



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 293 662 A5

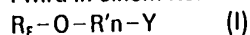
5(51) G 03 C 1/725
G 03 F 7/26
H 01 L 21/312

DEUTSCHES PATENTAMT

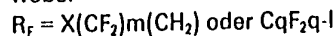
In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD G 03 C / 339 655 7	(22)	11.04.90	(44)	05.09.91
(71)	VEB Fotochemische Werke Berlin, Betrieb im VEB Fotochemisches Kombinat, Friedrichshagener Straße 9, O - 1170 Berlin, DE				
(72)	Engelbrecht, Lothar, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Seibt, Horst, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Barnikow, Joachim, Dipl.-Chem.; Baumbach, Wolfgang, Dipl.-Chem.; Hähnel, Elfriede; Lehmann, Lukas, Dipl.-Chem.; Prescher, Dietrich, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Lehms, Ingeburg, Dipl.-Chem., DE				
(73)	VEB Fotochemische Werke Berlin, Betrieb im VEB FCK, O - 1170 Berlin; Akademie der Wissenschaften, Zentralinstitut für organische Chemie, O - 1199 Berlin; Chemiewerk Nünchritz, O - 8403 Nünchritz, DE				
(54)	Positivfotokopierlack mit verbesserten Anwendungseigenschaften				

(57) Die Erfindung betrifft einen Fotokopierlack, dessen Schichtbildungseigenschaften durch Hinzufügen einer organischen Verbindung der allgemeinen Formel I, die einen fluorierten Alkylrest bzw. Alkenylrest und einen Siloxanylrest über eine Etherbindung enthält, verbessert werden. Die organische Verbindung der allgemeinen Formel I wird in einem Konzentrationsbereich von 0,001 bis 1,0 Gew.-% den Fotokopierlacklösungen zugesetzt.



wobei



in dem

X = F, H

m = 1 bis 10,

p = 1 oder 2 und

q = 6 bis 14 sein können,

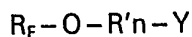
R' = eine Alkylengruppe mit 3 C-Atomen oder eine Alkylidengruppe mit 3 bis 4 C-Atomen,

n = 0 oder 1 sowie

Y = ein geradkettiger, verzweigt-kettiger und/oder cyclischer Methylsiloxanylrest mit 1 bis 20 Si-Atomen oder ein geradkettiger und/oder verzweigt-kettiger Methylpolysiloxanylrest mit 20 bis 700 Si-Atomen sind.

Patentansprüche:

1. Fotokopierlack mit verbesserten Anwendungseigenschaften, **dadurch gekennzeichnet**, daß einer Fotokopierlacklösung eine organische Verbindung, die einen fluorierten Alkylrest und einen Siloxanylrest enthält, der allgemeinen Formel I



wobei

$R_F = X(CF_2)_m(CH_2)_p$ oder CqF_2q-l ,

in dem

$X = F, H$

$m = 1$ bis 10

$p = 1$ oder 2 und

$q = 6$ bis 14 sein können,

$R' =$ eine Alkylengruppe mit 3 C Atomen oder eine Alkylidengruppe mit 3 bis 4 C-Atomen,

$n = 0$ oder 1 sowie

$Y =$ ein geradkettiger, verzweigt-kettiger und/oder cyclischer Methylsiloxanylrest mit 1 bis 20 Si-Atomen oder ein geradkettiger und/oder verzweigt-kettiger Methylpolysiloxanylrest mit 20 bis 700 Si-Atomen ist,

in einer Konzentration von 0,001 bis 1,0 Gew.-% zugesetzt wird.

2. Fotokopierlack nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß Y in der allgemeinen Formel I vorzugsweise ein geradkettiger Methylsiloxanylrest mit 5 bis 10 Si-Atomen ist.
3. Fotokopierlack nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß vorzugsweise eine Konzentration von 0,005 bis 0,4 Gew.-% von der erfindungsgemäßen Verbindung der allgemeinen Formel I der Fotokopierlacklösung zugegeben wird.

Anwendung der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Positivfotokopierlack mit verbesserten Anwendungseigenschaften, der sich besonders gut für die Anwendung bei der Herstellung von Strukturen für mikroelektronische Bauelemente eignet.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, daß lichtempfindliche Kopiermaterialien der verschiedensten Arten durch möglichst gleichmäßiges Beschichten von Schichtträgern aus Metallen, Halbleitern, Kunststoffolien, Papier, Geweben u. ä. hergestellt werden. Die Schichtbestandteile sind in der Regel lichtempfindliche bzw. photoleitfähige Verbindungen oder deren Kombinationen mit Bindemitteln, Farbstoffen, Weichmachern, polymerisierbaren Verbindungen, Stabilisatoren u. a. m. Diese Kombinationen werden in organischen Lösungsmitteln, seltener in Wasser oder Gemischen aus Wasser und organischen Lösungsmitteln gelöst.

Bei der Beschichtung im technischen Maßstab und bei kontinuierlicher Arbeitsweise verwendet man meistens Gemische von mehreren Lösungsmitteln mit unterschiedlichen Verdunstungszahlen, um einen möglichst kontinuierlichen Übergang von der flüssigen Filmphase zur trockenen Schicht zu erreichen. Um eine Entmischung beim Trocknen zu verhindern, wird mit einer Kombination von guten Lösern mit Nichtlösern gearbeitet. Die Dampfdrücke und Verdunstungszahlen der Bestandteile werden so gewählt, daß die Nichtlöser beim Trocknungsprozeß bevorzugt verdunsten. Nach dieser Verfahrensweise erhält man eine „ausreichende Beschichtungsqualität“. Es treten jedoch bei jedem Beschichtungsverfahren gewisse Ungleichmäßigkeiten der Schichtdicke auf, die als Beschichtungsinhomogenität (in Bereichen mit Durchmessern von 1 bis 10 mm) oder Radialstreifigkeit bzw. Mikrorauhigkeit (in Bereichen bis zu einigen Hundert µm) bezeichnet werden. Die auftretenden Nachteile bei der Herstellung sowie die mangelhaften Schichtbildungseigenschaften wurden durch Zusätze von Tensiden und anderen Additiven teilweise oder zufriedenstellend beseitigt.

In Research Disclosure (1976) 145, S. 15, Nr. 14.522 wird berichtet, daß zur Verbesserung der Vergießbarkeit der Beschichtungslösung bei guter Farbannahme eine Kombination aus einem nichtionischen Tensid, dem Isononylphenoxydecaglycid, und einem anionischen Tensid, dem Ammoniumsalz des α -Nonylphenyl- ω -sulfatopolyoxyethylens, eingesetzt wird. Als weniger wirksame Tensidkombination wird das Monoethanolaminsalz einer Alkylarylpolyglykolethercarbonsäure mit dem Polyoxyethylen-polymethylsiloxan angegeben.

In der DE-OS 29.14.558 wird die Gleichmäßigkeit der lichtempfindlichen Schicht dadurch verbessert, daß man der Beschichtungslösung ein Polymeres zusetzt, das ein Molekulargewicht von mindestens 10000 besitzt und mindestens eine Fluoralkylgruppe enthält. Durch Zusatz dieser polymeren Verbindung wird, wie in der Beschreibung angegeben, eine gleichmäßige Schichtdicke erreicht. Dabei muß darauf geachtet werden, daß ausschließlich Gemische von Lösungsmitteln mit einem jeweils niedrigen Siedepunkt und einem hohen Siedepunkt eingesetzt werden. Diese hochmolekularen Verbindungen mit fluorierter Seitenkette haben den Nachteil, daß sie nicht mehr in allen gebräuchlichen Lösungsmitteln löslich sind.

In der US-PS 3.799.774 werden bestimmte Polysiloxane, die Alkylenoxygruppen und bevorzugt Hydroxy- und Aminogruppen enthalten, zu den Beschichtungslösungen für lichtempfindliche Schichten von Vesikularfilmen zugesetzt, um die Auflösung und Empfindlichkeit zu erhöhen. Der Einfluß der Zusätze auf die Beschichtungsqualität ist nicht beschrieben.

In der DD-PS A-1 225.801 werden den Beschichtungslösungen Polysiloxan-Polyether Copolymerverbindungen in Konzentrationen von 0,0001 bis 1,0% zugesetzt, um die Schichtbildungseigenschaften zu verbessern.

Lichtempfindliches Kopiermaterial kann auch in der Qualität verbessert werden, wenn man der Beschichtungslösung eine fluoriierte organische Verbindung in einer Konzentration von 0,01 bis 10 Gew.-% zusetzt, die einen nichtionogenen Ester einer Perfluoralkansäure mit einem Polyalkylenglykol oder einen Ether eines hoch- oder perfluorierten Alkanols mit einem Polyalkylenglykol darstellt (DE-OS 30.22.362). Nachteil hierbei ist es wiederum, daß diese fluoriierten organischen Verbindungen nur in bestimmten Lösungsmitteln löslich sind.

In den DD-PS A-1 247.298; 247.299; 247.300 und 247.301 werden fluoriierte Alkyl-polyoxyethylene bzw. -ether, fluoriierte ungesättigte Alkylarylether, bzw. -alkylether, fluoriierte aliphatische Alkyl-arylverbindungen oder fluoriierte Aryl-mono-, -di- und -tri-fluoralkylether zugesetzt, wodurch eine verbesserte Haftung neben einer Verringerung der Oberflächenrauigkeit erzielt wird, wenn die Schichtdicke nicht sehr hoch ist. Neben der Abhängigkeit von der Schichtdicke tritt bei o. g. Verbindungen, wie es auch bei den übrigen bekannten technischen Lösungen der Fall ist, ebenfalls eine Abhängigkeit vom Lösungsmittelsystem auf. Nachteilig beim Einsatz dieser Verbindungen sind auch hohe Abträge und eine ungünstige Veränderung der Entwicklungsgeschwindigkeiten, insbesondere des Verhältnisses dieser Geschwindigkeiten im belichteten und unbelichteten Gebiet zueinander.

In der DE-OS 32.15.112 wird der lichtempfindlichen Beschichtungslösung ein fluoriiertes oberflächenaktives Mittel zugefügt, das einen teilweise oder vollständig fluoriierten hydrophoben Alkylrest und einen zweiwertigen verbindenden Rest sowie einen hydrophilen Rest besitzt. Die eingesetzte Konzentration dieser Verbindung beträgt zwischen 0,005 bis 0,05 Gew.-%, bezogen auf die Zusammensetzung der Beschichtungslösung. Das eingesetzte Lösungsmittel muß einen Löslichkeitsparameter von nicht weniger als $8 \text{ (cal/cm}^3)^{1/2}$ und einen Siedepunkt innerhalb des Bereiches von 100 bis 200°C aufweisen.

Des weiteren kann nach DE-OS 29.14.558 der lichtempfindlichen Beschichtungslösung ein Polymeres mit einem auf das Gewicht bezogenen durchschnittlichen Molekulargewicht von 10000 oder mehr und mit einer Fluoralkylgruppe in der Seiten- oder Hauptkette zugesetzt werden, um die Eigenschaften von lichtempfindlichen lithographischen Druckplatten zu verbessern. Als fluoriierte Polymere können Fluoralkylacrylatpolymere, Fluoralkylmethacrylatpolymere, Copolymere hiervon mit polymerisierbaren Verbindungen, wie Styren, Ethylenfluorid/Methylmethacrylat-Copolymere verwendet werden. Hierbei treten ebenfalls Probleme bei der Einarbeitbarkeit in die Beschichtungslösungen sowie bei der Wahl der Lösungsmittel auf.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, einen Fotokopierlack mit verbesserten Schichtbildungseigenschaften, der sich besonders gut für die Anwendung bei der Herstellung von Strukturen für mikroelektronische Bauelemente eignet, zu entwickeln.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Fotokopierlack mit verbesserten Schichtbildungseigenschaften zu schaffen, der als Beschichtungslösung zur Herstellung von mikroelektronischen Bauelementen eingesetzt wird. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß einer fotografisch empfindlichen Beschichtungslösung eine organische Verbindung, die einen fluoriierten Alkylrest bzw. Alkenylrest und einen Siloxanylrest enthält, der allgemeinen Formel I



wobei

$R_F = X(CF_2)_m(CH_2)_p$ oder CqF_2q-l ,

in dem

$X = F, H$

$m = 1$ bis 10

$p = 1$ oder 2 und

$q = 6$ bis 14 sein können;

$R' =$ eine Alkylengruppe mit 3 C-Atomen oder eine Alkylidengruppe mit 3 bis 4 C-Atomen;

$n = 0$ oder 1 sowie

$Y =$ ein geradkettiger, verzweigt-kettiger und/oder cyclischer Methylsiloxanylrest mit 2 bis 20 Si-Atomen oder ein geradkettiger und/oder verzweigt-kettiger Methylpolysiloxanylrest mit 20 bis 100 Si-Atomen

in einer Konzentration von 0,001 bis 1,0 Gew.-% zugesetzt wird.

Durch den Einsatz der organischen Verbindung der allgemeinen Formel I im Konzentrationsbereich von 0,001 bis 1,0 Gew.-% in einem handelsüblichen Fotokopierlack wird bei der Beschichtung im technischen Maßstab und bei kontinuierlicher Arbeitsweise sowie beim anschließenden Trocknungsprozeß eine gute Oberflächenglättung erreicht, d. h. die Schichtbildungseigenschaften werden durch Zusatz der Verbindungen der allgemeinen Formel I verbessert. Außerdem lassen sich die organischen Verbindungen der allgemeinen Formel I sehr gut in den Fotokopierlack einarbeiten. Obwohl die organischen Verbindungen der allgemeinen Formel I keine grenzflächenaktiven Verbindungen darstellen und nur in wenigen Ausnahmen als Polymere zu betrachten sind, bringen sie überraschenderweise eine positive Wirkung bei der Beschichtung im technischen Maßstab. Die Verbindungen der allgemeinen Formel I können für $n = 1$ durch Hydrosilylierung der entsprechenden fluoriierten Alkylallyl-ether bzw. Alkyl-propargyl- oder - α -Monoalkyl- ω -hydroxybutinether in Anwesenheit bzw. Abwesenheit eines organischen Lösungsmittels und in Gegenwart einer Übergangsmetallverbindung als Katalysator, beispielsweise der Hexachloroplatinsäure,

mit den korrespondierenden H-Siloxanen hergestellt werden. Die Verbindungen der allgemeinen Formel I bei $n = 0$ werden über eine Dehydrokondensation der entsprechenden fluorierten Alkohole mit den korrespondierenden H-Siloxanen in Gegenwart von Kaliumhydrogenfluorid (KHF₂) synthetisiert. Vorteile bei Einsatz dieser Verbindungen sind:

- Die Verbindungen der allgemeinen Formel I lassen sich gut in handelsübliche Fotokopierlacke einarbeiten.
- Bei Einarbeitung dieser Verbindungen wird eine gute Haftung der Schicht auf der Unterlage erzeugt.
- Sie beeinflussen beim Beschichtungs- und Trocknungsprozeß die Oberfläche positiv.
- Sie wirken gegenüber technisch eingesetzten Verbindungen auch bei hohen Schichtdicken.
- Sie sind auch bei wechselnden Lösungsmittelzusammensetzungen schwer zu glättender Lacksysteme wirksam und reagieren nicht so empfindlich bei einer technologisch oder technisch bedingten Variabilität des Systems.
- Sie bringen bei der Weiterverarbeitung der Materialien keine negative Beeinflussung des Produktionsprozesses, wie beispielsweise eine Schaumbildung, wenn zur Glättung Tenside eingesetzt werden und die Weiterverarbeitung im wäßrigen Milieu vollzogen wird.
- Weder bei der Entwicklung noch bei der Ätzung ist ein Unterschied zwischen der jeweiligen Vergleichsprobe und den Proben bezüglich Haftung und Ätzresistenz erkennbar; die Oberflächenglätte wird also ohne Nachteile erzielt.
- Eine einjährige Lagerung des mit den oberflächenglättenden erfindungsgemäßen Verbindungen versehenen Fotokopierlackes ergab, daß bei gleicher Verarbeitung keine Änderung der günstigen Eigenschaften eingetreten war.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

Ein planarer Si-Wafer von 2 Zoll (50,8 mm) Durchmesser mit einer 0,8 µm starken SiO₂-Schicht, ohne topologische Vorstrukturierungen, wurde mit Hexamethyldisilazan in der Gasphase behandelt und anschließend bei 4000 Umdrehungen/Minute mit Positivkopierlack FK 2001 (Handelsprodukt des VEB Fotochemische Werke Berlin) ohne Zusatz einer der erfindungsgemäßen organischen Verbindungen der allgemeinen Formel I beschichtet.

Die Schichtdicke betrug 1,50 µm, die Oberflächenrauigkeit 35 nm.

(Die Schichtdicke wurde auf üblichem Weg mit einem Interferenz-Auflichtmikroskop nach Erzeugung einer Kante und Bedampfung mit Al gemessen, die Oberflächenrauigkeit mittels eines Tastschnittmeßgerätes „Talystep“).

Zur Überprüfung der fotolithographischen Eigenschaften wurden die Proben 10 min bei 90°C getrocknet, danach mit dem Wellenlängenbereich 350–450 nm der Gesamtstrahlung einer HBO 200 (VEB Optische Werke Rathenow) bildmäßig mit 60 mJ/cm² bestrahlt, danach wäßrig-alkalisch mit dem zugehörigen Entwickler entwickelt:

- Vergleichsproben 1 wurden mit Entwickler E 270 (Handelsprodukt des VEB Fotochemische Werke Berlin), mit deionisiertem Wasser in Vol.-Teil-Verhältnis 2 zu 1 verdünnt, behandelt.

Die Entwicklungszeit betrug 60 Sekunden, danach wurde mit deionisiertem Wasser gespült. Die Proben des Beispiels 1 wurden bei 110°C für 20 Minuten gehärtet. Nachfolgend wurden die reliefreien Stellen einer Ätzung unterzogen.

Die SiO₂-Schicht der Proben wurde mit 10%iger wäßriger NH₄HF₂ durchgeätzt (nach DD-PS 104.566, Beispiel 1).

Beispiel 2

Ein planarer Si-Wafer von 2 Zoll (50,8 mm) Durchmesser ohne topologische Vorstrukturierungen mit einer Oberflächenschicht von 0,5 µm SiO₂ und darüber einer Al-Aufdampfschicht von 1 µm wird mit Positivkopierlack AZ 1350 (Handelsprodukt der Fa. Kalle, Niederlassung Hoechst AG, Wiesbaden) bei 4000 Umdrehungen/Minute ohne Zusatz einer der erfindungsgemäßen organischen Verbindungen der allgemeinen Formel I beschichtet. Die Schichtdicke betrug 1,51 µm, die Oberflächenrauigkeit 40 nm. Die weitere Verarbeitung erfolgt wie in Beispiel 1 beschrieben.

Als Entwickler wurde anstelle der E 270 der Entwickler AZ 351 (Handelsprodukt der Fa. Kalle, Wiesbaden) mit deionisiertem Wasser im Vol.-Teil-Verhältnis 1 zu 3,5 verdünnt eingesetzt.

Beispiel 3

Eine beidseitig Cu-kaschierte Folie mit 1 µm Cu-Schicht wurde mit einer Lösung 1:1 Volumenanteile FK 2001 und Ethylglykolacetat durch Tauchbeschichtung beschichtet. Die Schichtdicke betrug 1,2 µm, die Oberflächenrauigkeit 25 nm.

Zur Überprüfung der fotolithographischen Eigenschaften wurden die Proben 10 min bei 90°C getrocknet, danach mit dem Wellenlängenbereich 350–450 nm der Gesamtstrahlung einer HBO 200 (VEB Optische Werke Rathenow) bildmäßig mit einer Leistung von 60 mJ/cm² belichtet, danach wäßrig-alkalisch mit dem zugehörigen Entwickler entwickelt:

- Einmal wurden die Proben mit dem Entwickler E 270 (Handelsprodukt des VEB Fotochemische Werke Berlin), mit deionisiertem Wasser im Vol.-Teil-Verhältnis 2 zu 1 verdünnt, behandelt.
- Zum anderen wurden solche erhaltenen Proben des Beispiels 3 mit Entwickler AZ 351 (Handelsprodukt der Fa. Kalle), mit deionisiertem Wasser in Vol.-Teil-Verhältnis 1 zu 3,5 verdünnt, entwickelt.

Die Entwicklungszeit betrug 60 Sekunden, danach wurde mit deionisiertem Wasser gespült. Die entwickelte Probe des Beispiels 3 wurde bei 90°C 10 Minuten gehärtet.

Nachfolgend wurden die reliefreien Stellen der Cu-Schicht mittels 50%iger FeCl₃-Lösung einer Ätzung unterzogen.

Beispiele 4 bis 8

Zu 100 g FK 2001 wurden 0,005 bis 0,5 g der in Tabelle 1 dargestellten erfindungsgemäßen organischen Verbindungen der allgemeinen Formel I unter Rühren zugegeben. Danach wurde der Beschichtungsvorgang wie in Beispiel 1 beschrieben durchgeführt und die Weiterverarbeitung ebenfalls wie in Beispiel 1 vorgenommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

Einsatz von erfindungsgemäßen organischen Verbindungen in FK 2001 bei 1,5 µm Schichtdicke der erhaltenen Proben

Verbindung Nr. R _F	R'	n	Konz. Gew.-%	Oberflächenrauigkeit nm
4 H(CF ₂) ₄ CH ₂	—	0	0,005	< 10
5 H(CF ₂) ₆ CH ₂	—	0	0,04	< 10
6 H(CF ₂) ₄ CH ₂	3 C	1	0,5	< 10
7 H(CF ₂) ₄ CH ₂	—	0	0,01	< 10
8 H(CF ₂) ₂ CH ₂	3 C	1	0,01	< 10

Nr.	Si-Atome	davon R _F -subst. Si-Atome
4	7,7	1,4
5	7,7	1,4
6	6,8	3,0
7	7,7	1,4
8	53,5	51,5

Beispiele 9 bis 12

Zu 100 g AZ 1350 H wurden 0,005 bis 0,5 g der erfindungsgemäßen organischen Verbindungen der allgemeinen Formel I unter Rühren zugegeben; danach der Beschichtungsvorgang wie in Beispiel 2 beschrieben vorgenommen und die erhaltenen Proben entsprechend weiterverarbeitet. Die eingesetzten Verbindungen und die erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2

Einsatz von erfindungsgemäßen organischen Verbindungen in AZ 1350 H bei 1,5 µm Schichtdicke der erhaltenen Proben

Verbindung Nr. R _F	R'	n	Konz. Gew.-%	Oberflächenrauigkeit nm
9 H(CF ₂) ₄ CH ₂	—	0	0,05	< 10
10 H(CF ₂) ₆ CH ₂	3 C	1	0,5	< 10
11 H(CF ₂) ₄ CH ₂	3 C	1	0,005	< 10
12 H(CF ₂) ₄ CH ₂	4 C	1	0,04	< 10

Nr.	Si-Atome	davon R _F -subst. Si-Atome
9	7,7	1,4
10	6,8	3,0
11	6,8	3,0
12	7,7	1,4

Beispiele 13 und 14

100 g FK 2001 wurden mit 100 g Ethylglykolacetat verdünnt und 0,05 g der erfindungsgemäßen organischen Verbindung der allgemeinen Formel I zugegeben. Die Beschichtung sowie die entsprechende Weiterverarbeitung erfolgte wie in Beispiel 3. Die eingesetzten Verbindungen sowie die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3

Einsatz von erfindungsgemäßen organischen Verbindungen in FK 2001 bei einer Schichtdicke von 1,2 µm der erhaltenen Proben

Verbindung Nr. R _F	R'	n	Konz. Gew.-%	Oberflächenrauigkeit nm
13 H(CF ₂) ₄ CH ₂	—	0	0,005	< 10
14 H(CF ₂) ₆ CH ₂	—	0	0,05	< 10

Nr.	Si-Atome	davon R _F -subst. Si-Atome
13	7,7	1,4
14	6,8	3,0