

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1376/2011
(22) Anmeldetag: 23.09.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2013

(51) Int. Cl. : **C08G 77/20** (2006.01)
C08G 77/18 (2006.01)
C08G 77/16 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 202006018400 A1
AT 505533 A1 DE 3887442 T2
DE2335118A1

(73) Patentanmelder:
POLYMER COMPETENCE CENTER
LEOBEN GMBH
8700 LEOBEN (AT)

(54) **SCHICHT MIT EINEM LICHTWELLENLEITER UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer optional freistehenden Schicht, die gegebenenfalls mindestens einen Lichtwellenleiter aufweist, umfassend folgende Schritte:

- Mischen zumindest eines endständige Hydroxylgruppen aufweisenden Organopolysiloxans mit zumindest einem Alkoxysilan, das eine kovalent gebundene funktionelle Gruppe aufweist, die nicht mit den Hydroxylgruppen reagiert und durch Bestrahlen mit einer identen Gruppe eine Polymerisationsreaktion eingeht, sowie optional eines Fotoinitiators und gegebenenfalls eines Katalysators, um eine flüssige Mischung zu erstellen;
- optional Behandeln der so erstellten Mischung zur Kondensation des Organopolysiloxans mit dem Alkoxysilan;
- Aufbringen der Mischung auf ein Substrat zur Bildung der Schicht;
- optional Wärmebehandeln der Schicht;
- gegebenenfalls Bestrahlen der Schicht, um den zumindest einen Lichtwellenleiter auszubilden. Mit einem derartigen Verfahren kann eine gegebenenfalls freistehende Schicht erstellt werden, die eine hohe optische Transparenz, chemische und thermische Stabilität, eine hohe Flexibilität und gute Lagerbarkeit aufweist. Darüber hinaus kann in der Schicht zumindest ein Lichtwellenleiter ausgebildet werden, wobei ein Fotostrom auch nach längerer Lagerung steigt oder zumindest konstant bleibt. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Schicht sowie ein Substrat mit einer solchen Schicht.

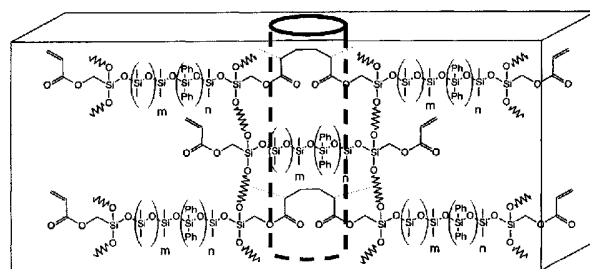


Fig. 1c



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer optional freistehenden Schicht, die gegebenenfalls mindestens einen Lichtwellenleiter aufweist, umfassend folgende

5 Schritte:

- a) Mischen zumindest eines endständige Hydroxylgruppen aufweisenden Organopolysiloxans mit zumindest einem Alkoxysilan, das eine kovalent gebundene funktionelle Gruppe aufweist, die nicht mit den Hydroxylgruppen reagiert und durch Bestrahlen mit einer identen Gruppe eine Polymerisationsreaktion eingeht, sowie optional
- 10 eines Fotoinitiators und gegebenenfalls eines Katalysators, um eine flüssige Mischung zu erstellen;
- b) optional Behandeln der so erstellten Mischung zur Kondensation des Organopolysiloxans mit dem Alkoxysilan;
- c) Aufbringen der Mischung auf ein Substrat zur Bildung der Schicht;
- 15 d) optional Wärmebehandeln der Schicht;
- e) gegebenenfalls Bestrahlen der Schicht, um den zumindest einen Lichtwellenleiter auszubilden.

Mit einem derartigen Verfahren kann eine gegebenenfalls freistehende Schicht erstellt

20 werden, die eine hohe optische Transparenz, chemische und thermische Stabilität, eine hohe Flexibilität und gute Lagerbarkeit aufweist. Darüber hinaus kann in der Schicht zumindest ein Lichtwellenleiter ausgebildet werden, wobei ein Fotostrom auch nach längerer Lagerung steigt oder zumindest konstant bleibt.

25 Des Weiteren betrifft die Erfindung eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Schicht sowie ein Substrat mit einer solchen Schicht.

Fig. 1c



Schicht mit einem Lichtwellenleiter und Verfahren zu deren Herstellung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer optional freistehenden Schicht, die gegebenenfalls mindestens einen Lichtwellenleiter aufweist.

5

Des Weiteren betrifft die Erfindung eine derartige Schicht.

Schließlich betrifft die Erfindung ein Substrat, insbesondere eine Leiterplatte, mit einer solchen Schicht.

10

In der Leiterplattentechnologie ist man bestrebt, einzelne Komponenten kostengünstiger, aber zugleich auch effizienter und leistungsfähiger auszubilden. Insbesondere einer Entwicklung von integrierten optischen Signalverbindungen kommt in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung zu. Die derzeit vorherrschende Kupfertechnologie wird voraussichtlich bezüglich der Datenübertragung bald an Grenzen stoßen, weshalb optische Verbindungsstrecken zur Herstellung von hochbitratigen Kurzstreckenverbindungen eine sinnvolle Alternative zu hochfrequenten elektrischen Verbindungen darstellen. Es wird erwartet, dass optoelektronische Verbindungen einen Quantensprung in der Funktionalität von Leiterplatten und die Realisierung hochkomplexer Produktapplikationen, eine weitere Miniaturisierung von Leiterplatten, eine Erhöhung der Integrationsdichten von Bauteilen und damit eine höhere Produktwertschöpfung ermöglichen. Leiterplatten mit optischen Verbindungen werden voraussichtlich dort zum Einsatz kommen, wo Applikationen höchste Datenströme zwischen Bauelementen, Modulen oder Funktionseinheiten (z. B. Multiprozessor-Boards) oder ein platzsparendes Design von Verbindungsstrecken (z. B. bei mobilen Anwendungen) benötigen.

Verbindungen auf Basis diskreter Lichtwellenleiter sind sehr aufwendig in der Herstellung und durch eine komplexe Verbindungstechnik entsprechend kostenintensiv. Es werden daher neue Möglichkeiten entwickelt, um optische Verbindungsstrecken (E/O-Wandler – Lichtwellenleiter – O/E-Wandler) vollständig in eine Multilayer-Leiterplatte zu integrieren.

Eine vielversprechende Methode zur Herstellung vollständig integrierter optischer Verbindungen ist die Verwendung von Schichten, die durch Bestrahlung in einem Zwei-

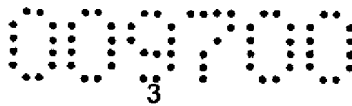


Photonen-Prozess (two photon absorption, kurz TPA; Referenz: H. Sun, S. Kawata, Advances in Polymer Science Vol. 170, 2004, 169 bis 273) eine Änderung des Brechungsindex in bestrahlten Bereichen ermöglichen, sodass aufgrund der durch Bestrahlung erzeugten Brechungsindexunterschiede zwischen bestrahlten Bereichen und umgebender, nicht bestrahlter Matrix Lichtwellenleiter in die Schichten eingeschrieben werden können.

Eine Strukturierungstechnologie mit TPA benötigt zwingend ein geeignetes optisches Material, an das sehr hohe Anforderungen gestellt werden. Zum einen muss das Material eine hohe optische Transparenz aufweisen und durch Bestrahlung strukturierbar sein. Zum anderen ist auch eine hohe chemische und thermische Stabilität erforderlich, sodass die Schicht bzw. das entsprechende Material kompatibel zu einem Standardprozess in der Leiterplattentechnologie ist, wo in verschiedenen Verfahrensschritten durchaus Temperaturen von 150 °C bis 200 °C erreicht werden. Des Weiteren ist eine hohe mechanische Flexibilität gefordert, sodass die Schicht bzw. das Material auch mit nunmehr verstärkt am Markt vertretenen sogenannten Rigid-flex-Leiterplatten verwendet werden kann. Darüber hinaus werden auch an eine Lagerbarkeit Anforderungen gestellt, da die Schicht nach längerer Lagerung keine Funktionalitätseinbußen zeigen soll.

Aus dem Stand der Technik sind unter anderem Verfahren bekannt geworden, mit welchen Schichten erstellt werden können, die durch Bestrahlung ein Einschreiben von Lichtwellenleitern ermöglichen.

Aus der DE 101 48 894 A1 ist ein fotochemisch und/oder thermisch strukturierbares Silanharz bekannt geworden, das aus niedermolekularen Ausgangsmaterialien gebildet wird. Ein Nachteil dieses Materials besteht allerdings in der hohen und kostenintensiven Herstellung, da insbesondere ein hoher Aufwand für die Entfernung eines Lösungsmittels zu betreiben ist. Darüber hinaus ergeben sich aufgrund einer Verwendung niedermolekularer Ausgangsmaterialien bei der Herstellung niedrige Viskositäten der zu verarbeitenden Mischungen, was ein zusätzlicher Nachteil bei einer Beschichtung eines Substrates ist. Im Übrigen sind entsprechend erstellte Schichten auch wenig flexibel, was ein weiterer großer Nachteil beim Aufbringen einer solchen Schicht auf ein flexibles Leiterplattensubstrat ist. Ferner scheint der Prozess der Bildung des Silanharzes aus



niedermolekularen Ausgangsverbindungen in Bezug auf eine homogene Ausbildung einer Schicht schwer kontrollierbar zu sein.

- 5 Aus der JP 2005215500 A ist ein Siliconharz bekannt, das aus mehreren Organopolysiloxanen gebildet wird. Ein Einschreiben von Lichtwellenleitern erfolgt mittels Laser, wobei allerdings der Mechanismus nicht genau geklärt sein zu scheint und kein gesonderter Vernetzer bei der Erstellung der Schicht beigemischt wird.

- 10 In der WO 01/96915 A2 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Schicht mit einem Lichtwellenleiter offenbart, wobei ein Zwei-Photonen- bzw. TPA-Prozess zur Ausbildung des Lichtwellenleiters angewendet wird. In Bezug auf die Materialien können insbesondere fotostrukturierbare Polyimide eingesetzt werden.

- 15 In der WO 03/037606 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper beschrieben, bei welchem eine Verfestigung eines Organopolysiloxans durch Zwei-Photonen-Strukturierung erzielt wird. Bei der Herstellung des entsprechenden Basismaterials wird von Monomeren ausgegangen.

- 20 Aus der WO 2006/075849 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Schicht mit einem Lichtwellenleiter bekannt geworden, wobei 3-Acryloxypropyltrimethoxysilan mit Diphenylsilandiol, Natriumhydroxid und einem fotosensitiven organischen Monomer umgesetzt wird. Aus der so erstellten Lösung wird eine Schicht hergestellt, in welcher ein Lichtwellenleiter durch orts aufgelöste Bestrahlung eingeschrieben werden kann.

- 25 Aus der WO 2009/021256 A1 ist eine Schicht mit einem Lichtwellenleiter bekannt geworden, wobei die Schicht auf einer Leiterplatte aufgebracht sein kann. Dabei wird von zumindest einem Organopolysiloxan ausgegangen, wobei wenigstens zwei voneinander verschiedene Initiatoren bzw. Initiatorsysteme sowie gegebenenfalls wenigstens ein Quervernetzer vorgesehen sind. Es wird ein Vorpolymerisat aus einer Mischung mit dem
30 Organopolysiloxan gebildet, wonach das Vorpolymerisat mittels thermischer oder fotochemischer Polymerisation vopolymerisiert wird. Anschließend kann beispielsweise mit TPA ein Lichtwellenleiter eingeschrieben werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass in den so ausgebildeten Lichtwellenleitern nur ein geringer Fotostrom gemessen werden kann, der zudem mit zunehmender Lagerungszeit abnimmt.



Aus der vorstehenden Darstellung des Standes der Technik ergibt sich, dass die vorgeschlagenen Schichten, soweit diese bereits zur Ausbildung von Lichtwellenleitern auf Leiterplatten angedacht wurden, die vielfältigen zuvor aufgezählten Anforderungen nicht vollständig erfüllen können.

5

Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem eine hohe optische Transparenz aufweisende Schicht herstellbar ist, die eine besonders gute chemische und thermische Stabilität aufweist, hochflexibel ist, insbesondere als freistehende Schicht, einfach und

- 10 kostengünstig herstellbar ist und einen hohen Fotostrom in eingeschriebenen Lichtwellenleitern ermöglicht, der vorzugsweise nach einer Lagerung noch höher ist als unmittelbar nach einer Strukturierung.

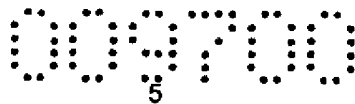
Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, eine Schicht mit entsprechenden Vorteilen

- 15 anzugeben.

Ferner ist es ein Ziel der Erfindung, ein Leiterplattensubstrat mit einer derartigen Schicht anzugeben.

- 20 Die verfahrensmäßige Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, wenn ein Verfahren der eingangs genannten Art folgende Schritte umfasst:

- a) Mischen zumindest eines endständige Hydroxylgruppen aufweisenden Organopolysiloxans mit zumindest einem Alkoxysilan, das eine kovalent gebundene funktionelle Gruppe aufweist, die nicht mit den Hydroxylgruppen reagiert und durch
- 25 Bestrahlen mit einer identen Gruppe eine Polymerisationsreaktion eingeht, sowie optional eines Fotoinitiators und gegebenenfalls eines Katalysators, um eine flüssige Mischung zu erstellen;
- b) optional Behandeln der so erstellten Mischung zur Kondensation des Organopolysiloxans mit dem Alkoxysilan;
- 30 c) Aufbringen der Mischung auf ein Substrat zur Bildung der Schicht;
- d) optional Wärmebehandeln der Schicht;
- e) gegebenenfalls Bestrahlen der Schicht, um den zumindest einen Lichtwellenleiter auszubilden.



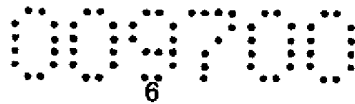
Ein mit einem erfindungsgemäßen Verfahren erzielter Vorteil ist darin zu sehen, dass auf einfache und kostengünstige Weise eine Schicht erstellt werden kann, welche eine hohe optische Transparenz sowie eine gute chemische und thermische Stabilität aufweist. Dies ermöglicht es, die Schicht auf Leiterplatten aufzubringen, da die Schicht grundsätzlich in
5 Leiterplattenprozessen erreichten Temperaturen von 150 °C bis 200 °C standhalten kann. Es ist allerdings nicht unbedingt erforderlich, dass die Schicht ständig auf einem Substrat angeordnet ist. Vielmehr kann die Schicht auch bloß während der Herstellung vorläufig auf einem Substrat erstellt und anschließend abgezogen werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass eine mit einem erfindungsgemäßen Verfahren erstellte Schicht eine
10 hohe Flexibilität aufweist. Selbstverständlich erweist sich dies auch als Vorteil, wenn die Schicht auf einem hochflexiblen Leiterplattensubstrat aufzubringen ist, da die Schicht allfälligen Verbiegungen des Leiterplattensubstrates folgen kann, ohne zu brechen bzw. zu reißen.

15 Ein anderer Vorteil eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, dass eine Schicht erstellt werden kann, in welche günstige Eigenschaften aufweisende Lichtwellenleiter dreidimensional vorzugsweise mit TPA eingeschrieben werden können. Insbesondere hat sich gezeigt, dass nach Ausbildung eines Lichtwellenleiters in einer erfindungsgemäß hergestellten Schicht auch nach einer bestimmten Lagerungszeit ein
20 Fotostrom nicht nur stabil ist, sondern durchaus höher sein kann. Die Ursachen hierfür sind noch nicht geklärt, es ist allerdings von Vorteil, dass der Fotostrom steigt.

Ein weiterer großer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass es sich bei dem erstellten Material um ein bifunktionales „one-pot“-Material handelt, d. h., es
25 werden alle Komponenten zusammengefügt und ein Material erhalten, in dem zwei Reaktionen getrennt ablaufen können, nämlich einerseits eine matrixvernetzende Kondensationsreaktion und andererseits eine gegebenenfalls fotochemisch initiierte Polymerisationsreaktion der an die Polymerkette kovalent gebundenen funktionellen Gruppen.

30

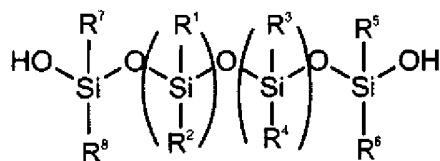
Im Übrigen ist eine erfindungsgemäß hergestellte Schicht monomerfrei, weist oftmals keine Eigenfärbung auf und hat gegebenenfalls eine gute Adhäsion zu Substraten. Somit kann mit einem erfindungsgemäßen Verfahren eine Schicht hergestellt werden, die zumindest die eingangs genannten Anforderungen zufriedenstellend erfüllt.



Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren reagiert das eingesetzte Alkoxysilan mit dem Organopolysiloxan bzw. dessen endständigen Hydroxylgruppen, wodurch eine Vernetzung der eingesetzten Einheiten des Organopolysiloxans erreicht wird. Die kovalent gebundene funktionelle Gruppe des Alkoxysilans reagiert dabei nicht und steht in
5 der Folge für eine nachfolgende fotochemische Polymerisation bzw. eine intensivere Vernetzung des Materials und somit eine Erhöhung des Brechungsindex zur Verfügung, um nach Bildung einer Schicht durch bereichsweises Bestrahlen Lichtwellenleiter auszubilden. Diesbezüglich kann vorgesehen sein, dass der Mischung vor der Bildung der Schicht ein Fotoinitiator beigemengt wird, mit welchem ein späteres Vernetzen unter
10 Ausbildung des Lichtwellenleiters ermöglicht wird. Als Fotoinitiator für einen „Ein-Photonen-Strukturierungsprozess“ kommt beispielsweise der käuflich erwerbbare Fotoinitiator Irgacure 379 zur Anwendung. Als Fotoinitiator für TPA kommen handelsübliche Fotoinitiatoren mit ausreichendem TPA-Wirkungsquerschnitt oder speziell für TPA-Prozesse hergestellte Fotoinitiatoren zum Einsatz. Für die Kondensationsreaktion
15 ist es nicht zwingend, kann aber vorgesehen sein, dass der Mischung ein Katalysator für Kondensationsreaktionen bei Raumtemperatur, beispielsweise ein Zinn-Katalysator wie Dioctylzinndilaurat oder Dibutylzinndiazetat beigemengt wird. Katalysator und Fotoinitiator sind grundsätzlich in Anteilen von jeweils weniger als 3 Gewichtsprozent (Gew.-%) in der Mischung vorgesehen. Die übrigen Anteile werden vom Organopolysiloxan sowie dem
20 Alkoxysilan gebildet. Ein gesondertes Lösungsmittel ist grundsätzlich nicht erforderlich, wenn das Organopolysiloxan bei Raumtemperatur flüssig ist, was zumindest bis zu mittleren Molmassen des Organopolysiloxans zutrifft.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Organopolysiloxan ein Molekulargewicht von 200 bis
25 20000 g mol^{-1} , vorzugsweise 500 bis 2000 g mol^{-1} , insbesondere 800 bis 1200 g mol^{-1} , aufweist. Bei entsprechenden Molekulargewichten können die eingesetzten Organopolysiloxane nicht nur flüssig sein, sondern ergeben auch im Zusammenspiel mit den weiteren Komponenten eine optimale Viskosität für ein Aufbringen der flüssigen Mischung auf ein Substrat, wobei die erstellte Mischung vor Aufbringen auf das Substrat
30 noch zur Viskositätseinstellung behandelt werden kann. Beispielsweise kann die erstellte Mischung bei Raumtemperatur gerührt werden, um das Organopolysiloxan mit dem Alkoxysilan zu kondensieren. In dieser Phase koppelt das Alkoxysilan an die endständigen Hydroxylgruppen des Organopolysiloxans unter Abspaltung eines Alkohols und Ausbildung eines entsprechenden Derivats. Diese Kondensationsreaktion kann für

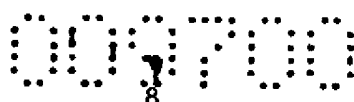
- beispielsweise maximal 100 Minuten durchgeführt werden, um eine Viskosität so einzustellen, dass beispielsweise mittels Dip-Coating oder Spin-Coating ein gutes Aufbringen auf ein Substrat möglich ist. Diese Kondensationsreaktion kann wie erwähnt bei Raumtemperatur durchgeführt werden, wenngleich die Reaktion auch bei höheren
- 5 Temperaturen durchgeführt werden kann. Eine besondere Maßnahme betreffend die Atmosphäre ist nicht erforderlich, sodass dieser Schritt auch an Luft durchgeführt werden kann. Aufgrund der vorzugsweisen Durchführung bei Raumtemperatur ist die Kondensationsreaktion so langsam, dass die Einstellung einer Viskosität und damit optimale Bedingungen für ein nachfolgendes Aufbringen auf ein Substrat sehr einfach
- 10 kontrollierbar sind. Sobald durch die Kondensationsreaktion eine geeignete Viskosität der flüssigen Mischung gegeben ist, kann gegebenenfalls nach einem Entgasen und Filtrieren ohne Schwierigkeiten eine Schicht mit einer Dicke von 100 bis 700 µm, vorzugsweise 200 bis 500 µm, auf dem Substrat aufgebracht werden. Durch die Kondensationsreaktion ist mit Vorteil auch sichergestellt, dass eine homogene Verteilung der fotochemisch zu
- 15 vernetzenden funktionellen Gruppen in der Mischung und später in der Schicht gegeben ist. Da keine freien Monomere in der Mischung vorhanden sind, ist auch eine Phasentrennung ausgeschlossen, die in anderen Systemen zu großen Inhomogenitäten einer Schicht führen kann.
- 20 Grundsätzlich können beliebige Organopolysiloxane im Rahmen der Erfindung eingesetzt werden, beispielsweise hydroxylterminierte Polytrifluoropropylenmethylsiloxane. Von Vorteil ist es jedoch, wenn das Organopolysiloxan ein Siloxan der Formel I



(I)

25

ist. Derartige Organopolysiloxane sind nicht nur relativ kostengünstig käuflich erwerbbar, sondern ergeben auch eine gewünschte Flexibilität sowie chemische und thermische Stabilität einer erstellten Schicht. Darüber hinaus ist auch die erforderliche optische Transparenz gewährleistet, die für einen nachfolgenden Strukturierungsprozess mittels



Bestrahlung wesentlich ist. Die Reste R^1 , R^2 , R^3 , R^4 stellen dabei jeweils einen gegebenenfalls substituierten Alkyl-, Cycloalkyl-, Aryl- oder Aralkyl-Rest, gegebenenfalls halogeniert, dar und die Reste R^5 , R^6 , R^7 , R^8 sind bevorzugt ein C_1 - bis C_5 -Alkyl, insbesondere ein lineares C_1 - bis C_5 -Alkyl. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Reste R^1 und R^2 einerseits und R^3 und R^4 andererseits ident sind. Auch die Reste R^5 , R^6 , R^7 , R^8 können optional ident sein.

Als Alkoxysilan wird im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt ein Trialkoxysilan eingesetzt, damit zum einen in einer ersten Kondensationsreaktion eine Ankoppelung des Trialkoxysilans unter Abspaltung eines entsprechenden Alkohols an eine Hydroxylgruppe des Organopolysiloxans erfolgen kann. In einer weiteren Kondensationsreaktion können die zwei verbleibenden Alkoxygruppen mit weiteren Alkoxygruppen eines weiteren Organopolysiloxans reagieren, wodurch eine Vernetzung in einer erstellten Schicht erreicht wird. Grundsätzlich können dabei beliebige Trialkoxysilane eingesetzt werden, zum Beispiel ein Triethoxysilan. Damit eine Reaktionszeit allerdings möglichst kurz gehalten wird, ist es von Vorteil, wenn das Trialkoxysilan ein Trimethoxysilan ist. Bereits ein Übergang auf ein Triethoxysilan führt dazu, dass eine Reaktionszeit für die Kondensationsreaktionen bedeutend ansteigen kann.

Das Alkoxysilan weist eine oder mehrere funktionelle Gruppen auf, die ohne oder mit einem Fotoinitiator fotochemisch polymerisierbar ist bzw. sind, sodass in einer abgeschiedenen Schicht entsprechende funktionelle Gruppen zur Verfügung stehen, die durch Bestrahlen ein bereichsweises Polymerisieren und damit die Ausbildung eines Lichtwellenleiters ermöglichen. Als funktionelle Gruppe kommen insbesondere Vinyl-, Allyl-, Acrylat- oder Methacrylat-Gruppen infrage.

Um möglichst rasch eine gewünschte Viskosität des Organopolysiloxans nach einer Kondensationsreaktion von dessen Hydroxylgruppen mit dem Alkoxysilan einzustellen, ist es zweckmäßig, dass die Mischung mit zumindest 65 Gew.-%, vorzugsweise zumindest 75 Gew.-%, des Organopolysiloxans erstellt wird. Ein Anteil des Alkoxysilans liegt bevorzugt im Bereich von 5 bis 25 Gew.-%. Neben den zwei genannten Komponenten können des Weiteren ein Katalysator für die Kondensationsreaktion der Hydroxylgruppen



mit dem Alkoxysilan sowie ein Fotoinitiator für eine nachfolgende Fotostrukturierung der Mischung beigegeben werden.

- Es ist nicht zwingend, kann aber vorgesehen sein, dass im Anschluss an eine
- 5 Aufbringung der Mischung auf ein Substrat und nach weiterer Kondensation der Alkoxygruppen des Organopolysiloxans optional eine Wärmebehandlung erfolgt. Grundsätzlich ist es ausreichend, dass nach Aufbringen der Schicht auf ein Substrat eine Temperaturbehandlung für maximal 100 Minuten bei 100 °C erfolgt, um Nebenprodukte zu entfernen. Dadurch wird die erstellte Schicht schrumpfstabil sowie lagerstabil. Durch
- 10 eine zusätzliche Temperaturbehandlung bei 100 °C kann die erstellte Schicht fixiert werden, wodurch deren Stabilität weiter erhöht und insbesondere ein Schrumpfen im Wesentlichen ausgeschlossen wird.

- Entsprechend den vorstehend dargestellten Vorteilen eines erfindungsgemäßen
- 15 Verfahrens werden die weiteren Ziele der Erfindung durch eine erfindungsgemäß hergestellte Schicht sowie ein Substrat mit einer derartigen Schicht erreicht.

- Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiele. In den Zeichnungen, auf welche dabei
- 20 Bezug genommen wird, zeigen:

- Fig. 1a bis 1c grafische Darstellungen der einzelnen Schritte einer Herstellung einer erfindungsgemäßen Schicht mit einem Lichtwellenleiter;
- Fig. 2 ein Diagramm betreffend eine Umwandlung von Doppelbindungen von
- 25 Acrylatgruppen in Abhängigkeit einer Bestrahlungszeit (Ein-Photonen-Prozess) und für verschiedene Fotoinitiatoren;
- Fig. 3 eine mikroskopische Aufnahme im Phasenkontrastmodus von in einer Schicht eingeschriebenen Lichtwellenleitern für verschiedene Laserleistungen (TPA-Strukturierung);
- 30 Fig. 4 ein Lichtwellenleiterbündel bei Beobachtung in einem optischen Mikroskop;
- Fig. 5 eine Auskopplung von Licht, das in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt wurde;
- Fig. 6 Fotoströme für verschiedene Proben nach einer TPA-Strukturierung sowie nach Lagerung.



Beispiel 1

- 5,0 g mit Silanol terminiertes Diphenylsiloxan-Dimethylsiloxancopolymer (ABCR GmbH, Viskosität 50 bis 60 cSt., Molekulargewicht 900 bis 1000 gmol^{-1} , 14 mol-% Diphenylsiloxan), 1,0 g des Vernetzers Acryloxymethyltrimethoxysiloxan (ABCR GmbH),
- 5 1,2 mg (0,02 Gew.-%) des Fotoinitiators 1,5-bis(4(dimethylamino)phenyl)pentan-1,4-dien-3-on (N-DPD) und 60 mg (etwa 1 Gew.-%) des Vernetzungskatalysators Di-n-octylzinndilaurat (ABCR GmbH) werden gut miteinander vermischt, wobei der Fotoinitiator und der Katalysator zuerst im Vernetzer vollständig gelöst werden. Zur Erhöhung der Viskosität wird die Mischung anschließend für eine Stunde bei Raumtemperatur gerührt.
- 10 Danach erfolgt das Aufbringen des Polysiloxanmaterials mittels Auftropfen auf einen mit Dioden bestückten Demonstrator. Daraufhin wird das Material bei Raumtemperatur für eine Stunde an Luft ausgehärtet. Zum Entfernen der entstehenden Nebenprodukte und zur Stabilisierung des Materials bezüglich Schrumpfung wird der so hergestellte Demonstrator für eine Stunde einer Temperaturbehandlung bei 100 °C unterzogen. Bei gleicher
- 15 Verfahrensweise kann alternativ zu einem Auftropfen auf einen Demonstrator auch ein Dip-Coating oder Spin-Coating zur Bildung einer Schicht angewendet werden.

Mit einem Femtosekundenlaser wird mittels TPA in 100 μm Tiefe bei einem Vorschub von 2 mm s^{-1} und einer Laserleistung von 190 μW ein Wellenleiterbündel eingeschrieben.

20

- Um die Qualität eines Wellenleiters zu prüfen, wird nach der Strukturierung eine Fotostrommessung durchgeführt. Dabei wird das von einer in das Material eingebetteten Laserdiode emittierte Licht durch einen Wellenleiter zu einer ebenfalls im Material eingebetteten Fotodiode geleitet. Der auf der Fotodiode durch das eintreffende Licht
- 25 generierte Fotostrom wird mittels Picoamperemeter gemessen.

Beispiel 2

- Die Herstellung der Materialmischung aus Beispiel 1 wird mit 1 Gew.-% Irgacure 379 anstelle von N-DPD wiederholt und auf ein Abbe-Refraktometer aufgebracht. Nach dem
- 30 Aushärten wird der Brechungsindex (bei 590 nm) des unbelichteten bzw. des für 10 Sekunden mit ultraviolettem Licht (UV) belichteten Materials gemessen, um so den Brechungsindexhub durch die fotoinitierte Polymerisation der Acrylate zu ermitteln. Dabei zeigt sich ein Brechungsindexhub (Δn) von 1,468 auf 1,480, somit ein Δn von +0,012.



Beispiel 3

Die Durchführung des Beispiels 2 wird wiederholt, wobei bei der Materialherstellung nur 10 Gew.-% des Vernetzers Acryloxymethyltrimethoxysiloxan verwendet werden. Ein Brechungsindexhub wird in diesem Fall mit $\Delta n = +0,03$ bestimmt.

5

Beispiel 4

Die Materialherstellung gemäß Beispiel 3 wird wiederholt, jedoch zum Ermitteln des Brechungsindex auf einem Glassubstrat. Hierfür wird das Material auf das Glassubstrat aufgebracht, ausgehärtet und mittels Ellipsometrie gemessen, um einen Brechungsindex bei verschiedenen Wellenlängen zu bestimmen. Dabei zeigt sich, dass ein Brechungsindexhub bei einer Wellenlänge von 840 nm $\Delta n = +0,011$, bei einer Wellenlänge von 1310 bzw. 1550 nm hingegen $\Delta n = +0,010$ beträgt.

10

Beispiel 5

1,0 g mit Silanol terminiertes Polydimethylsiloxan (ABCR GmbH, Viskosität 16 bis 32 cSt., Molekulargewicht 400 bis 700 g mol^{-1}), 100 mg des Vernetzers Acryloxymethyltrimethoxysiloxan (ABCR GmbH), 30 mg des Fotoinitiators Darocure 1173 und 12 mg des Vernetzungskatalysators Di-n-octyl-zinndilaurat (ABCR GmbH) werden miteinander gut vermischt, wobei der Fotoinitiator und der Katalysator zuerst im Vernetzer vollständig gelöst werden. Zur Erhöhung der Viskosität wird die Mischung anschließend für eine Stunde bei Raumtemperatur gerührt. Ein dünner Film wird auf ein Abbe-Refraktometer aufgebracht, ausgehärtet und vermessen. Nach einer UV-Belichtung von 10 Sekunden wird abermals der Brechungsindex gemessen. Dabei zeigt sich ein Brechungsindexhub Δn von 1,417 auf 1,425.

20

Beispiel 6

1,0 g mit Silanol terminiertes Diphenylsiloxan-Dimethylsiloxan Copolymer (ABCR GmbH, Viskosität 50 bis 60 cSt., Molekulargewicht 900 bis 1000 g mol^{-1} , 14 mol-% Diphenylsiloxan), 200 mg des Vernetzers (3-Acryloxypropyl)trimethoxysilan (ABCR GmbH), 30 mg des Fotoinitiators Darocure 1173 und 12 mg des Vernetzungskatalysators Di-n-octyl-zinndilaurat (ABCR GmbH) werden miteinander gut vermischt, wobei der Fotoinitiator und der Katalysator zuerst im Vernetzer vollständig gelöst werden. Zur Erhöhung der Viskosität wird die Mischung anschließend für eine Stunde bei Raumtemperatur gerührt. Danach wird ein dünner Film auf ein Abbe-Refraktometer

30



aufgebracht, ausgehärtet und vermessen. Nach einer UV-Belichtung von 10 Sekunden wird abermals der Brechungsindex gemessen, wobei sich ein Brechungsindexhub Δn von 1,405 auf 1,410 feststellen lässt.

5 Beispiel 7

Es wird analog wie im Beispiel 1 beschrieben vorgegangen, wobei alternativ Irgacure 379 und/oder N-DPD als Fotoinitiator eingesetzt wird. Aus den so erstellten Materialien werden Schichten erstellt, in welche mit TPA Lichtwellenleiter eingeschrieben werden, die im Anschluss untersucht werden.

10

In Fig. 1a bis 1c ist ein vermuteter Reaktionsmechanismus beginnend mit dem Mischen der Komponenten bis hin zur Ausbildung eines Lichtwellenleiters dargestellt. Gemäß Fig. 1a reagiert eine Methoxy- bzw. allgemein Alkoxygruppe des Vernetzers mit den endständigen Hydroxyl- bzw. OH-Gruppen des eingesetzten Organopolysiloxans, das in dieser Weise entsprechend modifiziert wird. Da die eingesetzten Organopolysiloxane
15 flüssig sind, braucht kein Lösungsmittel eingesetzt werden. Dies stellt einen Vorteil dar, da in der Folge auch kein Lösungsmittel zu entfernen ist. Die Kondensationsreaktion des Vernetzers mit dem Organopolysiloxan erfolgt bei Raumtemperatur und in der Regel unter Rühren, z. B. für bis zu 60 Minuten. Es bietet sich an, funktionalisierte Trimethoxysilane
20 als Vernetzer einzusetzen, beispielsweise ein Trimethoxysilan mit einer Acrylgruppe. Einerseits ist dann die Derivatisierung der Organopolysiloxane hinreichend schnell, um eine gesamte Verfahrensdauer gering zu halten. Andererseits ist die Reaktion aber auch gut kontrollierbar, sodass in diesem ersten Schritt eine für ein nachfolgendes Beschichten eines Substrates geeignete Viskosität eingestellt werden kann. In diesem ersten Schritt
25 werden auch der Fotoinitiator sowie ein Vernetzungskatalysator hinzugegeben und eine homogene, flüssige Mischung erstellt.

30

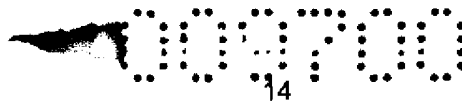
Anschließend wird die so erstellte Mischung auf ein Substrat aufgebracht, wobei sich eine in Fig. 1b dargestellte Struktur ausbildet. Die noch verbliebenen Alkoxygruppen kondensieren untereinander, sodass sich einzelne Organopolysiloxaneinheiten miteinander verbinden. Die dabei entstehenden Nebenprodukte werden zweckmäßigerweise abgezogen, was in einer kurzen Zeitspanne von z. B. etwa 30 Minuten bei Temperaturen von weniger als 100 °C erfolgen kann. Es ist dann eine Schicht mit einem Aufbau wie in Fig. 1b gegeben. In einem weiteren Schritt erfolgt eine



- Strukturierung der erstellten Schicht, um einen oder mehrere Lichtwellenleiter einzuschreiben. Die Strukturierung erfolgt bevorzugt mit TPA. Durch eine entsprechende Bestrahlung polymerisieren die funktionellen Gruppen, die endständig an den einzelnen Organopolysiloxaneinheiten vorliegen, und zwar in den bestrahlten Bereichen. Es wird damit die in Fig. 1c vereinfacht dargestellte Struktur erhalten. Die einzelnen Lichtwellenleiter lassen sich mit hoher Auflösung und einem ausreichend großen Brechungsindexunterschied zur umgebenden, nicht bestrahlten Matrix darstellen, sodass Lichtwellenleiter mit exzellenten Eigenschaften dargestellt werden können.
- 10 In Fig. 2 ist eine Konversionsrate der polymerisierenden Doppelbindungen in Abhängigkeit von einer Bestrahlungszeit und in Abhängigkeit des eingesetzten Fotoinitiators sowie der UV-Belichtungszeit (Ein-Photonen-Prozess) dargestellt. Wie ersichtlich ist, kann mit dem Fotoinitiator Irgacure 379 bei einer Intensität von $0,7 \text{ Wcm}^{-2}$ eine effiziente Polymerisation beobachtet werden. Mit dem Fotoinitiator N-DPD wird bei UV-Belichtung (Ein-Photonen-Prozess) nur eine geringe Polymerisation bzw. Vernetzung erreicht, da dieser Fotoinitiator für einen Zwei-Photonen-Prozess (TPA-Strukturierung mit Femtosekundenlaser) ausgerichtet ist. Der Vorteil des Fotoinitiators N-DPD ist, dass dieser bei UV-Licht und Tageslicht nur sehr geringe Aktivität aufweist und es somit nicht zu einem nachträglichen Vernetzen der Matrix (also nach der TPA-Strukturierung) kommt.
- 15 20 Die eingeschriebenen Lichtwellenleiterstrukturen bleiben somit auch bei langer Lagerung, auch in Gegenwart von Licht, besser erhalten.

In Fig. 3 ist eine Phasenkontrastmikroskopaufnahme mit einer typischen Lichtwellenleiterstruktur gezeigt, die mit verschiedenen Laserlichtleistungen (TPA-Strukturierung) erstellt ist. Wie ersichtlich ist, können mit einem erfindungsgemäßen Verfahren Lichtwellenleiter mit hoher Auflösung erstellt werden. Dabei ist in die Lichtwellenleiter eingekoppeltes Licht mit hoher Effizienz durch diese fortpflanzbar und kann am Ende der einzelnen Lichtwellenleiter wieder ausgekoppelt werden, wie dies aus Fig. 4 und 5 ersichtlich ist.

30 In Fig. 6 ist ein Fotostrom für mehrere Proben dargestellt, die gemäß Beispiel 1 erstellt sind. Für eine Probe sind die unterschiedlichen Messungen gekennzeichnet, wobei A für eine Messung im unbestrahlten Zustand, B für eine Messung unmittelbar nach Bestrahlung und C für eine Messung nach mehrtägiger Lagerung bei Raumtemperatur (im



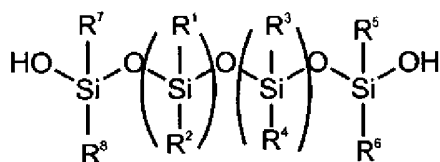
Anschluss an die TPA-Strukturierung) steht. Dabei wird völlig überraschend festgestellt, dass der Fotostrom nicht nur bereits unmittelbar nach Einschreiben der Lichtwellenleiter besonders hoch ist, sondern insbesondere nach einer Lagerung noch ansteigt. Die genauen Ursachen hierfür sind noch nicht bekannt, es ist allerdings eine besonders
5 günstige Eigenschaft erfindungsgemäß hergestellter Schichten mit Lichtwellenleitern.

Erfindungsgemäße Schichten sind hochflexibel und biegsam und eignen sich daher auch als freistehende Schichten, was für einige Anwendungen einen Vorteil darstellt.



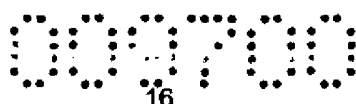
Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer optional freistehenden Schicht, die gegebenenfalls mindestens einen Lichtwellenleiter aufweist, umfassend folgende Schritte:
 - 5 a) Mischen zumindest eines endständige Hydroxylgruppen aufweisenden Organopolysiloxans mit zumindest einem Alkoxysilan, das eine kovalent gebundene funktionelle Gruppe aufweist, die nicht mit den Hydroxylgruppen reagiert und durch Bestrahlen mit einer identen Gruppe eine Polymerisationsreaktion eingeht, sowie optional eines Fotoinitiators und gegebenenfalls eines Katalysators, um eine flüssige Mischung zu
 - 10 erstellen;
 - b) optional Behandeln der so erstellten Mischung zur Kondensation des Organopolysiloxans mit dem Alkoxysilan;
 - c) Aufbringen der Mischung auf ein Substrat zur Bildung der Schicht;
 - d) optional Wärmebehandeln der Schicht;
 - 15 e) gegebenenfalls Bestrahlen der Schicht, um den zumindest einen Lichtwellenleiter auszubilden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Organopolysiloxan ein Molekulargewicht von 200 bis 20000 g mol⁻¹, vorzugsweise 500 bis 2000 g mol⁻¹, insbesondere 800 bis 1200
 - 20 g mol⁻¹, aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Organopolysiloxan ein Siloxan der Formel I

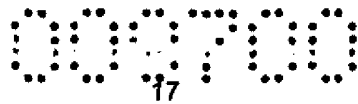


(I)

ist.



4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Reste R^1 , R^2 , R^3 , R^4 jeweils einen gegebenenfalls substituierten Alkyl-, Cycloalkyl-, Aryl- oder Aralkylrest darstellen, gegebenenfalls halogeniert, und die Reste R^5 , R^6 , R^7 , R^8 ein C_1 - bis C_5 -Alkyl sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Reste R^1 und R^2 einerseits und R^3 und R^4 andererseits ident sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Trialkoxysilan eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Trialkoxysilan ein Trimethoxysilan ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Alkoxysilan als funktionelle Gruppe eine Vinyl-, Allyl-, Acrylat- oder Methacrylat-Gruppe aufweist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Mischung mit zumindest 65 Gew.-%, vorzugsweise zumindest 75 Gew.-%, des Organopolysiloxans erstellt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Mischung mit 5 bis 25 Gew.-% Alkoxysilan erstellt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Kondensationsreaktion im Schritt c) bei Raumtemperatur durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Kondensationsreaktion im Schritt c) für maximal 100 Minuten durchgeführt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Kondensationsreaktion im Schritt c) an Luft durchgeführt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Wärmebehandlung im Temperaturbereich von 50 °C bis 130 °C, insbesondere 80 °C bis 110 °C, durchgeführt wird.



15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Wärmebehandlung für maximal 40 Minuten durchgeführt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Schicht mit einer Dicke
5 von 100 bis 700 μm , vorzugsweise 200 bis 500 μm , erstellt wird.
17. Schicht, erhältlich nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16.
18. Substrat, insbesondere Leiterplatte, mit einer Schicht nach Anspruch 17.

000700

1/6

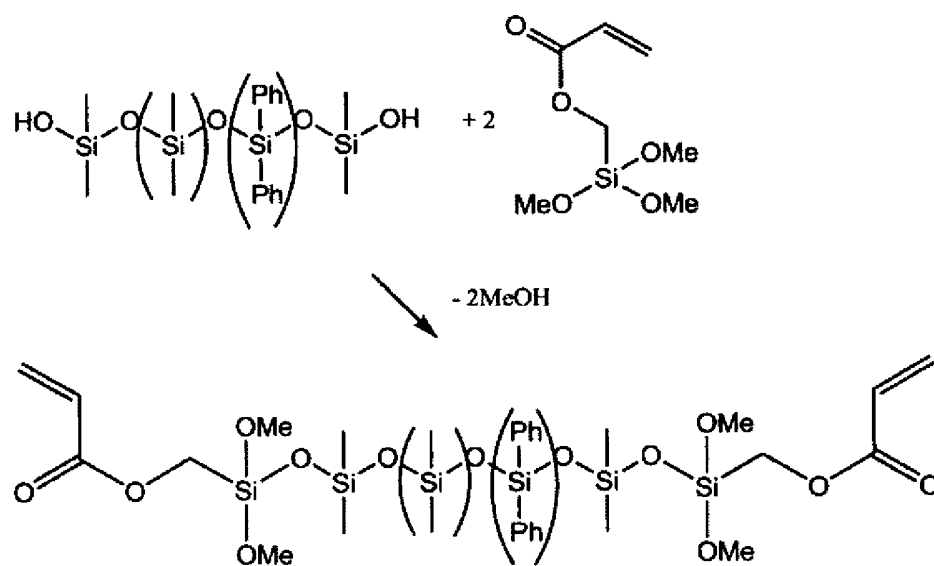


Fig. 1a

000700

2/6

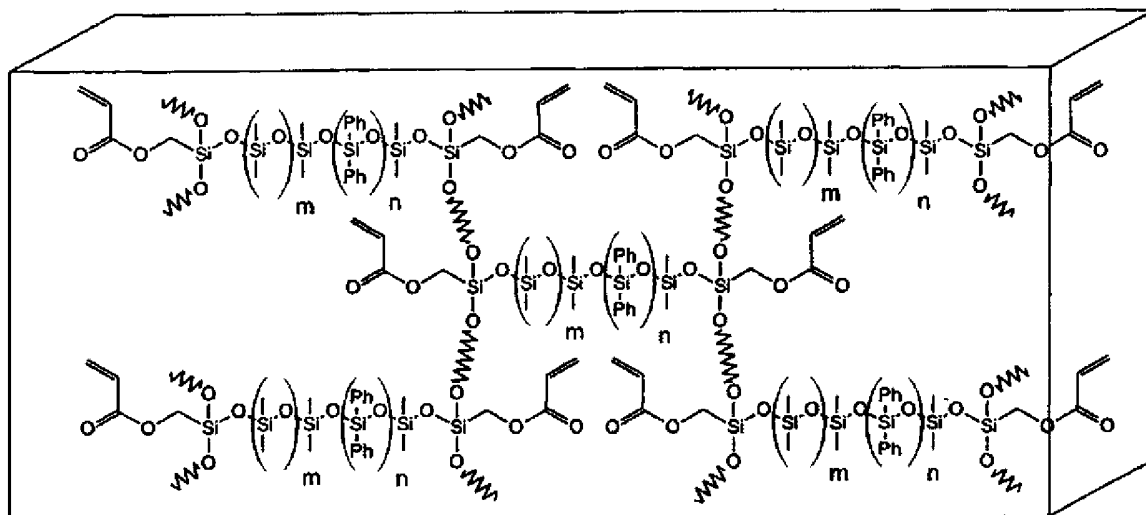


Fig. 1b

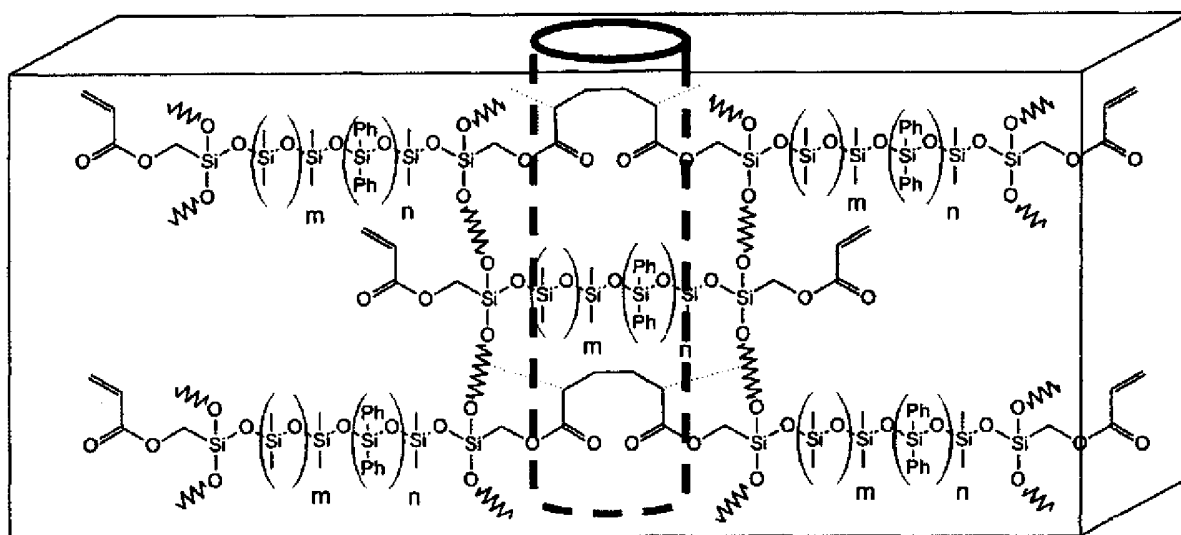


Fig. 1c

000700

3/6

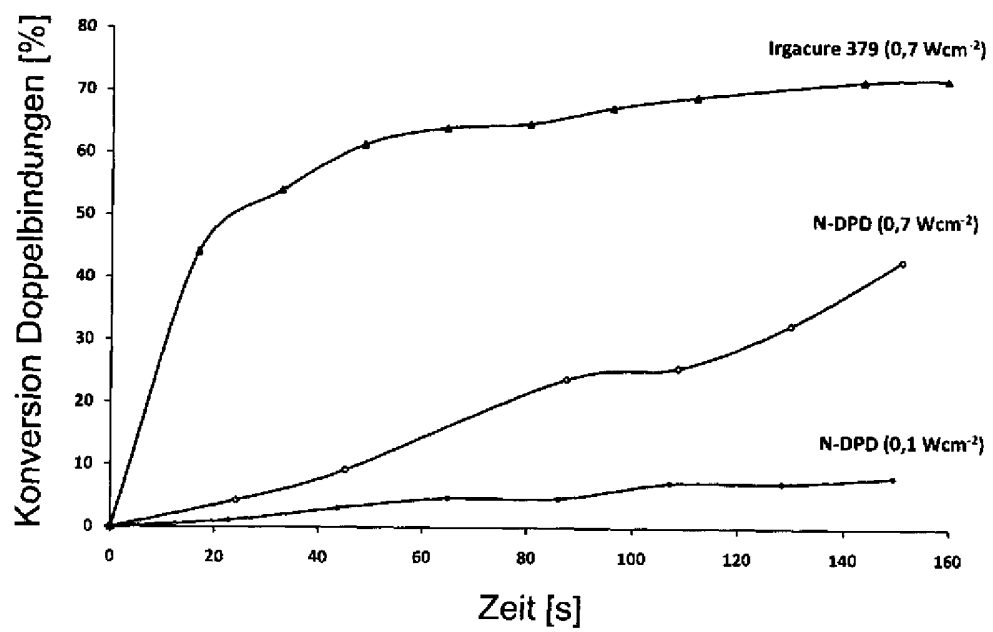


Fig. 2

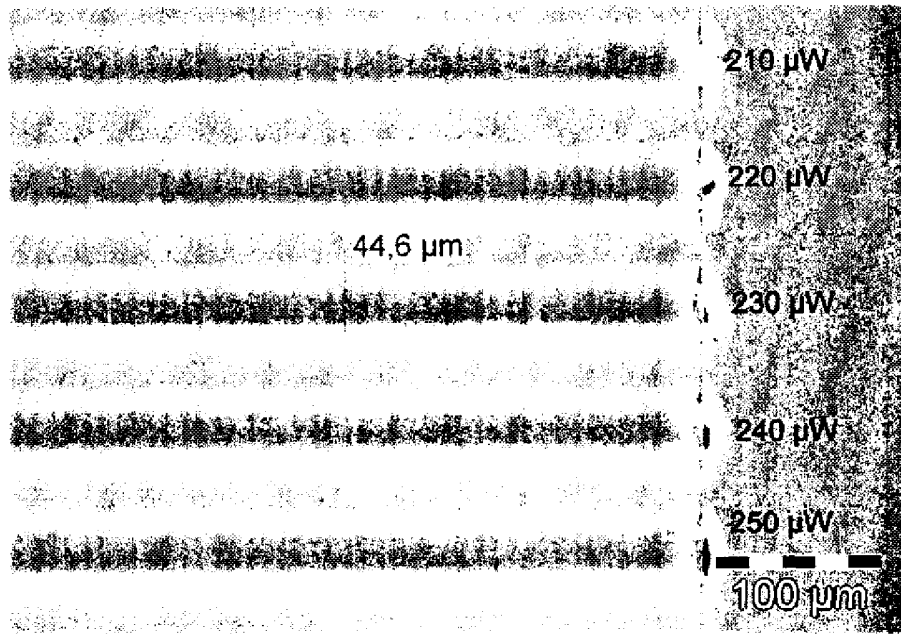


Fig. 3

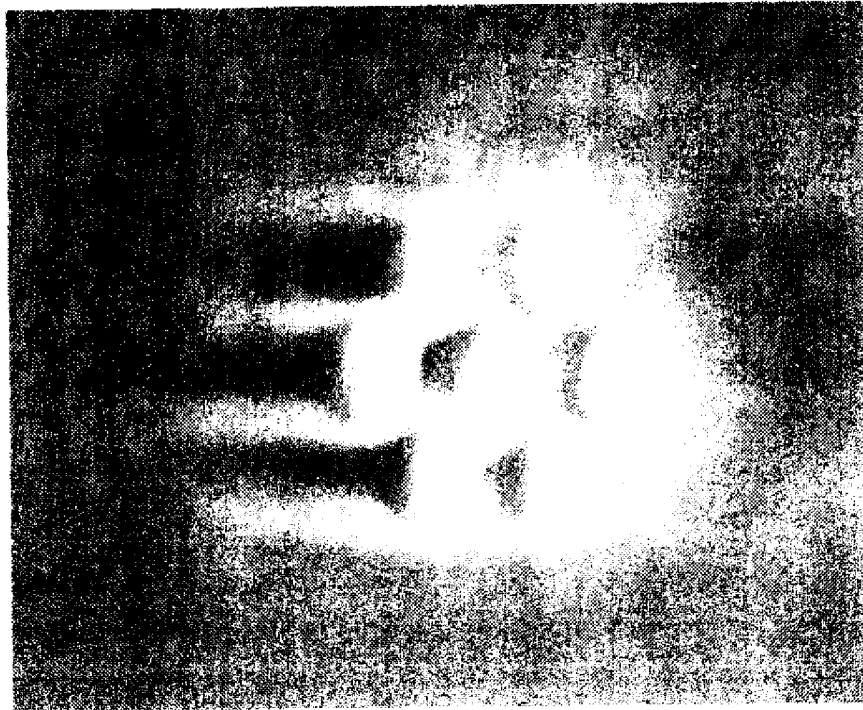


Fig. 4



Fig. 5

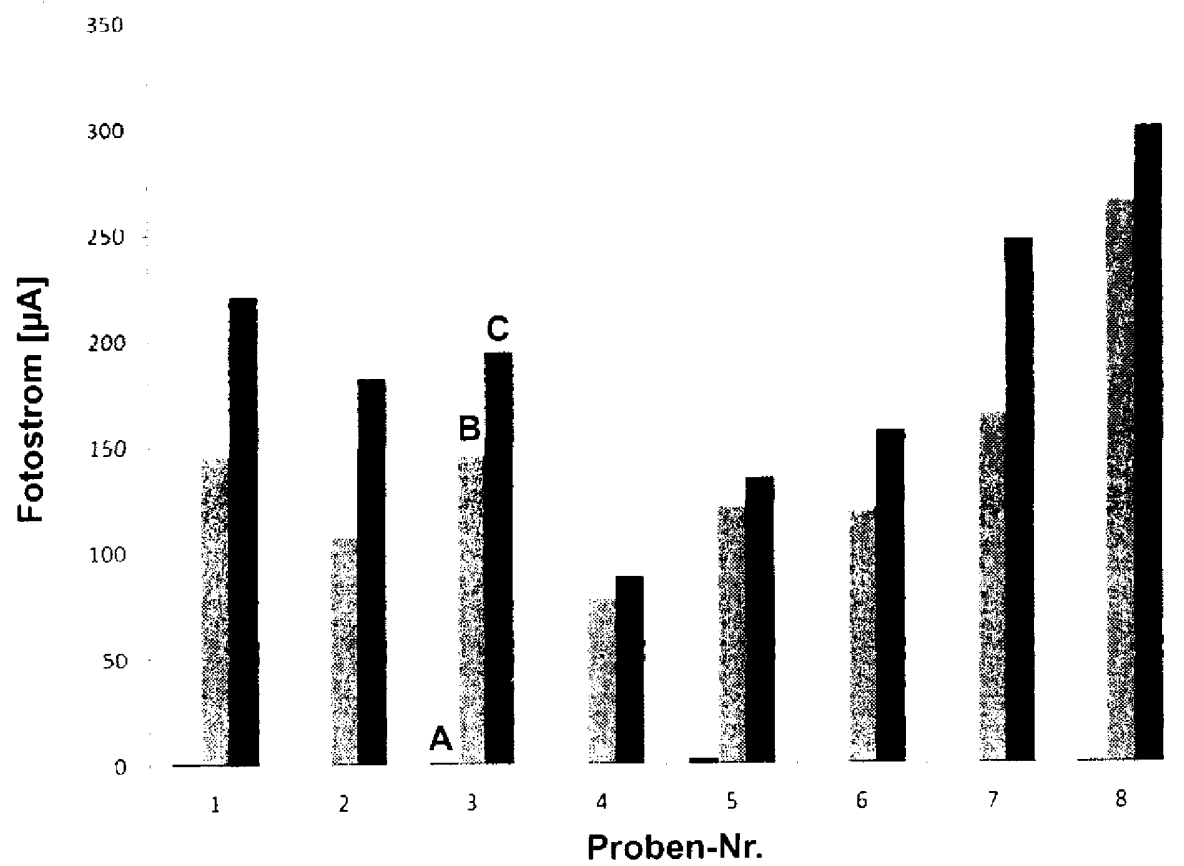
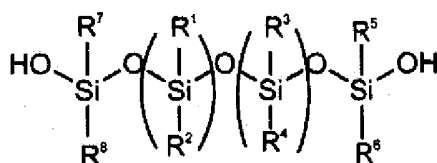


Fig. 6

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer optional freistehenden Schicht, die mindestens einen Lichtwellenleiter aufweist, umfassend folgende Schritte:
 - 5 a) Mischen zumindest eines endständige Hydroxylgruppen aufweisenden Organopolysiloxans mit zumindest einem Alkoxysilan, das eine kovalent gebundene funktionelle Gruppe aufweist, die nicht mit den Hydroxylgruppen reagiert und durch Bestrahlen mit einer identen Gruppe eine Polymerisationsreaktion eingeht, sowie optional eines Fotoinitiators und gegebenenfalls eines Katalysators, um eine flüssige Mischung zu
 - 10 erstellen;
 - b) Behandeln der so erstellten Mischung zur Kondensation des Organopolysiloxans mit dem Alkoxysilan;
 - c) Aufbringen der Mischung auf ein Substrat zur Bildung der Schicht;
 - d) optional Wärmebehandeln der Schicht;
 - 15 e) Bestrahlen der Schicht, um den zumindest einen Lichtwellenleiter auszubilden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Organopolysiloxan ein Molekulargewicht von 200 bis 20000 g mol^{-1} , vorzugsweise 500 bis 2000 g mol^{-1} , insbesondere 800 bis 1200 g mol^{-1} , aufweist.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Organopolysiloxan ein Siloxan der Formel I



(I)

25

ist,

wobei die Reste R^1 , R^2 , R^3 , R^4 jeweils einen gegebenenfalls substituierten Alkyl-, Cycloalkyl-, Aryl- oder Aralkylrest darstellen, gegebenenfalls halogeniert, und die Reste R^5 , R^6 , R^7 , R^8 ein C_1 - bis C_5 -Alkyl sind.

5 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Reste R^1 und R^2 einerseits und R^3 und R^4 andererseits ident sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Trialkoxysilan eingesetzt wird.

10

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Trialkoxysilan ein Trimethoxysilan ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Alkoxysilan als funktionelle Gruppe eine Vinyl-, Allyl-, Acrylat- oder Methacrylat-Gruppe aufweist.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Mischung mit zumindest 65 Gew.-%, vorzugsweise zumindest 75 Gew.-%, des Organopolysiloxans erstellt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Mischung mit 5 bis 25 Gew.-% Alkoxysilan erstellt wird.

20

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Kondensationsreaktion im Schritt c) bei Raumtemperatur durchgeführt wird.

25 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Kondensationsreaktion im Schritt c) für maximal 100 Minuten durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Kondensationsreaktion im Schritt c) an Luft durchgeführt wird.

30

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Wärmebehandlung im Temperaturbereich von 50 °C bis 130 °C, insbesondere 80 °C bis 110 °C, durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Wärmebehandlung für maximal 40 Minuten durchgeführt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Schicht mit einer Dicke
5 von 100 bis 700 μm , vorzugsweise 200 bis 500 μm , erstellt wird.
16. Schicht, erhältlich nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15.
17. Substrat, insbesondere Leiterplatte, mit einer Schicht nach Anspruch 16.



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
C08G77/20 (2006.01); **C08G77/18** (2006.01); **C08G77/16** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:
C08G77/20, C08G77/18, C08G77/16

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
C08G

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, EPODOC, Depatisnet.

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **23. September 2011** eingereichten Ansprüchen **1, 2, 9-13, 16-18** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 202006018400 A1 (WACKER CHEMIE AG) 25. Oktober 2007 (25.10.2007)	1, 2, 9, 10, 12, 13, 17
Y	Beispiele 4, 5, 6; Patentansprüche 1, 3, 7, 8, 9. - - - " - - -	1, 11, 16 - 18
Y	AT 505533 A1 (AT & S AUSTRIA TECHNOLOGIE & SYSTEMTECHNIK AKTIENGESELLSCHAFT et al.) 15. Februar 2009 (15.02.2009) Patentansprüche 1, 6, 7, 13 -20.	1, 11, 16 - 19
Y	DE 3887442 T2 (DOW CORNING S.A., SENEFFE) 26. Mai 1994 (26.05.1994) Gesamtes Dokument.	1, 2,
Y	DE2335118A1 (STAUFFER CHEMICAL Co.) 24. Jänner 1974 (24.01.1974) Beispiele, Patentansprüche.	1, 2

Datum der Beendigung der Recherche:
29. August 2012

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
BAUMSCHABL F.

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.