



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 19 803 T2** 2007.09.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 425 109 B1**  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 19 803.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/28288**  
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 773 290.8**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/024620**  
(86) PCT-Anmeldetag: **05.09.2002**  
(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **27.03.2003**  
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.06.2004**  
(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **25.04.2007**  
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.09.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B05D 5/06** (2006.01)  
*B05D 1/02* (2006.01)  
*B05D 1/40* (2006.01)  
*B05D 3/02* (2006.01)  
*G02B 1/10* (2006.01)  
*G02B 1/11* (2006.01)  
*C09D 5/00* (2006.01)  
*C09D 7/12* (2006.01)  
*H01L 21/56* (2006.01)  
*H01L 23/29* (2006.01)  
*H01B 3/42* (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**952456**      **12.09.2001**      **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT, SE**

(73) Patentinhaber:  
**Harris Corp., Melbourne, Fla., US**

(72) Erfinder:  
**PIKE, Randy T., Indian Harbour Beach, FL 32937, US; ADKINS, Calvin Lee, Valkaria, FL 32950, US; BRYANT, Charles E., Fellsmere, FL 32948, US**

(74) Vertreter:  
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und  
Rechtsanwälte, 81541 München**

(54) Bezeichnung: **ELEKTROOPTISCHE KOMPONENTE MIT EINEM FLUORINIERTEN POLY(PHENYLEN-ETHER-KE-  
TON)-SCHUTZÜBERZUG UND VERWANDTE VERFAHREN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der elektrooptischen Komponenten, und insbesondere Schutzüberzüge dafür.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Die ständig zunehmende Nutzung des Internets, von Telefonkonferenzen etc. treiben die Nachfrage nach schnelleren Verfahren der Datenübermittlung voran, die eine Signalübertragung bei hoher Bandbreite bewerkstelligen können. Die optische (Nachrichten-)Übermittlung, wie durch den Einsatz der Photonik über faseroptische Netzwerke beispielsweise, ist ein Übermittlungsverfahren, welches sich als Folge davon immer mehr durchsetzt.

**[0003]** Mit der Entwicklung und Implementierung optischer Übertragungsnetzwerke kam die Nachfrage nach kleineren und zuverlässigeren optischen Komponenten. Zum Beispiel werden nunmehr elektrooptische Komponenten, wie mikrooptoelektromechanische Systeme (MOEMS), für die Schaltung und das Routing bzw. Führung photonischer Breitbanddatenströme hergestellt. Jedoch kann ein MOEMS den Einsatz von mehreren Millionen Spiegeln oder mehr in bestimmten optischen Netzwerken erfordern. Solche Komponenten müssen zuverlässig sein und in der Lage sein, unter feindlichen Umweltbedingungen zu arbeiten, welche ansonsten Spiegel, Schalter und die optische Leistungsfähigkeit, sowie die mechanische Funktionsweise von Gelenken, Addressier- und Aufsetz (landing)-Elektroden auf solchen Komponenten verschlechtern können.

**[0004]** Demzufolge ist das Verpacken ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Herstellung von MOEMS und anderen miniaturisierten elektrooptischen Komponenten. Ein solches Verpacken erfordert typischerweise den Schutz der Komponente vor Verunreinigungen in der Luft, wie Feuchtigkeit und subatomaren Teilchen. Als eine Folge davon kann die Komponente einen Schutzüberzug erfordern, um zum Beispiel das Auftreten von durch Wasserdampf verursachter Korrosion oder Stiktion zu vermindern. Typische Überzüge im Stand der Technik schließen jene ein, die durch anorganische chemische Dampfabscheidung hergestellt werden (z. B.  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{MgPO}_4$ , SiN, SiON,  $\text{SiF}_4$ ), N-, C-, D- und F-Silikone vom Parylen-Typ (wie DC 1900, hergestellt von der Dow Chemical Company of Midland, Michigan), und Fluoracryle (wie wie FC-722, hergestellt von der Minnesota Mining & Manufacturing Company of St. Paul, Minnesota).

**[0005]** Leider sind die oben genannten Überzüge des Stands der Technik typischerweise mit einem oder mehreren Nachteilen behaftet, wie hohen Kosten, Zuverlässigkeit und der Unfähigkeit, ein Nacharbeiten der Komponente zuzulassen. Weiterhin sind solche Überzüge möglicherweise nicht in der Lage, nicht-hermetische und konformale Überzüge vorzusehen, welche in bestimmten Anwendungen erforderlich sein können.

**[0006]** Ein viel versprechendes Beschichtungsmaterial, welches in verschiedenen großtechnischen Anwendungen zum Einsatz kam, um diese Nachteile anzugehen, ist fluoriertes Poly(phenylenetherketon) oder 12F-PEK. Dieses Material ist in dem US-Patent Nr. 4 902 769 von Cassidy et al. offenbart, welches hiermit hierin in seiner Gesamtheit durch den Verweis eingeschlossen ist. Beispielhalber weist ein Artikel mit dem Titel 'Fluorierte Poly(phenylenetherketone)' von St. Clair et al. (NASA Tech Brief, November 1994, Bd. 18, Ausgabe 11, Seite 74) darauf hin, dass 12F-PEK für die Verwendung als ein Folien- und Beschichtungsmaterial in elektronischen und Temperaturregelungsanwendungen gut geeignet sein kann. Insbesondere listet der Artikel solche Anwendungen als passivierende isolierende Überzüge und Interlevel-Dielektrika in mikroelektronischen Schaltkreisen oder als transparente Schutzüberzüge auf Solarzellen oder Spiegeln auf.

**[0007]** Der oben genannte Artikel weist ferner darauf hin, dass 12F-PEK farblos und transparent ist und eine niedrige dielektrische Konstante aufweist. Trotzdem kann 12F-PEK dennoch nicht transparent genug sein für die Verwendung mit MOEMS und anderen miniaturisierten elektrooptischen Komponenten.

**[0008]** Patente von Interesse auf dem Gebiet der Beschichtungen für elektrooptische Komponenten schließen US 6 306 688 und EP 0 812 013 ein.

**[0009]** Das US 6 306 688 stellt ein fluoriertes Polymerverkapselungsmittel für das schützende Beschichten von elektronischen Vorrichtungen bei einem elektronischen Vorrichtungsmodul bereit. Ebenfalls wird ein Verfahren zum Aufbringen und zum nachbearbeitbaren Entfernen von selbigem auf bzw. von dem elektronischen Vorrichtungsmodul bereit. In einer Ausführungsform wird ein Überzug aus einer fluorierten Polymerlösung auf

mindestens einen Teil eines elektronischen Vorrichtungsmoduls aufgebracht. Das Modul wird dann einer Wärmebehandlung unterworfen, um daran die fluoridierte Polymerbeschichtung in betriebsfähiger Weise zu fixieren.

**[0010]** Die EP 0 812 013 stellt ein Verfahren zum Ausbilden eines Schutzüberzugs auf einer elektronischen oder mikroelektronischen Vorrichtung zur Vermeidung einer Inspektion bereit. Darin wird eine erste Silica enthaltende Keramikschicht auf die Oberfläche der Vorrichtung aufgebracht, um deren Oberfläche einzuebnen. Eine zweite Silikoncarbid-Überzugsschicht wird als Nächstes über der Oberfläche der ersten Silica enthaltenden Keramikschicht aufgebracht, um dadurch eine hermetische Sperrschicht zu bilden. Eine dritte opake poröse Silica enthaltende Keramikschicht wird daraufhin auf der Oberfläche der Silikoncarbid-Überzugsschicht gebildet. Die dritte Silica enthaltende Keramikschicht wird mit einem opaken Material oder Füllstoff imprägniert. Danach wird eine vierte Metallschicht oder ein Metallmuster über der dritten Silica enthaltenden Keramikschicht aufgebracht. Die/das vierte Metallschicht oder Muster wird schließlich mit einer fünften Schicht ähnlich der dritten opaken porösen Silica enthaltenden Keramikschicht beschichtet.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0011]** Angesichts des vorgenannten Hintergrunds ist es daher ein Ziel der Erfindung, eine elektrooptische Komponente bereitzustellen, die einen Schutzüberzug einschließt, und damit verbundene Verfahren, welche eine angemessene Transparenz, Zuverlässigkeit vorsieht und welche ein Nacharbeiten der elektrooptischen Komponente ermöglicht.

**[0012]** Dieses und andere Ziele, Merkmale und Vorteile gemäß der vorliegenden Erfindung werden durch ein Verfahren zum Aufbringen eines Schutzüberzugs auf eine elektrooptische Komponente bereitgestellt, welches das Positionieren der elektrooptischen Komponente in einer Kammer und das Aufbringen einer Beschichtungszusammensetzung auf mindestens einer Oberfläche der elektrooptischen Komponente zur Bildung des Schutzüberzugs einschließt. Die Beschichtungszusammensetzung schließt fluoridiertes Poly(phenylenetherketon) und ein Antireflexionsmittel ein. Die Beschichtungszusammensetzung kann ferner ein Lösungsmittel zur Erleichterung der Aufbringung von selbiger einschließen.

**[0013]** Insbesondere kann das Aufbringen der Beschichtungszusammensetzung mindestens eines aus einem Sprühbeschichten und Aufschleudern einschließen.

**[0014]** Im Besonderen kann die Kammer zum Beispiel eine Vakuumkammer sein, und die Vakuumkammer kann evakuiert werden und die elektrooptische Komponente kann darin sprühbeschichtet werden.

**[0015]** Vorzugsweise wird die Beschichtungszusammensetzung zur Bildung eines konformalen Schutzüberzugs auf im Wesentlichen der gesamten wenigstens einer Oberfläche aufgebracht.

**[0016]** Darüber hinaus schließt das Antireflexionsmittel mindestens eines aus einem anorganischen Salz, einem organofunktionalisierten Additiv und einem Erbium-Dotiermittel ein. Die Dicke des Schutzüberzugs kann zum Beispiel weniger als etwa 25 µm betragen. Weiterhin kann die elektrooptische Komponente mindestens eines aus einem mikrooptoelektromechanischen System (MOEMS), einer VCSEL-Laserdiode (VCSEL), einem optischen Schalter, einer Spiegelanordnung, einem optischen Router, einem optischen Wellenlängenkonditionierer, einem optischen Sender, einem optischen Empfänger, einem optischen Sende-/Empfangsgerät, einer Laserdiode, einem holographischen Gitter, einem Beugungsgitter und einer Linse einschließen. Die mindestens eine Oberfläche der elektrooptischen Komponente kann auch nicht-planar sein.

**[0017]** Das Verfahren kann weiter das Reinigen der mindestens einer Oberfläche vor dem Aufbringen der Beschichtungszusammensetzung und dem Erwärmen der elektrooptischen Komponente während der Aufbringung der Beschichtungszusammensetzung einschließen. Insbesondere kann das Erwärmen bei einer Temperatur im Bereich von etwa 25 bis 100°C durchgeführt werden. Weiterhin kann der Schutzüberzug der elektrooptischen Komponente in der Kammer über einen vorbestimmten Zeitraum und bei einer vorbestimmten Temperatur gehärtet werden.

**[0018]** Ein weiterer Verfahrensaspekt der Erfindung betrifft das Nacharbeiten einer elektrooptischen Komponente, welche einen 12F-PEK-Schutzüberzug darauf einschließt. Das Verfahren kann das Entfernen des 12F-PEK-Schutzüberzugs, um mindestens einen Teil der elektrooptischen Komponente freizulegen, und das Aufbringen einer 12F-PEK einschließenden Beschichtungszusammensetzung auf den mindestens einen freigelegten Teil der elektrooptischen Komponente einschließen. Die Beschichtungszusammensetzung und deren Aufbringung können ähnlich wie die weiter oben beschriebenen sein.

**[0019]** Eine elektrooptische Komponente gemäß der Erfindung schließt ein Substrat und mindestens eine elektrooptische Vorrichtung darauf, sowie einen Schutzüberzug auf dem Substrat und die mindestens eine elektrooptische Vorrichtung, welche fluoriertes Poly(phenylenetherketon) und ein Antireflexionsmittel umfasst, ein. Das Antireflexionsmittel schließt mindestens eines aus einem anorganischen Salz, einem organofunktionalisierten Additiv und einem Erbium-Dotiermittel ein. Der Schutzüberzug kann zum Beispiel eine Dicke von weniger als etwa 3 µm haben.

**[0020]** Weiterhin kann die mindestens eine elektrooptische Vorrichtung eine nicht-planare Oberfläche aufweisen, und der Schutzüberzug kann im Wesentlichen die nicht-planare Oberfläche bedecken. Auch kann die elektrooptische Vorrichtung mindestens eines aus einem mikrooptoelektromechanischen System (MOEMS), einer VCSEL-Laserdiode (VCSEL), einem optischen Schalter, einer Spiegelanordnung, einem optischen Router, einem optischen Wellenlängenkonditionierer, einem optischen Sender, einem optischen Empfänger, einem optischen Sende-/Empfangsgerät, einer Laserdiode, einem holographischen Gitter, einem Beugungsgitter und einer Linse umfassen.

**[0021]** Eine Beschichtung für eine elektrooptische Komponente gemäß der Erfindung wird ebenfalls bereitgestellt. Die Beschichtung kann ein Lösungsmittel, fluoriertes Poly(phenylenetherketon) und ein Antireflexionsmittel einschließen. Insbesondere kann die Beschichtung etwa 2 bis 8,5 Gew.-% des fluorierten Poly(phenylenetherketons) und etwa 1,0 bis 6,0 Gew.-% des Antireflexionsmittels einschließen. Ferner kann das Antireflexionsmittel mindestens eines aus einem anorganischen Salz, einem organofunktionalisierten Additiv und einem Erbium-Dotiermittel einschließen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0022]** Die [Fig. 1](#) ist ein Fließschema, welches ein Verfahren zum Aufbringen eines Schutzüberzugs auf eine elektrooptische Komponente gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

**[0023]** Die [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht einer elektrooptischen Vorrichtung, die gemäß dem Verfahren von [Fig. 1](#) beschichtet wird.

**[0024]** Die [Fig. 3](#) ist eine Temperaturkurve versus die Zeit für verschiedene Schritte des Verfahrens von [Fig. 1](#).

**[0025]** Die [Fig. 4](#) ist ein Fließschema eines Verfahrens zum Nacharbeiten einer elektrooptischen Komponente gemäß der vorliegenden Erfindung.

#### Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

**[0026]** Die vorliegende Erfindung wird nun im Folgenden ausführlicher unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gezeigt sind. Diese Erfindung kann jedoch in zahlreichen unterschiedlichen Formen ausgeführt werden und sollte nicht als eine Beschränkung auf die hierin dargelegten Ausführungsformen ausgelegt werden. Vielmehr sind diese Ausführungsformen bereitgestellt, sodass diese Offenbarung ausführlich und vollständig ist und dem Fachmann auf dem Gebiet den Umfang der Erfindung voll deutlich macht. Gleiche Nummern beziehen sich auf gleiche Elemente in der gesamten Beschreibung, und eine hervorgehobene Schreibweise wird zur Bezeichnung ähnlicher Elemente in alternativen Ausführungsformen verwendet.

**[0027]** Bezug nehmend zunächst auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), wird ein erstes Verfahren zum Aufbringen eines Schutzüberzugs auf eine elektrooptische Komponente **10** zuerst beschrieben. Das Verfahren kann beginnen (Block **30**) mit dem Reinigen der Oberfläche (oder Oberflächen) der elektrooptischen Komponente **10**, die beschichtet werden soll, im Block **31**. Ein beispielhaftes Reinigungsverfahren ist in dem nachstehenden Beispiel 1 dargelegt. Selbstverständlich können andere geeignete Reinigungsverfahren ebenfalls Anwendung finden, und das speziell angewandte Reinigungsverfahren kann von der spezifischen, zu beschichtenden elektrooptischen Komponente abhängen, wie von Fachleuten auf dem Gebiet anerkannt wird. Ferner ist das Reinigen möglicherweise nicht in jeder Anwendung erforderlich.

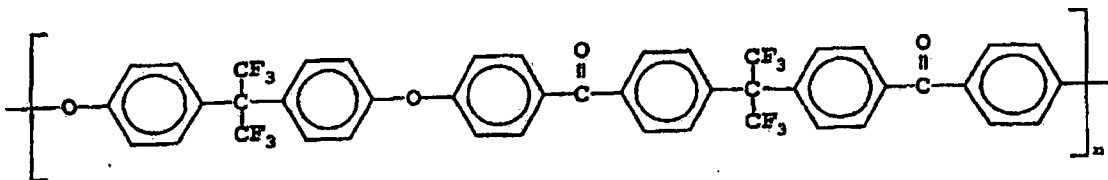
**[0028]** Die elektrooptische Komponente **10** ist vorzugsweise in einer Kammer **11**, wie einer Vakuumkammer beispielsweise, im Block **32** positioniert. Das oben beschriebene Reinigen kann entweder in der Kammer **11** oder vor dem Positionieren der elektrooptischen Komponente **10** darin erfolgen. Die Kammer **11** kann eine Basis **12** für die elektrooptische Komponente **10** einschließen. Die Basis **12** kann Heizelemente **13** einschließen,

welche für das Vorwärmen der elektrooptischen Komponente **10** (Block **34**) verwendet werden können. Natürlich können auch andere geeignete Heizvorrichtungen zum Einsatz kommen. Die elektrooptische Komponente **10** wird vorzugsweise vorerwärmt, bis sie eine Temperatur  $T_1$  zu einem Zeitpunkt  $t_1$  erreicht, wie veranschaulichend in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Zum Beispiel kann die Temperatur  $T_1$  im Bereich von etwa 25 bis 100°C liegen, obgleich andere Temperaturen ebenfalls angewandt werden können. Für das Sprühbeschichten in einem Vakuum liegt die Temperatur zum Beispiel vorzugsweise in einem Bereich von etwa 70 bis 100°C.

**[0029]** Die Kammer **11** kann gegebenenfalls evakuiert werden (Block **33**) mit Hilfe einer Vakuumpumpe **18** beispielsweise, um ein Vakuum darin zu erzeugen. Zum Beispiel kann die Kammer **11** evakuiert werden, bis sie einen Druck von etwa  $1 \times 10^{-4}$  Torr bis  $1 \times 10^{-3}$  Torr erreicht hat. Wiederum können auch hier die weiter oben erwähnten Reinigungs- und Positionierungsschritte (Blöcke **31**, **32**) durchgeführt werden, bevor oder nachdem die Kammer **11** evakuiert wurde. Eine Beschichtungszusammensetzung kann dann gemischt und auf die gewünschte(n) Oberfläche(n) der elektrooptischen Komponente **10** im Block **35** aufgebracht werden, um den Schutzüberzug darauf zu bilden. Natürlich kann die Beschichtungszusammensetzung in einer vorge-mischten Form hergestellt werden und gelagert werden, sodass ein Mischen vor jeder Aufbringung nicht notwendig ist.

**[0030]** Wie in [Fig. 2](#) veranschaulichend gezeigt ist, kann die Beschichtungszusammensetzung zum Beispiel auf die gewünschte(n) Oberfläche(n) der elektrooptischen Komponente **10** aufgesprüht werden. Die Anmelder fanden heraus, dass die Durchführung einer Sprühbeschichtung in einem Vakuum vorteilhafter Weise den Erhalt konformaler Überzüge von etwa 3 µm Dicke oder weniger ermöglicht. Das Spray kann durch eine Düse **14**, die über einen Schlauch **15** und ein regulierbares Fließventil **16** mit einem Behälter **17** mit der Beschichtungszusammensetzung darin verbunden ist, vorgesehen werden, wie veranschaulichend in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Andere geeignete Beschichtungsverfahren können ebenfalls zur Anwendung kommen, wie ein Aufschleudern, das Fachleuten auf dem Gebiet gut bekannt ist und hierin nicht weiter beschrieben wird. Unabhängig von dem Aufbringungsverfahren wird die Beschichtungszusammensetzung vorzugsweise zur Bildung eines konformalen Überzugs auf der/den gewünschten Oberfläche(n) in einer Dicke von weniger als etwa 25 µm aufgebracht, gleichwohl können größere Dicken ebenfalls in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

**[0031]** Die Beschichtungszusammensetzung schließt bevorzugt ein Lösungsmittel, welches die Aufbringung der Beschichtungszusammensetzung erleichtert, fluoriertes Poly(phenylenetherketon) (A12F-PEK@) und ein Antireflexionsmittel ein. Das Material 12F-PEK besitzt die folgende chemische Formel:



**[0032]** Das Lösungsmittel kann zum Beispiel mindestens eines aus Butylacetat einschließen, und das Antireflexionsmittel kann mindestens eines aus einem anorganischen Salz (z. B. Magnesiumfluorid), einem organofunktionalisierten Additiv oder einem Erbium-Dotiermittel einschließen. Insbesondere kann die Beschichtungszusammensetzung etwa 2 bis 8,5 Gew.-% 12F-PEK und etwa 1,0 bis 6,0 Gew.-% des Antireflexionsmittels einschließen.

**[0033]** Wie oben erwähnt, sieht 12F-PEK eine verbesserte Zuverlässigkeit, eine nicht-hermetische Versiegelung vor, ermöglicht ein Nacharbeiten einer damit beschichteten Komponente und ist nicht so teuer wie zahlreiche Beschichtungszusammensetzungen des Stands der Technik. Ferner können durch den Einschluss des Antireflexionsmittels in der Beschichtungszusammensetzung die vorteilhaften Eigenschaften von 12F-PEK mit Komponenten, wie MOEMS, verwendet werden, wobei die natürliche Transparenz von 12F-PEK allein ansonsten in bestimmten Anwendungen ungenügend sein kann.

**[0034]** Die elektrooptische Komponente **10** kann ein Substrat **20** und eine elektrooptische Vorrichtung darauf, wie ein MOEMS, einschließen. Das MOEMS kann ein Spiegelement **21**, Gelenke **22** und Verbindungselemente **23** zum Befestigen des Spiegelements und Elektroden **24** beispielsweise einschließen, wie veranschaulichend in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Als solche kann die Oberfläche des Substrats **20**, auf welchem das MOEMS montiert wird, im Wesentlichen nicht-planar sein. Für solche nicht-planaren Oberflächen können sich Beschichtungstechniken, wie Aufschleudern, als problematisch herausstellen, da sich die Beschichtungszusammensetzung in bestimmten Bereichen ansammeln kann. Natürlich können zahlreiche andere elektrooptische

Vorrichtungen in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Zum Beispiel kann die elektrooptische Vorrichtung eine VCSEL-Laserdiode (VCSEL), ein optischer Schalter, eine Spiegelanordnung, ein optischer Router, ein optischer Wellenlängenkonditionierer, ein optischer Sender, ein optischer Empfänger, ein optisches Sende-/Empfangsgerät, eine Laserdiode, ein holographisches Gitter, ein Beugungsgitter und Linsen wie Fresnel- oder GREN-Linsen, sein.

**[0035]** Im Anschluss an die Aufbringung der Beschichtungszusammensetzung kann die elektrooptische Komponente **10** erwärmt werden, bis sie eine Härtungstemperatur  $T_2$  zu einem Zeitpunkt  $t_3$  im Block **36** erreicht, und anschließend gehärtet werden (Block **37**), um das Lösungsmittel zu entfernen und den Schutzüberzug zu bilden. Die Härtungstemperatur ist vorzugsweise etwa  $125^\circ\text{C}$  oder höher, gleichwohl können niedrigere Härtungstemperaturen ebenfalls angewandt werden. Die Dauer des Härtens (d. h. vom Zeitpunkt  $t_3$  bis  $t_4$ ) hängt von der Dicke und Zusammensetzung der Beschichtungszusammensetzung ab, wie von Fachleuten auf dem Gebiet anerkannt wird. Als Beispiel können für den oben genannten Bereich der Beschichtungsdicken typische Härtungszeiten im Bereich von etwa 15 bis 45 Minuten liegen. Die elektrooptische Vorrichtung **10** kann dann gekühlt werden (Block **38**) und aus der Kammer **11** entfernt werden (Block **39**), und das Verfahren wird im Block **40** abgeschlossen.

**[0036]** Ein weiterer Verfahrensaspekt der Erfindung für das Nacharbeiten der elektrooptischen Komponente **10** schließt bereits einen 12F-PEK-Schutzüberzug darauf ein. Das Verfahren kann beginnen (Block **50**) mit der Entfernung des 12F-PEK-Schutzüberzugs im Block **51**, um mindestens einen Teil der elektrooptischen Komponente freizulegen. Ein beispielhaftes Verfahren zum Entfernen des 12F-PEK-Schutzüberzugs ist in Beispiel 2 weiter unten dargelegt, obgleich andere geeignete Verfahren ebenfalls gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt werden können. Als Nächstes kann die gewünschte Arbeit durchgeführt werden (Block **52**), und die elektrooptische Komponente **10** kann in der Kammer **11** im Block **32'** positioniert werden.

**[0037]** Die elektrooptische Komponente **10** kann dann vorerwärmt werden (Block **34'**), und eine Beschichtungszusammensetzung kann gemischt und aufgebracht werden (Block **35'**), wie weiter oben beschrieben. Wiederum schließt die Beschichtungszusammensetzung vorzugsweise 12F-PEK ein und kann auch ein Antireflexionsmittel einschließen. Die Beschichtungszusammensetzung kann dann gehärtet werden (d. h. bei der Vorerwärmungstemperatur  $T_1$ , wie in [Fig. 4](#) gezeigt), gekühlt werden und aus der Kammer **11** jeweils in den Blöcken **37'-39'** entfernt werden, unter Abschluss des Verfahrens (Block **53**).

#### BEISPIEL 1: 12F-PEK-Voreinkapselungs-Reinigungsprozedur

**[0038]** Das Folgende ist ein Überblick über ein aggressives Reinigungsverfahren von hoher Zuverlässigkeit für elektrooptische Komponenten aus Silicium und Silikondioxid.

##### Verwendete Materialien:

- a) Zwei hochreine Tanks aus geschmolzenem Quarz (einer für eine SC-1-Reinigungslösung und einer für eine HF-Reinigungslösung)
- b) A182-39MLB-Teflon-PFA-Waferträger
- c) A72-40-03-Teflon-Griff/Quetsche (squeeze)
- d) A053-0215-Teflon-Griff/Endabnehmer(kopf) (zum Laden eines Trägers in Quarz-Tanks).

##### Verwendete Chemikalien:

- a) Wasserstoffperoxid (30 % nicht stabilisiert, Halbleiter-Güteklasse)
- b) Ammoniumhydroxid (29 % Halbleiter-Güteklasse)
- c) Chlorwasserstoffsäure (37 % Halbleiter-Güteklasse)
- d) Fluorwasserstoffsäure (49 % Halbleiter-Güteklasse).

##### Passende Bekleidung:

Chemische Spritzschutzbrille  
 PVC-Schürze  
 Chemisch resistente Handschuhe (Naturkautschuk)

Verfahrensweise:

I. Lösungszubereitung

**[0039]** Die Lösungszubereitung schließt das chemische Mischen und die entsprechende Behandlung einer organischen SC-1-Reinigerlösung und eines HF-(50:1)-HF Tauchbads ein. Es sollte darauf verwiesen werden, dass das HF-Tauchbad je nach der Anwendung möglicherweise nicht erforderlich ist.

1. Auswahl von zwei sauberen 500-ml-Quarz-Tanks.
2. Verwenden von DI-Wasser, Spülen der zwei Quarz-Tanks. Dies geschieht, um Restverunreinigungen aus den Tanks vor dem Mischen von Chemikalien zu spülen.
3. Wiederum wird unter Verwendung von DI-Wasser jeder betreffende Quarz-Tank mit 250 ml Wasser gefüllt.
4. Die Heizplatten werden eingeschaltet und das Wasser wird auf 85°C erwärmt.

**[0040]** Diese Schritte dauern ungefähr 35 Minuten bis zum Abschluss. Während des Aufwärmens von DI-Wasser kann die Zubereitung von chemischer SC-1-Lösung begonnen werden. Dies sollte auch dann geschehen, wenn die HF-Tauchbadlösung nicht zuvor gemischt wurde. Um die Lösung zuzubereiten, ist die im Abschnitt B weiter unten in groben Zügen dargestellte Prozedur zu befolgen.

A. Organische SC-1-Reinigerlösung

**[0041]** Der Zweck dieser Lösung ist die Entfernung von restlichen organischen und metallischen Verunreinigungen. Diese chemische Mischung wird als SC-1 hierin bezeichnet.

1. Zubereiten einer frischen Mischung von DI-Wasser – Ammoniumhydroxid – Wasserstoffperoxid (5:1:1) durch Kombinieren der folgenden Reagenzien in dem für die SC-1-Lösung bezeichneten Quarz-Tank. Zugabe von 250 ml jeder der folgenden Chemikalien in den SC-1-Quarz-Tank.
  - a. 5 Volumina DI-Wasser – (enthaltend 250 ml erwärmtes DI-Wasser)
  - b. 1 Volumen Ammoniumhydroxid – 50 ml
  - c. 1 Volumen Wasserstoffperoxid – 50 ml
2. Wiedererwärmen der Lösung auf 75-80°C und Halten der Temperatur während des gesamten Reinigungsvorgangs (Periodisches Einstellen der Heizplatten-Heizwählscheibe, falls erforderlich).
3. Untertauchen des Trägers, welcher die Komponenten beinhaltet, in der heißen SC-1-Lösung während 10 Minuten. Man beachte, dass etwaige starke Blasenbildung, die auftritt, auf Sauerstofffreisetzung zurückzuführen ist. Die Lösung sollte nicht gekocht werden, um einen raschen Abbau des Wasserstoffperoxids und eine Verflüchtigung des Ammoniaks zu verhindern.
4. Nach Beendigung des 10-minütigen organischen Reinigungszyklus wird der die Komponenten einschließende Träger aus dem SC-1-Tank entfernt, mit DI-Wasser gespült, und es wird zu Schritt B übergegangen.

**[0042]** Wenn zwei Chargen gereinigt werden, kann die zweite Charge an Komponenten in die SC-1-Lösung an diesem Punkt eingeführt werden.

B. HF (50:1) – HF-Tauchbad

**[0043]** Der Zweck des HF-Tauchbads ist das Abziehen des dünnen wässrigen Oxidfilms. Wiederum kann dies in bestimmten Anwendungen nicht erforderlich sein. Die chemische Lösung ist Fluorwasserstoffsäure-DI-Wasser.

1. Nach dem Beenden des organischen Reinigungsverfahrens (Schritt A.4, weiter oben) wird der die Komponenten einschließende Träger direkt in die Fluorwasserstoffsäure-DI-Wasser-(50:1)-Lösung getaucht.
2. Die Komponenten werden nur 15 Sekunden lang in der Lösung verbleiben gelassen.
3. Der die Komponenten enthaltende Träger wird aus der Lösung entfernt und der Träger und die Komponenten werden mit DI-Wasser gespült.
4. Die Komponenten werden in einen sauberen Vakuumofen bei 100°C 30 Minuten lang wärmebehandelt.

II. Säuberung

**[0044]** Nach Beendigung der RCA-Reinigung kann die Säuberung wie folgt durchgeführt werden:

1. Heizplatten abschalten.
2. Quarz-Tanks zu ungefähr 1/3 mit DI-Wasser befüllen und spülen.
3. Abspülen von etwaigem Spritzverlust und aufwischen.
4. Arbeitsfläche sauber und trocken zurücklassen.

III. Betriebsunterbrechung im Notfall

**[0045]** Für den Fall, dass eine Betriebsunterbrechung im Notfall erforderlich ist, kann die folgende Verfahrensweise angewandt werden:

1. Heizplatten abschalten.
2. Sicherstellen, dass alle Chemikalienflaschen mit einem Verschluss versehen sind.

BEISPIEL 2: 12F-PEK-Einkapselungs-Entfernungsprozedur

**[0046]** Es folgt ein Überblick über eine 12F-PEK-Entfernungsprozedur für die Reparatur von elektrooptischen Komponenten aus blankem Silizium und Siliziumdioxid

Verwendete Chemikalien:

a) Butylacetat (100 % Halbleiter-Güteklasse oder Äquivalent)

Passende Kleidung:

- a) Schutzbrille für Chemikalienspritzer
- b) PVC-Schürze
- c) chemisch beständige Handschuhe (Naturkautschuk)

Betriebsweise:

I. 12F-PEK-Entfernung

**[0047]** Man beachte, dass der Überzug von mit Masse eingekapselten Komponenten oder örtlich begrenzten Komponentenflächen entfernt werden kann.

1. Einen sauberen 500-ml-Glastank wählen.
2. DI-Wasser verwenden, den Glastank spülen. Dies geschieht, um vor dem Mischen von Chemikalien restliche Verunreinigungen aus dem Tank zu spülen.
3. Den Glastank mit 250 ml Butylacetat füllen.
4. Eine mit 12F-PEK eingekapselte Komponente einführen und mit einer Uhrglasschälchen bedecken.
5. Die Heizplatte einschalten und das Butylacetat bei 124-125°C unter einer Stickstoffdecke in einem Abzug leicht kochen lassen. Man beachte, dass Butylacetat eine entflammare Flüssigkeit ist. Es ist wichtig, dass man keinen Sauerstoff mit kochendem Butylacetat in Berührung kommen lässt. Es kann eine Stickstoffdecke oder geeignetes Inertgas verwendet werden.
6. Die mit 12F-PEK eingekapselte Komponente in Butylacetat leicht kochen lassen, bis sich der Überzug auflöst. Dies dauert ungefähr 1 Stunde, bis es beendet ist.
7. Komponente entfernen und mit nicht verunreinigtem Butylacetat abspülen.

II. Säuberung

**[0048]** Nach Beendigung der Entfernungsprozedur kann die folgende Säuberungsprozedur durchgeführt werden:

1. Heizplatten abschalten.
2. Glastank leeren und spülen.
3. Abspülen von etwaigem Spritzverlust und aufwischen.
4. Arbeitsfläche sauber und trocken zurücklassen.

III. Betriebsunterbrechung im Notfall

**[0049]** Für den Fall, dass eine Betriebsunterbrechung im Notfall erforderlich ist, kann die folgende Verfahrensweise angewandt werden:

1. Heizplatten abschalten.
2. Becherglas mit Butylacetat von der Heizplatte entfernen.
3. Sicherstellen, dass alle Chemikalienflaschen mit einem Verschluss versehen sind.

**[0050]** Zahlreiche Modifizierungen und andere Ausführungsformen der Erfindung werden für einen Fachmann auf dem Gebiet offensichtlich, welche den Nutzen der in den vorausgehenden Beschreibungen und dazugehörigen Zeichnungen dargelegten Lehren besitzen. Aus diesem Grund versteht es sich, dass die Erfin-



nung nicht auf die offenbarten spezifischen Ausführungsformen beschränkt ist und dass die Modifizierungen und Ausführungsformen innerhalb des Umfangs der anhängigen Ansprüche mit eingeschlossen sein sollen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen eines Schutzüberzugs auf eine elektrooptische Komponente, umfassend: Positionieren einer elektrooptischen Komponente in einer Kammer (Schritt **32**); und Aufbringen einer Beschichtungszusammensetzung, umfassend fluoriertes Poly(phenylenetherketon) und ein Antireflexionsmittel, umfassend mindestens eines aus einem anorganischen Salz, einem organofunktionalisierten Additiv und einem Erbium-Dotiermittel, auf mindestens eine Oberfläche der elektrooptischen Vorrichtung zur Bildung des Schutzüberzugs darauf (Schritt **35**).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Aufbringen der Beschichtungszusammensetzung mindestens ein Sprühbeschichten und Aufschleudern umfasst.
3. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Aufbringen der Beschichtungszusammensetzung das Aufbringen der Beschichtungszusammensetzung zur Bildung eines konformen Schutzüberzugs auf im Wesentlichen der gesamten, wenigstens einer Oberfläche umfasst.
4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schutzüberzug eine Dicke von weniger als 25 µm besitzt.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend das Reinigen der wenigstens einer Oberfläche vor dem Aufbringen der Beschichtungszusammensetzung.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend das Erwärmen der elektrooptischen Komponente während des Schritts des Aufbringens der Beschichtungszusammensetzung.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Erwärmen das Erwärmen bei einer Temperatur im Bereich von 25 bis 100°C umfasst.
8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend das Härten des Schutzüberzugs der elektrooptischen Komponente in der Kammer für eine vorbestimmte Zeit und bei einer vorbestimmten Temperatur.
9. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrooptische Komponente mindestens eines aus einem mikrooptoelektromechanischen System (MOEMS), einer VCSEL-Laserdiode (VCSEL), einem optischen Schalter, einer Spiegelanordnung, einem optischen Router, einem optischen Wellenlängenkonditionierer, einem optischen Sender, einem optischen Empfänger, einem optischen Send-/Empfangsgerät, einer Laserdiode, einem halographischen Gitter, einem Beugungsgitter und einer Linse umfasst.
10. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Oberfläche nicht-planar ist.
11. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Beschichtungszusammensetzung weiter ein Lösungsmittel umfasst.
12. Elektrooptische Komponente (**10**), umfassend: ein Substrat (**20**) und mindestens eine elektrooptische Vorrichtung (**21, 22, 23, 24**) darauf; und einen Schutzüberzug auf dem Substrat (**20**) und die mindestens eine elektrooptische Vorrichtung (**21, 22, 23, 24**), umfassend fluoriertes Poly(phenylenetherketon) und ein Antireflexionsmittel, umfassend mindestens eines aus einem anorganischen Salz, einem organofunktionalisierten Additiv und einem Erbium-Dotiermittel.
13. Elektrooptische Komponente (**10**) nach Anspruch 12, wobei der Schutzüberzug eine Dicke von weniger als 3 µm besitzt.
14. Elektrooptische Komponente (**10**) nach den Ansprüchen 13 bis 15, wobei die mindestens eine elektrooptische Vorrichtung (**21, 22, 23, 24**) eine nicht-planare Oberfläche aufweist und wobei der Schutzüberzug im

Wesentlichen die nicht-planare Oberfläche bedeckt.

15. Elektrooptische Komponente (**10**) nach den Ansprüchen 13 bis 16, wobei die elektrooptische Vorrichtung (**21, 22, 23, 24**) mindestens eines aus einem mikrooptoelektromechanischen System (MOEMS), einer VCSEL-Laserdiode (VCSEL), einem optischen Schalter, einer Spiegelanordnung, einem optischen Router, einem optischen Wellenlängenkonditionierer, einem optischen Sender, einen optischen Empfänger, einem optischen Sende-/Empfangsgerät, einer Laserdiode, einem halographischen Gitter, einem Beugungsgitter und einer Linse umfasst.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

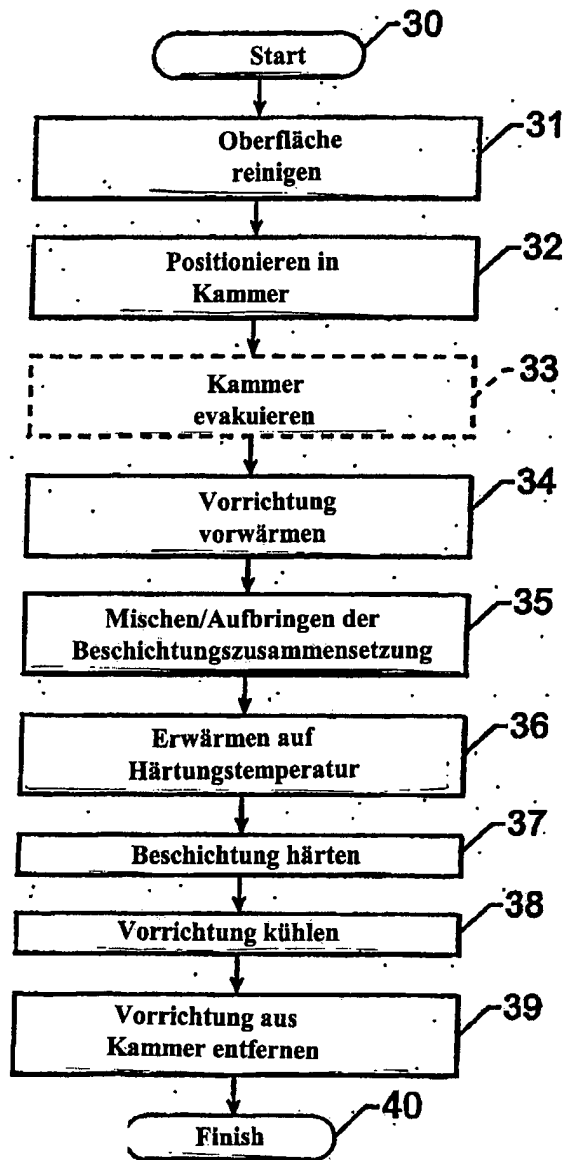
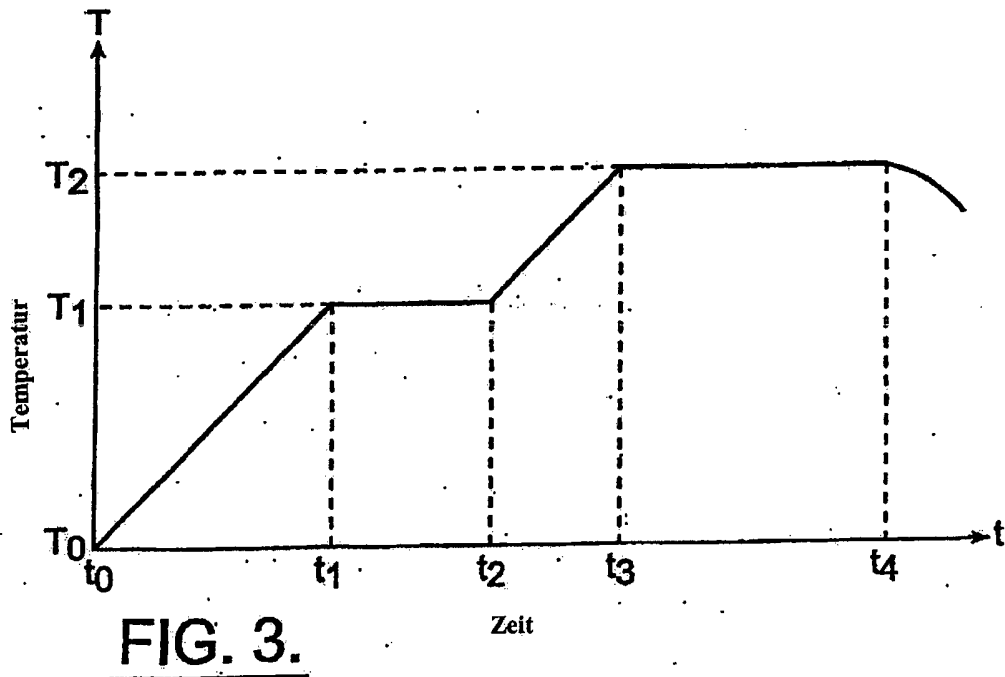
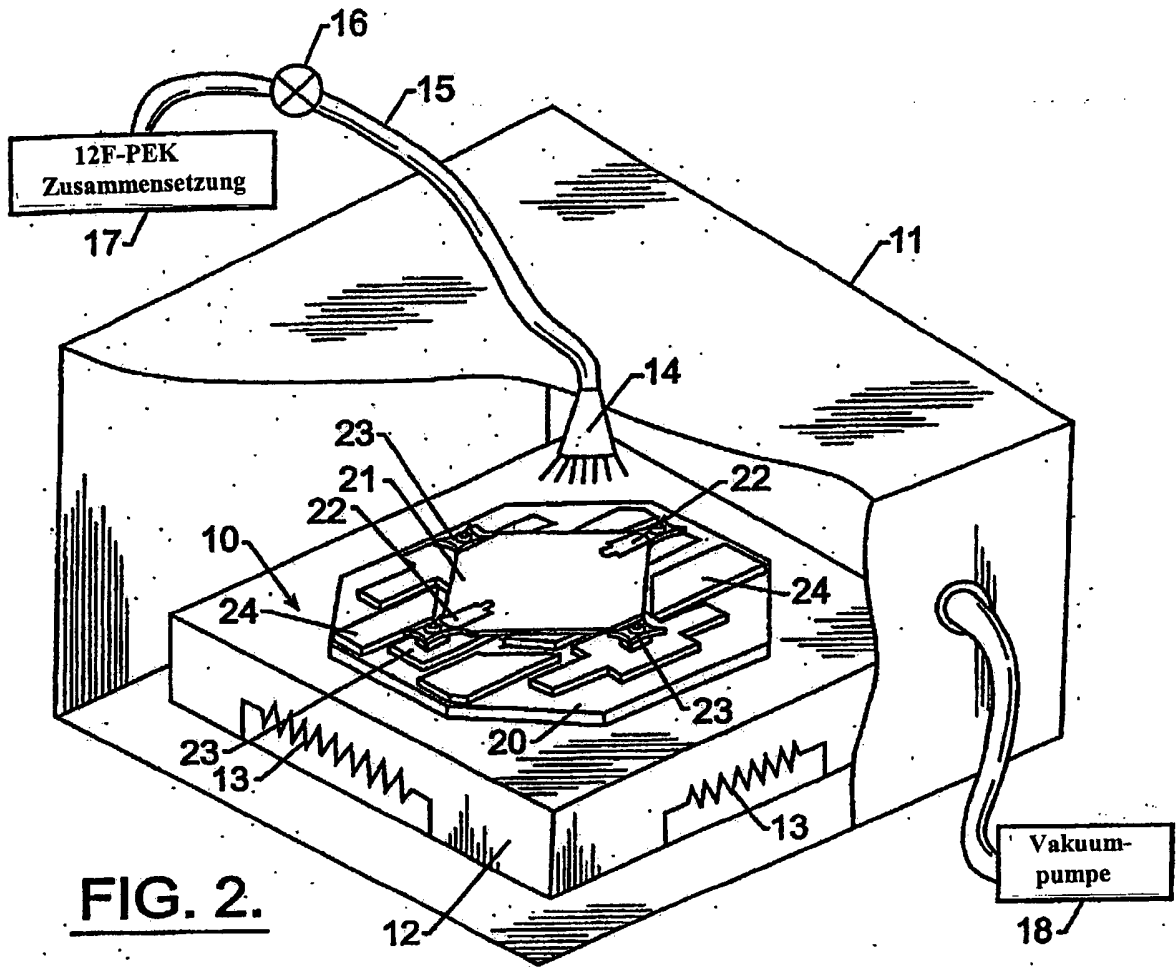


FIG. 3



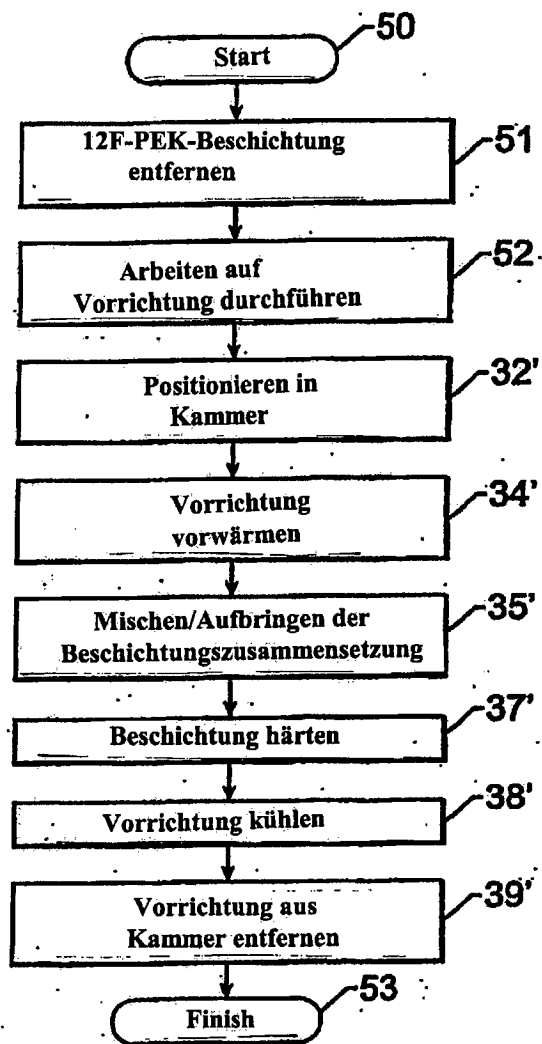


FIG. 4