(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 054 295 A1** 2005.06.09

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 054 295.3**
(22) Anmeldetag: **09.11.2004**
(43) Offenlegungstag: **09.06.2005**

(51) Int Cl.[7]: **C09D 5/12**
**C09J 5/02, C08J 5/12, H01L 23/16, H01L 41/02**

(30) Unionspriorität:
**10/705266 10.11.2003 US**

(74) Vertreter:
**Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen**

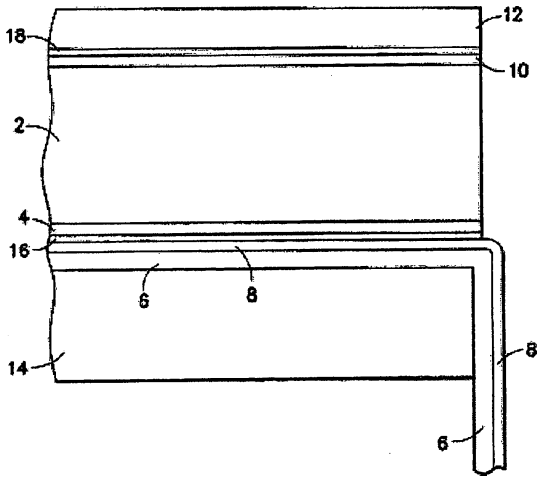
(71) Anmelder:
**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(72) Erfinder:
**Baumgartner, Charles E., Niskayuna, N.Y., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verbessern der Adhäsion von Epoxidharz an Goldflächen**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Binden einer Fläche an eine Goldfläche, zu dem die folgenden Schritte gehören: (a) Mischen einer Lösung, die schwefelhaltiges Alkoxysilan enthält; (b) Behandeln der Goldfläche mit der Lösung; (c) Hinzufügen von schwefelhaltigem Alkoxysilan zu einem haftenden Material; (d) Aufbringen des haftenden Materials zusammen mit einem Zusatzstoff auf einer der beiden Flächen und (e) Aneinanderdrücken der Flächen, während das haftende Material zwischen diesen aushärtet.



## Beschreibung

### HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft ganz allgemein Verfahren zum Herstellen elektrischer Verbindungen. Insbesondere betrifft die Erfindung Verfahren zum elektrischen Verbinden eines elektrischen Leiters mit einem anderen, wenn einer oder beide elektrischen Leiter eine Goldfläche aufweisen.

#### Stand der Technik

**[0002]** Bei flexiblen gedruckten Leiterplatten ("flexiblen Leitungen") und zahlreichen anderen metallisierten Substraten ist die der umgebenden Atmosphäre ausgesetzte letzte Metallschicht häufig Gold. Die Goldfläche ist sehr beständig und veränderte sich daher typischerweise nicht während einer Lagerung. Allerdings erschwert dieselbe physikalische Eigenschaft, die die hervorragende Unempfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen ermöglicht, auch die Bindung zu der Goldfläche. Aus dem Stand der Technik ist hinlänglich bekannt, dass die Stärke der Haftung, die zwischen einem Epoxidharz und der Oberfläche einer vergoldeten flexiblen Leiterplatte entsteht, geringer ist als diejenige, die zwischen einem Epoxidharz und vielen anderen Metallen zu erreichen ist. Allerdings wird Gold in vielen Anwendungen wegen seiner ausgezeichneten Unempfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen immer noch als äußerste Metallschicht bevorzugt.

**[0003]** Einige Ultraschalltransducer werden hergestellt, indem eine flexible Leiterplatte an die Oberfläche der piezoelektrischen Keramik gebunden wird, bevor ein Zerschneiden in die einzelnen piezoelektrischen Elemente durchgeführt wird. In vielen Fällen wird Gold als die letzte Metallschicht sowohl für die Oberfläche der Keramik als auch für die Oberfläche der flexiblen Leiterplatte gewählt. Ein übliches Verfahren, das verwendet wird, um die flexible Leiterplatte mit der piezoelektrischen Keramik zu verbinden, basiert auf einem Beschichten mit einer dünnen Epoxidharzbindungsschicht. Eine niedrige Bindefestigkeit zwischen der Keramik und der flexiblen Leiterplatte kann während des Würfelschnittverfahrens oder einer sonstigen Verarbeitung eine Schichtentrennung der flexiblen Leiterplatte von der piezoelektrischen Keramik hervorrufen, mit dem Ergebnis eines nicht funktionsfähigen piezoelektrischen Elements. Demzufolge ist es erwünscht, die Festigkeit einer derartigen Epoxidharzbindung an die Goldfläche wesentlich zu erhöhen.

**[0004]** Im Handel sind einige Primer zum Behandeln der Goldfläche verfügbar, um die Bindungsfestigkeit zu fördern. Viele dieser Primer sind schwefelhaltige Alkoxysilane. Wenn diese Primer in dem empfohlenen Oberflächenbehandlungsverfahren verwendet werden, erhöhen sie die Bindefestigkeit eines an die Goldfläche gebundenen Epoxidharzes im Vergleich zu einem Weglassen des Primers oder dem Verwenden eines nicht schwefelhaltigen Alkoxysilan-Primers.

#### Aufgabenstellung

**[0005]** Es besteht Bedarf nach Mitteln, um die Bindefestigkeit zwischen Epoxidharz und Gold für elektrische Verbindungen zwischen Gold und anderen Metallen und Gold-Gold-Verbindungen weiter zu verbessern.

### KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Die vorliegende Erfindung basiert auf der Entdeckung, dass die Stärke der Haftung, die zwischen einem Epoxidharz und einer Goldmetallschicht entsteht, erheblich gesteigert wird, indem unmittelbar in die Epoxidharzformulierung ein schwefelhaltiger Silan-Primer hinzugefügt wird. Ganz allgemein betrifft die Erfindung sowohl ein Verfahren zum Verbessern der Adhäsion eines Bindematerials an Goldflächen in geschichteten Strukturen als auch die sich ergebende geschichtete Struktur. Die Erfindung findet eine spezielle Anwendung auf dem Gebiet der Ultraschallbildgebung, wobei eine Steigerung der Haftung die Entwicklung von neuen Sonden für die Ultraschallbildgebung ermöglicht, bei denen die piezoelektrischen Elemente, wie sie in mehrzeiligen oder zweidimensionalen Arrays vorhanden sind, kleiner bemessen werden und zahlreicher sein können.

**[0007]** Ein Aspekt der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens zum Binden einer ersten Fläche an eine aus Gold gefertigte zweite Fläche, mit den folgenden Schritten: (a) Mischen einer Lösung, die schwefelhaltiges Alkoxysilan enthält; (b) Behandeln der Goldfläche mit der Lösung; (c) Hinzufügen schwefelhaltigen Alkoxysilans zu einem haftenden Material; (d) Auftragen des haftenden Materials auf die Goldfläche, auf eine Oberfläche der Materialschicht oder auf beide Flächen; und (e) Aneinanderdrücken der Goldfläche und der ersten Fläche, während das haftende Material zwischen diesen aushärtet.

**[0008]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens zum Schichtpressen eines ersten Substrats an ein zweites Substrat, wobei mindestens eine der einander gegenüberliegenden Oberflächen des ersten und zweiten Substrats zumindest teilweise mit Gold beschichtet sind, mit den folgenden Schritten: (a) Mischen einer Lösung, die schwefelhaltiges Alkoxysilan enthält; (b) Behandeln jeder konfrontierenden Goldfläche mit der Lösung; (c) Hinzufügen von schwefelhaltigen Alkoxysilan zu einem haftenden Material; (d) Auftragen des haftenden Materials auf mindestens eine der gegenüberliegenden Oberflächen des ersten und/oder zweiten Substrats; und (e) Festhalten des ersten und zweiten Substrats in einer fixierten Beziehung, während das haftende Material zwischen diesen aushärtet.

**[0009]** Noch eine Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Struktur, die ein vernetztes Epoxidharz aufweist, das an eine Goldfläche gebunden ist, wobei das Epoxidharz ein darin gemischtes schwefelhaltiges Alkoxysilan aufweist.

**[0010]** Noch ein weiterer Aspekt der Erfindung ist die Schaffung einer geschichteten Struktur, die erste und zweite Substrate enthält, die einander gegenüberliegende Flächen aufweisen, wobei mindestens eine der einander gegenüberliegenden Flächen des ersten und zweiten Substrats zumindest teilweise mit Gold beschichtet ist, und die einander gegenüberliegenden Flächen durch eine dünne Schicht haftenden Materials verbunden sind, wobei das haftende Material ein darin gemischtes adhäsionsförderndes Agens enthält, wobei das adhäsionsfördernde Agens ein schwefelhaltiges Alkoxysilan ist.

**[0011]** Noch eine Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Ultraschalltransducervorrichtung, zu der gehören: ein Array von Ultraschalltransducerelementen, wobei jedes der Ultraschalltransducerelemente jeweils einen aus elektrisch leitendem Material hergestellten Anschluss aufweist; eine gedruckte Leiterplatte, die einen Array von Leiterbahnen oder Pads aufweist, wobei die Pads oder Leiterbahnen aus einem elektrisch leitenden Werkstoff hergestellt sind, wobei jedes Pad oder jede Leiterbahn dem Anschluss eines entsprechenden Pads oder Leiterbahn der Ultraschalltransducerelemente gegenüberliegend angeordnet ist, wobei die Pads oder Leiterbahnen weitgehend voneinander elektrisch isoliert sind; und eine dünne Schicht aus einem haftenden Material, das zwischen der gedruckten Leiterplatte und dem Array von Ultraschalltransducerelementen angeordnet ist, wobei das haftende Material ein darin gemischtes adhäsionsförderndes Agens enthält, wobei das adhäsionsfördernde Agens ein schwefelhaltiges Alkoxysilan ist.

**[0012]** Andere Aspekte der Erfindung sind nachstehend offenbart und beansprucht.

## Ausführungsbeispiel

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0013]** Fig. 1 veranschaulicht die chemische Struktur von Mercaptopropyltrimethoxysilan.

**[0014]** Fig. 2 zeigt die chemische Struktur von Disulfidpropyltriethoxysilan.

**[0015]** Fig. 3 zeigt die chemische Struktur von Aminopropyltriethoxysilan.

**[0016]** Fig. 4 zeigt die chemische Struktur von Diphenylphosphintriethoxysilan.

**[0017]** Fig. 5 veranschaulicht eine geschichtete Struktur eines exemplarischen Ultraschalltransducerelements, in dem eine elektrische Verbindung mittels einer Epoxidharzformulierung hergestellt werden kann, die gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung einen schwefelhaltigen Silanzusatzstoff enthält.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0018]** Alkoxysilane stellen eine der am meisten verbreiteten Formen eines Adhäsionspromoters dar, der verwendet wird, um die Bindefestigkeit zu verbessern. Diese Arten von Primern werden häufig in einer aufgelösten Form eingesetzt, indem diese einem Alkohol oder einer Alkohol und Wasser enthaltenden Lösung hinzugefügt werden. Die Konzentration von Alkoxysilan in einer Lösung kann im Bereich von 0,1 bis 10 % liegen. Eine typische Konzentration von Alkoxysilan in Lösung beträgt 1 %. Das anzubindende Substrat wird für eine gewisse Zeitspanne in die Primerlösung getaucht, aus der Lösung entfernt, gespült, um überschüssigen Primer zu entfernen, und anschließend vor einem Binden getrocknet. Schwefelhaltige Alkoxysilane sind die empfohlene Form eines Adhäsionspromoters zum Binden an Goldflächen. Wenn die Primer in dem oben erwähnten Ver-

fahren verwendet werden, wird die Bindefestigkeit der meisten Epoxidharze an der Goldfläche stärker sein als bei einer vergleichbaren Epoxidharzbindung ohne die Anwesenheit des Primers.

**[0019]** Allerdings wurde überraschenderweise entdeckt, dass sich die Bindefestigkeit von Epoxidharz sogar noch erheblich weiter steigern lässt, wenn das schwefelhaltige Alkoxysilan der Epoxidharzformulierung unmittelbar hinzugefügt wird, und zwar zusätzlich zu seiner Verwendung als Oberflächenbehandlung. Eine Prozessversuchsanordnung (DOE) wurde ausgeführt, um die Bindefestigkeit von Epoxidharz an vergoldetem flexiblen Leiterplattenmaterial zu optimieren. Die DOE-Tests beachteten den Einsatz eines Alkoxysilanadhäsionspromoters, den Typ des Adhäsionspromoters mit Blick auf seine Chemie, und ob der Adhäsionspromoter zu der Epoxidharzformulierung hinzugefügt war oder nicht. Zwei Alkoxysilanadhäsionspromoters enthielten Schwefel in deren Struktur, um ein Binden an eine Goldfläche zu fördern. Es handelte sich dabei um Mercaptopropyltrimethoxysilan (M8500) und Disulfidpropyltriethoxysilan (B2494). Der chemische Aufbau von Mercaptopropyltrimethoxysilan und Disulfidpropyltriethoxysilan ist in Fig. 1 bzw. Fig. 2 gezeigt. Zwei zusätzliche Alkoxysilanadhäsionspromoters, die in deren Aufbau keinen Schwefel enthielten, waren Aminopropyltriethoxysilan (P220) und Diphenylphosphintriethoxysilan (D6110). Die chemischen Strukturen von Aminopropyltriethoxysilan und Diphenylphosphintriethoxysilan sind in Fig. 3 bzw. Fig. 4 gezeigt.

**[0020]** Abziehhaftungstests wurden für sämtliche dieser Alkoxysilane für Epoxidharz durchgeführt, das an eine Fläche von vergoldetem flexiblem Leiterplattenmaterial gebunden war. In jedem Fall wurde die Oberfläche des Goldes mit dem Alkoxysilan anhand einer 1%igen Lösung in Isopropylalkohol entsprechend dem oben beschriebenen Verfahren behandelt. Der einen Hälfte der Proben wurde ferner das gleiche Alkoxysilan der Epoxidharzformulierung mit einer Konzentration von 1 % hinzugefügt. Das verwendete Epoxidharz war ein kommerzielles Bisphenol-A-Epoxidharz, das mittels eines aliphatischen Aminaushärtungsmittels bei 50 °C ausgehärtet wurde. An die Goldfläche war ein 1 cm breiter und 0,05 mm dicker Streifen von Polyimidfilm gebunden, dessen Rückseite mit einer Auflage von 0,02 mm Kupfer versehen war, um eine Stütze für die Adhäsionsprüfung bereitzustellen. Die adhäsive Bindefestigkeit wurde gemessen, indem der kupferverstärkte Polyimidfilm unter einem Winkel von 90 Grad und mit einer Rate von 2 Zoll/Minute von der Goldfläche abgezogen wurde. Die Adhäsionsdaten wurden in Pfund/Zoll (pli) der Breite konvertiert, indem die protokollierte Abziehkraft mit 2,54 multipliziert wurde. Die Abziehhaftungsdaten wurden für Proben erfasst, die keinen Alkoxysilanadhäsionspromoter verwendeten, Proben, bei denen die Goldfläche mit vielfältigen Alkoxysilanadhäsionspromotern behandelt waren, und Proben, bei denen unterschiedliche Alkoxysilanadhäsionspromoters sowohl auf der Goldfläche aufgetragen als auch der Epoxidharzformulierung hinzugefügt waren. Die in Tabelle 1 dargestellten Abziehhaftungsdaten (die Werte sind in pli angegeben) zeigten, dass die adhäsive Bindefestigkeit erheblich größer ist, wenn der Epoxidharzformulierung ein schwefelhaltiges Alkoxysilan (M8500 oder B2494) hinzugefügt wird. In sämtlichen Fällen trat ein Ausfall der Haftung durch ein Entfernen des Epoxidharzes von der Goldfläche auf. Keine anderen Faktoren in den DOE-Tests waren in ähnlicher Weise signifikant für eine Steigerung der Haftfestigkeit an der Goldfläche.

TABELLE 1

| Behandlung | Ohne | P220 | D6110 | M8500 | B2494 |
|---|---|---|---|---|---|
| Auf Flächen | 0,5 | 0,9 | 0,6 | 1,3 | 1,5 |
| In Epoxidharz | 0,6 | 1,1 | 0,6 | 4,2 | 4,6 |

**[0021]** Wie oben gezeigt, kann die Bindefestigkeit der sich ergebenden Epoxidharzformulierung durch Hinzufügen von 1 % eines schwefelhaltigen Alkoxysilans zu der Epoxidharzformulierung um einen Faktor 3 oder mehr gesteigert werden. Die Menge des hinzugefügten schwefelhaltigen Alkoxysilans kann im Bereich von 0,1 bis 10 % liegen. Während sich diese Lehre auf jede Struktur anwenden lässt, in der Epoxidharz verwendet wird, um ein Substrat an eine Goldfläche zu binden, kann die Lehre die Bindefestigkeit zwischen einer vergoldeten flexiblen Leiterplatte und einem vergoldeten piezoelektrischen Keramikelement in einer Ultraschallsonde erheblich steigern. Diese Steigerung der Bindefestigkeit wird in der Herstellung von Ultraschallsonden von Vorteil sein, indem die Robustheit des Schichtungsprozesses erhöht wird und eine erfolgreiche Massenproduktion neuer mehrzeiliger Ultraschallarrays gefördert wird, in denen die Abmessungen der piezoelektrischen Elemen-

te wesentlich kleiner sind als diejenige von gewöhnlich nach dem Stand der Technik verwendeten Elementen.

**[0022]** Viele Ultraschalltransducer sind phasengesteuerte Arrayantennen, die eine oder mehrere Zeilen von elektrisch und mechanisch unabhängigen Transducerelementen aufweisen. In diesen Arten von Transducern kann jedes Transducerelement eine geschichtete Struktur sein, zu der eine Schallabsorptionskomponente, eine piezoelektrische Keramikschicht, ein oder mehrere akustische Anpassungsschichten und eine vordere Verschleißplatte oder Fokussierungslinse gehören. Typischerweise werden ein oder mehrere flexible Leiterplatten verwendet, um elektrische Verbindungen (Signal und Masse) zwischen der piezoelektrischen Keramikschicht und der Signalverarbeitungselektronik oder einem Bündel von Koaxialkabeln herzustellen, die letztendlich an der Signalverarbeitungselektronik angeschlossen sind.

**[0023]** Elektrische Anschlüsse an die piezoelektrische Keramik in Ultraschalltransducern müssen den Anforderungen eines geringen elektrischen spezifischen Widerstands und einer hohen Bindefestigkeit genügen, ohne die akustische Leistung zu schmälern. Die piezoelektrische Keramik in Ultraschalltransducern ist häufig mittels einer dünnen Epoxidharzbindeschicht an eine elastische gedruckte Leitung (nachstehend als "flexible Leiterplatte" bezeichnet) oder an eine sonstige elektrische Steckverbindung gebunden. Diese Haftverbindung muss für die angelegte Spannung elektrisch leitend sein, um diese mittels des piezoelektrischen Materials in mechanische Energie umzuwandeln.

**[0024]** Fig. 5 zeigt eine exemplarische Schnittstelle zwischen einer piezoelektrischen Keramikschicht **2**, die eine Unterseite aufweist, die metallisiert wurde, um eine Signalelektrode **4** zu bilden, und eine flexible Leiterplatte, die mit einem dielektrischen Film **6** (z.B. aus Kapton®-Polyimid) versehen ist, der auf einer der Signalelektrode **4** gegenüberliegenden Fläche ein Metallisierungsmuster **8** (z.B. metallene Leiterbahnen) aufweist. Alternativ kann die Metallisierung **8** einen exponiertes Metallpad aufweisen, das über einen metallisierten Durchkontakt elektrisch an eine Leiterbahn gekoppelt ist, die in dem Substrat der flexiblen Leiterplatte auf einer anderen Ebene angeordnet ist. Die flexible Leiterplatte ist optional durch eine Schicht aus akustisch dämpfenden Material **14**, d. h. von einer sogenannte "akustischen Stützschicht" getragen und mit dieser verbunden. Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel kann die flexible Leiterplatte in die akustische Stützschicht eingebettet sein, wobei das Ende einer metallenen Leiterbahn (oder ein Pad, das mit dem Ende einer metallenen Leiterbahn verbunden ist) an dem Interface zusammen mit der an der piezoelektrischen Keramikschicht angeordneten Signalelektrode exponiert und an diese gebunden ist. Die Oberseite der piezoelektrischen Keramikschicht **2** ist ebenfalls metallisiert, um eine Masseelektrode **10** zu bilden, die gewöhnlich mit einer akustischen Impedanzanpassungsschicht **12** elektrisch verbunden ist, die aus einem elektrisch leitenden Werkstoff gefertigt ist, der an die gemeinsame Masse angeschlossen ist.

**[0025]** Die akustische Impedanzanpassungsschicht **12** ist mittels einer schalldurchlässigen dünnen Haftmittelschicht **18** mit der metallisierte Oberseite des Transducerelements verbunden. In ähnlicher Weise ist die flexible Leiterplatte mittels einer schalldurchlässigen dünnen Klebstoffschicht **16** mit der metallisierten Unterseite des Transducerelements verbunden. Obwohl jede Haftschicht in der Weise dargestellt ist, dass sie einen Spalt zwischen den gegenüberliegenden Flächen besetzt, ermöglichen die Haftschichten, wie weiter oben erläutert, tatsächlich einen ohmschen Kontakt zwischen den elektrisch leitenden Flächen.

**[0026]** In Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung basiert die Metallisierung auf der Ober- und Unterseite der piezoelektrischen Keramikschicht ebenso wie die Metallisierung auf dem dielektrischen Substrat **6** auf Gold, während die akustische Impedanzanpassungsschicht **12** nicht aus Gold gefertigt ist. Dementsprechend veranschaulicht das in Fig. 5 dargestellte Ausführungsbeispiel die Verwendung der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen zwei Goldflächen und zwischen einer Goldfläche und einer anderen, nicht aus Gold bestehenden Fläche. In jeder Ausprägung enthält die Haftschicht ein Epoxidharz (z.B. ein Bisphenol-A-Epoxidharz, das bei 50 °C mittels eines aliphatischen Aminaushärtungsmittels vernetzt wird), das eine Konzentration von 1 % eines schwefelhaltigen Alkoxysilans, beispielsweise Mercaptopropyltrimethoxysilan oder Disulfidpropyltriethoxysilan, aufweist.

**[0027]** In Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann in dem in Fig. 5 dargestellten Beispiel eine kräftige Bindung zwischen Gold und Gold unter Verwendung eines Verfahrens erreicht werden, zu dem die folgenden Schritte gehören: (a) Mischen einer Lösung, die schwefelhaltiges Alkoxysilan aufweist (0,1 bis 10 %, vorzugsweise 1,0 bis 5,0 %); (b) Hinzufügen von schwefelhaltigem Alkoxysilan (0,1 bis 10 %, vorzugsweise 1,0 bis 5,0 %) zu der Epoxidharzformulierung; (c) Behandeln jeder der Goldflächen **4** und **8** mit der Lösung; (d) Aufbringen des Zusatzstoff enthaltenden Epoxidharzes auf eine oder beide Flächen; und (e) Aneinanderdrücken der Goldflächen **4**, **8** während das Epoxidharz **16** aushärtet. Dasselbe Verfahren eignet sich für das Binden der akustische Impedanzanpassungsschicht an die Masseelektrode, mit dem Unterschied,

dass lediglich die Goldfläche, und nicht die Oberfläche der Anpassungsschicht gespült werden muss.

**[0028]** Um im Falle von Ultraschalltransducern eine Bindung mit einem ausreichend niedrigen elektrischen spezifischen Widerstand zu erreichen, wird auf die Bindungsschnittstelle vor und während der Aushärtung des Epoxidharzes gleichmäßig hoher Druck ausgeübt. Falls die flexible Leiterplatte und die piezoelektrischen Keramikflächen mikroskopische Rauhigkeiten aufweisen und die Epoxidharzschicht ausreichend dünn ist, wird über eine statistische Verteilung von unmittelbaren Kontakten zwischen erhabenen Punkten auf der piezoelektrischen Keramikfläche und erhabenen Punkten auf der flexiblen Leiterplatte eine elektrische Verbindung erzielt. Unter ausreichendem Druck dringen auf der Keramik vorhandene metallisierte Rauhigkeiten durch das Epoxidharzbindemittel hindurch, um einen unmittelbaren Kontakt mit der flexiblen Leiterplatte herzustellen. Dünne Epoxidharzbindeschichten ermöglichen einen geringen spezifischen elektrischen Widerstand und angemessene akustische Eigenschaften.

**[0029]** Das Verfahren eines Hinzufügens eines schwefelhaltigen Alkoxysilans zu der Epoxidharzformulierung war für die erfolgreiche Entwicklung eines zweidimensionalen Ultraschalltransducerarrays, in dem zwei vergoldete Flächen mit einer dünnen Epoxidharzbindung aneinander gebunden sind, von Nutzen. Dieses Transducerarray wurde anschließend an das Schichtungsverfahren würfelförmig geschnitten. In Versuchen, die eine Epoxidharzformulierung verwendeten, die kein schwefelhaltiges Alkoxysilan enthielt, entstanden Transducerarrays, die Elemente aufwiesen, bei denen das Epoxidharz versagt hatte, das Element zu tragen. Bei Verwendung des hier offenbarten Verfahrens konnten keine Ausfälle der Epoxidharzbindung beobachtet werden.

**[0030]** Ein Verfahren zum Binden einer Fläche an eine Goldfläche, zu dem die folgenden Schritte gehören: (a) Mischen einer Lösung, die schwefelhaltige Alkoxysilan enthält; (b) Behandeln der Goldfläche mit der Lösung; (c) Hinzufügen von schwefelhaltigem Alkoxysilan zu einem haftenden Material; (d) Aufbringen des haftenden Materials zusammen mit einem Zusatzstoff auf einer der beiden Flächen; und (e) Aneinanderdrücken der Flächen, während das haftenden Material zwischen diesen aushärtet.

**[0031]** Während die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist es dem Fachmann klar, dass an deren Elementen vielfältige Änderungen vorgenommen werden können, und die Beispiele durch äquivalente Ausführungen substituiert werden können, ohne dass der Schutzumfang der Erfindung berührt ist. Darüber hinaus können vielfältige Abwandlungen durchgeführt werden, um eine spezielle Situation an die Lehre der Erfindung anzupassen, ohne von dem hauptsächlichen Gegenstand der Erfindung abzuweichen. Demzufolge ist nicht beabsichtigt, die Erfindung auf das spezielle Ausführungsbeispiel zu beschränken, das als die am besten geeignete Weise der Verwirklichung der Erfindung erachtet wird, vielmehr soll die Erfindung sämtliche Ausführungsbeispiele einbeziehen, die in den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Binden einer ersten Fläche an eine aus Gold gefertigte zweite Fläche, mit den folgenden Schritten:
Mischen einer Lösung, die schwefelhaltiges Alkoxysilan enthält;
Behandeln der Goldfläche mit der Lösung;
Hinzufügen von schwefelhaltigen Alkoxysilan zu einem haftenden Material;
Aufbringen des haftenden Materials auf die Goldfläche, auf eine Fläche der Materialschicht oder auf beide Flächen; und
Aneinanderdrücken der Goldfläche und der ersten Fläche, während das haftende Material zwischen diesen aushärtet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Konzentration von schwefelhaltigem Alkoxysilan in der Lösung im Bereich von 0,1 bis 10 % liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Konzentration von schwefelhaltigem Alkoxysilan in dem haftenden Material im Bereich von 0,1 bis 10 % liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das schwefelhaltige Alkoxysilan Mercaptopropyltrimethoxysilan ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das schwefelhaltige Alkoxysilan Disulfidpropyltriethoxysilan ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das haftende Material Bisphenol-A-Epoxidharz ist, und der Aus-

härtungsschritt ein aliphatisches Aminaushärtungsmittel verwendet.

7. Geschichtete Struktur, die erste und zweite Substrate (**2** und **6**) enthält, die einander gegenüberliegende Flächen aufweisen, wobei mindestens eine der einander gegenüberliegenden Flächen des ersten und zweiten Substrats zumindest teilweise mit Gold (**4** und **8**) bedeckt ist, und die einander gegenüberliegenden Flächen durch eine dünne Schicht (**16**) haftenden Materials verbunden sind, wobei das haftende Material ein darin gemischtes adhäsionsförderndes Agens enthält, wobei das adhäsionsfördernde Agens ein schwefelhaltiges Alkoxysilan ist.

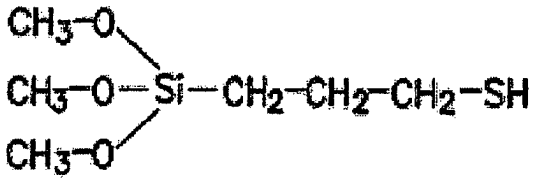
8. Geschichtete Struktur nach Anspruch 7, bei der die Konzentration schwefelhaltigen Alkoxysilans in dem haftenden Material ungefähr 1 % beträgt.

9. Geschichtete Struktur nach Anspruch 7, bei der beide einander gegenüberliegenden Flächen zumindest teilweise mit Gold bedeckt sind.

10. Geschichtete Struktur nach Anspruch 7, bei der das erste Substrat (**2**) aus einem piezoelektrischen Keramikmaterial gefertigt ist, und das zweite Substrat (**6**) aus einem dielektrischen Material gefertigt ist.

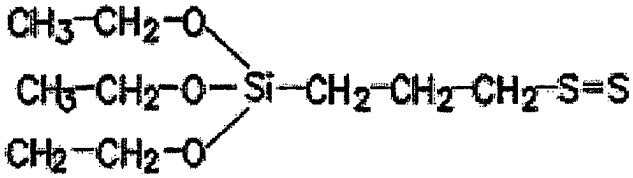
Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**



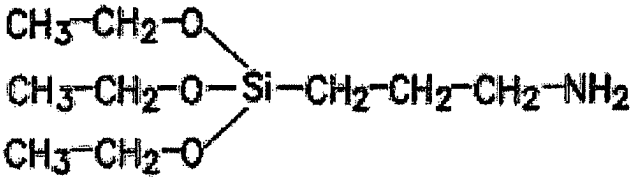
MERCAPTOPROPYLTRIMETHOXYSILAN

FIG.1



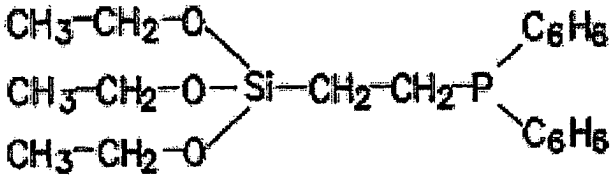
DISULFIDPROPYLTRIETHOXYSILAN

FIG.2



AMINOPROPYLTRIETHOXYSILAN

FIG.3



DIPHENYLPHOSPHINTRIETHOXYSILAN

FIG.4

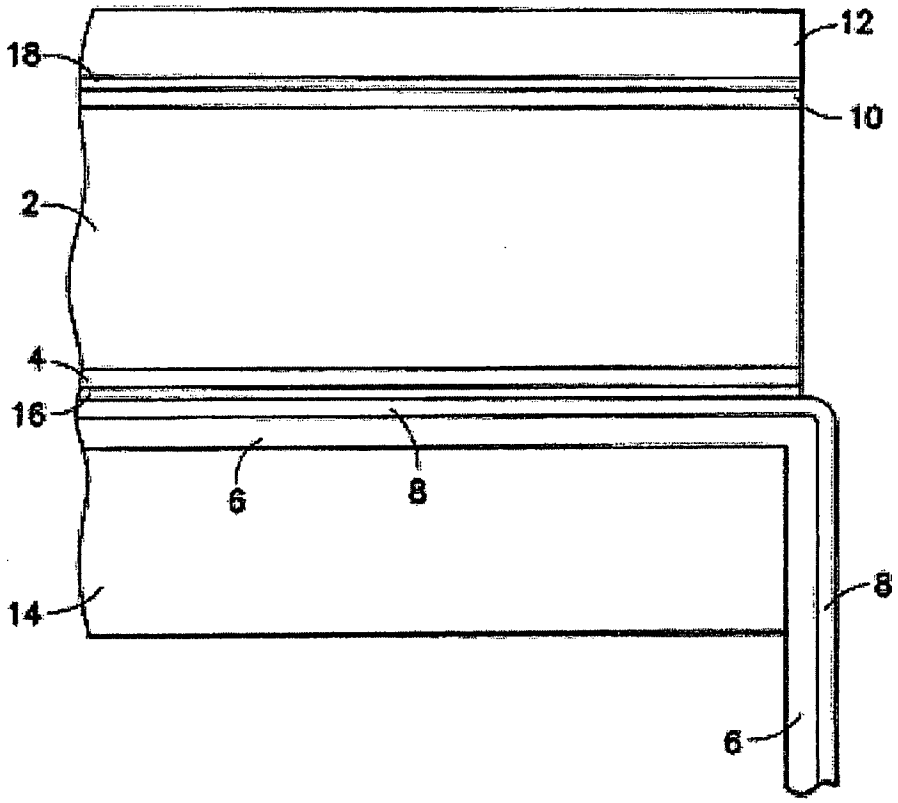



FIG.5