



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 273 527 A1

4(51) H 01 L 21/56

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP H 01 L / 317 171 8	(22)	27.06.88	(44)	15.11.89
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	Technische Hochschule „Carl Schorlemmer“ Leuna – Merseburg, Otto-Nuschke-Straße, Merseburg, 4200, DD
------	--

(72)	Hoffmann, Werner, Dr. rer. nat.; Müller, Helmut, Prof. Dr. sc. nat.; Hüller, Jürgen, Dr. rer. nat.; Dumschat, Christa, Dipl.-Chem.; Pham Minh, Tan, Dr. sc. nat.; Strehmel, Bernd, Dr. rer. nat.; Timpe, Hans J., Prof. Dr. sc. nat.; Rautschek, Holger, Dipl.-Chem., DD
------	--

(54)	Verfahren zur Verkapselung von Halbleitersensoren
------	---

(55) Verkapselungsverfahren, Verkapselungsmaterial, Freihalten des sensitiven Fensters, Halbleitersensoren, Mikrostrukturierung, Photopolymer, lithografischer Prozeß

(57) Die Erfindung betrifft ein Verkapselungsverfahren für Sensoren auf der Basis von elektronischen Bauelementen (Halbleitersensoren). Die Erfindung ist immer dann anwendbar, wenn eine Sensoroberfläche durch das Verkapselungsmaterial so abgedeckt werden muß, daß ein oder mehrere sensitive Fenster freigehalten werden sollen, welche im direkten Kontakt mit dem Meßmedium stehen und zur Signalerzeugung dienen (Mikrostrukturierung des Verkapselungsmaterials). Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein in einem lithografischen Prozeß erzeugtes strukturiertes chemisch beständiges Photopolymer auf der Sensoroberfläche direkt das Verkapselungsmaterial darstellt, was zu einem hochproduktiven Verkapselungsverfahren führt.

## Patentanspruch:

Verfahren zur Herstellung der Verkapselung für Sensoren, auf der Basis von elektronischen Bauelementen, bei denen ein oder mehrere sensitive Fenster selektiv vom Verkapselungsmaterial freigehalten werden müssen, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Photopolymersystem hergestellt wird, das mindestens ein ethylenisch ungesättigtes Monomer oder Oligomer mit vorzugsweise mindestens zwei radikalisch polymerisierbaren Gruppen im Molekül und/oder mindestens ein kationisch polymerisierbares Monomer oder Oligomer mit vorzugsweise mindestens zwei kationisch polymerisierbaren Gruppen im Molekül beinhaltet, und das weiterhin einen Initiator oder ein Initiatorsystem und gegebenenfalls weitere Zusätze wie polymere Bindemittel, Haftvermittler, Farbstoffe, Pigmente, Inhibitoren u. a. enthält, daß dieses Polymersystem in geeigneter Weise auf dem Sensor aufgebracht wird, gegebenenfalls mit weiteren Hilfsschichten zum Schutz gegen Luftsauerstoff oder mechanischer Beschädigung oder auch kontrastverstärkenden Schichten versehen wird, daß gegebenenfalls getempert wird, daß selektiv an den zu verkapselnden Bereichen ein gegen das durch den Sensor zu untersuchende Medium beständiges Netzwerk durch photoinitierte Polymerisation bzw. Copolymerisation der Monomere bzw. Oligomere gebildet wird, wobei die Strukturierung mittels Kontaktbelichtung unter Verwendung einer Maske, durch sequentielle Laserbelichtung, Projektionsbelichtung u. ä. erfolgen kann, daß gegebenenfalls noch eine thermische Nachbehandlung angeschlossen wird, daß dann das Photopolymer von den unbelichteten Stellen mit einem geeigneten Entwicklungsverfahren abgelöst wird, wobei die sensitiven Bereiche wieder freigelegt werden und daß diesen Prozeduren bei Bedarf eine thermische Nachhärtung zur weiteren Verbesserung der chemischen Beständigkeit nachgeordnet wird.

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verkapselung von Sensoren.

Die Erfindung ist immer dann anwendbar, wenn eine Sensoroberfläche durch das Verkapselungsmaterial so abgedeckt werden muß, daß ein oder mehrere sensitive Fenster freibleiben müssen, die im direkten Kontakt zum Meßmedium stehen und wenn dieser Prozeß in die Technologie der mikroelektronischen Industrie eingebunden werden muß.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Verkapselung ist der zur Zeit störanfälligste Schritt bei der Herstellung von langzeitstabilen Sensoren auf der Basis von elektronischen Bauelementen. (S. Borman Anal. Chem. 59 [1987] 1092A) und begrenzt im wesentlichen eine breite Anwendung dieses Sensortyps.

An das Verkapselungsmaterial werden folgende Anforderungen gestellt:

- gute Isolareigenschaften
- chemische Beständigkeit gegenüber dem umgebenden Meßmedium über einen längeren Zeitraum
- gute Haftung auf der Sensoroberfläche
- gute Haftung von organischen Membranmaterialien am Verkapselungsmaterial (nur bei CHEMFET erforderlich)
- mechanische Stabilität
- Mikrostrukturierbarkeit

Die Verkapselung soll mit einer hochproduktiven Technologie, die kompatibel mit der Fertigung mikroelektronischer Bauelemente ist, ausführbar sein.

Bekannt ist die Handverkapselung mittels Epoxidharzen (J. Janata; J. Huber: Solid State Chemical Sensors: Academic Press, Inc. 1985, p. 153/54).

Dabei wird das noch nicht vollständig ausgehärtete Epoxidharz mittels Handtechnik unter dem Mikroskop auf die Sensoroberfläche aufgebracht und dabei ein sensibles Fenster ausgespart und das Verkapselungsmaterial anschließend thermisch ausgehärtet. Die so aufgebrachte Verkapselungsschicht entspricht im allgemeinen den Anforderungen. Nachteilig ist die arbeitsintensive und damit unproduktive Technik, die nicht oder nur sehr aufwendig integrierbar in die mikroelektronische Herstellungstechnologie der Sensoren ist.

Bekannt ist weiterhin die Gußformverkapselung JP 60-20142. Dabei wird während des Verkapselungsvorganges das sensitive Fenster durch einen Stempel abgedeckt und das Verkapselungsmaterial auf die Sensoroberfläche gegossen. Bei Anwendung dieses Verfahrens ist es schwierig, mehrere sensitive Fenster durch das Verkapselungsmaterial voneinander abzugrenzen, so daß es nicht zur Produktion von Multiionensensoren eignet. Die genaue Positionierung des Stempels auf der Sensoroberfläche stellt ein Problem dar.

Weiterhin bekannt ist ein Verfahren zur Verkapselung von Sensoren (US-Patent 4502938). Dabei werden als Verkapselungsmaterialien Bis-GMA, das Produkt von Bisphenol A und Glycidylmethacrylat oder ein Bis-GMA-Urethan Addukt verwendet.

Das Freihalten des sensitiven Gebietes erfolgt durch einen Gasstrahl, der während des Aufbringens des unpolymersierten Verkapselungsmaterials und während des Aushärtens auf das sensitive Gebiet gerichtet ist. Die Polymerisation wird z. B. durch UV-Strahlung ausgelöst. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß nur relativ große Fenster geöffnet werden können, und das es somit kaum möglich ist, mehrere sensitive Fenster durch das Verkapselungsmaterial voneinander abzugrenzen.

Ein weiterer Nachteil ist, daß keine in der Mikroelektronik gängige Technologie verwendet wird. Bekannt ist auch die Trägerfilmtechnik. N. J. Ho, J. Kratochvil, G. F. Blackbrun, J. Janata: *Sensors and Actuators* 4 (1983) 413-421.

Verkapselung und Kontaktierung werden gleichzeitig durch Aufbringen eines 3-Schichten-Trägerfilms auf Chip und Substrat realisiert. Die unterste Schicht des 3-Schichten-Trägerfilms ist ein Polyimidfilm, auf dem Kupferstrukturen so angeordnet sind, daß beim Aufbringen des Trägerfilms auf das Substrat, die Bondinseln des CHEMFET-Chips kontaktiert werden. Der oberste Film, der ebenfalls aus Polyimid hergestellt wurde hat Öffnungen, die beim Aufbringen des Trägerfilms auf Chip und Substrat über dem sensitiven Gategebiet angeordnet sind. Der Trägerfilm wird unter dem Mikroskop auf Substrat und Chip so positioniert, daß die Fensteröffnungen im oberen Film über dem Gategebiet angeordnet sind und mit einem geeigneten Klebstoff aufgeklebt. Anschließend wird der Klebstoff thermisch ausgehärtet. Nachteile dieser Methode sind:

- Die Strukturierbarkeit des Verkapselungsmaterials ist gering im Vergleich mit anderen Verfahren.  
Es ist kaum möglich mehr als 2 sensitive Gebiete auf dem Gategebiet voneinander abzugrenzen. Die Möglichkeit zur Produktion von Millionensensoren ist somit stark eingeschränkt.
- Die Gerätekosten sind hoch.
- Die Positionierung des Trägerfilms unter dem Mikroskop ist ein zeitaufwendiger Prozeß.

Bekannt ist weiterhin die Epoxidharzabdrucktechnik (N. J. Ho, J. Kratochvil, G. F. Blackbrun, J. Janata: *Sensors and Actuators* 4 (1983) 431-421.

Die Verkapselung wird hierbei auf der CHEMFET-Halbleiterscheibe durchgeführt. Die Öffnung der Gatefenster erfolgt fotolithografisch. Dieses Verfahren beinhaltet folgende Verfahrensschritte:

1. Aufbringen eines 50µm dicken Trockenresistfilms auf der Halbleiterscheibe
2. Bestrahlung durch eine Maske durchlässig über den sensitiven Gebieten und Bondinseln.
3. Entwickeln/Gategebiet und Bondinseln bleiben von Fotoresist bedeckt
4. Aufschleudern oder Gießen des Verkapselungsmaterials (z. B. Epoxidharz) auf die Scheibe.
5. Aushärten des Verkapselungsmaterials
6. Läppen des Verkapselungsmaterials auf die Höhe des Trockenresists
7. Entfernen des Trockenresists mit einem geeigneten Stripper.

Bei Anwendung dieses Verfahrens ist eine Vielzahl von Arbeitsschritten notwendig. Damit ist das Verfahren unproduktiv und teuer. Es beinhaltet einen mechanischen Verarbeitungsschritt der technologisch schwierig zu realisieren ist. Weiterhin wird keine Verkapselung der Bondinseln, Bonddrähte und Chipkanten durchgeführt. Dadurch muß sich noch ein weiterer Verkapselungsschritt anschließen.

Weiterhin bekannt sind ein Verfahren und eine Anordnung zur Kapselung eines Halbleiterbauelements DE 3330975. Dabei werden die Chips in einem Gehäuse befestigt. Um die sensitiven Gebiete herum werden ringförmige Körper angebracht, die z. B. aus Kunststoff bestehen. Außerhalb dieser Ringe wird die Vergußmasse vergossen. So entstehen geometrisch genau definierte Fenster. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß es schwierig ist mehrere sensitive Fenster auf einem Chip durch das Verkapselungsmaterial voneinander abzugrenzen und somit die Möglichkeit zur Produktion von Millionensensoren stark eingeschränkt ist. Außerdem stellt die genaue Positionierung des Kunststoffringes ein Problem dar.

Weiterhin ist ein chemisch resistenter, bioverträglicher und mikrostrukturierbarer Oberflächenschutz für Sensoren bekannt. DD 208704

Dieser Oberflächenschutz wird erreicht, indem bei einem unter Freihaltung des sensitiven Gebietes aufgebracht organischen Materials (z. B. Fotoresist oder Epoxidharz) nachträglich die für den Verwendungszweck erforderliche chemische Resistenz und Bioverträglichkeit durch Strahlungsmodifizierung erzeugt wird. Diese Strahlungsmodifizierung erfolgt durch Beschuß mit Teilchen der Masse 1 (Ionen, Atome, Moleküle, deren Energie im Bereich von 1 keV bis 1 MeV liegt bei einem Teilchenfluß von  $10^{10}$  bis  $10^{16}$  Teilchen  $\cdot$  cm<sup>2</sup>). Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß der Schritt des Aufbringens und Strukturierens des Verkapselungsmaterials nicht mit einer Reaktion, die zu ausreichender chemischer Beständigkeit und Bioverträglichkeit führt verbunden ist, was zur Notwendigkeit des zusätzlichen Arbeitsschrittes der Strahlungsmodifizierung und somit zu einer Erhöhung des Arbeitsaufwandes führt.

Ein weiterer Nachteil der Strahlungsmodifizierung ist die Gefahr von Strahlenschäden und die Notwendigkeit der Abdeckung der sensitiven Gebiete um diese zu vermeiden. Bekannt ist weiterhin die Verkapselung mit Polyimid (GB 2126786). Das Polyimid wird in einem nachgeschalteten Arbeitsschritt mittels Photoresist strukturiert. Das Mehrschrittenverfahren beinhaltet die folgenden Stufen:

1. Aufbringen des Polyimids auf die gesamte Sensoroberfläche
  2. Partielles Aushärten
  3. Aufbringen eines Negativphotolacks
  4. Tempern
  5. Aufbringen einer Maske
  6. Bestrahlen
  7. Entwickeln des Photolacks
  8. Ätzen des Polyimids durch das offengelegte Fenster
  9. Thermische Aushärtung
- Das Verfahren beinhaltet eine Vielzahl von Arbeitsschritten und ist somit unproduktiv.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist, die Entwicklung eines Verkapselungsverfahrens für Sensoren, bei denen ein oder mehrere sensitive Fenster selektiv vom Verkapselungsmaterial freigehalten werden müssen, das integrierbar in den in der Mikroelektronik zur Herstellung integrierter Schaltungen üblichen Produktionszyklen ist, zu langzeitstabilen Sensoren führt und im Vergleich zu bekannten Lösungen produktiver und damit ökonomisch günstiger ist.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, daß eine rationelle Verkapselung von Sensoren auf der Basis von elektronischen Bauelementen unter Freihaltung der sensitiven Bereiche bei Gewährleistung eines guten Isolationsvermögens, einer hohen chemischen Beständigkeit und einer guten Haftung an der Sensoroberfläche gestattet. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Photopolymersystem hergestellt wird, das mindestens ein ethylenisch ungesättigtes Monomer oder Oligomer mit vorzugsweise mindestens zwei radikalisch polymerisierbaren Gruppen im Molekül und/oder mindestens ein kationisch polymerisierbares Monomer oder Oligomer mit vorzugsweise mindestens zwei kationisch polymerisierbaren Gruppen im Molekül beinhaltet, und das weiterhin einen Initiator oder ein Initiatorsystem und gegebenenfalls weitere Zusätze wie polymere Bindemittel, Haftvermittler, Farbstoffe, Pigmente, Inhibitoren u. a. enthält. Dieses Photopolymersystem wird in geeigneter Weise auf den Sensor aufgebracht und gegebenenfalls mit weiteren Hilfsschichten wie Schutzschichten gegen Luftsauerstoff, gegen mechanische Beschädigung oder auch kontrastverstärkenden Schichten versehen.

Nach dem Aufbringen der Photopolymerschicht kann dies noch getempert werden. Durch Belichtung, die als Kontaktbelichtung unter Verwendung einer Maske, durch sequentielle Laserbelichtung, Projektionsbelichtung und andere dem Fachmann bekannte Verfahren erfolgen kann, wird selektiv an den zu verkapselnden Bereichen des Sensors eine photoinitierte Polymerisation bzw. Copolymerisation der Monomere bzw. Oligomere ausgelöst und ein gegen das durch den Sensor zu untersuchende Medium beständiges gut haftendes Netzwerk aufgebaut. Anschließend kann in Abhängigkeit vom verwendeten Photopolymersystem die Polymerisation thermisch vollendet werden.

Daran schließt sich die Freilegung der sensitiven Bereiche durch ein geeignetes Entwicklungsverfahren und eine eventuelle Nachhärtung der entwickelten Schicht durch thermische Nachbehandlungen.

Als Photopolymersystem zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignen sich eine Vielzahl von Systemen bei denen ein Netzwerk aufgebaut wird und die sich zur Anwendung im für die Verkapselung interessanten Schichtdickenbereich eignen, wie sie z. B. durch H.-J. Timpe und H. Baumann: Photopolymere - Prinzipien und Anwendungen; VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1987, beschrieben werden, sofern sie die genannten Bedingungen an Beständigkeit gegenüber dem Meßmedium und Haftung an der Sensoroberfläche erfüllen. Durch Anwendung von Haftvermittlern kann die Haftung verschiedenster Photopolymersysteme auf dem Sensor verbessert werden.

Vorzugsweise werden als Photopolymersysteme lichthärtende Epoxidharzsysteme auf der Basis von Glycidethern wie Diandiglycidether, Pentaerythritpolyglycidether, Novolakpolyglycidethern und cycloaliphatische Epoxide verwendet. Bekannte Initiatorsysteme für Epoxide sind z. B. Jodonium- und Sulfoniumsalze mit oder ohne zusätzliche Sensibilisatoren, wie sie in der Literatur beschrieben sind (vgl. H. Baumann; H.-J. Timpe; H. Böttcher: Z. Chem. 23 [1983] 394). Aber auch ungesättigte Polyesterharze, Akrylharze und andere radikalisch härtbare Systeme oder auch Gemische von radikalisch und kationisch vernetzbaren Monomeren und Oligomeren sind als Photopolymere für das erfindungsgemäße Verfahren geeignet. Bekannte radikalische Photoinitiatoren sind z. B. Benzoinether, Benzilketale und andere in der Literatur beschriebene Verbindungen (vgl. H. Baumann; H.-J. Timpe; H. Böttcher: Z. Chem. 23 [1983] 197).

Durch verschiedene Zusätze wie z. B. Haftvermittler, Bindemittel, Pigmente, Farbstoffe und Inhibitoren lassen sich die Photopolymersysteme gegebenenfalls noch weiter auf den zu verkapselnden Sensor abstimmen.

Das Photopolymersystem wird als Lösung oder Dispersion aller Bestandteile in einem geeigneten Lösungsmittel durch Begießen, Rakelbeschichtung oder andere dem Fachmann bekannte Verfahren, auf den oder die Sensoren aufgetragen.

Die Belichtung und Strukturierung des Photopolymers kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mit den unterschiedlichsten Strahlungsquellen erfolgen, deren Strahlung geeignet ist für eine Polymerisation und Vernetzung des verwendeten Photopolymersystems herbeizuführen. Das sind in Abhängigkeit vom Photopolymersystem z. B. Quecksilberdampflampen, dotierte Quecksilberhochdruckstrahler, Xenonhochdruckstrahler, Kohlelichtbogen, Metallfadlampen, Gasionenlaser, Excimerlaser und Farbstofflaser.

Das Herauslösen der unnetzten Bereiche und Freilegen der sensitiven Bereiche kann naß, d. h. mit einem geeigneten Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch, oder auch trocken, z. B. durch Plasmaätzverfahren erfolgen.

Das neue Verfahren ermöglicht einen wesentlichen Rationalisierungseffekt im Vergleich zu allen anderen bisher praktizierten Verfahren. Es ist in den üblichen Produktionszyklen der Halbleiterherstellung integrierbar und gestattet die langzeitstabile Verkapselung unter Freihaltung der sensitiven Bereiche in einem Arbeitszyklus der Beschichtung, Bestrahlung und Entwicklung einschließt.

## Ausführungsbeispiele

### Beispiel 1

Eine Lösung, die aus 75,30 Ma.-% Aceton, 23,80 Ma.-% Diandiglycidether, 0,42 Ma.-% Di(p-isopropyl Phenyl)-iodoniumhexafluorophosphat, 0,24 Ma.-% 9,10-Phenanthrenchinon und 0,24 Ma.-% Glycidoxypropyltriethoxysilan bestand, wurde so auf die Sensoroberfläche eines ionensensitiven Feldeffekttransistors aufgetropft, daß nach dem Verdampfen des Lösungsmittels (2 h bei 80°C) über dem sensitiven Gebiet eine Schichtdicke von etwa 100 µm resultierte. Die so hergestellte photoempfindliche Schicht wurde in einer Justier- und Belichtungsrichtung 4 Minuten durch eine Negativvorlage, die sich in geringem Abstand ( $\approx 200 \mu\text{m}$ ) von der photoempfindlichen Schicht befand, belichtet und anschließend 30 s in Aceton entwickelt. Dabei wurde ein sensitives Gebiet von 100 µm Breite freigelegt. Der so präparierte Sensor behielt in wäßrigen Lösungen über mehrere Wochen seine Funktionsfähigkeit.

### Beispiel 2

Eine Lösung, die aus 88,60 Ma.-% Aceton, 9,33 Ma.-% Benzoinisopropylester und 11,07 Ma.-% ungesättigtem Polyesterharz AS 3334 (VEB Chemische Werke Buna) bestand, wurde so auf die Sensoroberfläche eines ionensensitiven Feldeffekttransistors aufgetropft, daß nach dem Verdampfen des Lösungsmittels über dem sensitiven Gebiet eine Schichtdicke von etwa 100 µm resultierte. Die so hergestellte Schicht wurde in einer Justier- und Belichtungseinrichtung 4 Minuten durch eine Negativvorlage, die sich in geringem Abstand ( $\approx 200 \mu\text{m}$ ) von der photoempfindlichen Schicht befand, belichtet und anschließend 30 s in Aceton entwickelt. So wurde ein sensitives Gebiet von 1 mm Breite freigelegt. Der so präparierte Sensor blieb über mehrere Wochen in wäßrigen Lösungen funktionsfähig.

### Beispiel 3

Eine Lösung, die aus 0,25 g Phenol-Novolackepoxidharz, Quatrex 24-10 (Dau-Chemical), 0,03 g Di(p-isopropylphenyl)iodoniumhexafluorophosphat, 0,0018 g 9,10-Phenanthrenchinon, 2,5 ml Methylenchlorid und 0,24 Ma.-% Glycidoxypropyltriäthoxysilan bestand wurde so auf die Sensoroberfläche eines ionensensitiven Feldeffekttransistors aufgetropft, daß nach dem Verdampfen des Lösungsmittels (2 h bei 80°C) eine Schichtdicke von etwa 100 µm resultierte. Die so hergestellte photoempfindliche Schicht wurde in einer Justier- und Belichtungseinrichtung 6 min durch eine Negativvorlage in Kontaktbelichtung belichtet und anschließend 30 s in Methylenchlorid entwickelt. Dabei wurden sensitive Gebiete von 100 µm Breite freigelegt. Der so präparierte Sensor behielt in wäßrigen Lösungen über mehrere Wochen seine Funktionsfähigkeit.

### Beispiel 4

Eine Lösung, die aus 0,192 g Epoxidharz Epilox M 546 VEB LEUNA, 0,288 g eines Copolymeren aus Methylstyren und Maleinsäureanhydrid verestert mit n-Butanol, 0,005 g 9,10-Phenanthrenchinon, 0,008 g Di(p-isopropylphenyl)iodoniumhexafluorophosphat und 0,24 Ma.-% Glycidoxypropyltriäthoxysilan bestand, wurde so auf die Sensoroberfläche eines ionensensitiven Feldeffekttransistors aufgetropft, daß nach dem Verdampfen des Lösungsmittels bei Raumtemperatur über dem sensitiven Gebiet eine Schichtdicke von etwa 100 µm resultierte. Die so hergestellte Schicht wurde in einer Justier- und Belichtungseinrichtung 6 min durch eine Negativvorlage in Kontaktbelichtung belichtet und anschließend 30 s in Aceton entwickelt. Dabei wurden sensitive Gebiete von 100 µm Breite freigelegt. Anschließend wird die Verkapselung bei 150°C 30 min thermisch nachgehärtet, wodurch eine weitere Vernetzung der restlichen Epoxidgruppen Carboxylgruppen des Bindemittels bzw. noch vorhandenen Anhydridgruppen erfolgt. Der so präparierte Sensor behielt in wäßrigen Lösungen über mehrere Wochen seine Funktionsfähigkeit.

### Beispiel 5

Eine Lösung, die aus 88 Ma.-% Aceton, 11 Ma.-% NSKL9 (Copolymer aus Cyclohexylmethacrylat CHMA und Glycidmethacrylat GMA M = 2000 GMA:CHMA = 2:1) 0,28% Antracen und 0,72 Ma.-% Di(p-isopropylphenyl)iodoniumhexafluorophosphat bestand wurde so auf die Sensoroberfläche eines ionensensitiven Feldeffekttransistors aufgebracht, daß nach dem Verdampfen des Lösungsmittels (2 h bei 80°C) eine Trockenschichtdicke von etwa 100 µm über dem sensitiven Gebiet resultiert. Die so hergestellte photoempfindliche Schicht wurde mit einer Justier- und Belichtungseinrichtung 4 min lang durch eine Negativvorlage (Kontaktbelichtung) belichtet und anschließend 14 min in Chlorbenzen entwickelt. Ein sensitives Gebiet von  $1 \times 1 \text{ mm}^2$  wurde freigelegt. Der so präparierte Sensor war über mehrere Tage funktionsfähig.

### Beispiel 6

Eine Lösung aus 75 Ma.-% Aceton, 13,75 Ma.-% eines Copolymeren aus Methylstyren und Maleinsäureanhydrid verestert mit n-Butanol, 5 Ma.-% Diandiglycidether-diacrylat, 5 Ma.-% Pentaerythritetraacrylat und 1,25% Benzoinisopropylether besteht, wurde so auf die Sensoroberfläche eines Feldeffekttransistors aufgetropft, daß nach dem Verdampfen des Lösungsmittels bei Raumtemperatur über dem sensitiven Gebiet eine Schichtdicke von 100 µm resultierte. Anschließend wird eine Polyvinylalkoholschutzschicht aufgeschleudert. Die so hergestellte Schicht wurde in einer Justier- und Belichtungseinrichtung 7 min durch eine Negativvorlage die sich in geringem Abstand von der photoempfindlichen Schicht befand belichtet. Anschließend wurde durch Tauchen in H<sub>2</sub>O die Polyvinylalkoholschicht entfernt und in Aceton entwickelt. Es wurde ein sensitives Gebiet von 0,5 mm Breite freigelegt. Der so präparierte Sensor blieb über mehrere Tage in wäßrigen Lösungen funktionsfähig.