oder

20

- c) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonensäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV

25

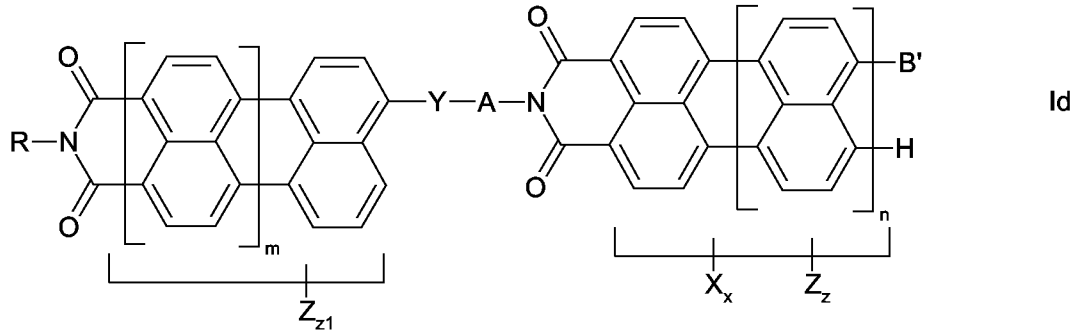
oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel Iv und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonensäureimidderivats der Formel IIIa

30

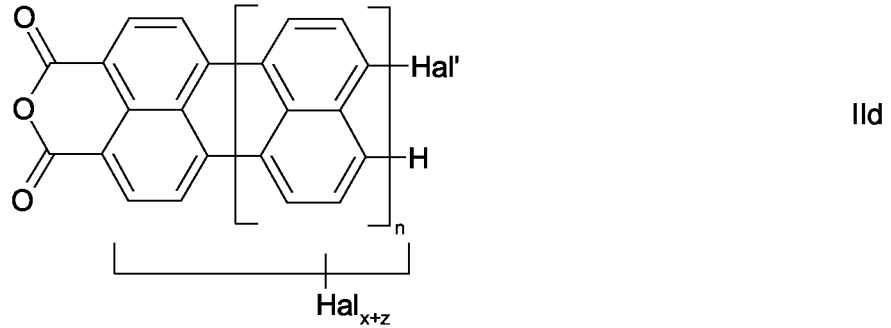
oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylendicarbonensäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

zu einem Ryalentetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $x \neq 0$ und $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

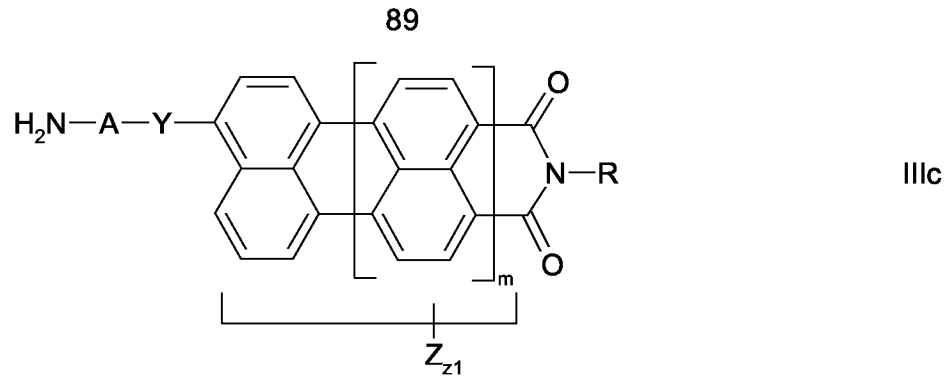
9. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylendicarbonsäureimiden der allgemeinen Formel Id



- 10 in der $n = 1$ ist, B' Wasserstoff, einen Rest X oder einen Rest Z bedeutet, x für 0 oder 2 bis 4 steht und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 angegebene Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein gegebenenfalls halogeniertes Rylendicarbonsäureanhydrid der allgemeinen Formel IId



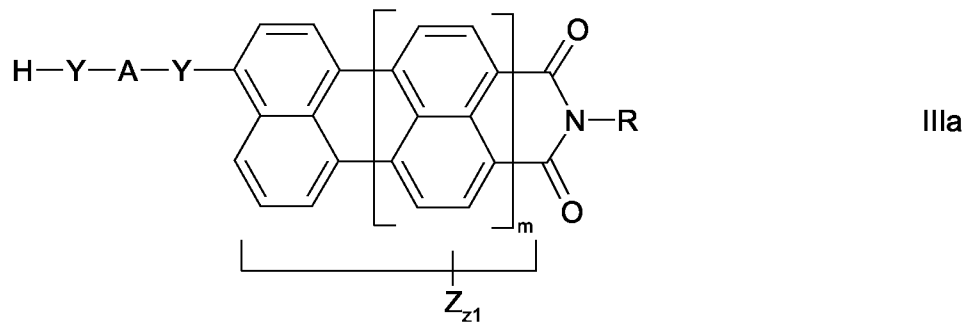
- 15 in der $n = 1$ ist und Hal' Wasserstoff oder Hal bedeutet, wobei Hal für Chlor oder Brom steht, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und gewünschtenfalls einer Lewis-Säure mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc
- 20



zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Id, in der $x = z = 0$ ist, umsetzt

5 und gegebenenfalls das erhaltene im Rylenkern halogenierte Rylandicarbonsäureimid Id nach Zwischenisolierung in Gegenwart einer Base und eines nicht-nucleophilen Lösungsmittels

10 a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



15 zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Id, in der $x \neq 0$ und $z = 0$ ist, umsetzt

oder

20 b) mit 0,8 bis 3 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

H-Z

IV

25 zu einem Rylandicarbonsäureimid der Formel Id, in der $z \neq 0$ und $x = 0$ ist, umsetzt

oder

c) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom

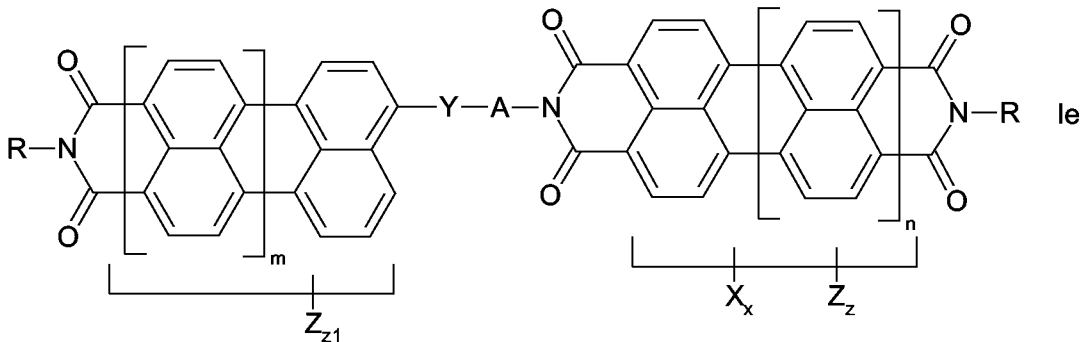
eines Rylendicarbonensäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV

5 oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonensäureimidderivats der Formel IIIa

10 oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylendicarbonensäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

15 zu einem Rylendicarbonensäureimid der Formel Id, in der $x \neq 0$ und $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

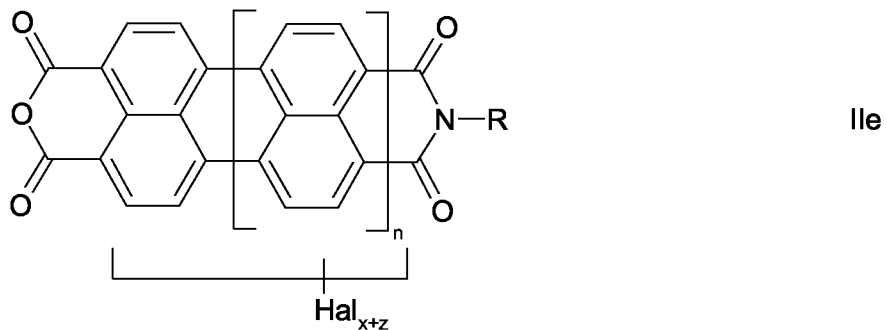
10. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ie



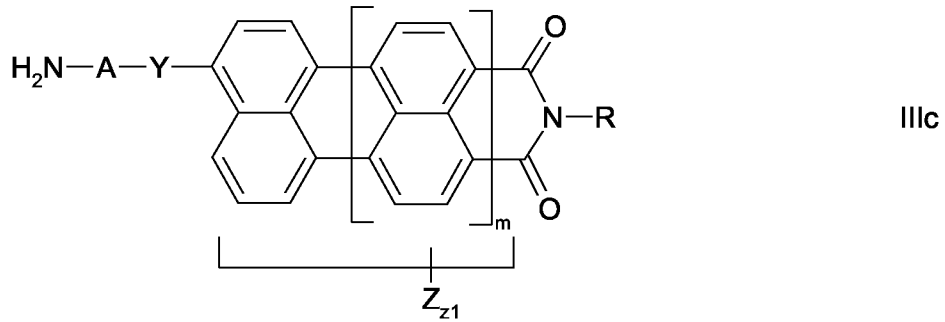
20

in der $n = 1$ ist und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein gegebenenfalls halogeniertes Rylentetracarbonsäuremonoanhydridmonoimid der allgemeinen Formel IIf

25



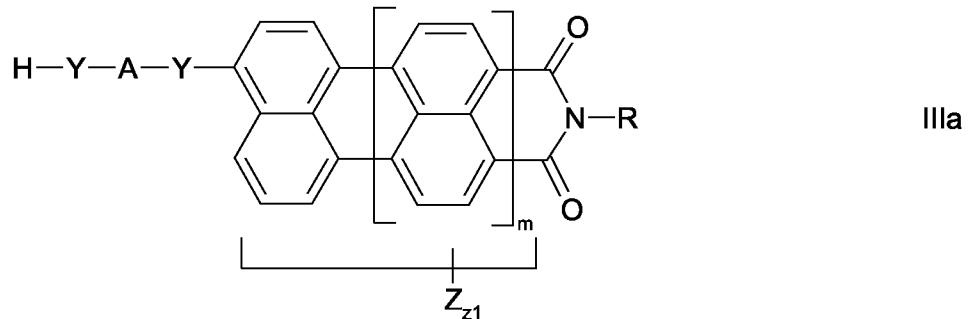
in der $n = 1$ ist und Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und gewünschtenfalls einer Lewis-Säure mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc



zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie, in der $x = z = 0$ ist, umsetzt

10 und gegebenenfalls das erhaltene im Rylenkern halogenierte Rylandicarbonsäureimid Ie nach Zwischenisolierung in Gegenwart einer Base und eines nicht-nucleophilen Lösungsmittels

15 a) mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIa



zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie, in der $x \neq 0$ und $z = 0$ ist, umsetzt

20 oder

25 b) mit 0,8 bis 3 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der allgemeinen Formel IV

H-Z

IV

zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie, in der $z \neq 0$ und $x = 0$ ist, umsetzt

oder

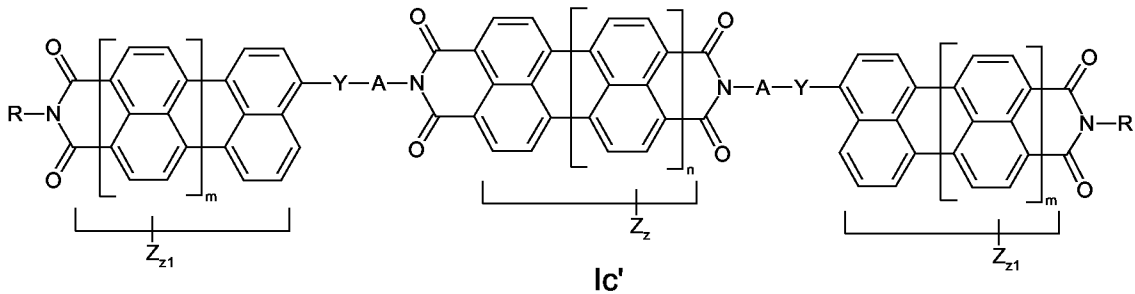
- 5 c) zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und dann mit 0,8 bis 3 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV

10 oder zunächst mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer Verbindung der Formel IV und dann mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol weiteres auszutauschendes Halogenatom eines Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa

15 oder gleichzeitig mit jeweils 0,8 bis 1,2 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom des Rylendicarbonsäureimidderivats der Formel IIIa und der Verbindung der Formel IV

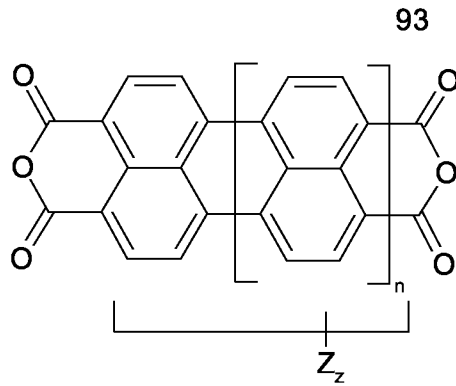
20 zu einem Rylen-tetracarbonsäurediimid der Formel Ic, in der $x \neq 0$ und $z \neq 0$ ist, umgesetzt.

11. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylen-tetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ic'



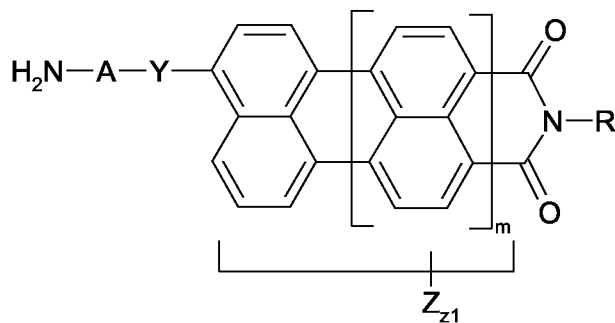
25

in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Rylen-tetracarbonsäuredianhydrid der allgemeinen Formel IIc'



IIc'

5 in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit $0,8$ bis $1,2$ mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc

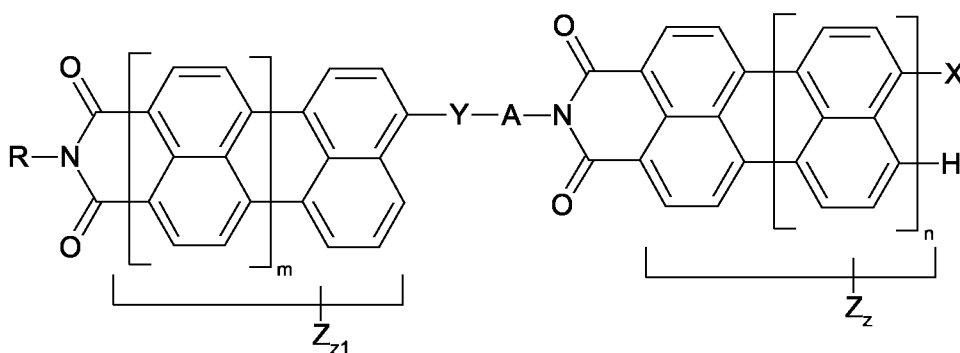


IIIc

umsetzt.

10

12. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylendicarbonsäureimiden der allgemeinen Formel Id'

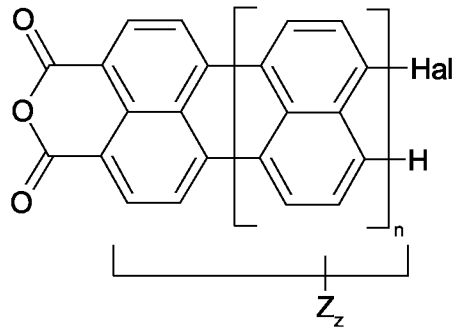


Id'

15

in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein peri-Halogenrylendicarbonsäureanhydrid der allgemeinen Formel II d'

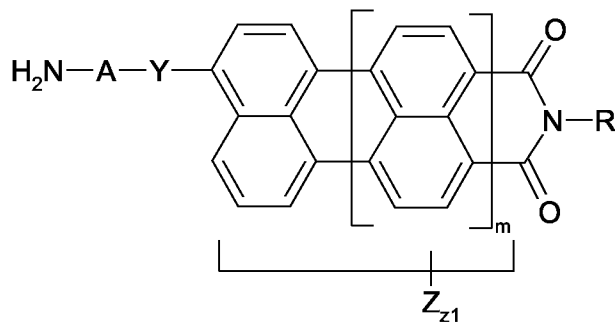
94



IId'

5

in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc

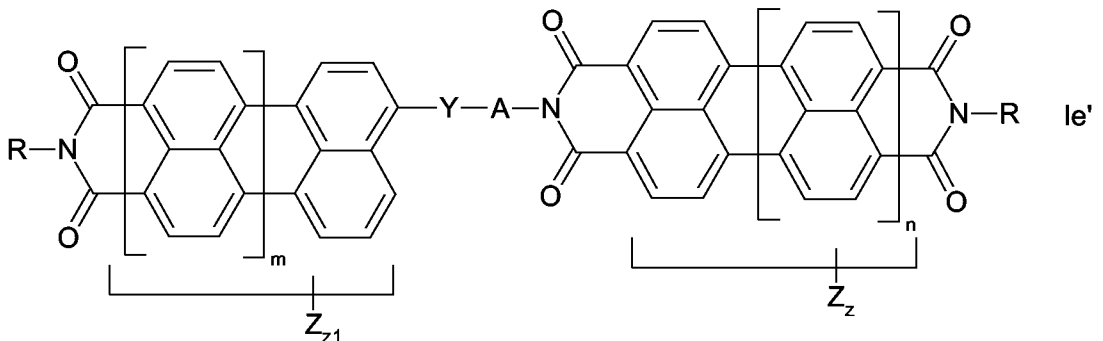


IIIc

10

umsetzt.

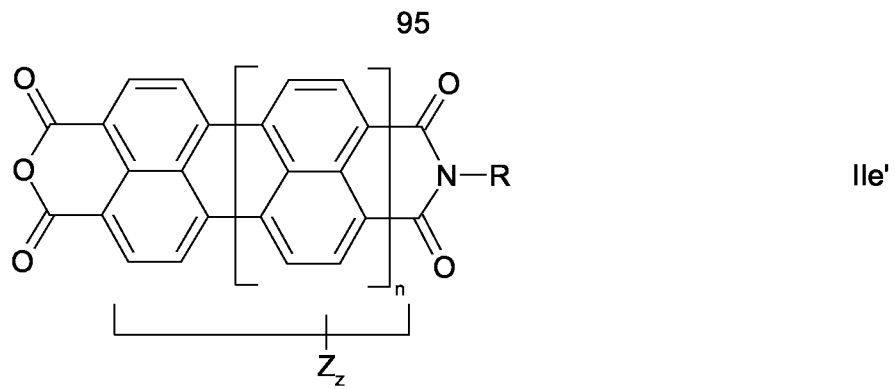
13. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylentetracarbonsäurediimiden der allgemeinen Formel Ie'



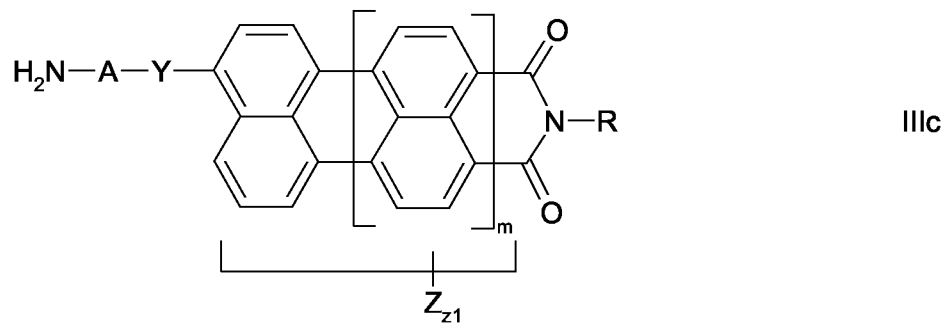
15

in der $n = 2$ oder 3 und $z = 2$ bis 8 ist und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Rylentetracarbonsäuremonoanhydridmonoimid der allgemeinen Formel IIe'

20

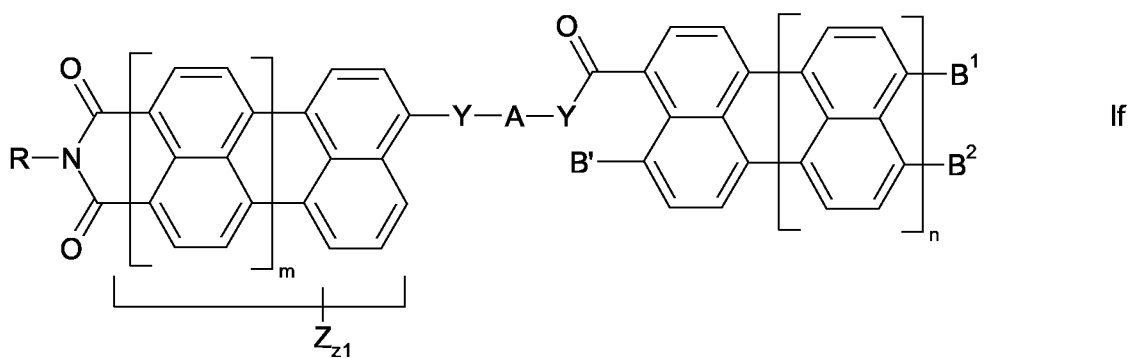


5 in der $n = 2$ bis 8 ist, in Gegenwart eines hochsiedenden Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit $0,8$ bis $1,2$ mol pro mol eines Rylendicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel IIIc

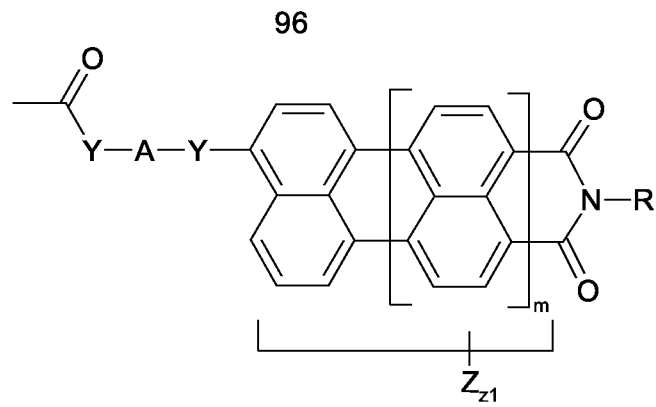


10 zu einem Rylentetracarbonsäurediimid der Formel Ie' umsetzt.

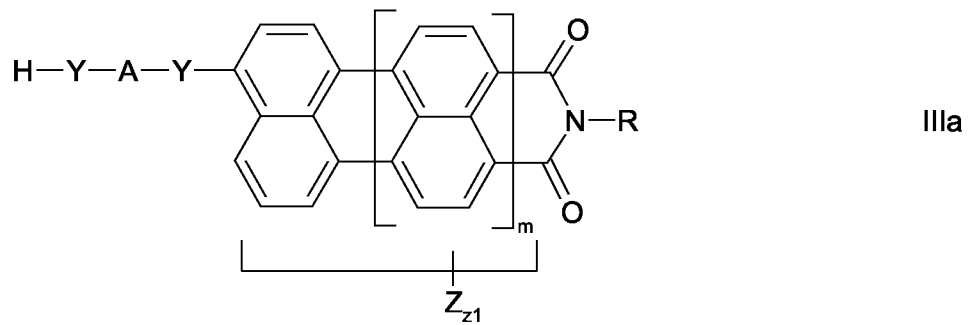
14. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylendicarbonsäureestern der allgemeinen Formel If



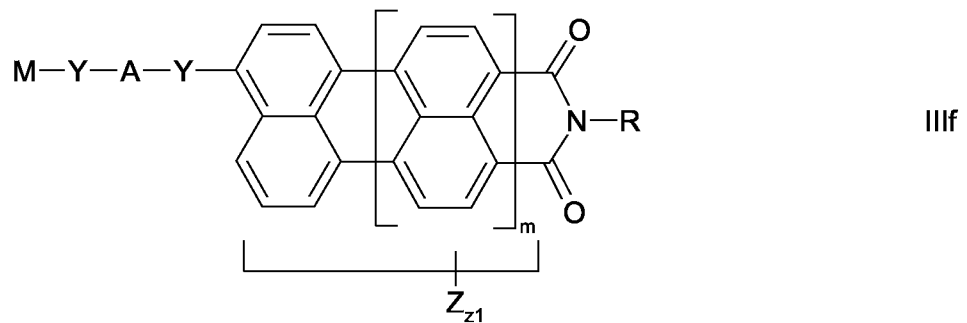
15 in der $n = 1$ ist, B^1 Wasserstoff, Halogen oder Cyano, einer der beiden Reste B^1 oder B^2 einen Rest der Formel



- 5 und der andere Rest Wasserstoff, Halogen oder Cyano bedeutet und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Rylendicarbonsäureimidderivat der allgemeinen Formel IIIa

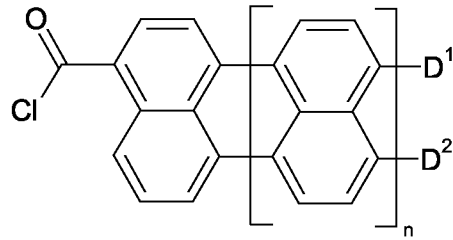


- 10 in Gegenwart einer Alkalimetallbase und eines aprotischen Lösungsmittels in das Alkalimetallsalz der allgemeinen Formel IIIf



- 15 in der M ein Alkalimetallkation bedeutet, überführt und dieses dann mit einem Rylendicarbonsäurechlorid der allgemeinen Formel II f

97



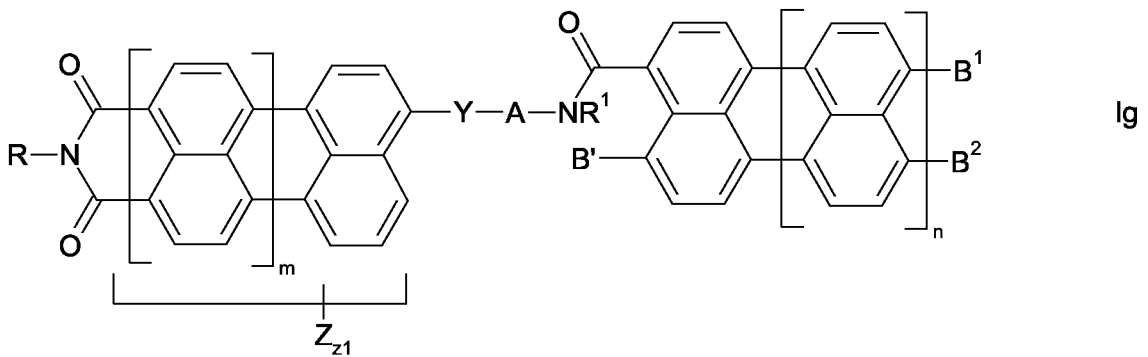
IIf

in der $n = 1$ ist und einer der beiden Reste D^1 oder D^2 -COCl oder der andere Rest Wasserstoff bedeutet, im Molverhältnis 0,8 : 1 bis 1,2 : 1 zu einem Rylendicarbonsäureester der Formel If, in der B^1 und der verbleibende Reste B^1 oder B^2 Wasserstoff bedeuten, umgesetzt

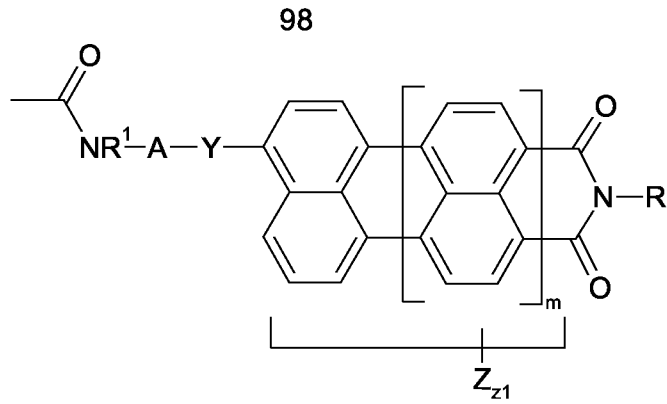
und gewünschtenfalls den erhaltenen Rylendicarbonsäureester nach Zwischenisolierung in Gegenwart eines polaren organischen Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit N-Halogensuccinimid zum Rylendicarbonsäureester der Formel If, in der B^1 und der verbleibende Rest B^1 oder B^2 Halogen bedeuten, halogeniert

und gewünschtenfalls den erhaltenen halogenierten Rylendicarbonsäureester mit einem Metallcyanid in Gegenwart eines aprotischen Lösungsmittels und eines Übergangsmetallkatalysators in den entsprechenden cyanosubstituierten Rylendicarbonsäureester der Formel If, in der B^1 und der verbleibende Rest B^1 oder B^2 Cyano bedeuten, überführt.

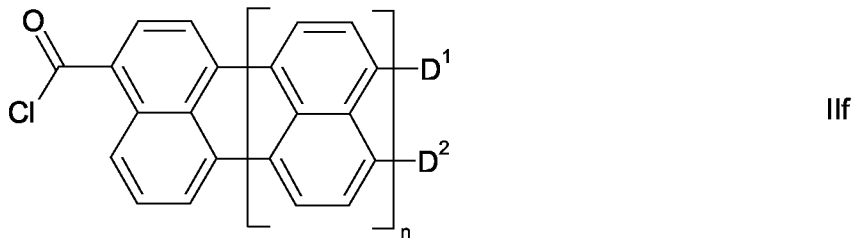
15. Verfahren zur Herstellung von Mehrfachchromophoren auf Basis von Rylendicarbonsäureamiden der allgemeinen Formel Ig



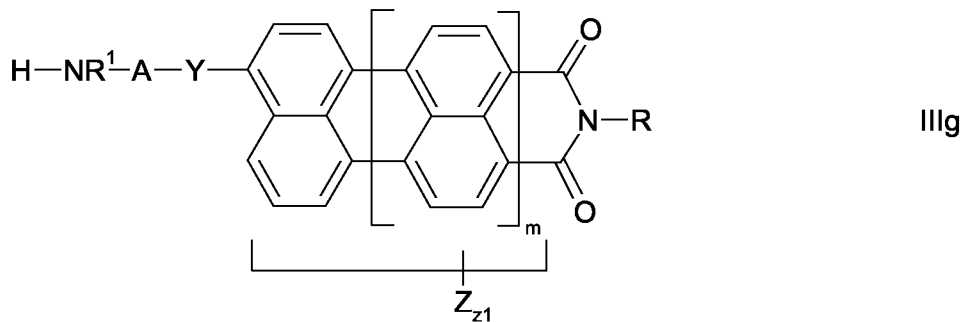
in der $n = 1$ ist, B^1 Wasserstoff, Halogen oder Cyano, einer der beiden Reste B^1 oder B^2 einen Rest der Formel



5 und der andere Rest Wasserstoff, Halogen oder Cyano bedeutet und die weiteren Variablen die in Anspruch 2 genannte Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Rylandicarbonsäurechlorid der allgemeinen Formel II f



10 in der $n = 1$ ist und einer der beiden Reste D^1 oder D^2 -COCl oder der andere Rest Wasserstoff bedeutet, in Gegenwart einer nichtnucleophilen Base und gewünschtenfalls zusätzlich eines aprotischen Lösungsmittels mit 0,8 bis 1,2 mol pro mol eines Rylandicarbonsäureimidderivats der allgemeinen Formel III g



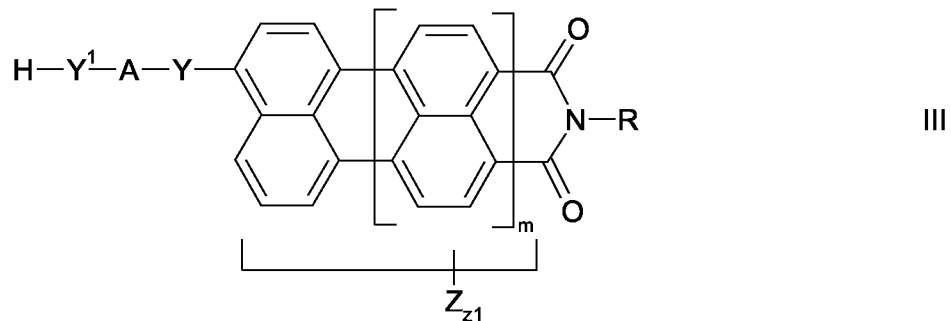
15 zu einem Rylandicarbonsäureamid der Formel I g, in der B' und der verbleibende Rest B¹ oder B² Wasserstoff bedeuten, umsetzt

20 und gewünschtenfalls das erhaltene Rylandicarbonsäureamid nach Zwischenisolierung in Gegenwart eines polaren organischen Lösungsmittels und einer Lewis-Säure mit N-Halogensuccinimid zum Rylandicarbonsäureamid der Formel I g, in der B' und der verbleibende Rest B¹ oder B² Halogen bedeuten, halogeniert

und gewünschtenfalls das erhaltene halogenierte Rylendicarbonsäureamid mit einem Metallcyanid in Gegenwart eines aprotischen Lösungsmittels und eines Übergangsmetallkatalysators in das entsprechende cyanosubstituierte Rylendicarbonsäureamid der Formel Ig, in der B' und der verbleibende Rest B¹ oder B² Cyano bedeuten, überführt.

5

16. Rylendicarbonsäureimidderivate der allgemeinen Formel III



10

in der die Variablen folgende Bedeutung haben:

Z Aryloxy, Arylthio, Hetaryloxy oder Hetarylthio, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann:

15

(i) C₁-C₃₀-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -C≡C-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, -C≡CR¹, -CR¹=CR¹₂, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, -NR²R³, -NR²COR³, -CONR²R³, -SO₂NR²R³, -COOR², -SO₃R², Aryl und/oder gesättigtes oder ungesättigtes C₄-C₇-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, wobei die Aryl- und Cycloalkylreste jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₈-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein können;

20

25

(ii) C₃-C₈-Cycloalkyl, dessen Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO-

30

35

- und/oder $-SO_2-$ unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C_1-C_{18} -Alkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_6 -Alkylthio, $-C\equiv CR^1$, $-CR^1=CR^1_2$, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, $-NR^2R^3$, $-NR^2COR^3$, $-CONR^2R^3$, $-SO_2NR^2R^3$, $-COOR^2$ und/oder $-SO_3R^2$;
- 5 (iii) Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen $-O-$, $-S-$, $-NR^1-$, $-N=CR^1-$, $-CR^1=CR^1-$, $-CO-$, $-SO-$ und/oder $-SO_2-$ unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch: C_1-C_{18} -Alkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_6 -Alkylthio, $-C\equiv CR^1$, $-CR^1=CR^1_2$, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, $-NR^2R^3$, $-NR^2COR^3$, $-CONR^2R^3$, $-SO_2NR^2R^3$, $-COOR^2$, $-SO_3R^2$, Aryl und/oder Hetaryl, das jeweils ein- oder mehrfach durch C_1-C_{18} -Alkyl, C_1-C_{12} -Alkoxy, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, $-NR^2R^3$, $-NR^2COR^3$, $-CONR^2R^3$, $-SO_2NR^2R^3$, $-COOR^2$ und/oder $-SO_3R^2$ substituiert sein kann;
- 10 (iv) ein Rest $-U$ -Aryl, der ein- oder mehrfach durch die vorstehenden, als Substituenten für die Arylreste (iii) genannten Reste substituiert sein kann, wobei U eine Gruppierung $-O-$, $-S-$, $-NR^1-$, $-CO-$, $-SO-$ oder $-SO_2-$ bedeutet;
- 15 (v) C_1-C_{12} -Alkoxy, C_1-C_6 -Alkylthio, $-C\equiv CR^1$, $-CR^1=CR^1_2$, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro, $-NR^2R^3$, $-NR^2COR^3$, $-CONR^2R^3$, $-SO_2NR^2R^3$, $-COOR^2$ oder $-SO_3R^2$, wobei die Reste Z für $z > 1$ und/oder $z_1 > 1$ gleich oder verschieden sein können;
- 20 A ein mindestens einen aromatischen oder hetaromatischen Rest aufweisendes Brückenglied, wobei die Gruppen Y oder Y und Y^1 an den aromatischen oder hetaromatischen Rest gebunden sind;
- Y $-O-$ oder $-S-$;
- 30 Y^1 $-O-$, $-S-$ oder $-NR^1-$;
- R Wasserstoff; C_1-C_{30} -Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen $-O-$, $-S-$, $-NR^1-$, $-N=CR^1-$, $-C\equiv C-$, $-CR^1=CR^1-$, $-CO-$, $-SO-$ und/oder $-SO_2-$ unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;
- 35 C_3-C_8 -Cycloalkyl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen $-O-$, $-S-$, $-NR^1-$, $-N=CR^1-$, $-CR^1=CR^1-$, $-CO-$, $-SO-$ und/oder $-SO_2-$ unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv) und/oder (v) substituiert sein kann;
- 40

5 Aryl oder Hetaryl, an das weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -NR¹-, -N=CR¹-, -CR¹=CR¹-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach substituiert sein kann durch die als Substituenten für die Reste Z genannten Reste (i), (ii), (iii), (iv), (v) und/oder Aryl- und/oder Hetarylazo, das jeweils ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₀-Alkyl, C₁-C₆-Alkoxy und/oder Cyano substituiert sein kann, wobei die Reste R gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach in Formel I auftreten;

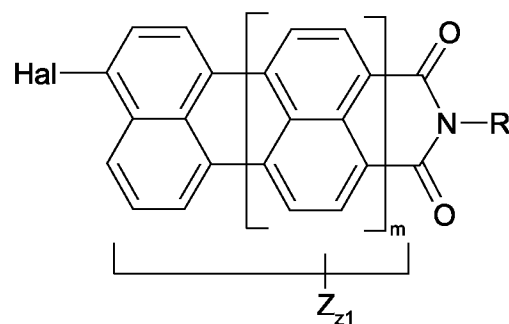
10 R¹ Wasserstoff oder C₁-C₁₈-Alkyl, wobei die Reste R¹ gleich oder verschieden sein können, wenn sie mehrfach auftreten;

15 R², R³ unabhängig voneinander Wasserstoff;
C₁-C₁₈-Alkyl, dessen Kohlenstoffkette durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO-, -SO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann und das ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkoxy, C₁-C₆-Alkylthio, Hydroxy, Mercapto, Halogen, Cyano, Nitro und/oder -COOR¹ substituiert sein kann; Aryl oder Hetaryl, an das jeweils weitere gesättigte oder ungesättigte 5- bis 7-gliedrige Ringe, deren Kohlenstoffgerüst durch eine oder mehrere Gruppierungen -O-, -S-, -CO- und/oder -SO₂- unterbrochen sein kann, anneliert sein können, wobei das gesamte Ringsystem ein- oder mehrfach durch C₁-C₁₂-Alkyl und/oder die vorstehenden, als Substituenten für Alkyl genannten Reste substituiert sein kann;

20 m 0, 1 oder 2;

25 z₁ für m = 0: 0;
für m = 1: 0 bis 2;
für m = 2: 2 bis 4.

30 17. Verfahren zur Herstellung von Rylenderivaten der Formel III gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß man ein peri-halogeniertes Rylendicarbonsäureimid der allgemeinen Formel V



V

in der Hal Chlor oder Brom bedeutet, in Gegenwart einer Base und eines nicht-nucleophilen Lösungsmittels mit 2 bis 5 mol pro mol auszutauschendes Halogenatom einer mindestens bifunktionellen aromatischen Verbindung der allgemeinen Formel VI

5



VI

umsetzt.

- 10 18. Verwendung von Mehrfachchromophoren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 zur Einfärbung von organischen und anorganischen Materialien.
19. Verwendung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die organischen Materialien Lacke, Druckfarben oder Kunststoffe sind.
- 15 20. Verwendung von Mehrfachchromophoren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 zur Herstellung elektromagnetische Strahlung absorbierender und/oder emittierender wäßriger Polymerisatdispersionen.
- 20 21. Verwendung von Mehrfachchromophoren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 zur Erzeugung für das menschliche Auge nicht sichtbarer Markierungen und Beschriftungen.
- 25 22. Verwendung von Mehrfachchromophoren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 als Filter oder Emitter in Display-Anwendungen.
23. Verwendung von Mehrfachchromophoren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 als Emitter in Chemilumineszenzanwendungen.
- 30 24. Verwendung von Mehrfachchromophoren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 als Aktivkomponenten in der Photovoltaik.

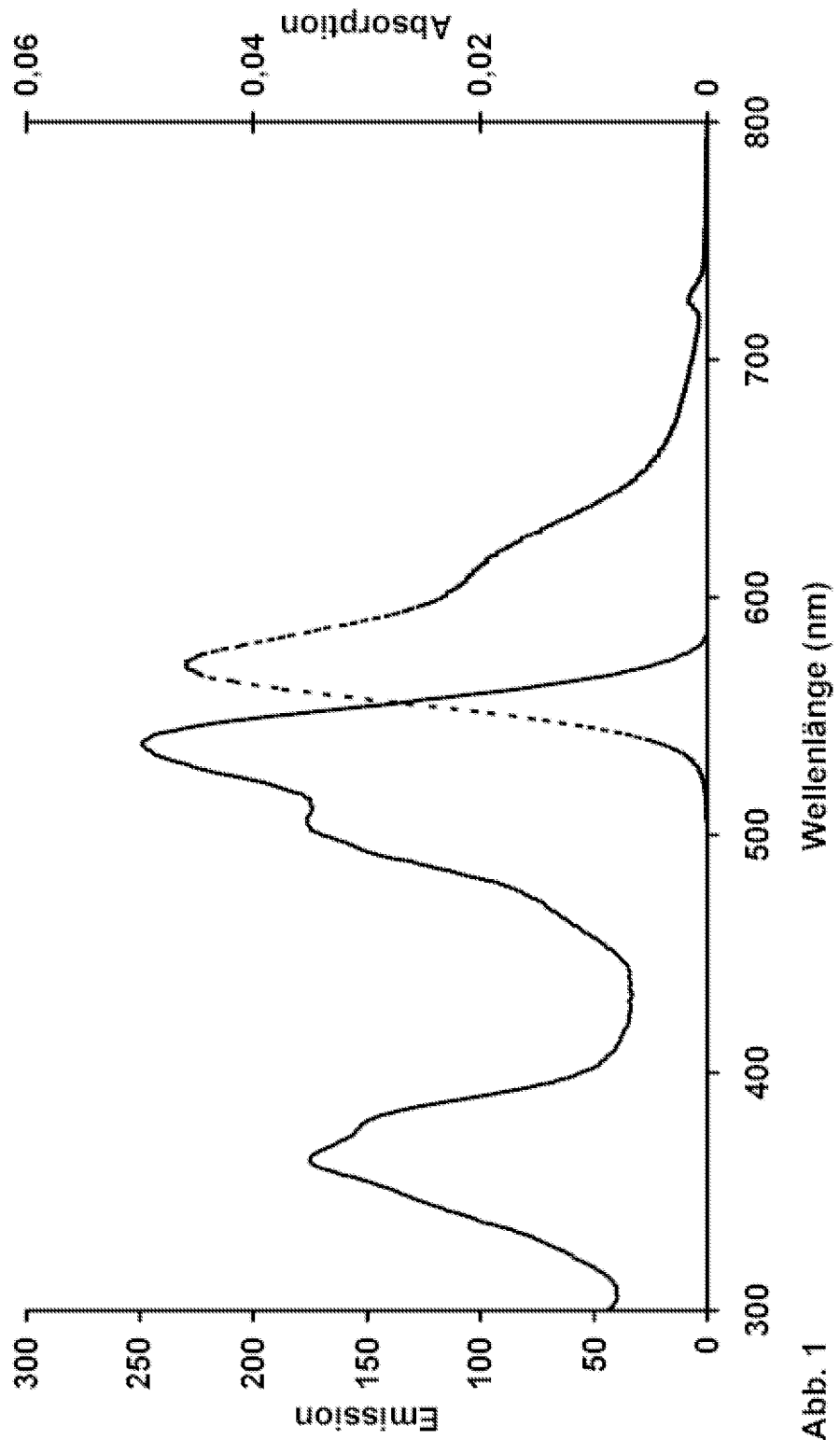


Abb. 1

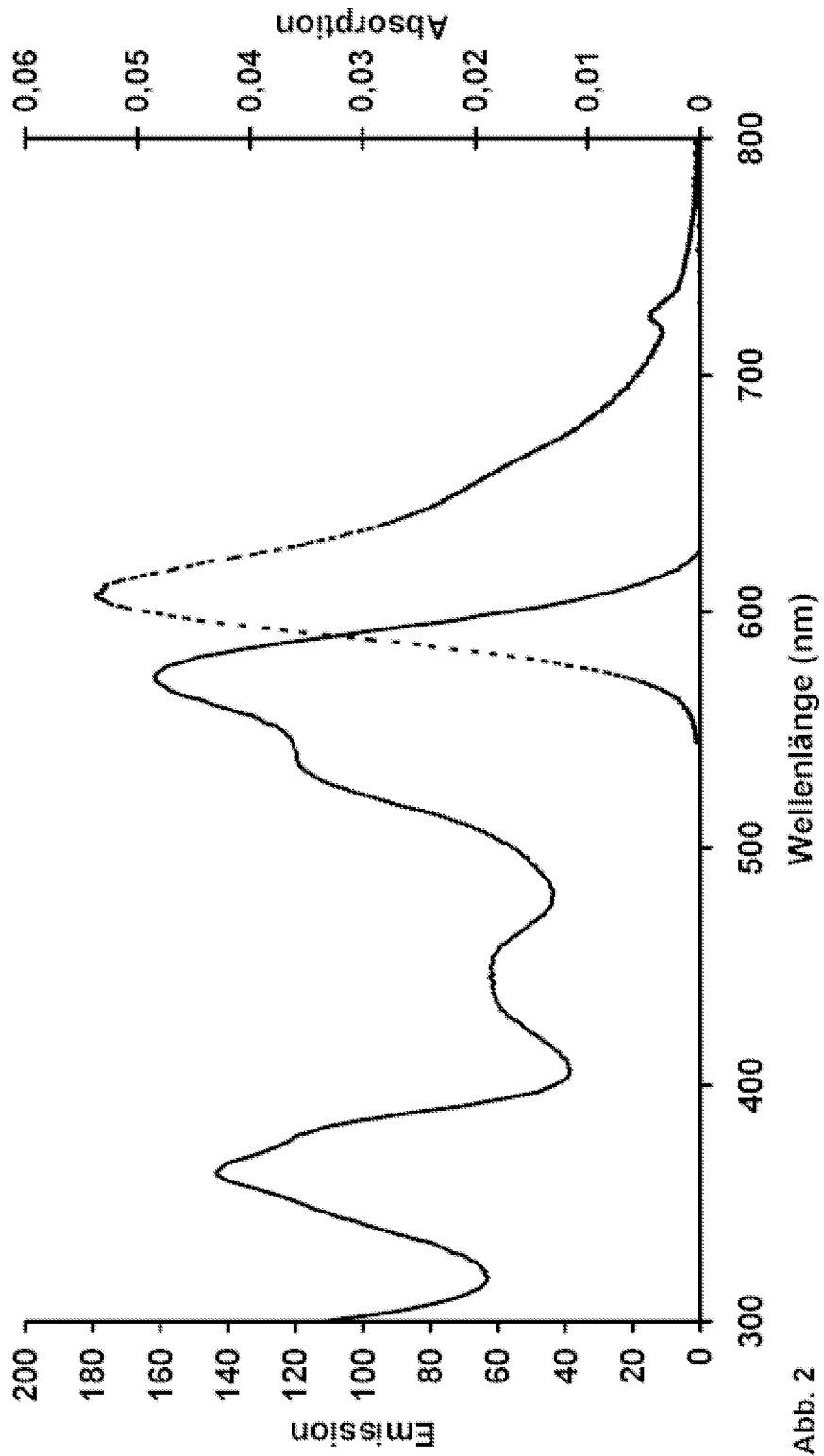


Abb. 2

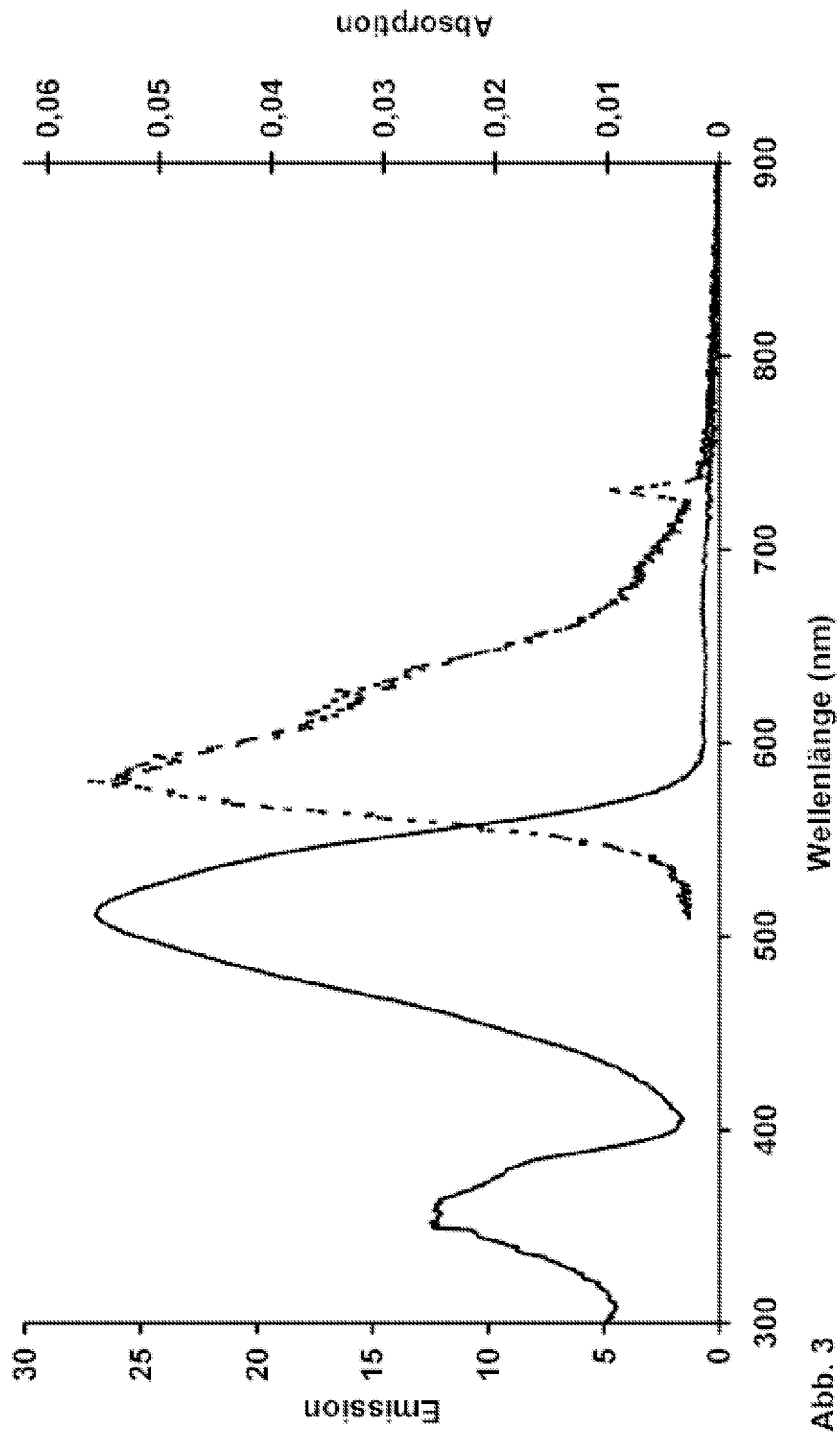


Abb. 3

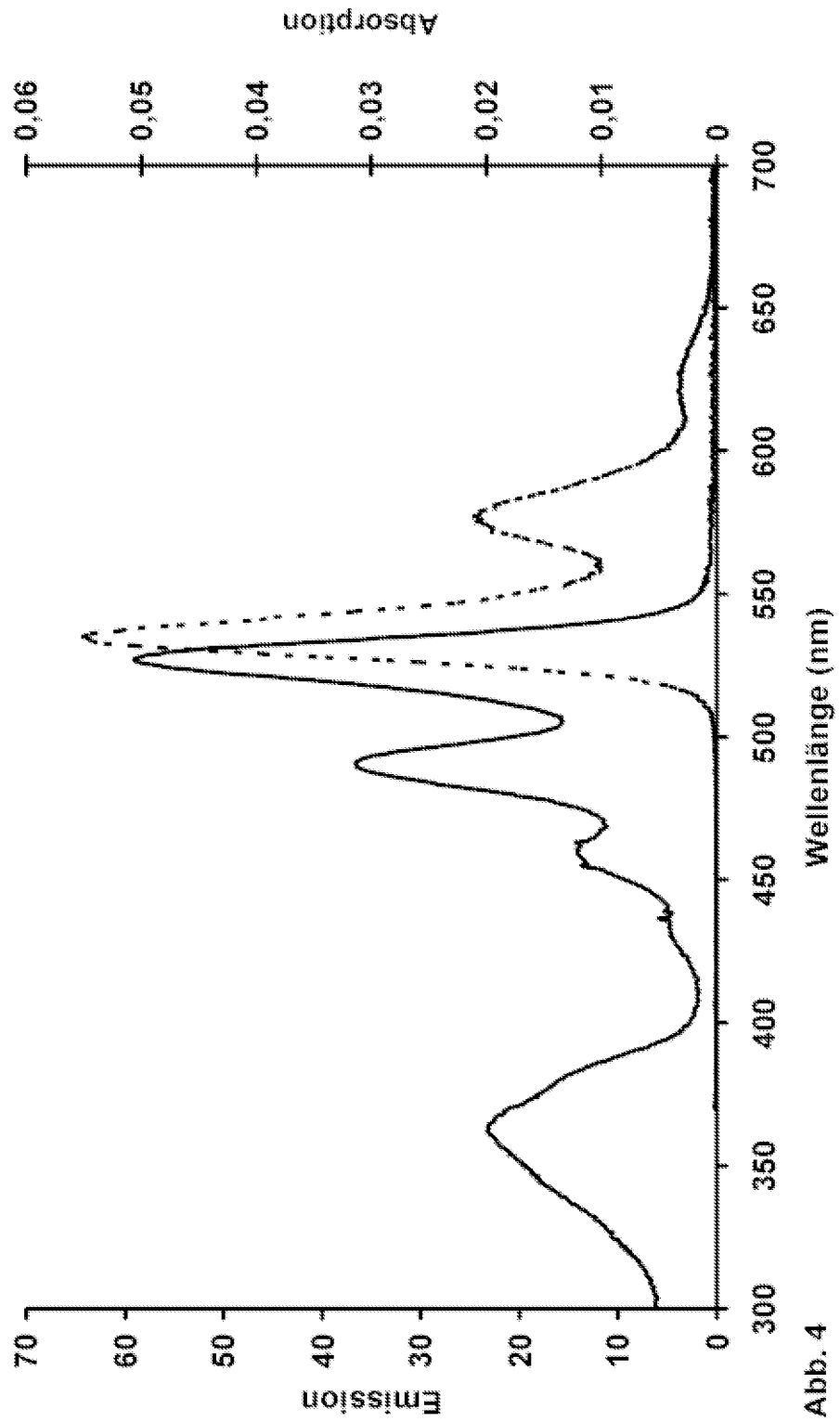


Abb. 4

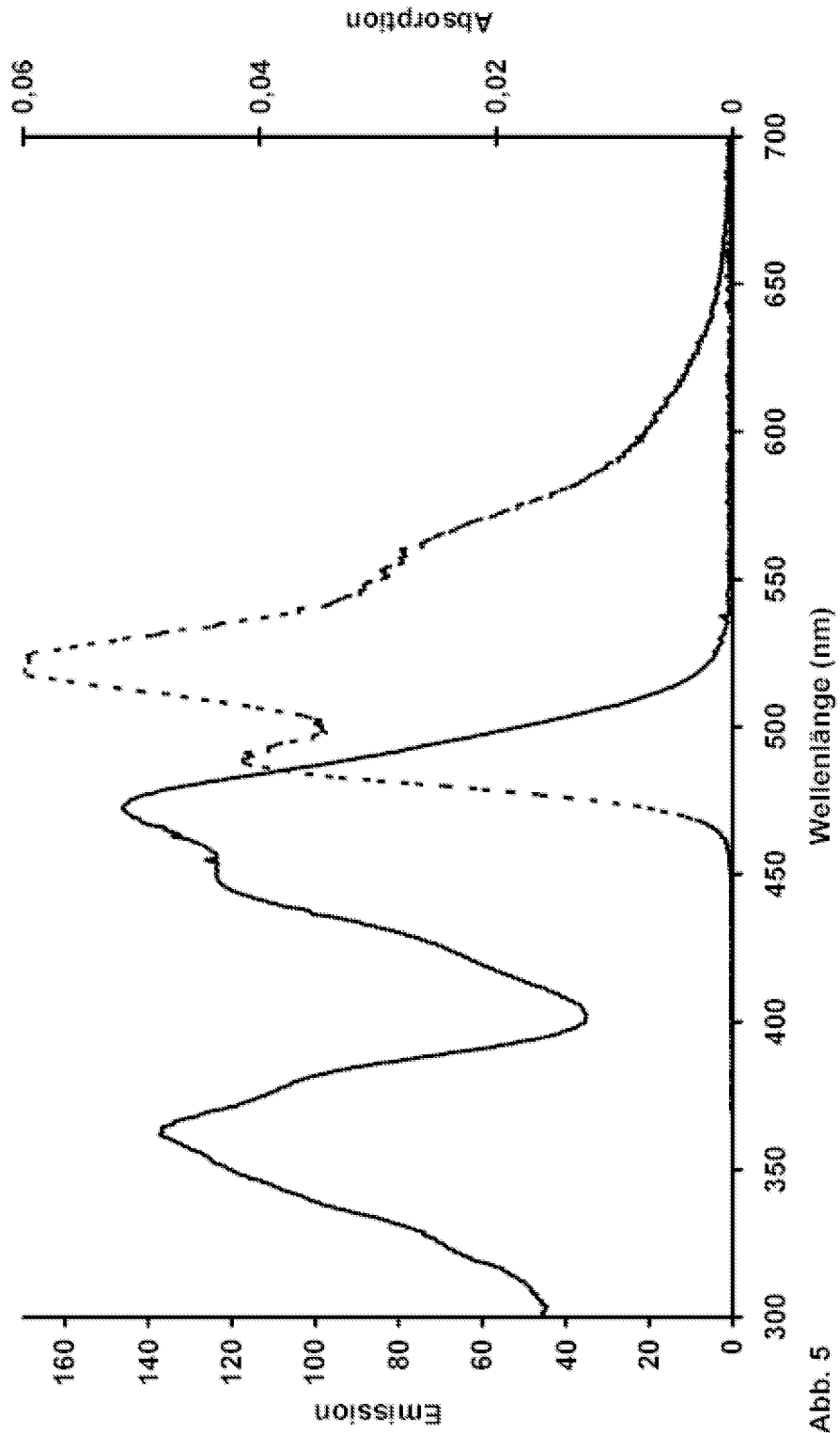


Abb. 5

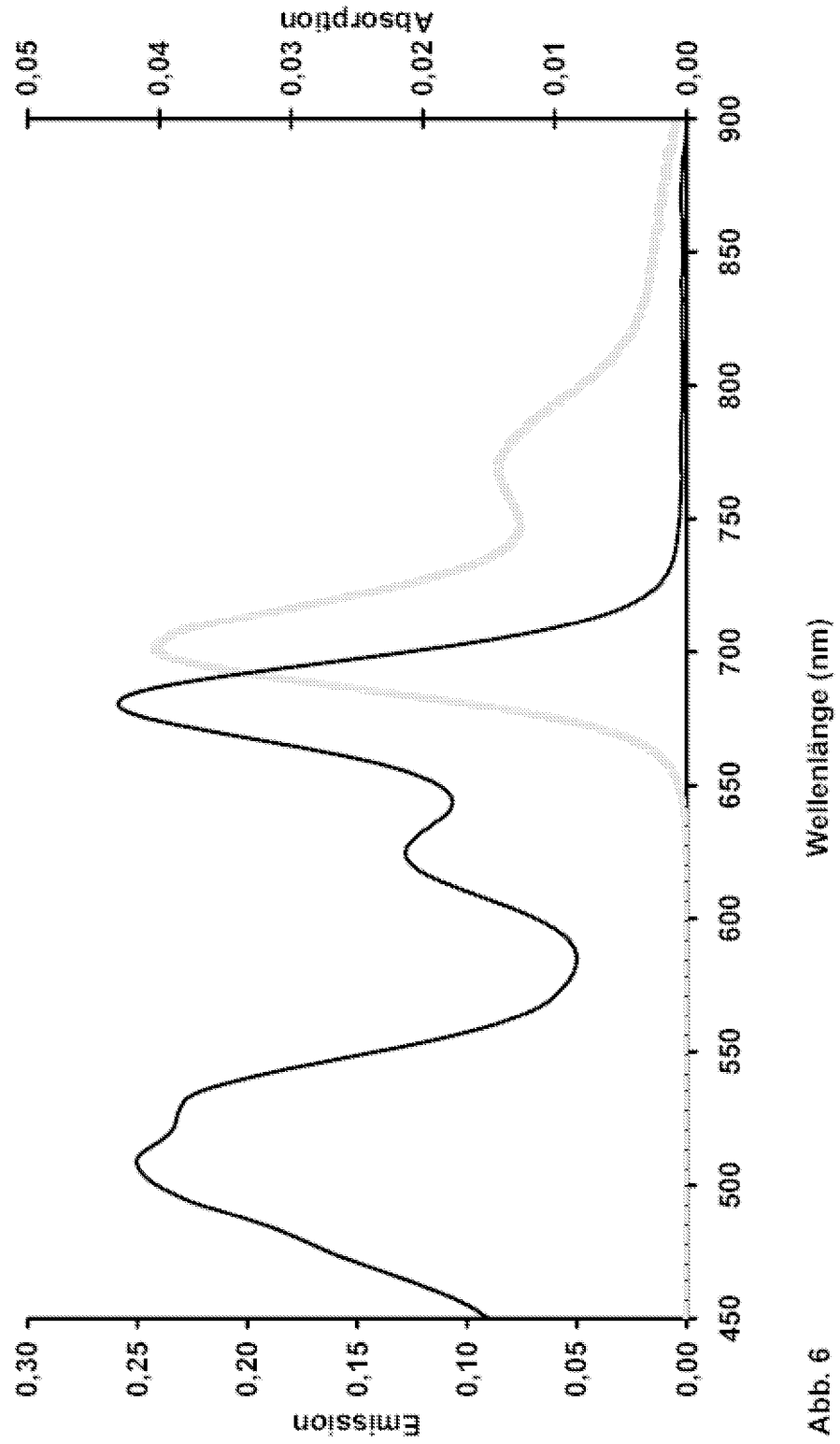


Abb. 6