

(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  
16. Mai 2013 (16.05.2013)

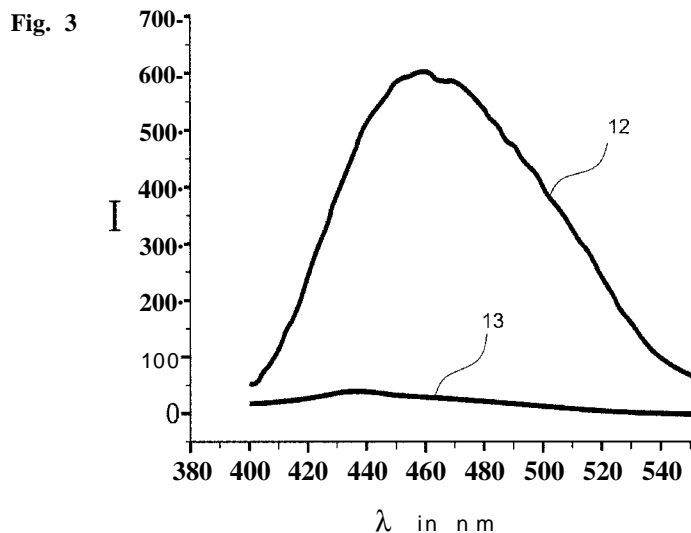


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/068490 AI**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
**C09K 11/06** (2006.01) **H05B 33/14** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/072179
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
8. November 2012 (08. 11.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 201 1 117 887.6  
8. November 2011 (08. 11.2011) DE
- (72) Erfinder; und  
(71) Anmelder : AUNER, Norbert [DE/DE]; Auf der Platt 51,  
61479 Glashütten (DE).
- (74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER  
PATENT ANWALTSGESELLSCHAFT MBH;  
Ridlerstr. 55, 80339 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

- BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,  
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: PHOTOLUMINESCENT AND/OR ELECTROLUMINESCENT MATERIAL, METHOD FOR PRODUCTION AND  
USE THEREOF AND COMPONENT COMPRISING SUCH A MATERIAL  
(54) Bezeichnung : PHOTO- UND/ODER ELEKTROLUMINESZIERENDES MATERIAL, DESSEN  
HERSTELLUNGSVERFAHREN UND VERWENDUNG SOWIE BAUELEMENT UMFASSEND EIN SOLCHES MATERIAL



(57) Abstract: According to at least one embodiment of the invention, a photoluminescent and/or electroluminescent material is specified, comprising a polysilane with at least one stilbene and/or styrene structural element. A method for producing such a material is also disclosed. The material is characterised by easy handling and easy technical processability. The use thereof and an optoelectronic component with this material are also specified.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/068490 AI

---

Nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung wird ein photo- und/oder elektrolummeszierendes Material angegeben, das ein Polysilan mit mindestens einer Stilben- und/oder Styrolbaueinheit umfasst. Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Materials offenbart. Das Material zeichnet sich durch eine einfache Handhabung und einfache technische Verarbeitbarkeit aus. Des Weiteren werden dessen Verwendung und ein optoelektronisches Bauelement mit diesem Material angegeben.

## Beschreibung

Photo- und/oder elektrolumineszierendes Material, dessen  
Herstellungsverfahren und Verwendung sowie Bauelement  
5 umfassend ein solches Material

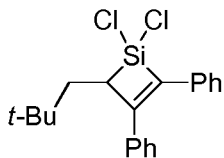
Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen  
Patentanmeldung 10 2011 117 887.6, deren Offenbarungsgehalt  
hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

10

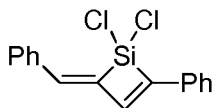
Die vorliegende Erfindung betrifft ein photo- und/oder  
elektrolumineszierendes Material. Ferner betrifft die  
Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen  
Materials, die Verwendung eines solchen Materials sowie ein  
15 Bauelement, das ein solches Material umfasst.

Für den gezielten Aufbau elektronischer Bauteile oder  
Bauelemente wie zum Beispiel von Licht emittierenden Dioden  
("light emitting diodes (LEDs)"), organischen Licht  
20 emittierenden Dioden (OLEDs), von Sensoren, Displays und  
"Flat Panels" (Flachbildschirmen) werden feuchtigkeits- und  
luftstabile Materialien benötigt, die eine einfache Hand-  
habung ermöglichen und damit technisch einfach verarbeitet  
werden können. Darüber hinaus ist es wünschenswert, die  
25 Effizienz der Fluoreszenz sowie die Emissionswellenlänge über  
die molekulare Struktur der funktionstragenden Baueinheiten  
zu variieren. Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass  
Stilben- und Styrol-enthaltende niedermolekulare  
Organosilicium-Verbindungen (Monosilane) unter Bestrahlung  
30 mit UV-Licht eine blaue bis grüne Photolumineszenz (Emission)  
zeigen, die in Abhängigkeit von der molekularen Struktur (zum  
Beispiel cyclische oder lineare Strukturen mit unterschied-  
lichen Ringgrößen und unterschiedlichen Substitutionsmustern)

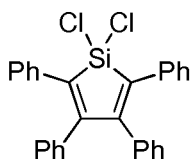
unterschiedliche Emissionsmaxima haben. Beispielhaft werden hier folgende cyclische Organosilane mit den charakteristischen Emissionswellenlängenbereichen aufgeführt:



5 **I**  $\lambda_{\max,em} \approx 400 \text{ nm}$



**II**  $\lambda_{\max,em} \approx 450 \text{ nm}$



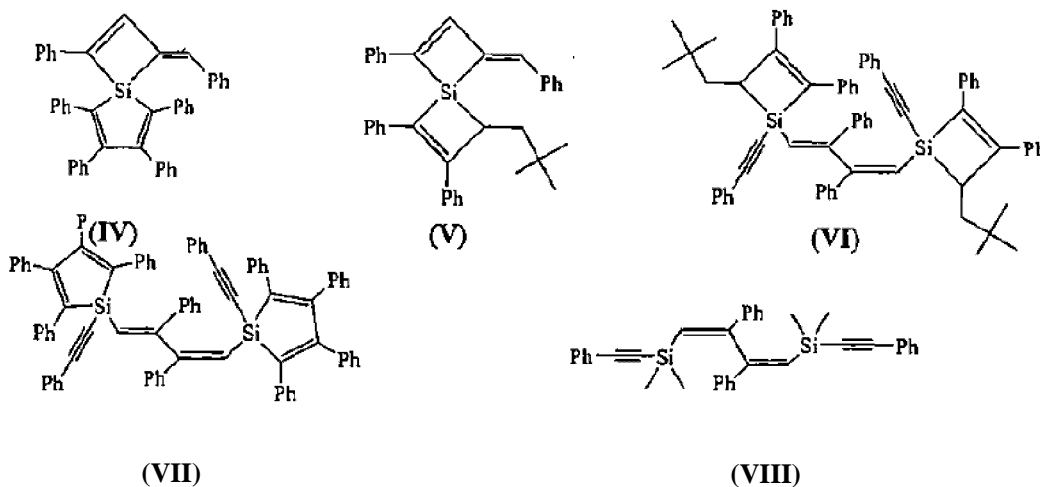
**III**  $\lambda_{\max,em} \approx 520 \text{ nm}$

10

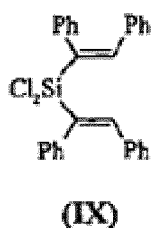
Die Synthesen, Strukturen und das Photolumineszenzverhalten der Silacyclen (**I**) bis (**III**) sind u.a. beschrieben in *J. Organomet. Chem.* **2008**, *693*, 908-916; *Chem. Eur. J.* **2009**, *15*, 8625-8645, *Chem. Eur. J.* **2000**, *6*, 1683-1692. Durch chemische Verknüpfung der Silacyclen untereinander können Spiroverbindungen und über konjugierte Ketten mit C-C-Doppelbindungen ("π-Brücken") verbundene bicyclische Derivate zugänglich werden, deren Emissionsverhalten stark von der eingestrahlten Anregungswellenlänge und vom Aggregatzustand der Verbindung (fest oder in Lösung) abhängig ist. Nachfolgend sind einige Modellverbindungen (**IV**, **V**, **VI**, **VII** und **VIII**) dargestellt; ihre Synthesen und ihr Lumineszenzverhalten sind unter *Chem. Eur. J.* **2007**, *13*, 7204-7214 beschrieben.

15

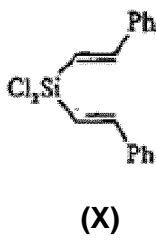
20



Erwähnenswert ist, dass Verbindung (VIII) keine Lumineszenz zeigt. Der molekulare Aufbau der Spiroverbindungen erfolgte  
 5 jeweils aus den Silicium-difunktionalisierten, das heißt dichlorierten, Verbindungen (I) bis (III). Da zur Einführung der Lumineszenzeigenschaften in Organosilicium-Verbindungen Stilben- und Styrolbaueinheiten verantwortlich sind, zeigen  
 auch die nichtcyclischen Diorganodichlorsilane (IX) und (X)  
 10 Photolumineszenz:



$\lambda_{\text{max,em}} \approx 430$  bis  $440$  nm und



$\lambda_{\text{max,em}} \approx 407$  nm.

- 4 -

Bei den Verbindungen (I) bis (X) handelt es sich um niedermolekulare (monomolekulare) Strukturen, die zwar die Lumineszenzeigenschaft tragen, die aber als "Material" zum Aufbau entsprechender elektronischer Bauteile beziehungsweise Bauelemente wenig geeignet sind: Die Silicium-dihalogen-substituierten Verbindungen sind hydrolyseempfindlich, die Flüchtigkeit dieser niedermolekularen Bausteine ist generell zu hoch und die chemischen und physikalischen Stabilitäten zu gering, beispielsweise gegenüber Ringöffnungsreaktionen oder bei hohen Temperaturen. Für 2,3-Diphenyl-4-neopentyl-1-silacyclobut-2-en (I) wurden über geeignete Syntheseverfahren vierringssubstituierte Cyclosiloxane erhalten. Damit wurden über das Silicium-dichlorsubstituierte Silacyclobuten (I) blau lumineszierende Silikone erhalten: Topics in Chem. Mat. Sei. Vol. 3, Editoren: G. Vayssilov, R. Nikolova, Heron Press, Sofia 2009, 107-126.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein photo- und/oder elektrolumineszierendes Material anzugeben, das sich durch eine besonders gute Feuchtigkeits- und/oder Luftstabilität, einfache Handhabung und technische Verarbeitbarkeit auszeichnet. Weitere Aufgaben sind es Verfahren zur Herstellung eines solchen Materials, dessen Verwendung sowie ein Bauelement, umfassend ein solches Material, anzugeben.

Zumindest eine dieser Aufgaben wird durch das photo- und/oder elektrolumineszierende Material, das Verfahren, die Verwendung und das Bauelement gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Unteransprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen an.

Es wird ein photo- und/oder elektrolumineszierendes Material angegeben. Nach zumindest einer Ausführungsform umfasst das

photo- und/oder elektrolumineszierende Material ein Polysilan mit mindestens einer Stilben- und/oder Styrolbaueinheit . Das Material kann gegebenenfalls aus dem Polysilan oder einem Gemisch von Polysilanen bestehen.

5

Unter Polysilanen werden oligomere und polymere Verbindungen verstanden, deren Molekülstränge zumindest aus Silicium-disubstituierten Siliciumketten aufgebaut sind. In den Siliciumketten sind die Siliciumatome durch Si-Si-Bindungen miteinander verbunden. Ein Polysilan weist mindestens zwei miteinander verbundene Siliciumatome auf. Sie unterscheiden sich daher grundlegend von Silikonen, also Polysiloxanen . Die Polysilane haben in der Regel die allgemeine Summenformel  $Si_nR_{2n+2}$  mit R = Halogen, Wasserstoff, Organorest usw.. Die anmeldungsgemäßen Polysilane haben daher die allgemeine Struktur  $\{ SiR'R'' \}_n$  mit n monomeren Einheiten. Es können sowohl Homopolymere als auch Copolymere sein. Die Substituenten R' und R'' sind unabhängig von einander wählbar, sie können zum Beispiel H, Halogen oder ein organischer Rest sein. Am Kettenende weisen offenkettige beziehungsweise lineare Polysilane eine Endgruppe auf; cyclische Polysilane haben in der Regel nicht eine solche Endgruppe. Das Polysilan kann eine reine Verbindung oder ein Gemisch von Verbindungen sein.

25

Das Polysilan ist aus monomeren Einheiten (sogenannten Wiederhohleinheiten) aufgebaut. Ein Homopolymer, also ein Homopolysilan umfasst nur eine Sorte an monomeren Einheiten, ein Copolymer, also ein Copolysilan enthält mindestens zwei unterschiedliche Sorten monomerer Einheiten. Die Polymere werden durch Vernetzung von sogenannten "Monomeren", in der Regel di- oder trifunktionalisierte niedermolekulare Verbindungen, aufgebaut.

30

In aller Regel ist das Polysilan beziehungsweise sind die monomeren Einheiten des Polysilans mit organischen Resten substituiert, sodass das Polysilan unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit und Luftsauerstoff ist und daher über einen  
5 langen Zeitraum eine Photo- und/oder Elektrolumineszenz zeigt .

Über die Stilben- und/oder Styrolbaueinheiten werden die Photo- und/oder Elektrolumineszenzeigenschaften in das  
10 Polysilan eingeführt. Synonyme für "Baueinheit" sind hier Gruppe, Einheit oder Molekülfragment. Die Stilben- und/oder Styrolbaueinheiten können weitere Substituenten aufweisen. Bevorzugt enthält das Polysilan eine Vielzahl von Stilben- und/oder Styrolbaueinheiten. Das Polysilan kann durchschnittlich  
15 lich mindestens 2, insbesondere mindestens 3, Stilben- und/oder Styrolbaueinheiten aufweisen.

Überraschend wurde gefunden, dass das Polysilan eine ausgesprochen starke Lumineszenz, zum Beispiel Fluoreszenz,  
20 aufweist. Diese ist im Vergleich zur Lumineszenz von niedermolekularen Siliciumverbindungen, zum Beispiel die Verbindungen I bis X, oder den dem Polysilan zugrundeliegenden Monomeren stark erhöht. Der Anstieg kann einen Faktor größer 100, insbesondere sogar größer 500, betragen.  
25 Das anmeldungsgemäße Material weist also eine sehr hohe Effizienz auf und eignet sich somit für den Einsatz in (optoelektronischen) Bauelementen wie Sensoren, OLEDs, Displays und (Flach-)Bildschirmen . Sie können beispielsweise als Detektions- oder Emittermaterial, aber auch als  
30 Chromophor oder Leuchtstoff eingesetzt werden.

Mit Vorteil lassen sich die anmeldungsgemäßen Polysilane beziehungsweise das Material auch gut handhaben und

verarbeiten. Während zum Beispiel Polydimethylsilan  
{ Me<sub>2</sub>Si }<sub>n</sub> ein unlöslicher Feststoff ist, gelingt es durch  
die Einführung von Phenyl-Substituenten, insbesondere anhand  
der Stilben- und oder Styrolbaueinheiten, die Kristallinität  
5 und Schmelztemperatur des Polysilans deutlich abzusenken und  
damit dessen Löslichkeit stark zu erhöhen. Das Polysilan ist  
daher insbesondere gut löslich in organischen Lösungsmitteln  
wie Benzol, Toluol, Ethylacetat, etc., was eine wertvolle  
Voraussetzung für eine technische Verarbeitung ist. Somit  
10 sind die Stilben- und/oder Styrolbaueinheiten neben den  
Lumineszenzeigenschaften auch für die mechanischen  
Eigenschaften des Polysilans vorteilhaft.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Polysilan  
15 eine Vielzahl von ersten monomeren Einheiten, in denen ein  
Siliciumatom kovalent an eine Stilben- und/oder Styrolbau-  
einheit angebunden ist. Das Polysilan kann durchschnittlich  
mindestens 2, insbesondere mindestens 3 solcher monomeren  
Einheiten aufweisen. Es kann bis zu 12, bevorzugt bis zu 10,  
20 insbesondere bis zu 7, erste monomere Einheiten aufweisen. Es  
kann also zum Beispiel 2 bis 12, insbesondere 3 bis 10, erste  
monomere Einheiten aufweisen. Ein solches Polysilan weist in  
der Regel eine gute Löslichkeit auf. Anzumerken ist  
weiterhin, dass sich "Vielzahl" nur auf die Anzahl, nicht  
25 aber die Sorte der monomeren Einheiten bezieht. Im Falle  
eines Homopolymers enthält das Polysilan nur eine Sorte  
erster monomerer Einheiten, bei Copolymeren kann es mehrere  
hiervon enthalten.

30 Nach einer anderen Weiterbildung dieser Ausführungsform ist  
das Polysilan vergleichsweise hochmolekular und weist mehr  
als 12, insbesondere mehr als 15, erste monomere Einheiten

auf. Es besitzt dann jedoch in der Regel nur eine geringe Löslichkeit .

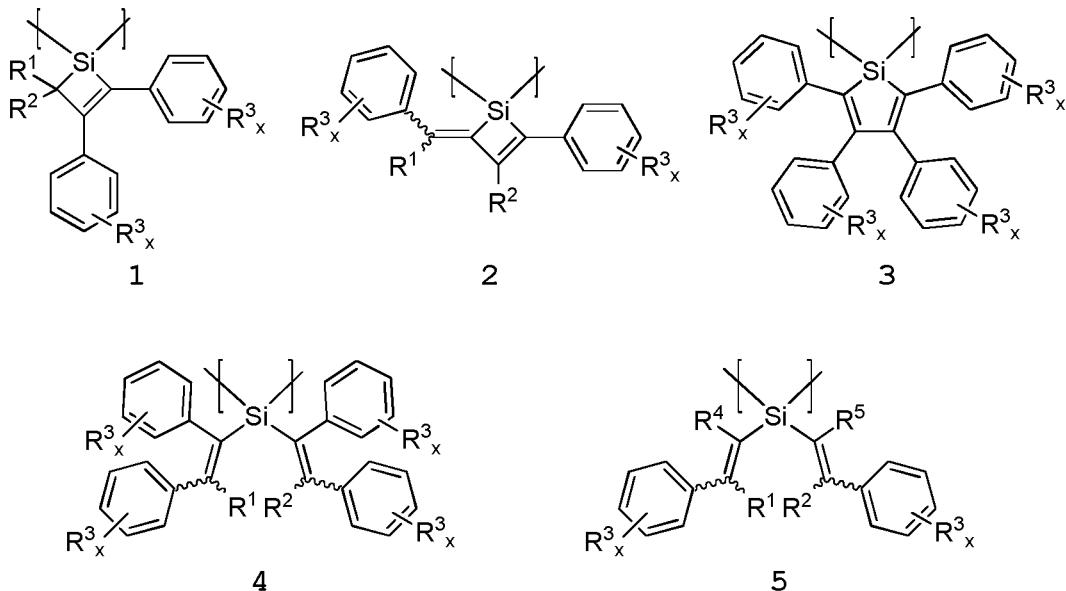
Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Polysilan eine  
5 Kettenlänge  $n$  von mindestens 3, insbesondere von mindestens  
4, auf. Hierbei gibt " $n$ " die (durchschnittliche) Anzahl an  
monomeren Einheiten im Polysilan, also auch die Anzahl an  
kovalent über Si-Si-Bindungen verknüpfter Siliciumatome an.  
Das Polysilan kann eine Kettenlänge  $n$  von bis zu 15,  
10 bevorzugt bis zu 13, besonders bevorzugt bis zu 10,  
aufweisen. Eine bevorzugte Kettenlänge ist daher 2 bis 15,  
insbesondere 3 bis 13. Polysilane dieser Ausführungsform  
weisen in der Regel eine gute Löslichkeit auf. Das Polysilan  
kann jedoch auch höhere Kettenlängen von mindestens 15,  
15 insbesondere mindestens 20 aufweisen. Solche hochmolekularen  
Polysilane weisen jedoch in der Regel eine geringere  
Löslichkeit auf. Aufschluss über die Kettenlänge,  
insbesondere der gut löslichen Polysilane, kann mittels GPC  
(Gel-Permeations-Chromatographie) erhalten werden. Gut  
20 lösliche Polysilane können bei der Herstellung von weniger  
gut löslichen Polysilanen getrennt werden.

Des Weiteren kann das Material lineare als auch cyclische  
Polysilane enthalten, wobei in der Regel die überwiegende  
25 Mehrzahl, zum Beispiel  $> 95\%$ , der Polysilanmoleküle linear  
ist .

Die elektronischen und photochemischen Eigenschaften der  
Polysilane basieren auf der  $\sigma$ -Elektronen-Delokalisierung  
30 entlang den aus kumulierten Si-Si-Bindungen bestehenden  
Polymer-Hauptketten, die mit Stilben- und/oder Styrolbau-  
einheiten substituiert sind. Da weiterhin  $\sigma$ - $\sigma^*$ -Übergänge  
erlaubt sind, absorbieren Polysilane auch sehr stark.

Weiterhin wurde gefunden, dass sie reversiblen Thermo-  
 chromismus und eine beträchtliche elektrische Leitfähigkeit,  
 die durch geeignete Dotierung noch weiter erhöht werden kann,  
 zeigen. Auch sind die anmeldungsgemäßen Polysilane  
 5 photoleitend, das heißt, sie leiten den elektrischen Strom  
 bei Belichtung besser als im Dunkeln. Sie eignen sich daher  
 für die Verwendung als Leuchtstoffe, beispielsweise in (opto-  
 elektronischen) Bauelementen (Ladungstransportschichten in  
 der Elektrophotographie und Transportschicht in organischen  
 10 licht-emittierenden Dioden, OLEDs). Darüber hinaus sind sie  
 auch für mikrolitographische Anwendungen und als Prekursoren  
 für die Darstellung von Polycarbosilanen interessant.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die ersten  
 15 monomeren Einheiten aus einer Gruppe ausgewählt, die monomere  
 Einheiten gemäß den Formeln 1, 2, 3, 4 und 5 sowie  
 Kombinationen hiervon umfasst



20

wobei ,

$R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^4$  und  $R^5$  jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl,  
 Alkenyl, Alkinyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind,

- 10 -

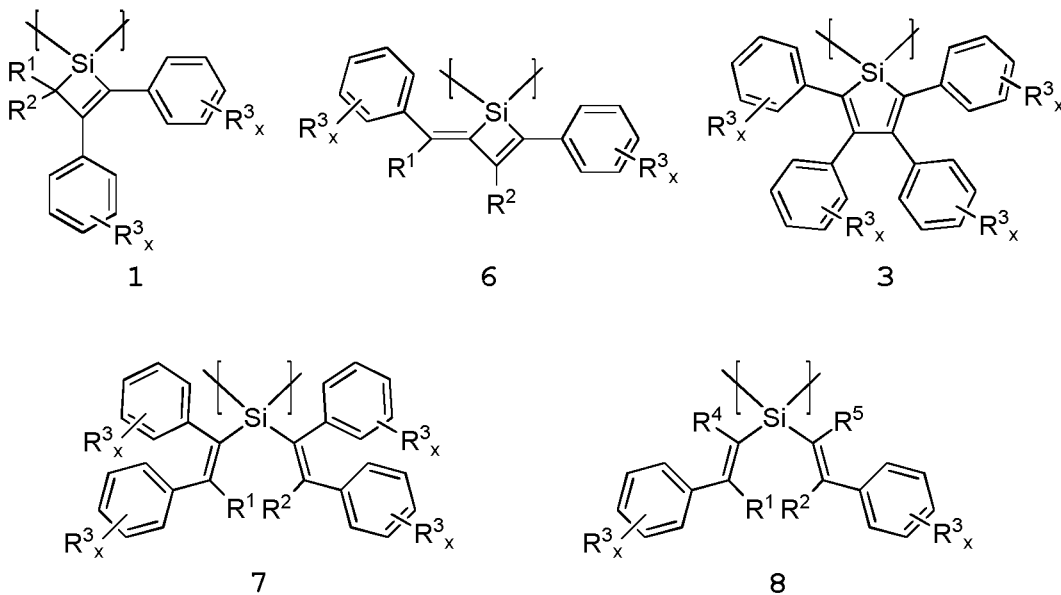
$R^3$  jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy, Nitro-Gruppe, Cyano-Gruppe, Triorganosilyl, substituierten Diazo-Gruppen, Acyl,  $-CO_2R$  mit  $R = \text{Alkyl}$  oder  $\text{Aryl}$ ,  $-NR'R''$  mit  $R'$  und  $R''$  jeweils  $H$ , Alkyl oder Aryl ausgewählt ist oder zwei Substituenten  $R^3$  zusammen einen aromatischen Ring bilden, und  $x$  jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 ist.

Bei den chemischen Formeln bedeuten im Rahmen der Anmeldung geschwungene Bindungen " $\sim$ ", dass die Orientierung des Substituenten nicht festgelegt ist. Bindungen, die durch eine Klammer verlaufen, zum Beispiel " $\left[ \right]$ ", symbolisieren die Anbindung zu einem Teil des Polysilans, insbesondere einem weiteren Siliciumatom in der Siliciumkette. " $\sim R^3_x$ " steht für  $x$  Substituenten  $R^3$ , die an beliebigen Positionen des Phenylrings angebunden sein können. Ein aromatischer Ring beziehungsweise ein Molekül kann jeweils unterschiedliche Substituenten  $R^3$  umfassen. Diese Schreibweisen sind an sich in der Chemie üblich. Alkyl-, Alkenyl-, Alkynyl- und Aryl-Substituenten können gegebenenfalls substituiert sein. Alkylgruppen können verzweigt, cyclisch oder linear sein. Aryl-Gruppen sind bevorzugt keine Heteroaromaten. Die organischen Substituenten einer Triorganosilylgruppe sind in der Regel aus Alkyl und/oder Aryl, insbesondere C1- bis C6-Alkyl und Phenyl, ausgewählt. Aus zwei Substituenten  $R^3$ , die zusammen einen aromatischen Ring bilden, wird insgesamt ein anellierter aromatischer Substituent, zum Beispiel Naphthyl, gebildet.

Über die Substituenten  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^4$ ,  $R^5$  und insbesondere  $R^3$  können die Absorptions- und Emissionseigenschaften eingestellt werden, sodass die emittierte Wellenlänge, also der Farbort des emittierten Lichts, eingestellt werden kann.

Die anmeldungsgemäßen Polysilane können zum Beispiel durch UV-Strahlung angeregt und im blauen bis hin zum grünen Bereich des Spektrums emittieren. Das Emissionsmaximum ( $\lambda_{max,em}$ ) liegt beispielsweise bei Homopolymeren der ersten monomeren Einheiten der Formeln 1, 2, 4 oder 5 im blauen Bereich (etwa 400 bis 480 nm), während es für ein Homopolymer der ersten monomeren Einheit nach Formel 3 eher im grünen Bereich des Spektrums liegt. Bevorzugt sind die ersten monomeren Einheiten aus einer Gruppe ausgewählt sind, die monomere Einheiten gemäß den Formeln 1, 2, 4 und 5 (Substituenten wie oben beschrieben) sowie Kombinationen hiervon umfasst. Das Polysilan eignet sich daher als blauer Emitter, Chromophor oder Leuchtstoff (Konversionsstoff).

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform sind die ersten monomeren Einheiten aus einer Gruppe ausgewählt, die monomere Einheiten gemäß den Formeln 1, 6, 3, 7 und 8 sowie Kombinationen hiervon umfasst



20

wobei

$R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^4$  und  $R^5$  jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl,

Alkenyl, Alkinyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind, R<sup>3</sup> jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl, Alkinyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy, Nitro-Gruppe, Cyano-Gruppe, Triorganosilyl, substituierten Diazo-Gruppen, Acyl, -CO<sub>2</sub>R mit  
5 R = Alkyl oder Aryl, -NR'R'' mit R' und R'' jeweils H, Alkyl oder Aryl ausgewählt ist oder zwei Substituenten R<sup>3</sup> zusammen einen aromatischen Ring bilden, und  
x jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 ist.  
Die monomeren Einheiten der Formel 6, 7 und 8 fallen auch  
10 unter die Verbindungen der Formeln 2, 4 beziehungsweise 5 und können diese in weiteren Ausführungsformen ersetzen.  
Bevorzugt sind die ersten monomeren Einheiten aus einer Gruppe ausgewählt, die monomere Einheiten gemäß den Formeln 1, 6, 7 und 8 sowie Kombinationen hiervon umfasst.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei den ersten monomeren Einheiten der Formeln 1 bis 8  
R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> und R<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander aus H, C1- bis C6-Alkyl, C2- bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkinyl,  
20 Phenyl oder Toly, R<sup>3</sup> jeweils unabhängig voneinander aus C1- bis C6-Alkyl, C2- bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkinyl, Phenyl oder Toly, C1- bis C6-Alkoxy, -OPh, -OTol, -NR'R'' mit R' und R'' jeweils H, C1-C6-Alkyl, Phenyl oder Toly und  
25 x jeweils unabhängig voneinander aus 0, 1, 2 oder 3, insbesondere x aus 0 oder 1, ausgewählt. Des Weiteren ist R<sup>3</sup> bevorzugt jeweils unabhängig voneinander aus C1- bis C6-Alkyl, C2-bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkinyl, Phenyl oder Toly, -NR'R'' mit R' und R'' jeweils  
30 C1- bis C6-Alkyl, Phenyl oder Toly ausgewählt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei den ersten monomeren Einheiten nach Formel 1 R<sup>1</sup> = Methyl, Ethyl, Pentyl

oder Phenyl,  $R^2 = H$ , Methyl oder Phenyl, und  $x = 0$ . Es ist dabei insbesondere  $R^1 = \text{Pentyl}$ , bevorzugt Neopentyl (also  $-\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$ ), und  $R^2 = H$ .

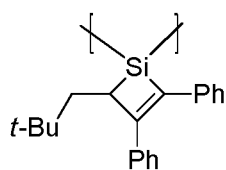
5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei den ersten monomeren Einheiten nach Formel 2 oder 6  $R^1 = H$ , Methyl, Butyl oder Phenyl,  $R^2 = H$ , Methyl, Butyl oder Phenyl, und  $x = 0$ . Es ist dabei insbesondere  $R^1 = R^2 = H$ .

10 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei den ersten monomeren Einheiten nach Formel 3  $x = 0$ .

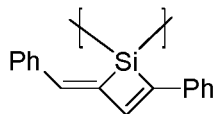
Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei den ersten monomeren Einheiten nach Formel 4 oder 7  $R^1 = H$ , Methyl,  
15 Butyl oder Phenyl,  $R^2 = H$ , Methyl, Butyl oder Phenyl, und  $x = 0$ . Es ist dabei insbesondere  $R^1 = R^2 = H$ .

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei den ersten monomeren Einheiten nach Formel 5 oder 8  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^4$  und  $R^5$   
20 jeweils unabhängig voneinander aus  $H$ , Methyl, Butyl oder Phenyl ausgewählt und  $x = 0$ . Es ist dabei insbesondere  $R^1 = R^2 = R^4 = R^5 = H$ .

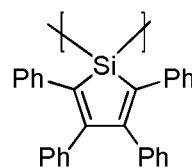
Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die ersten  
25 monomeren Einheiten aus einer Gruppe ausgewählt, die monomere Einheiten gemäß den Formeln 11, 12, 13, 14 und 15 sowie Kombinationen hiervon umfasst



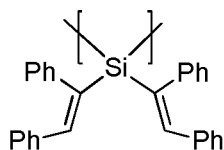
11



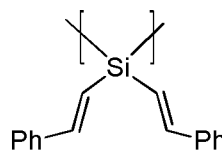
12



13



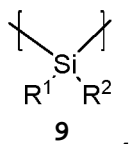
14



15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan ein Copolymer, also ein Copolysilan. Es umfasst dabei insbesondere mindestens eine Sorte erster monomerer Einheiten .

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Polysilan zweite monomere Einheiten gemäß der Formel 9



9

wobei  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind.  $R^1$  und  $R^2$  sind insbesondere jeweils unabhängig voneinander aus H, C1- bis C6-Alkyl, C2- bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkynyl, Phenyl und TolyI ausgewählt. Bevorzugt sind  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus Methyl und Phenyl ausgewählt. Über die zweiten monomeren Einheiten kann die Emissionswellenlänge beeinflusst werden. Es können auch die physikalischen Eigenschaften des Polysilans, zum Beispiel dessen Schmelzpunkt oder Löslichkeit, gesteuert werden. Die zweiten

monomeren Einheiten sind nur vorhanden, wenn das Polysilan ein Copolymer ist und zumindest eine Sorte erster monomerer Einheiten umfasst.

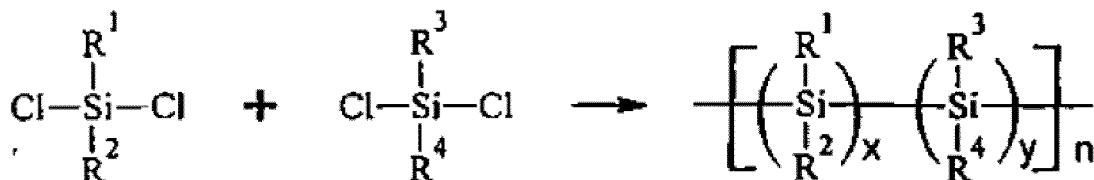
5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan ein Homopolymer, also ein Homopolysilan. Es ist dabei aus einer Sorte erster monomerer Einheiten aufgebaut.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Polysilan  
10 Endgruppen. Endgruppen sind bei offenkettigen Polysilanen jeweils an den Enden der Siliciumkette angebunden. Sie können beispielsweise aus einer Gruppe ausgewählt sein, die Alkoxy, Aryloxy, Triorganosilyl, Alkyl, Aryl und Kombinationen hiervon umfasst. Die Endgruppen sind insbesondere aus Cl- bis  
15 C6-Alkoxy, Phenoxy oder Triorganosilyl, bevorzugt Methoxy, ausgewählt. Das Polysilan kann darüber hinaus auch cyclische Verbindungen, in der Regel nur zu einem kleinen Anteil, umfassen, die keine Endgruppen aufweisen.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan als Homopolymer- beziehungsweise Copolymer-Produkt durch Wurtz-Kupplung entsprechender Diorganodihalogen-silane als Monomere erhältlich. Das Polysilan ist insbesondere durch eine Wurtz-Kupplung erhalten.

25 Als Monomere, also Ausgangsverbindungen für die Polymere werden insbesondere Diorganodichlorsilane verwendet, da diese besonders leicht und günstig herstellbar sind. Nach dieser Ausführungsform werden die homo- beziehungsweise copolymeren  
30 Produkte durch Wurtz-Kupplung entsprechender Diorganodichlorsilane, also durch Umsetzung mit Alkalimetallen, zum Beispiel mit Lithium und mit Natrium, erhalten. Diese Vernetzung ist nachfolgend allgemein dargestellt, wobei  $R^1$ ,

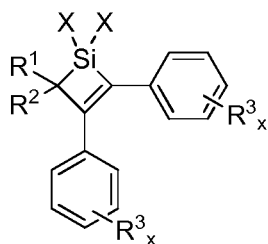
R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> in dieser Darstellung eine andere Bedeutung haben können als in den obigen Ausführungen zu den monomeren Einheiten .



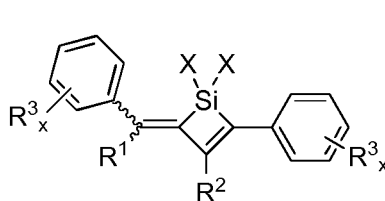
5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan durch Wurtz-Kupplung von mindestens einem der nachfolgenden ersten Diorganodihalogensilane der Formeln 21, 22, 23, 24 oder 25 als Monomere erhältlich:

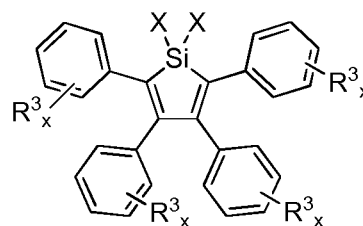
10



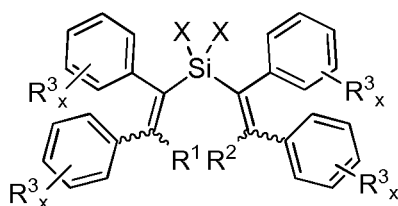
21



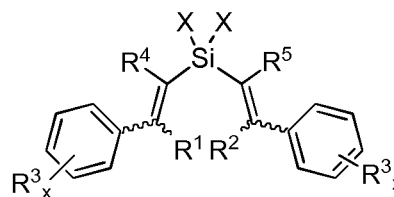
22



23



24



25

wobei

- 15 X jeweils unabhängig voneinander ein Halogen ausgewählt aus F, Cl, Br und I ist,  
 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> und R<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl, Alkenyl, Alkinyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind,  
 R<sup>3</sup> jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl,

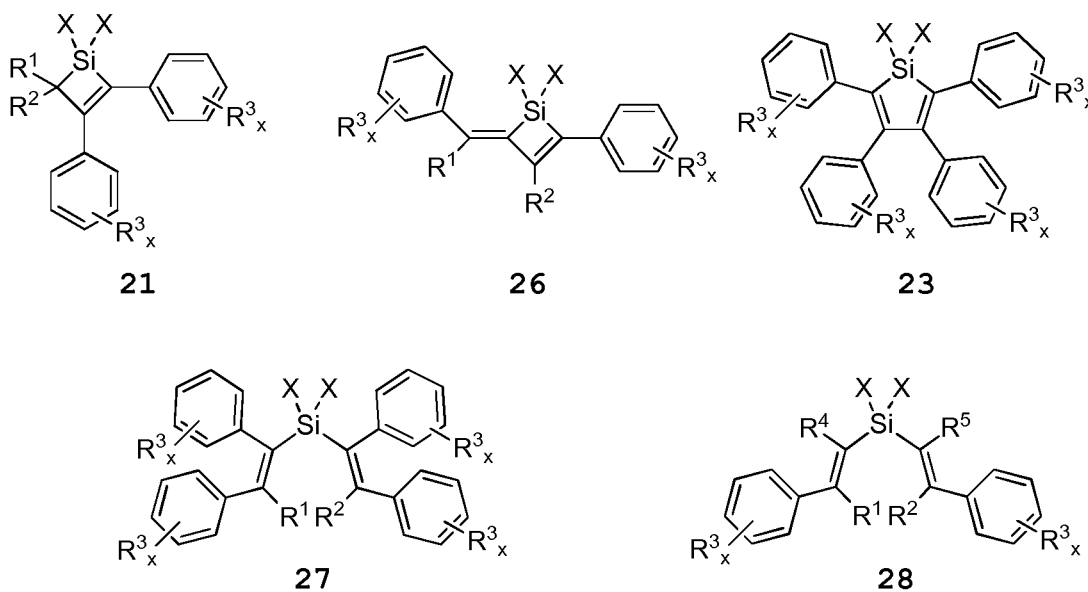
Alkinyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy, Nitro-Gruppe, Cyano-Gruppe, Triorganosilyl, substituierten Diazo-Gruppen, Acyl,  $-CO_2R$  mit  $R = \text{Alkyl}$  oder  $\text{Aryl}$ ,  $-NR'R''$  mit  $R'$  und  $R''$  jeweils  $H$ ,  $\text{Alkyl}$  oder  $\text{Aryl}$  ausgewählt ist oder zwei Substituenten  $R^3$  zusammen  
5 einen aromatischen Ring bilden, und  $x$  jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 ist. Bevorzugt sind die ersten Diorganodihalogenasilane aus einer Gruppe ausgewählt, die Diorganodihalogenasilane gemäß den Formeln **21**, **22**, **24** oder **25** und Kombinationen hiervon umfasst.  
10 Des Weiteren ist insbesondere  $X = Cl$ .

Grundsätzlich würde man bei den Monomeren **21** bis **25** erwarten, dass unter den Bedingungen der Wurtz-Kupplung, bei der Intermediate mit ungepaarten Elektronen auftreten (single  
15 electron species) eine Polymerisation der Stilben- und/oder Styrolbaueinheiten erfolgt, da diese grundsätzlich sehr leicht zu polymerisieren sind. Des Weiteren würde man bei den Silacyclobutenen **21** und **22** erwarten, dass diese einer Ringöffnung und anderen Zersetzungsreaktionen unterliegen.

20 Im Gegensatz hierzu wurde jedoch überraschend gefunden, dass sich diese Verbindungen problemlos in Wurtz-Kupplungen vernetzen lassen, wodurch Polysilane aufgebaut werden. Somit besteht mit der Wurtz-Kupplung ein synthetisch leicht zu  
25 verwirklichender Zugang zu den anmeldungsgemäßen Polysilanen. Während die Verbindungen der Formeln **I**, **II**, **III**, **IX** und **X** und ebenso **21**, **22**, **23**, **24** und **25** allesamt sehr empfindlich gegenüber Feuchtigkeit und Luft sind, eignet sich dagegen die Dihalogenfunktionalität an den Siliciumzentren hervorragend,  
30 um den molekularen Baustein unter Strukturerehalt in Polymergerüste einzuführen. Dadurch wird die Photolumineszenzeigenschaft in Polysilane wirkungsvoll eingebaut.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan durch Wurtz-Kupplung von mindestens einem der nachfolgenden ersten Diorganodihalogenasilane der Formeln 21, 26, 23, 27 oder 28 in als Monomere erhältlich:

5



wobei

X jeweils unabhängig voneinander ein Halogen ausgewählt aus  
 10 F, Cl, Br und I ist,  
 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> und R<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl,  
 Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind,  
 R<sup>3</sup> jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl,  
 Alkynyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy, Nitro-Gruppe, Cyano-Gruppe,  
 15 Triorganosilyl, substituierten Diazo-Gruppen, Acyl, -CO<sub>2</sub>R mit  
 R = Alkyl oder Aryl, -NR'R'' mit R' und R'' jeweils H, Alkyl  
 oder Aryl ausgewählt ist oder zwei Substituenten R<sup>3</sup> zusammen  
 einen aromatischen Ring bilden, und  
 x jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 ist.  
 20 Die Verbindungen der Formel 26, 27 und 28 fallen auch unter  
 die Verbindungen der Formeln 22, 24 beziehungsweise 25 und  
 können diese in weiteren Ausführungsformen ersetzen.  
 Bevorzugt sind die ersten Diorganodihalogenasilane aus einer

Gruppe ausgewählt, die Diorganodihalogenasilane gemäß den Formeln 21, 26, 27 oder 28 und Kombinationen hiervon umfasst.

Aus den ersten Diorganodihalogenasilanen 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 und 28 werden durch die Wurtz-Kupplung die ersten monomeren Einheiten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 beziehungsweise 8 gebildet. Die bevorzugten Angaben gelten daher analog.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan durch Wurtz-Kupplung von einer Mischung von mindestens zwei unterschiedlichen Diorganodihalogenasilanen als Monomere erhältlich, wobei diese Diorganodihalogenasilane aus einer Gruppe ausgewählt sind, die erste Diorganodihalogenasilane der Formeln 21, 22, 23, 24 und 25, wie oben beschrieben, sowie zweite Diorganodihalogenasilane 29 umfasst, wobei die zweiten Diorganodihalogenasilane 29 die Formel  $R^1R^2SiX_2$  mit  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt und X jeweils unabhängig voneinander ein Halogen ausgewählt aus F, Cl, Br und I ist, und wobei die Mischungen mindestens ein erstes Diorganodihalogenasilan enthalten.

Die ersten und zweiten Diorganodihalogenasilane können in variablen Verhältnissen eingesetzt werden. Sie werden in einem Verhältnis von erstem Diorganodihalogenasilan zu zweitem Diorganodihalogenasilan von 25:1 bis 1:25, insbesondere 20:1 bis 1:20, bevorzugt 12:1 bis 1:12, besonders bevorzugt 5:1 bis 1:5, eingesetzt. Hieraus ergibt sich ein im Wesentlichen entsprechendes Verhältnis von erster monomerer Einheit zu zweiter monomerer Einheit im Polysilan.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei den Diorganodihalogensilanen der Formeln **21** bis **29**

$R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^4$  und  $R^5$  jeweils unabhängig voneinander aus H, Cl- bis C6-Alkyl, C2- bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkynyl, Phenyl oder Toly1,

$R^3$  jeweils unabhängig voneinander aus Cl- bis C6-Alkyl, C2- bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkynyl, Phenyl oder Toly1, Cl- bis C6-Alkoxy, -OPh, -OTol, -NR'R' ' mit R' und R' ' jeweils H, Cl- bis C6-Alkyl, Phenyl oder Toly1, und

10 x jeweils unabhängig voneinander aus 0, 1, 2 oder 3, insbesondere x aus 0 oder 1,

ausgewählt. Des Weiteren ist  $R^3$  bevorzugt jeweils unabhängig voneinander aus Cl- bis C6-Alkyl, C2-bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkynyl, Phenyl oder Toly1, -NR'R' ' mit R' und R' ' jeweils

15 Cl- bis C6-Alkyl, Phenyl oder Toly1 ausgewählt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in Formel **21** X = Cl,  $R^1$  = Methyl, Ethyl, Pentyl oder Phenyl,  $R^2$  = H, Methyl oder Phenyl, und x = 0. Es ist dabei insbesondere  $R^1$  = Pentyl,

20 bevorzugt Neopentyl, und  $R^2$  = H.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in Formel **22** oder **26** X = Cl,  $R^1$  = H, Methyl, Butyl oder Phenyl,  $R^2$  = H, Methyl, Butyl oder Phenyl, und x = 0. Es ist dabei insbesondere  $R^1$  =

25  $R^2$  = H.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in Formel **23** X = Cl und x = 0.

30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in Formel **24** oder **27** X = Cl,  $R^1$  = H, Methyl, Butyl oder Phenyl,  $R^2$  = H, Methyl, Butyl oder Phenyl, und x = 0. Es ist dabei insbesondere  $R^1$  =  $R^2$  = H.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in Formel **25** oder **28**  $X = Cl, R^1, R^2, R^4$  und  $R^5$  jeweils unabhängig voneinander aus H, Methyl, Butyl oder Phenyl ausgewählt und  $x = 0$ . Es ist dabei insbesondere  $R^1 = R^2 = R^4 = R^5 = H$ .

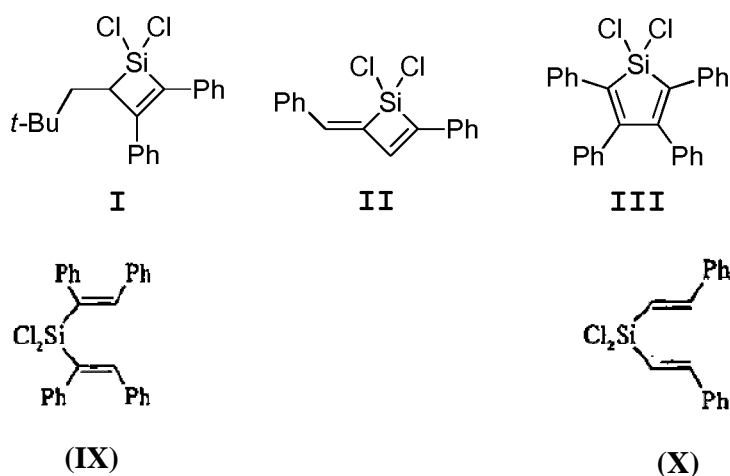
5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind in Formel **29**  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus C1- bis C6-Alkyl, C2- bis C8-Alkenyl, C2- bis C8-Alkinyl, Phenyl und Tolyll ausgewählt und  $X = Cl$ . Bevorzugt sind  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus Methyl und Phenyl ausgewählt.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan als Homopolymer-Produkt durch Wurtz-Kupplung der nachfolgenden Verbindungen erhältlich:

15



Diese Verbindungen sind ebenfalls erste Diorganodihalogen-silane; aus ihnen gehen die ersten monomeren Einheiten **11**, **12**, **13**, **14** beziehungsweise **15** hervor.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Polysilan als Copolymer-Produkt durch Wurtz-Kupplung von Mischungen der nachfolgenden Verbindungen, auch unter Zusatz von zweiten

25

Diorganodihalogensilanen  $29 R^1R^2SiX_2$  mit  $R = \text{Aryl, Alkyl}$ ,  $X = \text{Halogen}$  erhältlich:

Verbindungen **I-III** und **IX** und **X**.

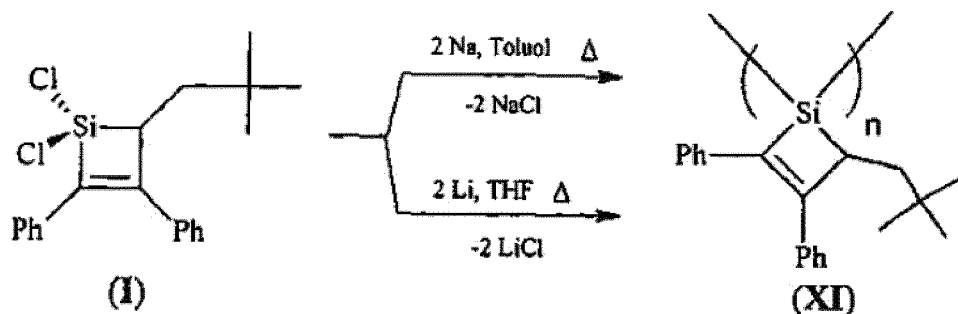
5

Die Wurtz-Kupplungsreaktionen (Wurtz-Kupplung) der Si-dichlorierten Verbindungen (**I**) bis (**III**) und von (**IX**) und (**X**) in organischen Lösungsmitteln führen zu gut löslichen Homopolymeren; aus Mischungen aus denselben Chlorsilanen untereinander in unterschiedlichen stöchiometrischen Verhältnissen, auch unter Zusatz von Diorganodichlorsilanen  $29 R^1R^2SiCl_2$  ( $R = \text{Aryl, Alkyl}$ ), werden auch gut lösliche Copolysilane zugänglich, die über außergewöhnliche physikalische Eigenschaften verfügen.

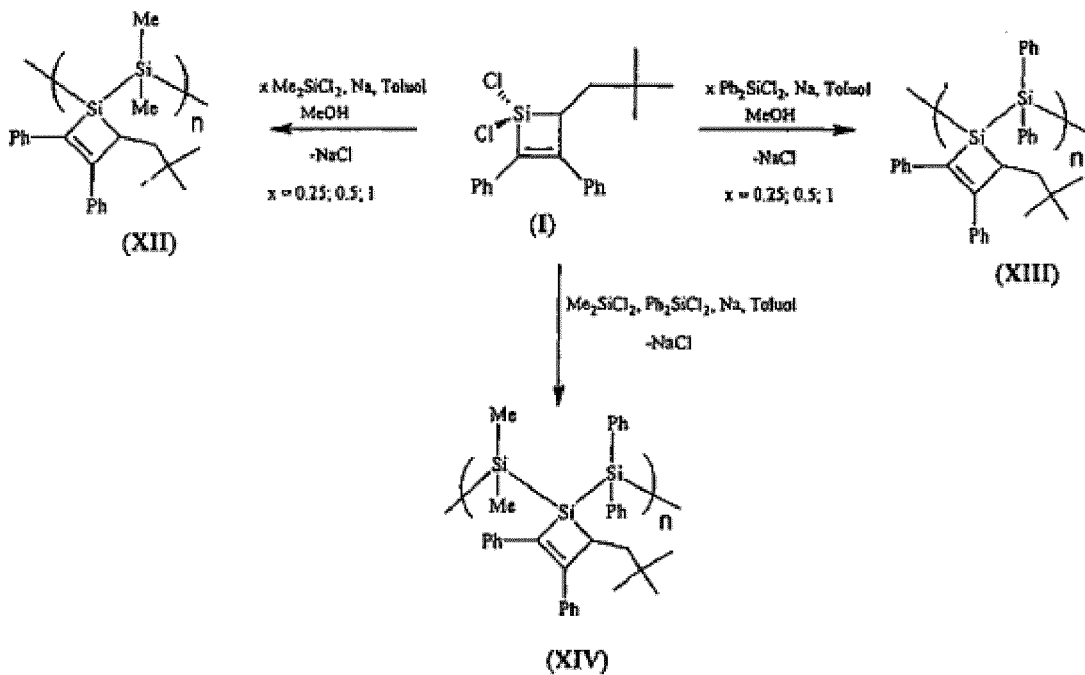
15

Dies wird formelmäßig exemplarisch für Silacyclobuten (**I**) und seine Homopolymere sowie für die Copolymerisation mit den Diorganodichlorsilanen  $R_2SiCl_2$  ( $R = \text{Me, Ph}$ ) nachfolgend in den Schemata 1 und 2 gezeigt:

20



Schema 1: Synthese von Homopolysilanen des Silacyclobutens (**I**).



Schema 2: Synthese von copolymeren Polysilanen des  
 Silacyclobutens (I) mit Diorganodichlorsilanen  $\text{R}_2\text{SiCl}_2$  (R =  
 5 Me, Ph) .

Als weiterer Aspekt der Anmeldung wird ein Verfahren zur  
 Herstellung eines photo- und/oder elektrolumineszierenden  
 Materials angegeben. Nach zumindest einer Ausführungsform ist  
 10 das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass  
 ein Polysilan durch Wurtz-Kupplung von Diorganodihalogen-  
 silanen hergestellt wird.

Es wird dabei insbesondere ein anmeldungsgemäßes Polysilan  
 beziehungsweise Material, also ein Material nach Anspruch 1  
 15 beziehungsweise weiteren Ausführungsformen der Anmeldung,  
 erhalten. Das Polysilan weist also insbesondere mindestens  
 eine Stilben- und/oder Styrolbaueinheit auf.

Da ein Material beziehungsweise ein Polysilan nach zumindest  
 20 einer anmeldungsgemäßen Ausführungsform hergestellt wird,  
 haben die oben gemachten Ausführungen auch für das angegebene

Verfahren Geltung. Dies gilt insbesondere für das hergestellte Material beziehungsweise Polysilan und die verwendeten Diorganodihalogenasilane .

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Wurtz-Kupplung mit einem Alkalimetall durchgeführt. Es werden insbesondere Lithium und/oder Natrium verwendet. Bei der Wurtz-Kupplung kann unter Schutzgas, zum Beispiel Stickstoff oder Argon, gearbeitet werden. Das Alkalimetall kann zuvor aktiviert  
10 werden, indem seine Oberfläche mit einem Alkohol angeätzt wird. Es kann auch im Ultraschallbad aktiviert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Wurtz-Kupplung in einem organischen Lösungsmittel durchgeführt.

15 Grundsätzlich können alle Lösungsmittel eingesetzt werden, die unter den Reaktionsbedingungen nicht zu Nebenreaktionen neigen. Das organische Lösungsmittel kann aus einer Gruppe ausgewählt sein, die aliphatische Kohlenwasserstoffe, organische Kohlenwasserstoffe, lineare oder cyclische Ether  
20 und Kombinationen hiervon umfasst. Das organische Lösungsmittel ist bevorzugt aus einer Gruppe ausgewählt, die Benzol, Toluol, Xylol, Hexan, Heptan, Pentan, THF, Et<sub>2</sub>O, 71-BU20 und Kombinationen hiervon umfasst. Ein Synonym für Lösungsmittel ist "Lösemittel".

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Wurtz-Kupplung bei einer Temperatur aus einem Bereich von -78°C bis zum Siedepunkt des verwendeten Lösungsmittels durchgeführt. Die Wurtz-Kupplung wird insbesondere bei einer Temperatur aus  
30 einem Bereich von -10°C bis 100°C durchgeführt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird zum Ende der Reaktion mit einem Reagenz versetzt. Hierfür kann die

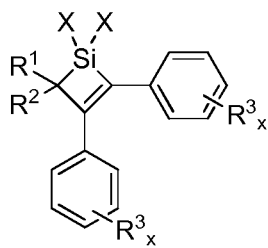
Reaktionstemperatur geändert, zum Beispiel gekühlt, werden. Gegebenenfalls kann zuvor filtriert werden. Das Reagenz kann beispielsweise ein polares Reagenz, das mit den Si-Cl-Funktionen reagiert, ein Halogenorganosilan, ein Halogenalkan  
5 oder eine halogenierte aromatische Verbindung sein. Letztere können in der Wurtz-Kupplung reagieren und so zum Kettenabbruch führen. Das Reagenz ist insbesondere aus einem Alkohol, Wasser oder einem Triorganochlorsilan ausgewählt. Es ist bevorzugt aus einem Alkohol, insbesondere einem Cl- bis  
10 C6-Alkanol, beispielsweise Methanol, ausgewählt. Durch die Reaktion mit dem Reagenz werden die oben beschriebenen Endgruppen in das Polysilan eingeführt.

Wenn die Reaktionsmischung mit einem polaren Reagenz, zum  
15 Beispiel einem Alkohol versetzt wird, können Polysilane ausgefällt werden. Ausgesprochen hochmolekulare Polysilane weisen in aller Regel eine niedrige Löslichkeit auf und können bereits zuvor aus der Reaktionsmischung ausfallen und daher beispielsweise durch Filtrieren zuvor abgetrennt  
20 werden. Da auch diese hochmolekularen Polysilane eine sehr hohe Lumineszenz zeigen, ist es dennoch vorteilhaft, diese wirtschaftlich zu nutzen. Sie können zum Beispiel durch Aufschleudern oder ähnliches auf ein Substrat aufgebracht werden .

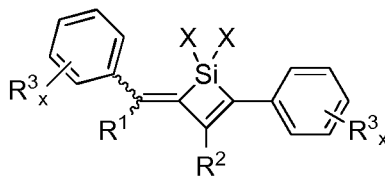
25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird mindestens eines der nachfolgenden ersten Diorganodihalogenosilane der Formeln  
21, 22, 23, 24 oder 25 in der Wurtz-Kupplung als Monomer eingesetzt :

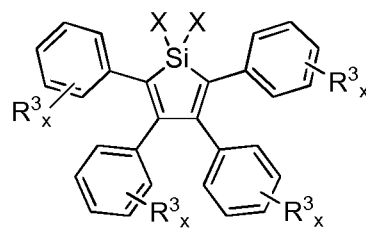
30



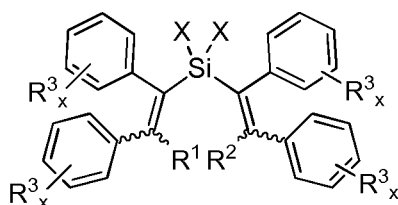
21



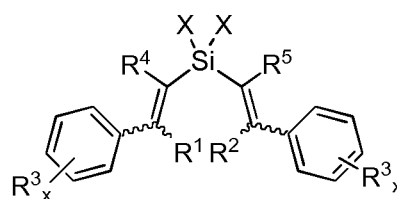
22



23



24



25

wobei

X jeweils unabhängig voneinander ein Halogen ausgewählt aus  
5 F, Cl, Br und I ist,

R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> und R<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl,  
Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind,

R<sup>3</sup> jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl,  
Alkynyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy, Nitro-Gruppe, Cyano-Gruppe,

10 Triorganosilyl, substituierten Diazo-Gruppen, Acyl, -CO<sub>2</sub>R mit  
R = Alkyl oder Aryl, -NR'R'' mit R' und R'' jeweils H, Alkyl  
oder Aryl ausgewählt ist oder zwei Substituenten R<sup>3</sup> zusammen  
einen aromatischen Ring bilden, und

x jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 ist.

15 Bevorzugte Ausgestaltungen dieser Ausführungsform sind oben  
beschrieben.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird eine Mischung

umfassend mindestens zwei unterschiedliche Diorganodihalogen-  
20 silane in der Wurtz-Kupplung eingesetzt, wobei diese

Diorganodihalogensilane aus einer Gruppe ausgewählt sind, die  
erste Diorganodihalogensilane der Formeln 21, 22, 23, 24 und

25, wie oben mit den entsprechenden Substituenten beschrieben, sowie zweite Diorganodihalogensilane **29** umfasst, wobei die zweiten Diorganodihalogensilane **29** die Formel  $R^1R^2SiX_2$  mit  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt und X jeweils unabhängig voneinander ein Halogen ausgewählt aus F, Cl, Br und I ist, und wobei die Mischungen mindestens ein erstes Diorganodihalogen-silan enthalten. Bevorzugte Ausgestaltungen dieser Ausführungsform sind oben beschrieben.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens werden die nachfolgenden Verbindungen Wurtz-Kupplungsreaktionen unterzogen :

15

Verbindungen **I-III** und **IX** und **x** .

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens werden Gemische der nachfolgenden Verbindungen, auch unter Zusatz von Diorganodihalogensilanen **29**  $R^1R^2SiX_2$  ( $R$  = Aryl, Alkyl,  $X$  = Halogen), Wurtz-Kupplungsreaktionen unterzogen:

20

Verbindungen **I-III** und **IX** und **x** .

25 Als weiterer Aspekt der Anmeldung wird die Verwendung des photo- und/oder elektrolumineszierenden Materials nach zumindest einer anmeldungsgemäßen Ausführungsform angegeben. Es kann in einem (opto-)elektronischen Bauelement, insbesondere in einem Sensor, einer OLED, einem Display oder einem Bildschirm, als Detektions- oder Emittermaterial, als Chromophor, als Leuchtstoff, für photolithographische Verfahren und für die Darstellung von Polycarbosilanen verwendet werden.

30

Als weiterer Aspekt der Anmeldung wird ein insbesondere elektronisches, insbesondere optoelektronisches, Bauelement angegeben, das ein Material nach zumindest einer anmeldungsgemäßen Ausführungsform umfasst. Das Bauelement kann  
5 insbesondere ein Sensor, eine OLED, ein Display oder ein Bildschirm, sein. Neben dem anmeldungsgemäßen Material enthält das Bauelement weitere übliche, also dem Fachmann an sich bekannte Bauteile oder Elemente, die für den erfolgreichen Betrieb eines solchen Bauelements notwendig sind.

10

Zum Beispiel weist eine OLED in der Regel ein transparentes Substrat und einen Schichtstapel mit zwei Elektrodenschichten auf, wovon zumindest eine transluzent ist. Zwischen den Elektrodenschichten ist zumindest eine lichtemittierende  
15 Schicht angeordnet, die das anmeldungsgemäße Material umfasst. Des Weiteren können auch Löcher- beziehungsweise Elektronen-transportierende Schichten vorgesehen sein.

20

Als weiterer Aspekt der Anmeldung wird die Verwendung von einem Diorganodihalogenasilan zur Herstellung eines Materials nach zumindest einer anmeldungsgemäßen Ausführungsform angegeben. Dies kann über das anmeldungsgemäße Verfahren geschehen .

25

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren, insbesondere anhand von exemplarischen Ausführungsformen, näher erläutert.

30

Es zeigen die

Figuren 1a und 1b Emissionsspektren von Homopolysilanen hergestellt aus Verbindung I,

Figuren 2a und 2b Emissionsspektren von Copolysilanen  
hergestellt aus Verbindung **I**, und

Figur 3 Emissionsspektren von Verbindung **I** sowie  
5 einem Homopolysilan hergestellt aus  
Verbindung **I**.

In den Figuren werden Emissionsspektren von Polysilanen  
gezeigt, deren Synthese oben anhand der Schemata 1 und 2  
10 illustriert ist. Dort sind auch bevorzugte Reaktions-  
bedingungen zur Darstellung angegeben. Die Emissionsspektren  
(blaue Photolumineszenz) der Homopolysilane in  $10^{-5}$ M Lösung  
sind in den Figuren 1a und 1b dargestellt, die der Copolymere  
(ebenfalls in  $10^{-5}$ M Lösung) in den Figuren 2a und 2b. In den  
15 Figuren ist die Intensität "I" (y-Achse) über der  
(Emissions-)Wellenlänge " $\lambda$ " in nm (x-Achse) aufgetragen.

In Figur 1a sind Emissionsspektren von in Hexan gelösten  
Homopolysilanen gezeigt, die durch Wurtz-Kupplung des  
20 Diorganodihalogenilsilans **I** hergestellt wurden. Diese  
Homopolysilane sind also aus ersten monomeren Einheiten der  
Formel **11** aufgebaut. Kurve 1 ist das Spektrum eines  
Homopolysilans, bei dem Lithium und THF in der Wurtz-Kupplung  
verwendet wurden. Das Emissionsmaximum  $\lambda_{\text{max,em}}$  liegt bei ca.  
25 427 nm. Kurve 2 ist das Spektrum eines Homopolysilans, das  
mit Natrium in Toluol hergestellt wurde. Das Emissionsmaximum  
 $\lambda_{\text{max,em}}$  liegt bei ca. 438 nm.

Die Absorptionswellenlängen  $\lambda_{\text{ex}}$  liegen bei

Kurve 1:  $\lambda_{\text{ex}} = 336$  nm in Hexan (Li), und

30 Kurve 2:  $\lambda_{\text{ex}} = 343$  nm in Hexan (Na) .

Die Homopolymere können also mit UV-Strahlung angeregt werden (Photolumineszenz). Die durch Fluoreszenz emittierte Strahlung liegt im blauen Bereich des Spektrums.

5 In Figur 1b sind Emissionsspektren von Homopolysilanen in unterschiedlichen Lösungsmitteln gezeigt, die durch Wurtz-Kupplung des Diorganodihalogenilsilans **I** in unterschiedlichen Lösungsmitteln - Hexan (Kurve 3), THF (Kurve 4) und Toluol (Kurve 5) - hergestellt wurden. Es wurde jeweils Natrium und  
10 Toluol für die Wurtz-Kupplung verwendet.

Die Emissionsmaxima liegen bei

Kurve 3:  $\lambda_{\text{max, 'em}} = 438 \text{ nm}$  (Hexan),

Kurve 4:  $\lambda_{\text{max, 'em}} = 460 \text{ nm}$  (THF), und

Kurve 5:  $\lambda_{\text{max, 'em}} = 442 \text{ nm}$  (Toluol).

15 Die Absorptionswellenlängen liegen bei

Kurve 3:  $\lambda_{\text{ex}} = 343 \text{ nm}$  (Hexan),

Kurve 4:  $\lambda_{\text{ex}} = 389 \text{ nm}$  (THF), und

Kurve 5:  $\lambda_{\text{ex}} = 338 \text{ nm}$  (Toluol).

20 In Figur 2a sind Emissionsspektren von Copolysilanen gezeigt, die durch Wurtz-Kupplung von Verbindung **I** als erstes Diorganodihalogenilsilan mit  $\text{Me}_2\text{SiCl}_2$  als zweites Diorganodihalogenilsilan in variablen Verhältnissen - 4:1 (Kurve 6), 1:1 (Kurve 7) und 2:1 (Kurve 8) - in Hexan ( $10^{-5}\text{M}$ )  
25 vermessen wurden. Die Darstellung erfolgte mit Natrium in Toluol.

Die Emissionsmaxima liegen bei

Kurve 6:  $\lambda_{\text{max, 'em}} = 431 \text{ nm}$ ,

Kurve 7:  $\lambda_{\text{max, 'em}} = 432 \text{ nm}$ , und

30 Kurve 8:  $\lambda_{\text{max, 'em}} = 433 \text{ nm}$ .

Die Absorptionswellenlängen liegen bei

Kurve 6:  $\lambda_{\text{ex}} = 298 \text{ nm}$ ,

Kurve 7:  $\lambda_{\text{ex}} = 348 \text{ nm}$ , und

Kurve 8:  $\lambda_{\text{ex}} = 276 \text{ nm}$ .

In Figur 2b sind Emissionsspektren von Copolysilanen gezeigt,  
5 die durch Wurtz-Kupplung von Verbindung **I** als erstes  
Diorganodihalogenosilan mit  $\text{Ph}_2\text{SiCl}_2$  als zweites  
Diorganodihalogenosilan in variablen Verhältnissen - 4:1  
(Kurve 9), 2:1 (Kurve 10) und 1:1 (Kurve 11) - in Hexan  
vermessen wurden. Die Darstellung erfolgte mit Natrium in  
10 Toluol.

Die Emissionsmaxima liegen bei

Kurve 9:  $\lambda_{\text{max,em}} = 441 \text{ nm}$ ,

Kurve 10:  $\lambda_{\text{max,em}} = 435 \text{ nm}$ , und

Kurve 11:  $\lambda_{\text{max,em}} = 435 \text{ nm}$ .

15 Die Absorptionswellenlängen liegen bei

Kurve 9:  $\lambda_{\text{ex}} = 252 \text{ nm}$ ,

Kurve 10:  $\lambda_{\text{ex}} = 354 \text{ nm}$ , und

Kurve 11:  $\lambda_{\text{ex}} = 330 \text{ nm}$ .

20 Figur 3 zeigt vergleichend die Emissionsspektren von Si-  
dichloriertem Silacyclobuten (**I**) und dem aus Wurtz-Kupplung  
von Verbindung **I** resultierendem Homopolysilan. Eindrucksvoll  
wird hierdurch der überraschend gefundene, starke Anstieg der  
Photolumineszenz des Polysilans im Vergleich zur nieder-  
25 molekularen Verbindung (**I**) belegt. Durch Überführung der  
Lumineszenz-tragenden Silacyclobuten-Verbindung (**I**) in  
Polysilane steigt deren Lumineszenzintensität in Lösung schon  
um etwa den Faktor 700, im festen Zustand ist die Lumineszenz  
so stark ausgeprägt, dass sie nicht vergleichend gemessen  
30 werden kann.

Eine entsprechende Lumineszenzverstärkung findet man für alle zur Homo- und Copolymerisationen eingesetzten Dichlorsilane (erste Diorganodihalogen-silane) **21**, **22**, **23**, **24** und **25**, insbesondere des Typs (I) bis (III) und für (IX) und (X),  
5 sowie zweiten Diorganodihalogen-silanen der Formel **29** mit  $R_2SiCl_2$ , wobei R jeweils ein beliebiger, gegebenenfalls substituierter Aryl-, Alkenyl-, Alkynyl- oder Alkylrest am Silicium sein kann.

10 Wie erwartet zeigen Polysilane, die auf unterschiedliche Silacyclen (I) bis (III) basieren, auch ein vom Aggregat-zustand und von der eingestrahelten Wellenlänge abhängiges Emissionsverhalten, wobei die in der Synthese eingesetzten Ringverbindungen unter unterschiedlichen Bedingungen in den  
15 für die cyclischen Verbindungen (I) bis (III) angegebenen Emissionsbereichen emittieren. Selbiges gilt für mit ersten Diorganodihalogen-silanen **21**, **22** und **23** hergestellten Polysilanen. Damit sind derartige Verbindungen neben der einleitend genannten Verwendung besonders in der  
20 Sensortechnik einsetzbar.

Die Darstellung von dichlorsubstituiertem Silacyclobuten (I) erfolgt nach Angew. Chem. **1991**, *103*, 1172; Int. Ed. Engl. **1991**, *30*, 1151. Es ist mit wenig Aufwand und auch in großen  
25 Mengen herstellbar.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen weiter beschrieben.

30 Die Synthese des Homopolysilans :

Beispiel 1 (Synthese von Polysilanen (XI) aus (I) in Gegenwart von Natrium)

- 33 -

In einem 100-mL Dreihalskolben, ausgestattet mit Tropftrichter, Rückflusskühler, Magnetrührer und Inertgasanschluss, wurden 0,36 g (15,72 mmol) Natrium in 50 mL Toluol vorgelegt. Es wurden 2,84 g (7,86 mmol) 1,1-Dichlor-2,3-diphenyl-4-neopentyl-1-silacyclobut-2-en in 20 mL Toluol gelöst und langsam zu der siedenden Na-Suspension zugetropft. Das Reaktionsgemisch wurde 17 Stunden zum Sieden erhitzt, wobei sich schon nach einer Stunde die Lösung dunkelbraun färbte und ein schwarzer Niederschlag ausfiel. Als nächstes wurde der Niederschlag über eine D4-Schutzgasfritte abfiltriert und die Hälfte des Lösemittels im Vakuum abkondensiert. Das Produkt wurde durch Eintropfen in Methanol bei 0°C ausgefällt. Der Feststoff wurde durch Filtration abgetrennt und im Ölpumpenvakuum getrocknet. Das Produkt wurde als weiß-gelbliches Pulver isoliert.

Formel :  $(C_{20}H_{22}Si)_n C_{20}H_{60}O_2$

Aussehen : feines weiß-gelbliches Pulver

Ausbeute : 1,23 g

$^{29}Si$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = -21,94$ .

$^1H$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 7,17$  (br, m, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 3,41 (m, OCH<sub>3</sub>), 3,15 (m, CH), 1,55 (m, CH<sub>2</sub>), 0,73 (br, C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>).

$^{13}C$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 128, 21-129, 03$  (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 42, 79 (CH<sub>2</sub>), 29, 48 (C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>).

UV/VIS :  $\lambda_{max} = 220$  nm, 236 nm, 290 nm.

c,H-Analyse : gemessen c : 83,1%, H : 7,2%;  
theoretisch c : 82,8%, H : 7,6%.

GPC in THF gegen Polystyrol als Standard :

M ca. 1000 : 98,75%,

M ca. 500 : 0,89%,

M  $\ll$  500 : 0,15 % ,

M « 500: 0,21 %.

Das isolierte Polysilan umfasst daher im Mittel 3 bis 4 monomere Einheiten.

5

Beispiel 2 (Synthese von Polysilanen (XI) aus (I) in Gegenwart von Lithium)

In einem 100-mL Dreihalskolben, ausgestattet mit Tropftrichter, Rückflusskühler, Magnetprüher und Inertgasanschluss, wurden 0,04 g (5,8 mmol) Lithium in 50 mL THF vorgelegt. Es wurden 1,05 g (2,9 mmol) 1,1-Dichlor-2,3-diphenyl-4-neopentyl-1-silacyclobut-2-en in 20 mL THF gelöst und langsam zu einer siedenden Suspension zugetropft, dabei färbte sich die Lösung dunkel-braun. Das Reaktionsgemisch wurde 17 Stunden zum Sieden erhitzt. Als nächstes wurde das Lösemittel vollständig im Vakuum abkondensiert. Es wurde ein hellbrauner Feststoff isoliert.

20 Formel :  $(C_{20}H_{22}Si)_n C_{20}H_{60}O_2$

Aussehen : hellbrauner Feststoff

Ausbeute : 0,71 g

$^{29}Si$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = -21,94$ .

$^1H$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 7,18$  (br, m, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 3,66 (s, OCH<sub>3</sub>), 3,21 (m, CH), 1,76 (m, CH<sub>2</sub>), 0,90 (br, C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>).

$^{13}C$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 126,43-127,27$  (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 46,95 (CH<sub>2</sub>), 28,45 (C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>).

UV/VIS :  $\lambda_{max} = 214$  nm, 242 nm, 292 nm.

30

Herstellung der Copolysilane von (I) mit Me<sub>2</sub>SiCl<sub>2</sub> in unterschiedlichen stöchiometrischen Verhältnissen:

Beispiel 3 (Synthese von Polysilanen aus (I) und Dichlordimethylsilan)

Das Verhältnis ist angegeben in der Reihenfolge (I) ,

5  $\text{Me}_2\text{SiCl}_2$ , Na.

<i>Verhältnis</i>	<i>Silacyclobuten (g/mmol)</i>	<i>Dichlordimethylsilan (mL/mmol)</i>	<i>Natrium (g/mmol)</i>	<i>Produkt (g)</i>
4 : 1 : 10	1,04/2,87	0,08/0,72	0,16/7,2	0,37
2 : 1 : 6	1,65/4,56	0,27/2,28	0,31/13,68	1,47
1 : 1 : 4	1,47/4,06	0,49/4,06	0,37/16,24	0,55

In einem 100-mL Dreihalskolben, ausgestattet mit Tropftrichter, Rückflusskühler, Magnetrührer und Inertgasanschluss, wurden n Äquivalente Natrium in 30 mL Toluol vorgelegt. Das 1,1-Dichlor-2,3-diphenyl-4-neopentyl-1-silacyclobut-2-en und Dichlordimethylsilan wurden in 20 mL Toluol gelöst und langsam zu einer siedenden Suspension zugetropft. Das Reaktionsgemisch wurde 17 Stunden zum Sieden erhitzt, wobei die Änderung der Farbe von der Lösung beobachtet wurde. Als nächstes wurde der Niederschlag über eine D4-Schutzgasfritte abfiltriert und die Hälfte des Lösemittels im Vakuum abkondensiert. Das Produkt wurde durch Eintropfen in Methanol bei 0°C ausgefällt. Der Feststoff wurde durch Filtration abgetrennt und im Ölpumpenvakuum getrocknet. Das Produkt

- 36 -

wurde als aus allen Ansätzen als weiß-gelbliches Pulver isoliert .

Formel :  $(C_{22}H_{28}Si_2)_n C_{20}H_{60}O_2$

5 Aussehen : feines weiß-gelbliches Pulver

$^{29}Si$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = -21,92, -37,5, -39,3, -43,0, -45,6$ .

10  $^1H$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 6,2-7,5$  (br, m, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 3,5-3,6 (m, OCH<sub>3</sub>), 2,28 (m, CH, CH<sub>2</sub>), 0,77-0,80 (br, C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), 0,0-1,1 (m, SiCH<sub>3</sub>).

$^{13}C$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 127,20-129,05$  (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 29,61 (C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), 21,5 (CH<sub>2</sub>), 1,0 (SiCH<sub>3</sub>).

UV/VIS :  $\lambda_{max} = 211$  nm, 236 nm / 240nm, 287 nm, 292 nm.

15

Silacyclobuten I : Me <sub>2</sub> SiCl <sub>2</sub>	C [%]	H [%]	$\lambda_{ex}$ [nm]	$\lambda_{max,em}$ [nm]
1 : 2	71,90	7,9	338	441
1 : 4	64,90	8,07	319	437
1 : 10	60,58	8,60	309	433
6 : 1	70,93	7,03	330	428
10 : 1	74,61	7,55	252	436
1 : 20	55,32	8,65	312	438

In der Tabelle wird der gemessene C- und H-Gehalt angegeben. Für eine Mischung aus Silacyclobuten zu Me<sub>2</sub>SiCl<sub>2</sub> von 1:1 ist theoretisch c : 75,86% und h : 8,05%. Für eine Mischung aus  
 20 Silacyclobuten zu Me<sub>2</sub>SiCl<sub>2</sub> von 1:10 ist theoretisch c : 55,17% und h : 9,43%. Der gemessene Kohlenstoff gehalt erlaubt also Rückschlüsse über die Zusammensetzung.

25 GPC in THF gegen Polystyrol als Standard für das Polysilan aus einer Reaktion mit (I) : Me<sub>2</sub>SiCl<sub>2</sub> = 1:1:

M ca. 1800: 99,23%,

M ca. 500 : 0,36%,

M « 500: 0,22 % ,

M « 500 : 0,19 % .

5

Es wurde in Spuren ein Peak bei ca. 35000 im GPC gefunden, der auf ein ausgesprochen hochmolekulares Polysilan hinweist.

Herstellung der Copolysilane von (I) mit  $\text{Ph}_2\text{SiCl}_2$  in unterschiedlichen Verhältnissen:

10

Beispiel 4 (Synthese von Copolysilanen aus (I) und Dichlordiphenylsilan)

<i>Verhältnis</i>	<i>Silacyclobuten (g/mmol)</i>	<i>Dichlordiphenylsilan (mL/mmol)</i>	<i>Natrium (g/mmol)</i>	<i>Produkt (g)</i>
4 : 1 : 10	1,40/3,87	0,20/0,97	0,22/9,6	0,36
2 : 1 : 6	1,52/4,20	0,43/2,10	0,28/12,60	1,29
1 : 1 : 4	3,08/8,52	1,8/8,5	0,78/34,1	2,42

15

In einem 100-mL Dreihalskolben, ausgestattet mit Tropftrichter, Rückflusskühler, Magnetrührer und Inertgasanschluss, wurden n Äquivalente Natrium in 30 mL Toluol vorgelegt. Das 1,1-Dichlor-2,3-diphenyl-4-neopentyl-1-silacyclobut-2-en und Dichlordiphenylsilan wurden in 20 mL Toluol gelöst und langsam zu einer siedenden Suspension zugetropft. Das Reaktionsgemisch wurde 17 Stunden zum Sieden erhitzt, wobei

20

die Änderung der Farbe von Lösung beobachtet wurde. Als nächstes wurde der Niederschlag über eine D4-Schutzgasfritte abfiltriert und die Hälfte des Lösemittels im Vakuum abkondensiert. Das Produkt wurde durch Eintropfen in Methanol bei 0°C ausgefällt. Der Feststoff wurde durch Filtration abgetrennt und im Ölpumpenvakuum getrocknet. Das Produkt wurde aus allen Ansätzen als weiß-gelbliches Pulver isoliert.

Formel :  $(C_{32}H_{32}Si_2)_n C_2H_6O_2$

10 Aussehen : feines weiß-gelbliches Pulver

$^{29}Si$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 3,7, -22,5, -35,0, -45,5, -55,1.$

$^1H$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 6,1-7,9$  (br, m, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 3,46-3,6 (m, OCH<sub>3</sub>), 2,33 (m, CH, CH<sub>2</sub>), 0,05-1,1 (m, C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>).

15  $^{13}C$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>) [ppm] :  $\delta = 137,7$  (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 134,4 (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 128,2 (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 125,7 (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 50,7 (OCH<sub>3</sub>), 29,5 (C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), 21,4 (CH<sub>2</sub>).

UV/VIS :  $\lambda_{max} = 210 \text{ nm/ } 220 \text{ nm, } 235 \text{ nm, } 290 \text{ nm.}$

Silacyclobuten <b>I</b> : Ph <sub>2</sub> SiCl <sub>2</sub>	C [%]	H [%]	$\lambda_{ex}$ [nm]	$\lambda_{max,em}$ [nm]
1 : 2	77,20	6,41	338	434
1 : 4	77,34	6,05	359	446
1 : 10	76,78	5,87	332	435

20

In der Tabelle wird der gemessene C- und H-Gehalt angegeben. Für eine Mischung aus Silacyclobuten zu Ph<sub>2</sub>SiCl<sub>2</sub> von 1:1 ist theoretisch c : 81,35% und h : 6,78%. Für eine Mischung aus Silacyclobuten zu Ph<sub>2</sub>SiCl<sub>2</sub> von 1:4 ist theoretisch c : 80,16% und h : 6,09%. Der gemessene Kohlenstoffgehalt erlaubt also Rückschlüsse über die Zusammensetzung.

25

GPC in THF gegen Polystyrol als Standard für das Polysilan aus einer Reaktion mit (I) :  $\text{Ph}_2\text{SiCl}_2 = 1:4$ :

M ca. 1000 : 51,14%,

M ca. 800 : 47,57%

5 M ca. 500 : 1,17%,

M « 500 : 0,12 %.

Im Massenspektrum (MALDI-TOF) wurde ein Peak bei M ca. 1400 gefunden .

10

Herstellung von Copolymeren von (I) mit  $\text{Me}_2\text{SiCl}_2$  und  $\text{Ph}_2\text{SiCl}_2$ :

Beispiel 5 (Synthese von Polysilanen aus (I),  
Dichlordimethylsilan und Dichlordiphenylsilan)

15

In einem 100-ml Dreihalskolben, ausgestattet mit Tropftrichter, Rückflusskühler, Magnetprüher und Inertgasanschluss, wurden 0,28 g (12,28 mmol) Natrium in 30 mL Toluol vorgelegt. Die 1,11 g (3,07 mmol) 1,1-Dichlor-2,3-diphenyl-4-neopentyl-  
20 l-silacyclobut-2-en und 0,18 mL (1,53 mmol) Dichlordimethylsilan / 0,32 mL (1,53 mmol) Dichlordiphenylsilan wurden in 20 mL Toluol gelöst und langsam zu einer siedenden Suspension zugetropft. Das Reaktionsgemisch wurde 17 Stunden zum Sieden erhitzt, wobei die Lösung sich dunkel-grün färbte. Als  
25 nächstes wurde der Niederschlag über eine D4-Schutzgasfritte abfiltriert und die Hälfte des Lösemittels im Vakuum abkondensiert. Das Produkt wurde durch Eintropfen in Methanol bei 0°C ausgefällt. Der Feststoff wurde durch Filtration abgetrennt und im Ölpumpenvakuum getrocknet. Das Produkt  
30 wurde als weiß-gelbliches Pulver isoliert.

Formel :  $(\text{C}_{34}\text{H}_{38}\text{Si}_3)_n \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$

Aussehen : weiß-gelber Feststoff

- 40 -

Ausbeute : 0,93 g

 $^{29}\text{Si-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) [ppm] :  $\delta = 3,1, -20,52, -32,7, -46,2, -69,9$ . $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) [ppm] :  $\delta = 6,5-7,5$  (br, m,  $\text{C}_6\text{H}_5$ ), 3,52 (m, OCH<sub>3</sub>), 2,39 (m, CH, CH<sub>2</sub>), 0,2-1,0 (br, C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), 0,08 (s, Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). $^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) [ppm] :  $\delta = 125,29$  ( $\text{C}_6\text{H}_5$ ), 129,0 (Si-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), 29,47 (C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), 21,45 (CH<sub>2</sub>), 1,0 (SiCH<sub>3</sub>).UV/VIS :  $\lambda_{\text{max}} = 218 \text{ nm}, 239 \text{ nm}, 290 \text{ nm}$ .C,H-Analyse: gemessen C : 73,97%, H : 6,81%;  
theoretisch C : 76,98%, H : 7,17%.

GPC in THF gegen Polystyrol als Standard :

M ca. 1400 : 99,61%,

M ca. 500 : 0,22%,

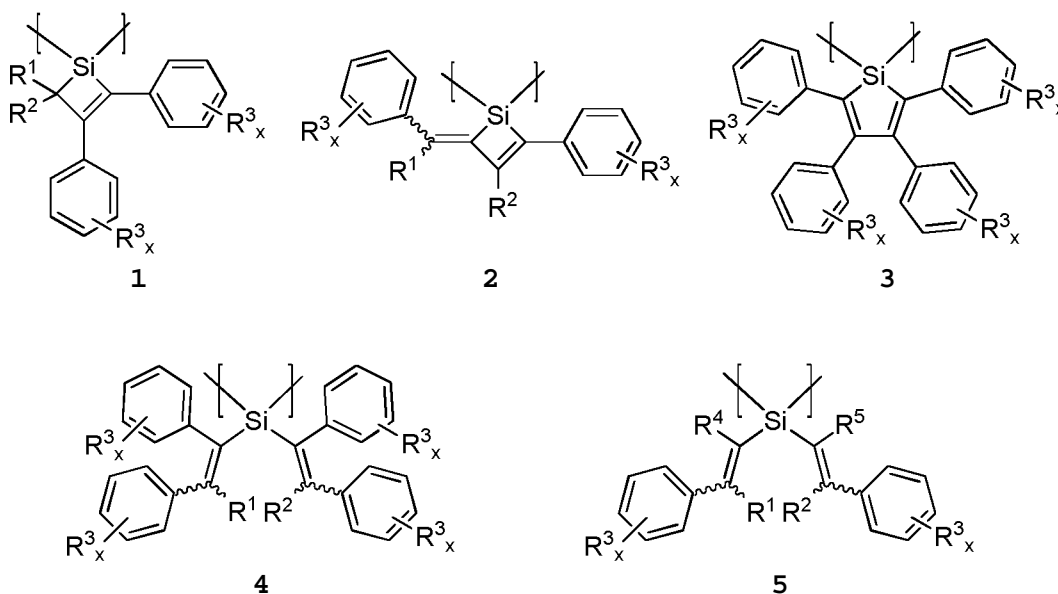
M  $\ll$  500 : 0,17 %.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

25

## Patentansprüche

1. Photo- und/oder elektrolumineszierendes Material,  
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 es ein Polysilan mit mindestens einer Stilben- und/oder  
Styrolbaueinheit umfasst.
2. Material nach Anspruch 1, wobei das Polysilan eine  
Vielzahl von ersten monomeren Einheiten umfasst, in  
10 denen ein Siliciumatom kovalent an eine Stilben-  
und/oder Styrolbaueinheit angebunden ist.
3. Material nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Polysilan  
eine Kettenlänge  $n$  von mindestens 3 aufweist.
- 15 4. Material nach Anspruch 2 oder 3, wobei die ersten  
monomeren Einheiten aus einer Gruppe ausgewählt sind,  
die monomere Einheiten gemäß den Formeln 1, 2, 3, 4 und  
5 sowie Kombinationen hiervon umfasst
- 20



wobei

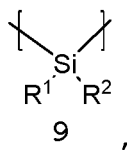
$R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^4$  und  $R^5$  jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind,

- 5  $R^3$  jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy, Nitro-Gruppe, Cyano-Gruppe, Triorganosilyl, substituierten Diazo-Gruppen, Acyl,  $-CO_2R$  mit  $R =$  Alkyl oder Aryl,  $-NR'R''$  mit  $R'$  und  $R''$  jeweils H, Alkyl oder Aryl ausgewählt ist oder zwei
- 10 Substituenten  $R^3$  zusammen einen aromatischen Ring bilden, und
- $x$  jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 ist.

15 5. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Polysilan ein Copolymer ist.

6. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Polysilan zweite monomere Einheiten gemäß der Formel 9

20 umfasst



wobei  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus H, Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt sind.

25

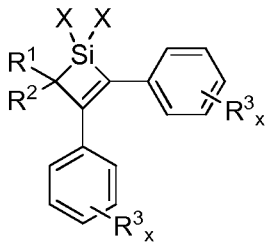
7. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Polysilan ein Homopolymer ist.

8. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Polysilan als Homopolymer- beziehungsweise Copolymer-

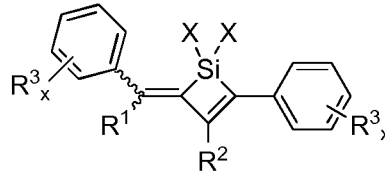
30

Produkt durch Wurtz-Kupplung entsprechender Diorganodihalogenasilane als Monomere erhältlich ist.

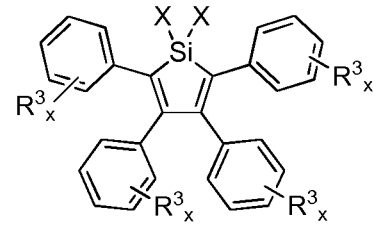
9. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das  
5 Polysilan Endgruppen aufweist, die aus einer Gruppe ausgewählt sind, die Alkoxy, Aryloxy, Triorganosilyl, Alkyl, Aryl und Kombinationen hiervon umfasst.
10. Verfahren zur Herstellung eines photo- und/oder  
10 elektrolumineszierenden Materials gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Polysilan durch Wurtz-Kupplung von Diorganodihalogenasilanen hergestellt wird.
- 15
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Wurtz-Kupplung in einem organischen Lösungsmittel durchgeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Wurtz-  
20 Kupplung bei einer Temperatur aus einem Bereich von  $-78^{\circ}\text{C}$  bis zum Siedepunkt des verwendeten Lösungsmittels durchgeführt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei  
25 mindestens eines der nachfolgenden ersten Diorganodihalogenasilane der Formeln **21**, **22**, **23**, **24** oder **25** in der Wurtz-Kupplung als Monomer eingesetzt wird:



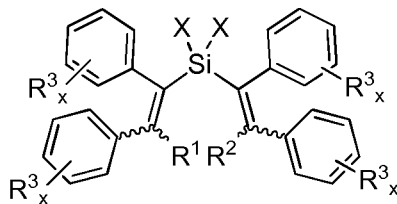
21



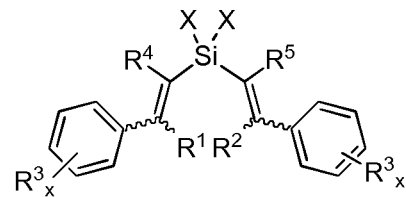
22



23



24



25

wobei

X jeweils unabhängig voneinander ein Halogen ausgewählt  
aus F, Cl, Br und I ist,

R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> und R<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander aus H,  
Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl  
ausgewählt sind,

R<sup>3</sup> jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl,  
Alkynyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy, Nitro-Gruppe, Cyano-  
Gruppe, Triorganosilyl, substituierten Diazo-Gruppen,

Acyl, -CO<sub>2</sub>R mit R = Alkyl oder Aryl, -NR'R'' mit R' und  
R'' jeweils H, Alkyl oder Aryl ausgewählt ist oder zwei  
Substituenten R<sup>3</sup> zusammen einen aromatischen Ring

bilden, und

x jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4 oder 5  
ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei eine  
Mischung umfassend mindestens zwei unterschiedliche  
Diorganodihalogensilane in der Wurtz-Kupplung eingesetzt  
wird, und diese Diorganodihalogensilane aus einer Gruppe  
ausgewählt sind, die erste Diorganodihalogensilane der

Formeln 21, 22, 23, 24 und 25, wie in Anspruch 13 mit den entsprechenden Substituenten beschrieben, sowie zweite Diorganodihalogenasilane 29 umfasst,

wobei die zweiten Diorganodihalogenasilane 29 die Formel  $R^1R^2SiX_2$  mit  $R^1$  und  $R^2$  jeweils unabhängig voneinander aus Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl und Triorganosilyl ausgewählt und X jeweils unabhängig voneinander ein Halogen ausgewählt aus F, Cl, Br und I ist, und wobei die Mischungen mindestens ein erstes Diorganodihalogenasilan enthalten.

15. Verwendung von einem Material gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem elektronischen Bauelement, insbesondere in einem Sensor, einer OLED, einem Display oder einem Bildschirm, als Detektions- oder Emittermaterial, als Chromophor, als Leuchtstoff, für photolithographische Verfahren und für die Darstellung von Polycarbosilanen .

16. Elektronisches Bauelement umfassend ein Material gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 .

17. Verwendung von einem Diorganodihalogenasilan zur Herstellung eines Materials gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 .

Fig. 1a

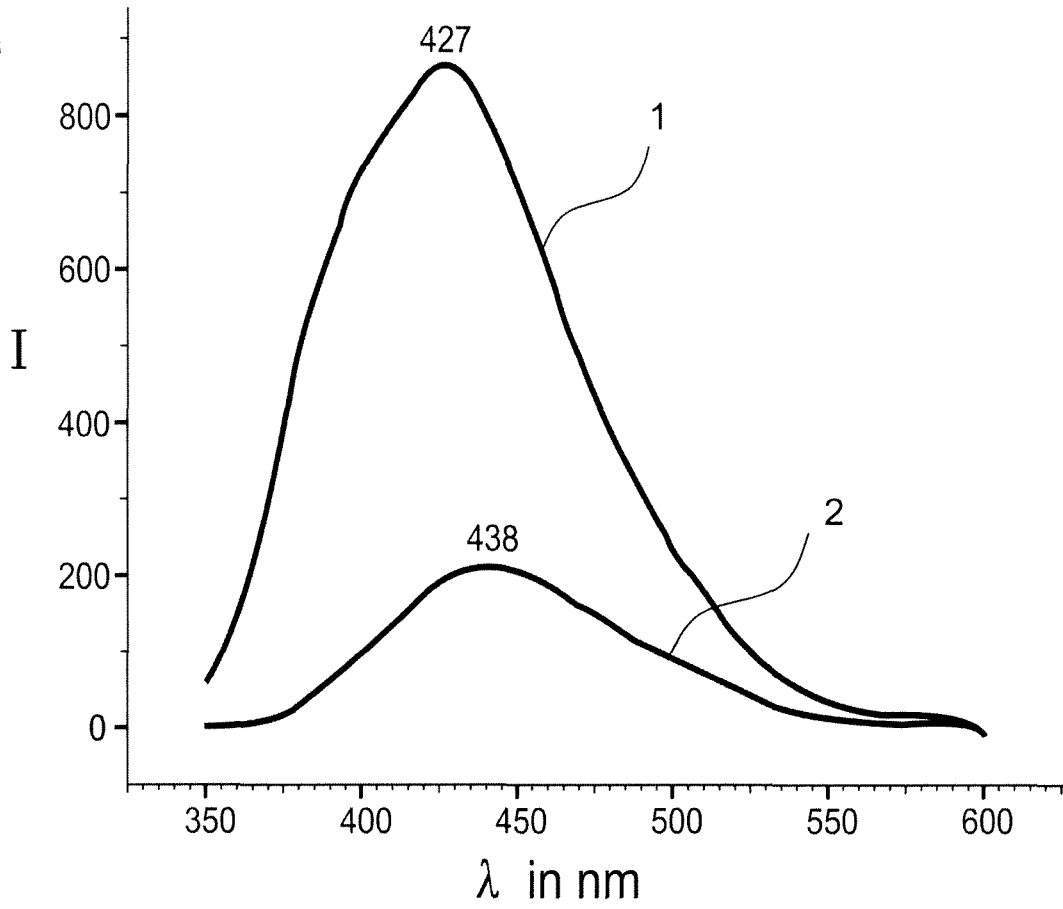


Fig. 1b

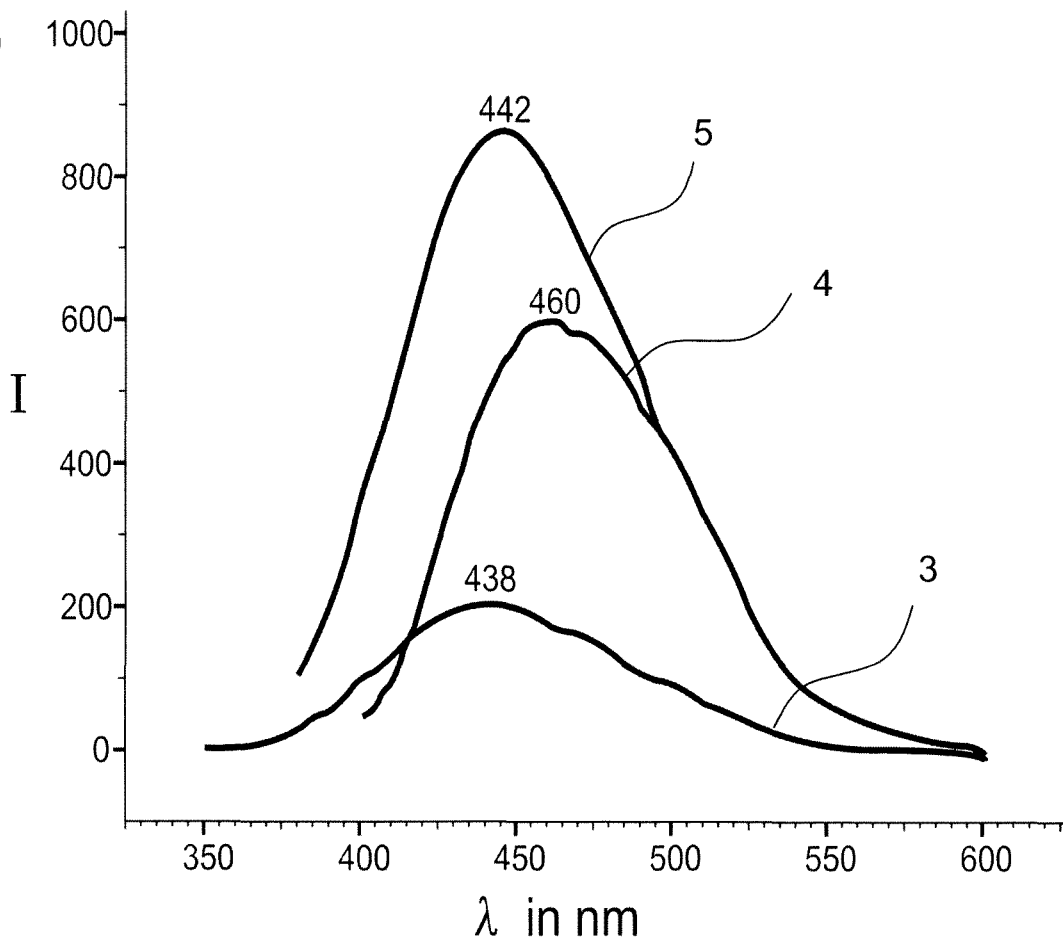


Fig. 2a

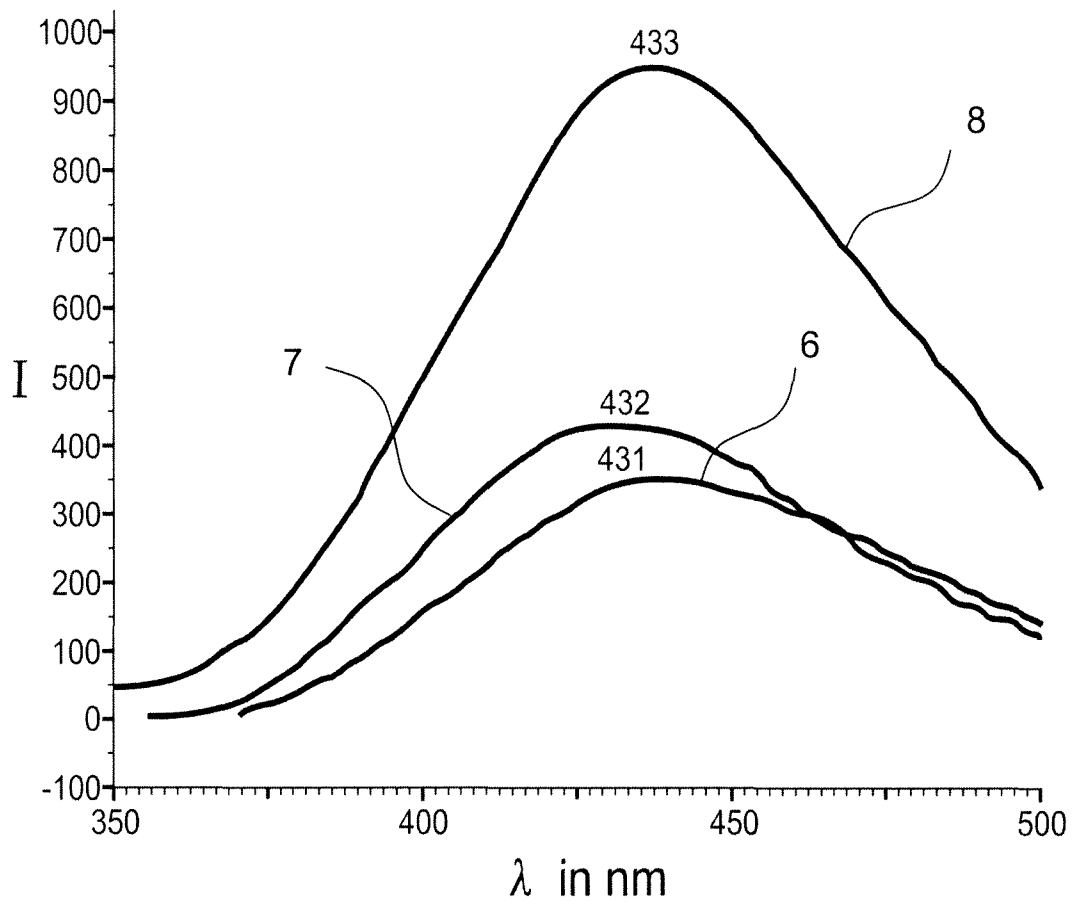


Fig. 2b

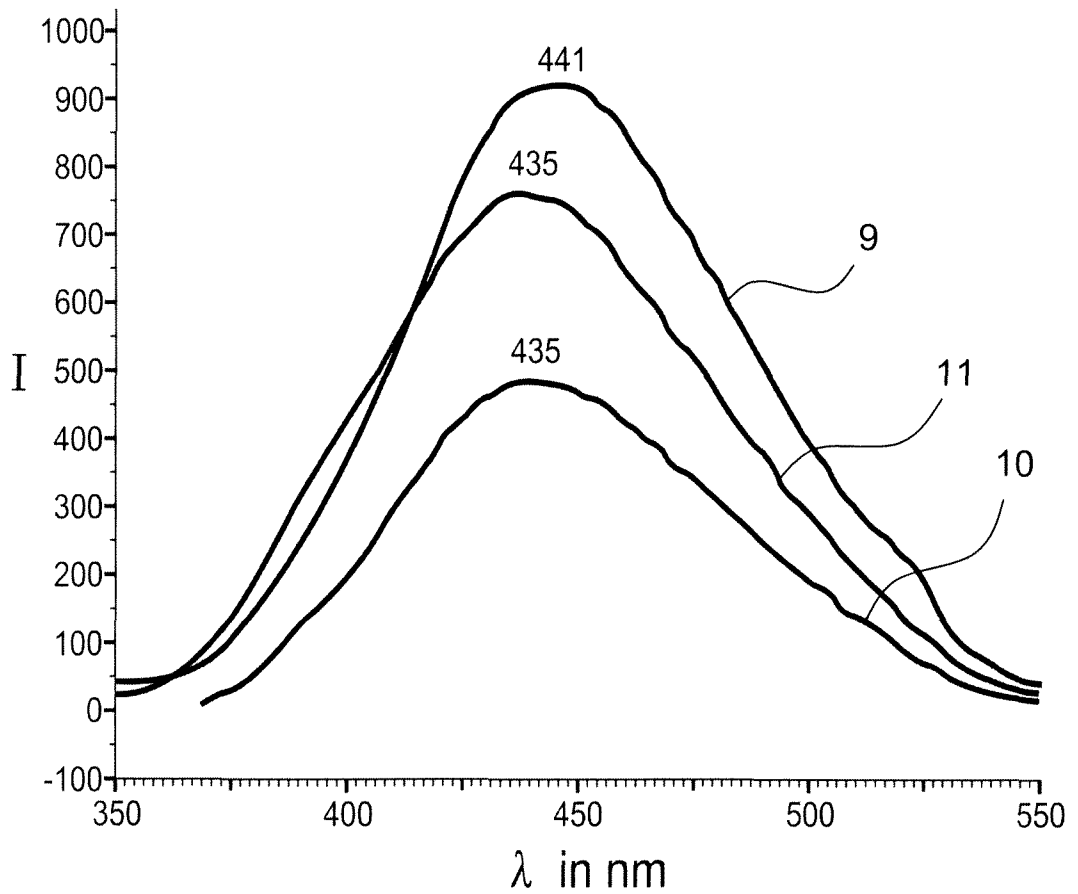
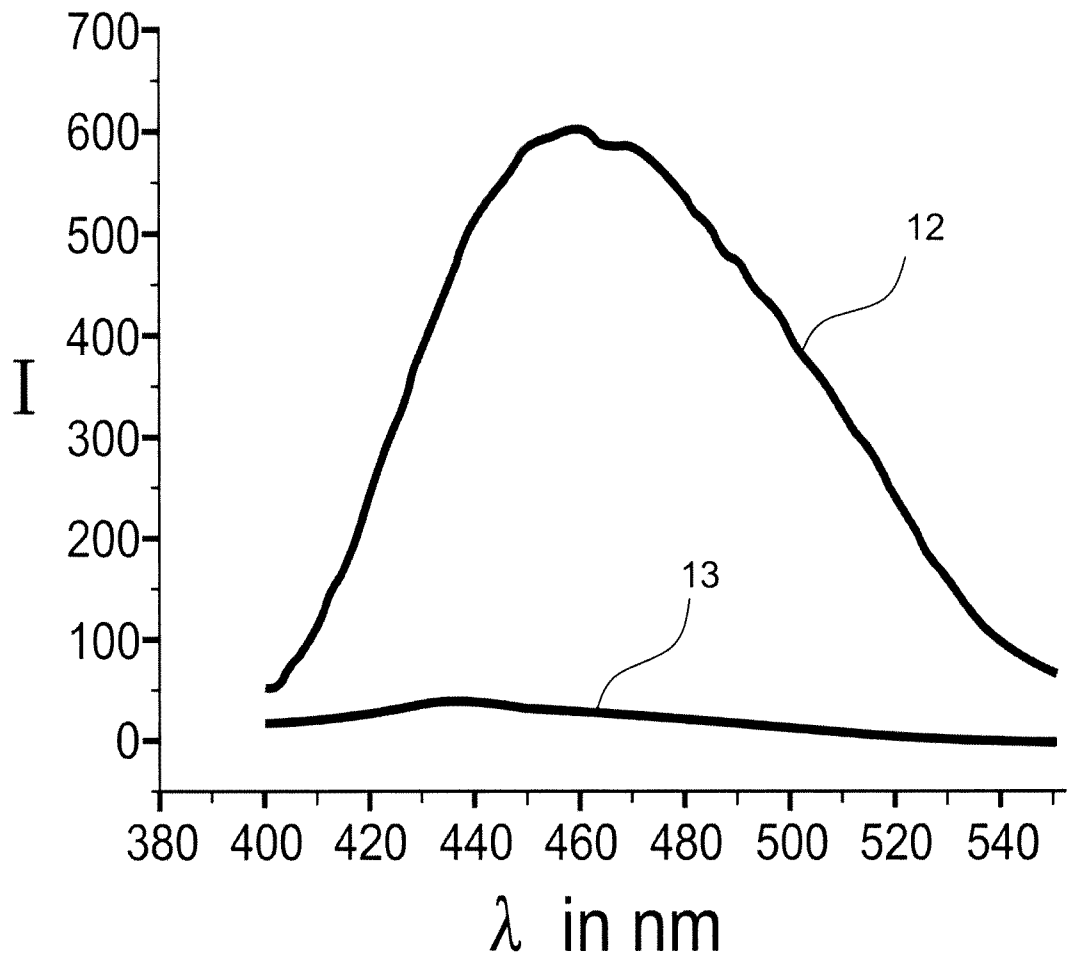


Fig. 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No <b>PCT/EP2012/072179</b>
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
**INV. C09K11/06 H05B33/14**  
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) onto both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)  
**C09K H05B**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
**EPO-Internal , WPI Data**

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	US 5 777 051 A (AUNER NORBERT [DE] ET AL) 7 July 1998 (1998-07-07) examples 1, 11 -----	1-11 , 13 , 14, 17
X	GB 2 326 417 A (DOW CORNING [GB] ) 23 December 1998 (1998-12-23) examples 1, 2 -----	1-5 , 7 , 9
X	GOETZE B ET AL: "Towards 2-Si laal lenes : Synthesi s of Spi rocycl ic Precursors" , CHEMISTRY - A EUROPEAN JOURNAL, WI LEY - V C H VERLAG GMBH & CO. KGAA, WEINHEIM, DE, vol . 3, no. 6, 4 June 1997 (1997-06-04) , pages 948-957 , XP002103212 , ISSN : 0947-6539 Scheme 8 ; page 951 ; Compound 24 -----	1-4,7 , 9
	-/- .	

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  <b>17 January 2013</b>	Date of mailing of the international search report  <b>31/01/2013</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Sal damli , Sal tuk</b>
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/072179

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	<p>HONGLAE SOHN ET AL: "An Electrol umi nescent Polysi lole and Some Di chl orool i gosi loles" , JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCI ETY, vol . 121 , no. 12 , 1 March 1999 (1999-03-01) , pages 2935-2936, XP055049532 , ISSN: 0002-7863 , DOI : 10. 1021/ja983350i page 2935 ; Compound 2 page 2935 , paragraph 1 -----</p>	1-4, 7-11 , 13 , 15-17
X	<p>NORBERT AUNER ET AL: "New Organosi loxanes Contai ning Si lacycl es" , JOURNAL OF MACROMOLECULAR SCI ENCE , PART A - PURE AND APPLI ED CHEMISTRY, MARCEL DEKKER INC, US, vol . 34, no. 1 , 1 January 1997 (1997-01-01) , pages 225-234, XP009166151 , ISSN: 1060-1325 , DOI : 10. 1080/10601329708014950 page 229 ; Compounds 16, 17 -----</p>	1-5 , 7 , 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/072179

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5777051	A	07-07-1998	
		DE 69800221 DI	24-08-2000
		DE 69800221 T2	22-02-2001
		EP 0885944 AI	23-12-1998
		JP 11060584 A	02-03-1999
		US 5777051 A	07-07-1998
-----			
GB 2326417	A	23-12-1998	NONE
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/072179

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C09K11/06 H05B33/14

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
C09K H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 777 051 A (AUNER NORBERT [DE] ET AL) 7. Juli 1998 (1998-07-07) Beispiele 1, 11	1-11, 13, 14, 17
X	GB 2 326 417 A (DOW CORNING [GB]) 23. Dezember 1998 (1998-12-23) Beispiele 1, 2	1-5, 7, 9
X	GOETZE B ET AL: "Towards 2-Silicium: Synthesis of Spirocyclic Precursors", CHEMISTRY - A EUROPEAN JOURNAL, WILEY - VCH VERLAG GMBH & CO. KGAA, WEINHEIM, DE, Bd. 3, Nr. 6, 4. Juni 1997 (1997-06-04), Seiten 948-957, XP002103212, ISSN: 0947-6539 Scheme 8; Seite 951; Verbindung 24	1-4, 7, 9

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Januar 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/01/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sal damli, Sal tuk

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>HONGLAE SOHN ET AL: "An Electrol umi nescent Polysi lole and Some Di chl orool igosi loles" , JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCI ETY, Bd. 121, Nr. 12, 1. März 1999 (1999-03-01) , Sei ten 2935-2936, XP055049532 , ISSN: 0002-7863 , DOI : 10. 1021/j a983350i Sei te 2935 ; Verbi ndung 2 Sei te 2935 , Absatz 1 -----</p>	<p>1-4, 7-11 , 13 , 15-17</p>
X	<p>NORBERT AUNER ET AL: "New Organosi loxanes Contai ning Silacycl es" , JOURNAL OF MACROMOLECULAR SCI ENCE , PART A - PURE AND APPLI ED CHEMISTRY, MARCEL DEKKER INC, US, Bd. 34, Nr. 1, 1. Januar 1997 (1997-01-01) , Sei ten 225-234, XP009166151 , ISSN: 1060-1325 , DOI : 10. 1080/10601329708014950 Sei te 229 ; Verbi ndungen 16, 17 -----</p>	<p>1-5 , 7, 9</p>

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/072179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 5777051	A	07-07-1998	DE 69800221 D1	24-08-2000
			DE 69800221 T2	22-02-2001
			EP 0885944 A1	23-12-1998
			JP 11060584 A	02-03-1999
			US 5777051 A	07-07-1998
-----				
GB 2326417	A	23-12-1998	KEINE	
-----				

专利名称(译)	光致发光和/或电致发光材料，其制备和使用方法以及包含这种材料的组分		
公开(公告)号	<a href="#">EP2776533A1</a>	公开(公告)日	2014-09-17
申请号	EP2012783999	申请日	2012-11-08
[标]申请(专利权)人(译)	SPAWNT PRIVATE R L		
申请(专利权)人(译)	SPAWNT PRIVATE S.A.R.L.		
当前申请(专利权)人(译)	SPAWNT PRIVATE S.A.R.L.		
[标]发明人	AUNER NORBERT		
发明人	AUNER, NORBERT		
IPC分类号	C09K11/06 H05B33/14		
CPC分类号	C09K11/06 C09K2211/1491 H05B33/14		
优先权	102011117887 2011-11-08 DE		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

根据本发明的至少一个实施方案，指定了光致发光和/或电致发光材料，其包含具有至少一种茛和/或苯乙烯结构元素的聚硅烷。还公开了一种制造这种材料的方法。该材料的特点是易于处理和易于技术加工。还规定了其用途和具有这种材料的光电子器件。