



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 34 947 T2 2006.08.24

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 793 406 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 34 947.0

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 103 255.2

(96) Europäischer Anmeldetag: 27.02.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 03.09.1997

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 28.12.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 24.08.2006

(51) Int Cl.⁸: **H05K 3/00 (2006.01)**
H05K 3/46 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

6908396	29.02.1996	JP
22076796	05.08.1996	JP
24262496	26.08.1996	JP
24262596	26.08.1996	JP
27747596	27.09.1996	JP

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

(73) Patentinhaber:

Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd., Kawasaki,
Kanagawa, JP

(72) Erfinder:

Takiguchi, Yoshikazu, Port Washington, New York
11050, US; Obiya, Hiroyuki, Kawasaki-shi,
Kanagawa-ken, JP; Takahashi, Toru, Koza-gun,
Kanagawa-ken, JP; Shiroyama, Taisuke,
Ebina-shi, Kanagawa-ken, JP; Tazawa, Kenji,
Chigasaki-shi, Kanagawa-ken, JP

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von mehrschichtigen Leiterplatten**

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 eingelebt, 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**HINTERGRUND DER ERFINDUNG:****Gebiet der Erfindung:**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mehrschichtiger Verschaltungstafeln. Genauer betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung mehrschichtiger Verschaltungstafeln vom "Aufbau"-Typ mit Durchgangslöchern oder grabenartigen Kanälen, die durch Entfernen von dielektrischen Zwischenniveauschichten in ausgewählten Bereichen hergestellt werden, wodurch elektrische Verbindungen zwischen mehr als einem Niveau von Leitermustern bereitgestellt werden.

Beschreibung des Standes der Technik:

[0002] Mit den Fortschritten der elektronischen Technologie in der letzten Zeit wurden Anstrengungen zur Erhöhung des Integrationsgrades in elektronischen Vorrichtungen, wie beispielsweise Computern, und zur Erzielung schnellerer Berechnungsoperationen unternommen. Mehrschichtige Verschaltungstafeln sind hier keine Ausnahme, und es werden solche verlangt, die eine hochdichte Verdrahtung oder Bepackung erlauben; es ist bekannt, dass dieses Erfordernis durch mehrschichtige Verschaltungstafeln vom Aufbautyp mit Durchgangslöchern oder grabenartigen Kanälen zur Erzeugung einer elektrischen Verbindung zwischen einem ersten und einem zweiten Niveau von Leitermustern erfüllt werden kann.

[0003] Zwei typische Beispiele für eine mehrschichtige Verschaltungstafel der früheren Technologie, die nach dem Aufbauverfahren hergestellt wurden, sind in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt. Ein Substrat (21) wird mit einem ersten Niveau eines Leitermusters (22) belegt, das wiederum mit einer fotoempfindlichen Harzschicht (dielektrische Zwischenniveauschicht) (23) ausgestattet wird, die durch Rastern oder anders geartete Bemusterung einer elektrisch isolierenden Keramikpastenzusammensetzung erzeugt wird; die dielektrische Zwischenniveauschicht (23) wird durch Fotolithografie belichtet, entwickelt und unter Bildung von Durchgangslöchern (25) selektiv geätzt; anschliessend wird eine Elektro- oder Nichtelektronplattierung durchgeführt, wodurch eine leitfähige Schicht (26) innerhalb jedes Durchgangslochs (25) oder als eine koextensive Masse, die jedes Durchgangsloch (25) und die dielektrische Zwischenniveauschicht (23) ausfüllt, bereitgestellt wird; und anschliessend wird ein nicht gezeigtes zweites Leitermusterniveau so hergestellt, dass es mit dem darunterliegenden ersten Leitermusterniveau (22) elektrisch verbunden ist.

[0004] Die nach diesem Verfahren gemäss der früheren Technologie hergestellten mehrschichtigen Verschaltungstafeln weisen mehrere Probleme auf. Erstens sind hochauflösende Tafeln mit ausreichend geringen Elementgrössen nicht erzielbar, wenn die dielektrische Zwischenniveauschicht aus keramischen Materialien hergestellt ist. Wenn die lichtempfindliche Harzschicht verwendet wird, werden zweitens Durchgangslöcher gebildet, die entweder einen rechtwinkligen Querschnitt mit vertikalen Seitenwänden besitzen (siehe [Fig. 2](#)) oder es besteht die Neigung zur Seitenätzung durch den in der Fotolithografie verwendeten flüssigen Entwickler (siehe [Fig. 3](#)). In jedem Fall ist die Tiefenwirkung der zur Bereitstellung der leitfähigen Schicht (26) innerhalb der Durchgangslöcher (25) oder über der dielektrischen Zwischenniveauschicht (23) angewandten Elektro- oder Nichtelektronplattierungstechnik nicht zufriedenstellend (es wird keine gleichförmige Plattierung abgeschieden) wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt (siehe den eingekreisten Bereich A) und es tritt gelegentlich Leitungsversagen auf. Dieses Problem könnte dadurch gelöst werden, dass die Menge der elektrodenlosen Plattierungsabscheidung ausreichend erhöht wird, so dass Kurzschlüsse vermieden werden, jedoch wird andererseits das Gewicht des Substrats unvermeidlich erhöht, was es schwierig macht, hochdichte, hochauflösende, mehrschichtige Verschaltungstafeln herzustellen.

[0005] Im Hinblick auf die Erzeugung einer mehrschichtigen Verschaltungstafel hoher Zuverlässigkeit unter Verwendung einer geringeren Menge an elektrodenloser Plattierungsabscheidung wurde vorgeschlagen, dass in einem Oxidationsmittel lösliche Harzteilchen in einer fotoempfindlichen Schicht enthalten sind, die in dem Oxidationsmittel geringfügig löslich ist, wodurch die Harzteilchen durch die Einwirkung des Oxidationsmittels aufgelöst werden, wodurch die dielektrische Zwischenniveauschicht unter Bereitstellung einer besseren Anhaftung an eine leitfähige Schicht aufgerauht wird. Diese Technologie findet sich in JP-OS (Kokai) 215623/1994. In diesem Patent werden starke Säuren, wie beispielsweise Chromsäure, als Oxidationsmittel zur Aufrauung der Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht verwendet, dieses ist jedoch im Hinblick auf die nachteiligen Auswirkungen, die auf das Betriebspersonal und das Substrat hervorgerufen werden, nicht bevorzugt.

[0006] In jüngerer Zeit werden unter Berücksichtigung von Umweltaspekten fotoempfindliche Harze benötigt, die die Verwendung von verdünnten wässrigen Alkalilösungen als flüssigen Entwickler erlauben, und in JP-OS (Kokai) 196856/1994 wurde ein fotoempfindliches Harz vorgeschlagen, das durch Einführen von Carboxylgruppen mit einer verdünnten wässrigen Alkalilösung entwickelbar gemacht wurde. Das so modifizierte, lichtempfindliche Harz neigt jedoch dazu, eine abnehmende Isolierbeständigkeit und Wärmebeständigkeit mit gelegentlichen Kurzschlüssen zu erleiden. Daher war es schwierig, mehrschichtige Verschaltungstafeln hoher Zuverlässigkeit nach dem vorgeschlagenen Verfahren zu realisieren. Wenn darüber hinaus eine dielektrische Zwischenniveauschicht aus diesem modifizierten lichtempfindlichen Harz hergestellt ist, kann sie einer Erwärmung auf Temperaturen von mehr als etwa 140°C nicht widerstehen, und es ist ferner schwierig, eine hohe Ablösefestigkeit zu realisieren. Wenn die dielektrische Zwischenniveauschicht aus diesem lichtempfindlichen Harz daher in modernen Versionen hochdichter Verschaltungstafeln verwendet wird, treten häufig Probleme, wie beispielsweise Abblätterungen und Absplitterungen aufgrund von Beschädigungen der dielektrischen Zwischenniveauschicht, auf.

[0007] Ein anderer vorgeschlagener Ansatz ist die Herstellung einer dielektrischen Zwischenniveauschicht aus einem wärmehärtbaren wärmebeständigen Epoxyharz, das mit einem organischen Füllstoff vermischt ist, worin dann Durchgangslöcher mittels eines Hochleistungslasers, wie beispielsweise einem CO₂-Gas-Laser oder einem Excimerlaser, gebildet werden. Zusätzlich zu den hohen Ausrüstungskosten haben die hergestellten Durchgangslöcher jedoch einen rechtwinkligen Querschnitt, und ein Leitungsversagen kann gelegentlich selbst dann auftreten, wenn eine Leiterschicht innerhalb eines jeden Durchgangslochs bereitgestellt wird. Als weiteres Problem sind die Seitenwände der Durchgangslöcher so glatt, das die erforderliche Anhaftung an die aufgebrachte leitfähige Schicht nicht erzielt wird.

[0008] EP-A-0 458 293 offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer mehrschichtigen Verschaltungstafel, die ein isolierendes Substrat mit einer ersten und zweiten Leiterschicht, die auf den Hauptoberflächen des Substrats hergestellt sind, ein Blindloch, das durch die erste Leiterschicht und das isolierende Substrat ausgebildet ist, wodurch die zweite Leiterschicht auf der Unterseite des Blindlochs freigelegt wird, und einen Verbindungsleiter, der zur Abdeckung der freigelegten Oberfläche des zweiten Leiterschichtwandanteils des Blindlochs und der Leiterschicht bereitgestellt ist, umfasst. In dem Verfahren zur Herstellung dieser Struktur wird eine Leiterschicht auf einer Oberfläche des Substrats hergestellt, und eine gegenüber dem nachfolgenden Ätzvorgang resistente bemusterte Maske wird auf der anderen Seite des Substrats bereitgestellt, und dann wird das isolierende Substrat durch Aufstrahlen eines feinen Schleifpulvers bis zur Freilegung der ersten Leiterschicht am Boden des erzeugten Lochbereichs entfernt. Anschliessend wird eine zweite Leiterschicht zur Bedeckung der Seitenwandoberfläche des Lochbereichs und der am Boden des Lochbereichs freigelegten ersten Leiterschicht hergestellt.

[0009] JP-A-55-103554 betrifft eine fotoempfindliche Harzzusammensetzung für ein Sandstrahlresist, die zur Durchführung eines selektiven Sandstrahlverfahrens an ein Substrat angehaftet werden kann, und die nach dem Sandstrahlen leicht abblättert. Die betreffende fotoempfindliche Harzzusammensetzung wird erhalten durch Vermischen einer bestimmten wasserlöslichen Verbindung, einer ethylenisch ungesättigten Verbindung und eines Fotopolymerisationsinitiators.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG:

[0010] Das erfindungsgemäße Ziel ist die Bereitstellung einer mehrschichtigen Verschaltungstafel zu geringen Kosten, die eine gute Anhaftung zwischen einer dielektrischen Zwischenniveauschicht und einer leitfähigen Schicht zeigt, die eine hohe Wärmebeständigkeit besitzt, die keine Umweltgefährdung darstellt und die dennoch eine hohe Zuverlässigkeit besitzt. Folglich wird erfindungsgemäss ein Verfahren zur Herstellung einer mehrschichtigen Verschaltungstafel mit einer Vielzahl von Leitermustern (2) und einer dielektrischen Schicht (3) auf mindestens einer Oberfläche eines Substrats (1) mit Durchgangslöchern (5) und/oder grabenartigen Kanälen (8), die an spezifizierten Stellen der dielektrischen Zwischenschicht (3) zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen den Leitermustern (2) bereitgestellt sind, bereitgestellt, das die folgenden aufeinanderfolgenden Schritte umfasst:

- (i) Herstellen einer dielektrischen Zwischenschicht (3a) durch leichtes Anhärten einer warmhärtbaren oder fotohärtbaren, elektrisch isolierenden Beschichtungsschicht;
- (ii) Herstellen einer Beschichtung (4), die gegenüber Sandstrahlbehandlung beständig ist, in einem Muster über der leicht angehärteten dielektrischen Zwischenschicht (3a);
- (iii) Entfernen der leicht angehärteten Isolierschicht (3a) in ausgewählten Bereichen durch Sandstrahlen unter Erzeugung der Durchgangslöcher (5) und/oder grabenartigen Kanäle (8);
- (iv) Entfernen der Beschichtung (4), die gegenüber Sandstrahlbehandlung beständig ist;

- (v) Aushärten der zurückbleibenden Isolierschicht (3a) unter Erzeugung der dielektrischen Zwischenschicht (3); und
- (vi) Bereitstellen einer leitfähigen Schicht (7) auf der in Schritt (5) erhaltenen Struktur,

in dieser Reihenfolge, und worin "leichtes Härteln" in Schritt (i) bedeutet, dass die warmhärtbare oder fotohärtbare, elektrisch isolierende Beschichtungsschicht mit Licht in geringer Energiedosis bestrahlt oder auf eine Temperatur unterhalb der üblichen Aushärtungstemperatur erwärmt wird, so dass

- die Durchgangslöcher und/oder grabenartigen Kanäle, die in Schritt (iii) erzeugt werden, keine morphologischen Defekte erleiden,
- die leicht gehärtete Isolierschicht (3a) in Schritt (iv) nicht abgelöst wird, und
- die Durchgangslöcher und/oder grabenartigen Kanäle nicht mit sich verformender Masse der zurückbleibenden Isolierschicht (3a) in Schritt (v) aufgefüllt werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN:

[0011] [Fig. 1A](#)–[Fig. 1G](#) zeigen die jeweiligen Schritte, die in die Herstellung einer mehrschichtigen Verschaltungstafel gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eingeschlossen sind;

[0012] [Fig. 2](#) zeigt ein Beispiel einer mehrschichtigen Verschaltungstafel, die nach einem Verfahren aus dem Stand der Technik hergestellt wurde; und

[0013] [Fig. 3](#) zeigt ein weiteres Beispiel einer mehrschichtigen Verschaltungstafel, die nach einem Verfahren aus dem Stand der Technik hergestellt wurde.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG:

[0014] Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung mehrschichtiger Verschaltungstafeln werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die angefügten Zeichnungen beschrieben.

[0015] Die [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1G](#) zeigen eine Ausführungsform des Verfahrens. Wie in [Fig. 1A](#) gezeigt, wird zunächst ein Substrat (1) bereitgestellt und ein Leitermuster (2) in einer Dicke von etwa 1 bis 200 µm auf dem Substrat ausgebildet, gefolgt von der Bereitstellung einer darüberliegenden warm- oder fotohärtbaren, elektrisch isolierenden Schicht (3a).

[0016] Das Substrat (1) kann ein isolierendes Substrat sein, das aus verschiedenen Typen ausgewählt ist, die, ohne darauf beschränkt zu sein, Glas-Epoxyharz-Laminate, Glastextil-Bismaleimidtriazinharz-Laminate, Glastextil-Polyimidharz-Laminate, Papier-Phenolharz-Laminate, Papier-Kresolharz-Laminate, Papier-Phenol-novolakexpoxyharz-Laminate und Papier-Kresolnovolakepoxyharz-Laminate einschliessen. Bei Bedarf kann die Oberfläche des Substrats (1) aufgerautet sein.

[0017] Das Leitermuster (2) wird typischerweise aus einem leitfähigen Material, wie beispielsweise Cu, Al, Ag, Au oder Ni, hergestellt und kann durch beliebige bekannte Mittel bereitgestellt werden. Erfindungsgemäß sind Cu und Al bevorzugt, da sie einen bestimmten Elastizitätsgrad besitzen, kostengünstig sind und durch Sandstrahlen nicht leicht abgetragen werden.

[0018] Die warm- oder fotohärtbare, elektrisch isolierende Schicht (3a) wird auf dem Substrat (1) durch folgende Vorgehensweise bereitgestellt: Die Bestandteile des Ausgangsmaterials werden aufgelöst, dispergiert und sorgfältig mit einer geeigneten Vorrichtung, wie beispielsweise einer Drei-Walzen-Mühle, einer Kugelmühle oder einer Sandmühle, vermischt, und die Mischung wird mit geeigneten Mitteln, wie beispielsweise Durchsieben, Stabbeschichten, Walzenbeschichten, Umkehrbeschichten, Vorhangfliessbeschichten oder Sprühbeschichten, in einer Trockenschichtdicke von etwa 10–100 µm auf das Substrat aufgebracht. Die aufgebrachte Isolierschicht (3a) wird durch Trocknen in einem Warmluftheizgerät oder einem IR-Heizgerät leicht gehärtet ([Fig. 1B](#)).

[0019] Die Isolierschicht (3a) wird üblicherweise aus einer Zusammensetzung hergestellt, die ein Binderharz, einen Thermo- oder Fotopolymerisationsinitiator oder ein Vernetzungsmittel und ein thermo- oder fotopolymersierbares Monomer enthält. Das Monomer kann weggelassen werden, wenn das Binderharz Gruppen enthält, die mit Licht oder Wärme polymerisiert oder vernetzt werden können.

[0020] Das Material zur Herstellung der Isolierschicht (3a) ist typischerweise eine Zusammensetzung, die ein

Binderharz, einem Thermo- oder Fotopolymerisationsinitiator oder ein Vernetzungsmittel, und ein thermo- oder fotopolymerisierbares Monomer enthält. Das Monomer kann weggelassen werden, wenn das Binderharz Gruppen enthält, die mit Licht oder Wärme polymerisiert oder vernetzt werden können.

[0021] Beispiele für das Binderharz schliessen folgendes ein: Copolymeren aus Monomeren, ausgewählt aus Methylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat, Ethylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, Isobutylacrylat, Isobutylmethacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Benzylacrylat, Benzylmethacrylat, 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat, 2-Hydroxypropylacrylat, 2-Hydroxypropylmethacrylat, Ethylenglykolmonomethyletheracrylat, Ethylenglykolmonomethylethermethacrylat, Ethylenglykolmonoethyletheracrylat, Ethylenglykolmonoethylmethacrylat, Glycerinmonoacrylat, Glycerinmonomethacrylat, Acrylsäuredimethylaminoethylester, Methacrylsäuredimethylaminoethylester, Tetrahydrofurfurylacrylat, Tetrahydrofurfurylmethacrylat, Acrylsäureamid, Methacrylsäureamid, Acrylnitril, Methacrylnitril usw.; Epoxyharz vom Bisphenol A-Typ, Epoxyharz vom Bisphenol F-Typ, Epoxyharz vom Bisphenol S-Typ, Epoxyharz vom Phenolnovolaktyp, Epoxyharz vom Kresolnovolaktyp, epoxydierte Harze, die durch Kondensation von Phenolen mit aromatischen Aldehyden mit einer phenolischen Hydroxygruppe hergestellt werden, Harnstoffharze, Melaminharze, Triazinharze, wie beispielsweise Tris-(2,3-diepoxypropyl)isocyanurat, Cyclotenharze von Dow Chemical Corporation, Polyphenolharze, Polynovolakharze, Polyamidharze, Polyimidharze usw. Unter diesen werden vorteilhafterweise Epoxyharze, Polyphenolharze, Polynovolakharze, Polyamidharze und Polyimidharze verwendet, da sie selbst bei hohen Temperatur von etwa 150–200°C nicht verschlechtert oder zersetzt werden, eine Zugfestigkeit von mehr als 1 kg, in Einheiten der Ablösefestigkeit, aufweisen, und eine hervorragende Beständigkeit gegenüber Wärme und Chemikalien besitzen.

[0022] Die oben genannten Monomere können mit anderen Monomeren mit einer Carboxylgruppe copolymerisiert werden, wie beispielsweise Acrylsäure, Methacrylsäure, Crotonsäure, Isocrotonsäure, Angelicasäure, Tiglinsäure, 2-Ethylacrylat, 3-Propylacrylat, 3-Isopropylacrylat, Bernsteinsäuremonohydroxyethylacrylat, Phthalsäuremonohydroxyethylacrylat, Dihydropthalsäuremonohydroxyethylacrylat, Tetrahydropthalsäuremonohydroxyethylacrylat, Hexahydropthalsäuremonohydroxyethylacrylat, Acrylsäuredimer und Acrylsäuretrimer; es ist jedoch festzuhalten, dass die Copolymerisation mit diesen Monomeren gelegentlich Harze mit geringerer Wärmebeständigkeit, chemischer Beständigkeit und Isolierbeständigkeit liefert.

[0023] Beispiele für den Thermo- oder Fotopolymerisationsinitiator schliessen folgendes ein: 1-Hydroxycyclohexylphenylketon, 2,2-Dimethoxy-1,2-diphenylethan-1-on, 2-Methyl-1-[4-(methylthio)phenyl]-2-morpholino-propan-1-on, 2-Benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholinophenyl)-butan-1-on, 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenyl-propan-1-on, 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid, 1-[4-(2-Hydroxyethoxy)-phenyl]-2-hydroxy-2-methyl-1-propan-1-on, 2,4-Diethylthioxanthon, 2-Chlorthioxanthon, 2,4-Dimethylthioxanthon, 3,3-Dimethyl-4-methoxybenzophenon, Benzophenon, 1-Chlor-4-propoxythioxanthon, 1-(4-Isopropylphenyl)-2-hydroxy-2-methyl-propan-1-on, 1-(4-Dodecylphenyl)-2-hydroxy-2-methylpropan-1-on, 4-Benzoyl-4'-methyldimethylsulfid, 4-Dimethylaminobenzoësäure, Methyl-4-dimethylaminobenzoat, Ethyl-4-dimethylaminobenzoat, Butyl-4-dimethyl-aminobenzoat, 2-Ethylhexyl-4-dimethylaminobenzoat, 2-Isoamyl-4-dimethylaminobenzoat, 2,2-Diethoxyacetophenon, Benzylidimethylketal, Benzyl-β-methoxyethylacetal, 1-Phenyl-1,2-propandion-2-(o-ethoxycarbonyl)oxim, Methyl-o-benzoylbenzoat, Bis(4-dimethylaminophenyl)keton, 4,4'-Bisdiethylaminobenzophenon, 4,4'-Dichlorbenzophenon, Benzyl, Benzoin, Benzoinmethyleneether, Benzoinethylether, Benzoinisopropylether, Benzoin-n-butylether, Benzoinisobutylether, Benzoinbutylether, p-Dimethylaminoacetophenon, p-tert-Butyltrichloracetophenon, p-tert-Butyldichloracetophenon, Thioxanthon, 2-Methylthioxanthon, 2-Isopropylthioxanthon, Dibenzosuberon, α,α-Dichlor-4-phenoxyacetophenon und Pentyl-4-dimethylaminobenzoat. Diese Thermo- oder Fotopolymerisationsinitiatoren können in Mengen von 0,1–40 Gew.-Teilen in 100 Gew.-Teilen des Binderharzes enthalten sein.

[0024] Beispiele für das Vernetzungsmittel schliessen folgendes ein: Dicyandiamid; Imidazolverbindungen, wie beispielsweise 2-Ethyl-4-methylimidazol, 1-Cyanoethyl-2-ethyl-4-methylimidazol, 2,4-Diamino-6-[2'-methylimidazol-(1)]-ethyl-s-triazin, 2,4-Diamino-6-[2'-ethyl-4-methylimidazol-(1)]-ethyl-s-triazin-Isocyanursäure-Addukt, 2-Methylimidazol, 1-Phenyl-2-methylimidazol und 2-Phenyl-4-methyl-5-hydroxymethylimidazol; Triazinverbindungen, wie beispielsweise 2,4-Diamino-6-vinyl-s-triazin-Isocyanursäure-Addukt, 2-Vinyl-4,6-diamino-s-triazin, 2-Methoxyethyl-4,6-diamin-s-triazin und 2-o-Cyanophenyl-4,6-diamino-s-triazin; Harnstoffverbindungen, wie beispielsweise 3-(3,4-Dichlorphenyl)-1,1'-dimethylharnstoff, 1,1'-Isophoron-bis(3-methyl-3-hydroxyethylharnstoff) und 1,1'-Tolylen-bis(3,3-dimethylharnstoff); aromatische Aminoverbindungen, wie beispielsweise 4,4'-Diamino-diphenylmethan; und fotokationische Polymerisationskatalysatoren, wie beispielsweise Triphenylsulfoniumhexafluorophosphat, Triphenylsulfoniumhexafluorantimonat, Triphenylseleniumhexafluorophosphat, Triphenylseleniumhexafluorantimonat, Diphenyliodoniumhexafluorantimonat, Diphenyliodoniumhexafluorophosphat und 2,4-Cyclopentadien-1-yl-[(1-methylethyl)-benzol]-Fe-hexafluorophosphat (z.B. "Irgacu-

re-261" von Ciba-Geigy). Unter diesen sind Dicyandiamid, 2,4-Diamino-6-[2'-methylimidazol-(1)]-ethyl-s-triazin, 2-Ethyl-4-methylimidazol, 1,1'-Isophoron-bis(3-methyl-3-hydroxyethylharnstoff), 1,1'-Tolylen-bis(3,3-dimethylharnstoff), 3-(3,4-Dichlorphenyl)-1,1'-dimethylharnstoff und kommerziell erhältliche fotokationische Polymerisationskatalysatoren (z.B. "SP-150" und "SP-170", beide erhältlich von Asahi Denka Kogyo K. K.) bevorzugt.

[0025] Beispiele für das thermo- oder fotopolymerisierbare Monomer schliessen folgendes ein: monofunktionelle Monomere, wie beispielsweise 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat, Ethylenglykolmonomethyletheracrylat, Ethylenglykolmonomethylethermethacrylat, Ethylenglykolmonoethyletheracrylat, Ethylenglykolmonoethylethermethacrylat, Glycerinacrylat, Glycerinmethacrylat, Acrylsäureamid, Methacrylsäureamid, Acrylnitril, Methacrylnitril, Methylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat, Ethylmethacrylat, Isobutylacrylat, Isobutylmethacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Benzylacrylat und Benzylmethacrylat; und polyfunktionelle Monomere, wie beispielsweise Ethylenglykoldiacrylat, Ethylenglykoldimethacrylat, Triethylenglykoldiacrylat, Triethylenglykoldimethacrylat, Tetraethylenglykoldiacrylat, Tetraethylenglykoldimethacrylat, Butylenglykoldimethacrylat, Propylenglykoldiacrylat, Propylenglykoldimethacrylat, Trimethylolpropantriacrylat, Trimethylolpropantrimethacrylat, Tetramethylolpropantetraacrylat, Tetramethylolpropantetramethacrylat, Pentaaerythritoltrimethacrylat, Pentaaerythritoltetraacrylat, Pentaaerythritoltetramethacrylat, Dipentaerythritolpentaacrylat, Dipentaerythritolpentamethacrylat, Dipentaerythritolhexaacrylat, Dipentaerythritolhexamethacrylat, 1,6-Hexandioldiacrylat, 1,6-Hexandioldimethacrylat, Cardoepoxydiacrylat und Cardoepoxydime-thacrylat. Diese thermo- oder fotopolymerisierbaren Monomere werden vorzugsweise in Mengen von bis zu 50 Gew.-Teilen in 100 Gew.-Teilen der Zusammensetzung für die dielektrische Zwischenniveauschicht inkorporiert.

[0026] Neben den oben beschriebenen Bestandteilen kann das Material zur Herstellung der dielektrischen Zwischenniveauschicht anorganische Füllstoffe, wie beispielsweise Silica, Alumina, Glimmer und Talk, zur Aufrechterhaltung der Dimensionsstabilität, chemischen Beständigkeit, Wärmebeständigkeit und Isoliereigen-schaft, sowie wärmebeständige organische Farbpigmente, wie Phthalocyaningrün, das der raschen Identifizie- rung von Durchgangslöchern nach dem Sandstrahlen dient, enthalten.

[0027] Die Teilchengrösse der anorganischen Füllstoffe wird im Bereich von etwa 0,01–500 µm ausgewählt. Vorzugsweise sind zur Erhöhung der Haftfestigkeit zwischen dielektrischer Zwischenniveauschicht und leitfähig-iger Schicht, die nach dem Sandstrahlen hergestellt wird, eine Vielzahl von Füllstoffen mit unterschiedlichen Formen und Teilchengrösßen innerhalb des genannten Bereichs selektiv enthalten.

[0028] Das Material zur Herstellung der Isolierschicht (**3a**) kann ferner ein Ausgleichsmittel, ein Schaumver- hinderungsmittel, ein Lösungsmittel und dergleichen zur Sicherstellung der gleichförmigen Aufbringung des Materials durch Mittel, wie beispielsweise ein Sieb, einen Tauchbeschichter, einen Walzenbeschichter, einen Spinbeschichter, einen Vorhangfliessbeschichter oder einen Sprühbeschichter, enthalten.

[0029] Beispiele für das Lösungsmittel schliessen folgendes ein: Methylethylketon, Aceton, Methylisobutylke-ton, Diethylketon, Cyclohexanon, Ethylenglykolmonoethylether, Ethylenglykolmonomethylether, Ethylenglykolmono- butylether, Ethylenglykolmonobenzylether, Ethylenglykolmonophenylether, Diethylenglykolmonoethylether, Diethylenglykolmonobutylether, Propylenglykolmonoethylether, Propylenglykolmonoethylether, Dipropylenglykolmonoethylether, Dipropylenglykolmonoethylether, 3-Methoxybutylacetat, 4-Methoxybutylacetat, 2-Methyl-3-methoxybutylacetat, 3-Methyl-3-methoxybutylacetat, 3-Ethyl-3-methoxybutylacetat, 2-Ethoxybutylacetat, Diethylenglykolmonoethyletheracetat und Diethylenglykolmonobutyletheracetat. Unter diesen sind Propylenglykolmonoethylether, Propylenglykolmonoethylether, Propylenglykolmonopropylether, Dipropylenglykolmono- methylether, Dipropylenglykolmonoethylether, Dipropylenglykolmonopropylether und Propylenglykolmono- methyletheracetat besonders bevorzugt verwendbar, da sie für Menschen sicher sind und eine glatte Auf- bringung von Beschichtungen erlauben.

[0030] Die Zusammensetzung zur Herstellung der Isolierschicht (**3a**) kann ferner eine schwefelhaltige organische Verbindung als Katalysatorgift einschliessen. Beispiele für die schwefelhaltige organische Verbindung schliessen 2-Mercaptobenzothiazol, Dibenzothiazylsulfid, N-tert-Butyl-2-benzothiazolylsulfenamid und Tetramethylthiuramdisulfid ein.

[0031] Die Isolierschicht (**3a**) wird nicht sofort unter Erzeugung der dielektrischen Zwischenniveauschicht (**3**) gehärtet, sondern verbleibt leicht gehärtet, während es mit einer gemusterten Beschichtung mit Sandstrahlbe- ständigkeit überlegt wird.

[0032] Der Ausdruck "leicht gehärtet" bedeutet, dass die Isolierschicht (3a) in einem solchen Ausmass gehärtet wird, dass die durch Sandstrahlen in einem nachfolgenden Schritt erzeugten Durchgangslöcher keine morphologischen Defekte, wie beispielsweise Absplitterung, Einkerben oder anderen Formverlust, erfahren, und ferner, dass die Isolierschicht (3a) nicht abgeht, wenn die sandstrahlbeständige Beschichtung abgelöst wird, oder dass die in der Isolierschicht (3a) erzeugten Durchgangslöcher nicht mit sich verformender Masse der Isolierschicht (3a) aufgefüllt werden, wenn sie nach dem Ablösen der sandstrahlbeständigen Beschichtung gehärtet wird. Zum erzielen des "leicht gehärteten" Zustands kann die Isolierschicht (3a) mit Licht von geringer Energiedosis bestrahlt oder mit einer Temperatur leicht unterhalb der üblichen Härtungstemperatur erwärmt werden. Es ist besonders bevorzugt, die Isolierschicht (3a) auf eine Temperatur von etwa 70–110°C zu erwärmen. Wenn die Erwärmungstemperatur übermäßig niedrig ist, wird das beabsichtigte Ausmass der "leichten Härtung" nicht erzielt, und die Isolierschicht kann abgehen, wenn die sandstrahlbeständige Beschichtung in einem nachfolgenden Schritt abgelöst wird, oder die in der Isolierschicht hergestellten Durchgangslöcher können mit der sich verformenden Masse der Isolierschicht aufgefüllt werden, wenn sie nach dem Ablösen der sandstrahlbeständigen Beschichtung warmgehärtet wird. Wenn andererseits die Erwärmungstemperatur übermäßig hoch ist, wird die Isolierschicht überhärtet, und zur Vervollständigung des Sandstrahlvorgangs wird ein verlängerter Zeitraum benötigt.

[0033] Im nächsten Schritt wird eine gemusterte sandstrahlbeständige Beschichtung (4) auf der leicht gehärteten Isolierschicht (3a) hergestellt (siehe [Fig. 1C](#)).

[0034] Die bemusterte Beschichtung (4) mit Sandstrahlbeständigkeit kann nach verschiedenen Verfahren hergestellt werden, die folgendes einschliessen: Aufdrucken eines bestimmten Musters mit einem Sieb, einem Stabbeschichter, einem Walzenbeschichter, einem Umkehrbeschichter oder einem Vorhangfliessbeschichter; oder Beschichten der Isolierschicht (3a) mit einem fotoempfindlichen Harz mit Sandstrahlbeständigkeit oder Anhaftung eines Trockenfilms aus dem Harz auf der Isolierschicht (3a) und anschliessende Durchführung einer Fotolithografie zur Bereitstellung eines bestimmten Musters. Im letztgenannten Fall der Verwendung eines fotoempfindlichen Harzes wird die aufgebrachte oder angehaftete Harzbeschichtung mit aktivierender Energiestrahlung aus einer Ultrahochdruck-Quecksilberdampflampe, einer chemischen Lampe oder dergleichen durch eine Maske belichtet und anschliessend mit einer Sprühpistole, durch Eintauchen oder ein ähnliches Verfahren entwickelt. In Abhängigkeit von der Art des verwendeten fotoempfindlichen Harzes wird als flüssiger Entwickler vorzugsweise Wasser oder eine wässrige Alkalilösung verwendet, und beispielhafte Alkaliverbindungen in dem flüssigen Entwickler schliessen folgendes ein: Hydroxide, Carbonate, Silicate, Bicarbonate, Phosphate und Pyrophosphate von Alkalimetallen, wie beispielsweise Natrium und Kalium; primäre Amine, wie beispielsweise Benzylamin und Butylamin; sekundäre Amine, wie beispielsweise Dimethylamin, Dibenzylamin und Diethanolamin; tertiäre Amine, wie beispielsweise Trimethylamin, Triethylamin und Triethanolamin; cyclische Amine, wie beispielsweise Morpholin, Piperazin und Pyridin; Polyamine, wie beispielsweise Ethylendiamin und Hexamethylendiamin; Ammoniumhydroxide, wie beispielsweise Tetraethylammoniumhydroxid, Trimethylbenzylammoniumhydroxid, Trimethylphenylbenzylammoniumhydroxid und Cholin; und Sulfoniumhydroxide, wie beispielsweise Trimethylsulfoniumhydroxid, Diethylmethylsulfoniumhydroxid und Dimethylbenzylsulfoniumhydroxid. Wässrige Lösungen dieser Substrate oder gepufferte Lösungen davon können in flüssige Entwickler inkorporiert werden.

[0035] Die Beschichtung mit Sandstrahlbeständigkeit kann aus einem beliebigen Material hergestellt werden, das als Sandstrahlschutzschicht dienen kann, und Beispiele schliessen folgendes ein: eine fotoempfindliche Harzzusammensetzung, die einen ungesättigten Polyester, ein ungesättigtes Monomer und einen Fotopolymerisationsinitiator umfassen, wie in JP-OS (Kokai) 103554/1980 beschrieben; eine fotoempfindliche Harzzusammensetzung, die Polyvinylalkohol und ein Diazoharz umfasst, wie in JP-OS (Kokai) 69754/1990 beschrieben; und eine fotoempfindliche Harzzusammensetzung, die ein Urethan(meth)acrylatoligomer, ein wasserlösliches Celluloseharz, einen Fotopolymerisationsinitiator und ein (Meth)acrylatmonomer umfasst. Unter diesen wird vorzugsweise die fotoempfindliche Harzzusammensetzung verwendet, die ein Urethan(meth)acrylatoligomer, ein wasserlösliches Celluloseharz, einen Fotopolymerisationsinitiator und ein (Meth)acrylatmonomer umfasst, da sie eine gute Anhaftung an der dielektrischen Zwischenniveauschicht hat und eine hohe Flexibilität zeigt. Die lichtempfindlichen Harze zur Erzeugung der gemusterten Beschichtung mit Sandstrahlbeständigkeit können als Trockenfilm aufgebracht werden.

[0036] Nach dem Herstellen der sandstrahlbeständigen gemusterten Beschichtung (4) wird zur Entfernung der leicht gehärteten Isolierschicht (3a) in ausgewählten Bereichen sandgestrahlt, wodurch nach innen verjüngte Durchgangslöcher (5) erzeugt werden (siehe [Fig. 1D](#)).

[0037] Das Sandstrahlmedium sind feine (ca. 0,1–140 µm) teilchenförmige Materialien, wie beispielsweise

Glaskügelchen, Alumina-, Silica-, Siliciumcarbid- und Zirkoniumoxidteilchen; diese Materialien werden zur Be- wirkung der Sandstrahlung mit einem Strahldruck von 0,5–5 kg/cm² aufgeblasen. Verglichen mit herkömmlichen fotoempfindlichen Harzen besitzt die Beschichtung (4) eine ausreichend hohe Elastizität und Flexibilität, wodurch sie der Abtragung durch Sandstrahlung widersteht, und wird folglich nicht abgetragen, bevor Durchgangslöcher mit einer gewünschten Tiefe hergestellt sind.

[0038] Die warm- oder fotohärtbare Isolierschicht (3a) wird in leicht gehärtetem Zustand sandgestrahlt, bevor sie vollständig gehärtet wird, und folglich kann der Strahlungsvorgang innerhalb kurzer Zeit vollendet werden. Darüber hinaus kann die bemusterte sandstrahlbeständige Beschichtung (4) in einer so geringen Dicke hergestellt werden, dass dann, wenn sie aus einem fotoempfindlichen Harz hergestellt ist, die Fokustiefe leicht während der Belichtung eingestellt werden kann, wodurch die Herstellung einer bemusterten Beschichtung ermöglicht wird, die eine höhere Auflösung und folglich eine bessere Reproduzierbarkeit besitzt.

[0039] Als weiterer Vorteil werden nach innen verjüngte Durchgangslöcher (5) durch Sandstrahlen der Isolierschicht (3a) hergestellt, und daher kann im Gegensatz zum Fall der Anwendung herkömmlicher fotolithografischer Techniken das Auftreten der Seitenätzung vermieden werden, wodurch sichergestellt wird, dass eine leitfähige Schicht wirksam auf den Seitenwänden der Durchgangslöcher während des Plattierens in einem nachfolgenden Schritt abgeschieden wird, und als Ergebnis ist die Ablösefestigkeit zwischen der leitfähigen Schicht und der dielektrischen Zwischenniveauschicht (siehe unten) deutlich verbessert, wodurch die Herstellung von mehrschichtigen Verschaltungstafeln hoher Zuverlässigkeit, die weniger dazu neigen, das Problem des offenen Schaltkreises (Bruch von Metallverbindungslien) und Rissbildung zu erleiden, erzielt wird. Darüber hinaus werden im erfindungsgemäßen Verfahren keine starken Säuren (z.B. Chromsäure) als Oxidationsmittel verwendet, und folglich besteht keine potentielle Gefahr für die Umwelt.

[0040] Nach dem Sandstrahlen kann die Beschichtung (4) leicht mit einer wässrigen Lösung von Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, einem organischen Amin oder dergleichen bei einem pH-Wert von etwa 12–14 abgelöst werden (siehe [Fig. 1E](#)). In diesem Ablöseschritt bleibt die leicht gehärtete Isolierschicht (3a) stabil und wird in der wässrigen Lösung von Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid oder einem organischen Amin bei einem pH-Wert von etwa 12–14 weder aufgelöst noch gequollen und wird folglich nicht zusammen mit der bemusterten sandstrahlbeständigen Beschichtung (4) abgelöst.

[0041] Anschliessend wird die leicht gehärtete Isolierschicht (3a) unter Bildung einer dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) warmgehärtet. Die Warmhärtung wird vorzugsweise durch Erwärmen auf eine Temperatur über 110°C, aber nicht höher als etwa 200°C, in einem Warmluftheizgerät oder einem IR-Heizergerät oder durch Bestrahlung mit Licht, wie beispielsweise UV-Strahlung, bewirkt.

[0042] Bei Bedarf kann die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) aufgerauht werden, wodurch eine erhöhte Ablösefestigkeit zwischen der dielektrischen Schicht (3) und der anschliessend darauf herzustellenden leitfähigen Schicht bereitgestellt wird. Die Aufrauhung der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) kann mittels bekannter Techniken des mechanischen oder chemischen Schleifens oder einer Kombination aus bekannten mechanischen und chemischen Schleiftechniken bewirkt werden. Beispiele für mechanische Schleiftechniken schliessen ein Bürsten der Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) mit Scotch Bright, einer Messingbürste oder dergleichen, eine Polierbehandlung mit einem Bandschleifer, sowie die bereits oben beschriebene Sandstrahlprozedur ein. Ein Beispiel für chemische Schleiftechniken ist das Ätzen der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) in einer Lösung aus Kaliumpermanganat, wenn die dielektrische Schicht (3) aus einem Epoxyharz hergestellt ist. Ein weiteres Beispiel ist das Mikroätzen der Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) durch Oxidation, das durchgeführt werden kann durch Eintauchen des Substrats in eine wässrige Lösung, die etwa 1–10% Natrium- oder Kaliumpermanganat und etwa 0,5–5% Kalium- oder Natriumhydroxid enthält, bei einer Temperatur von etwa 50–95°C für etwa 1–15 Minuten durchgeführt werden kann. Bei Bedarf kann zu der wässrigen Lösung ein Tensid zugegeben werden.

[0043] Die Aufrauhung der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) wird vorzugsweise so durchgeführt, dass eine durchschnittliche Oberflächenrauhigkeit (Ra) von 0,1–10 µm erzielt wird.

[0044] Es bedarf keiner Erwähnung, dass die leicht gehärtete Isolierschicht (3a) oberflächenrauht werden kann, bevor sie mit der bemusterten sandstrahlbeständigen Beschichtung ausgerüstet wird.

[0045] Anschliessend wird, wie in entweder [Fig. 1F](#) oder [Fig. 1G](#) gezeigt, eine leitfähige Schicht (7) hergestellt. Die Herstellung der leitfähigen Schicht (7) kann bewirkt werden durch elektrodenlose Plattierung oder direktes Elektroplattieren. Direktes Elektroplattieren ist weniger zeitaufwendig und ermöglicht daher eine effi-

zientere Herstellung als die elektrodenlose Plattierung. Andererseits hat die elektrodenlose Plattierung den Vorteil der Einfachheit der Herstellung und Zuführung von Plattierungsbädern. Ein anderes Verfahren zur Herstellung der leitfähigen Schicht (7) ist die Aufbringung einer leitfähigen Pastenzusammensetzung auf die erforderlichen Bereiche oder Befüllen derselben mit der Pastenzusammensetzung durch Siebdruck oder andere geeignete Techniken.

[0046] Ein Beispiel für das elektrodenlose Plattierungsverfahren ist das Eintauchen des Substrats für etwa 10 Minuten bis 10 Stunden in ein Plattierungsbad, das typischerweise aus einer wässrigen Lösung von Kupfersulfat, Formaldehyd, EDTA und Natriumhydroxid besteht.

[0047] Ein Beispiel eines direkten Elektroplattierungsverfahrens wird genauer wie folgt durchgeführt: zuerst wird die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) durch Oxidation mikrogeätzt, was durchgeführt werden kann durch Eintauchen des Substrats in eine wässrige Lösung, die etwa 1–10% Natrium- oder Kaliumpermanganat und etwa 0,5 bis 5% Kalium- oder Natriumhydroxid enthält, bei einer Temperatur von etwa 50–95°C für etwa 1–15 Minuten. Bei Bedarf kann zu der wässrigen Lösung ein Tensid zugegeben werden.

[0048] Nach der Oxidation wird die dielektrische Zwischenniveauschicht (3) neutralisiert, mit Wasser gewaschen und mit einer wässrigen Palladiumkolloidlösung behandelt, woraufhin die Oberfläche des Substrats ausreichend aktiviert ist, wodurch eine bessere Anhaftung der anschliessend herzustellenden Plattierungsschicht sichergestellt wird. Für eine bessere Dispergierbarkeit hat das Palladiumkolloid vorzugsweise eine Teilchengrösse von etwa 0,01–1 µm und die Konzentration ist vorzugsweise etwa 0,5–10 g/l.

[0049] Bei Bedarf kann die wässrige Palladiumkolloidlösung mindestens eine lösliche Verbindung eines Metalls (legierten Metalls), ausgewählt aus Silber, Zinn, Indium, Nickel, Kupfer, Gold, Kobalt, Zink und Kadmium, enthalten, wobei Zinnsulfid besonders bevorzugt ist. Ferner kann zur Komplexierung des Palladiumkolloids und der löslichen Metallverbindung ein Chelatbildner enthalten sein.

[0050] Sofern er zur Komplexierung von Palladiumkolloid und der Legierungsметallverbindung in der Lage ist, kann ein beliebiger Chelatbildner verwendet werden. Beispielhafte Chelatbildner sind Basen, einschliesslich Chelidaminsäure, Orotinsäure, Hydantoincarbonsäure, Succinimidocarbonsäure, 2-Pyrrolidon-5-carbonsäure, Carboxyhydroxypyridin, Carboxycaprolactam, Picolinsäure, Dipicolinsäure, Carboxyxanthin, Chinolin-carbonsäure oder -dicarbonsäure, Lignin, Vanillin, 9-Imidaziridon-4-carbonsäure, Ammoniak, Amin, Aminosäure, EDTA-Natriumchlorid, Ammoniumhydroxid und andere Hydroxylverbindungen (z.B. Alkalihydroxid). Unter diesen sind Chelidaminsäure, Orotinsäure und 2-Pyrrolidon-5-carbonsäure besonders bevorzugt. Die oben aufgeführten Chelatbildner werden entweder einzeln oder in Kombinationen miteinander verwendet. Die Chelatbildner können in solchen Konzentrationen enthalten sein, dass das Palladiumkolloid und die Legierungs-metallverbindung dispergiert gehalten werden können.

[0051] Der in der direkten Elektroplattierung zu verwendende Elektrolyt muss zur Solubilisierung des Chelatbildners und des Metallkomplexes ausreichend alkalisch sein und hat üblicherweise einen pH-Wert von etwa 8–14, vorzugsweise 12–14.

[0052] Der Kontakt mit dem Palladiumkolloid kann bei etwa 10–60°C, vorzugsweise 30–50°C, bewirkt werden. Eine Kontaktzeit von etwa 5–10 Minuten reicht für den erfindungsgemässen Zweck aus.

[0053] Anschliessend an die Oxidation wird die Substratoberfläche sorgfältig von alkalischer Abscheidung gereinigt und die dielektrische Zwischenniveauschicht (3) wird dann der Elektroplattierung unterworfen, die nach beliebigen herkömmlichen bekannten Verfahren durchgeführt werden kann. Das Plattierungsbad kann aus verschiedenen Zusammensetzungen hergestellt werden, wie beispielsweise Kupfersulfat und Kupferpyrophosphat. Durch Eintauchen des Substrats in das Plattierungsbad für etwa 0,5–2 Stunden bei einer Stromdichte von etwa 1–150 A/ft² kann die leitfähige Schicht (7) in gleichförmiger Dicke hergestellt werden.

[0054] Wenn die dielektrische Zwischenniveauschicht (3) kein Katalysatorgift enthält, wird die leitfähige Schicht (7) wie in [Fig. 1F](#) gezeigt hergestellt. Wenn in der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) ein Katalysatorgift enthalten ist, wird die leitfähige Schicht (7) nur in den Durchgangslöchern erzeugt, wie in [Fig. 1G](#) gezeigt.

[0055] Anschliessend wird ein zweites Niveau eines Leitermusters (nicht gezeigt) über der dielektrischen Zwischenniveauschicht (3) erzeugt und mit einer weiteren dielektrischen Zwischenniveauschicht (ebenfalls nicht gezeigt) überlegt, in der Durchgangslöcher (nicht gezeigt) hergestellt werden. Durch Herstellung einer leitfähig-

gen Schicht nicht gezeigt) wird die Herstellung einer mehrschichtigen Verschaltungstafel vervollständigt.

[0056] Die vorstehende Beschreibung betrifft den Fall, dass Durchgangslöcher zur Herstellung einer elektrischen Verbindung von mehr als einem Niveau aus Leitermustern durch Sandstrahlen hergestellt werden. Es ist jedoch festzuhalten, dass Durchgangslöcher nicht das einzige Beispiel für den Kanal zur Erzeugung einer elektrischen Verbindung von mehr als einem Niveau von Leitermustern darstellen, und grabenförmige Kanäle, die in kontinuierlichen Linien über das Substrat verlaufen, sowie durchgehende Löcher ebenfalls durch Sandstrahlen und Plattieren mit einer leitfähigen Schicht hergestellt werden können.

[0057] Alternativ dazu kann ein leitfähiges Material in den durch Sandstrahlen hergestellten, grabenartigen Kanälen eingelassen werden; auch in diesem Fall verbessert das Sandstrahlen wirksam die Anhaftung und folglich die Abschärffestigkeit zwischen dem leitfähigen Material und den grabenartigen Kanälen.

[0058] Die nachfolgenden Beispiele dienen dem Zweck der weiteren Illustration der vorliegenden Erfindung, sie sind jedoch in keiner Weise als beschränkend anzusehen.

REFERENZBEISPIELE 1 BIS 4 UND REFERENZVERGLEICHSBEISPIELE 1 BIS 3

[0059] Die in Tabelle 1 gezeigten Formulierungen (Gew.-Teile) wurden als Ausgangsmaterialien zur Herstellung von dielektrischen Zwischenniveauschichten bereitgestellt und auf einer Drei-Walzen-Mühlen vermischt, wodurch Isolierzusammensetzungen erzeugt wurden. Jede der Zusammensetzungen wurde auf ein 1 mm dickes laminiertes Glas-Epoxyharz-Substrat mit einem darauf hergestellten Kupfermetallisierungsmuster siebgedruckt. Das Sieb war aus Polyester und hatte eine Öffnungsgröße von 100 mesh/inch und die dielektrische Beschichtung wies eine Trockendicke von 50 µm auf. In den Referenzbeispielen 1 und 2 wurde die aufgebrachte dielektrische Beschichtung für 50 Minuten bei 150°C warmgehärtet, in Referenzbeispiel 3 wurde die Beschichtung vorab für 50 Minuten bei 80°C getrocknet, einer Vollrahmenbelichtung mit UV-Licht (500 mJ/cm²) aus einer mit einer Ultrahochdruck-Quecksilberdampflampe ausgerüsteten Belichtungsvorrichtung "HTE 102S" von Hitec Products, Inc. unterworfen und schliesslich für 50 Minuten bei 150°C warmgehärtet.

TABELLE 1

		Referenzbeispiel				Referenzvergleichsbeispiel		
		1	2	3	4	1	2	3
Binderharz	N-673	100	---	---	100	---	---	40
	EPIKOTE 828	---	100	100	---	---	---	---
	TEPIC-SP	---	---	---	---	40	---	---
	TCR 1025	---	---	---	---	154	154	154
Monomer	DPHA	---	---	10	---	10	10	10
	TMPTA	---	---	10	---	10	10	10
Vernetzungsmittel	DICY	7	9	9	7	---	---	---
	2MZ · A	6	6	6	6	---	---	---
Fotopolymersationsinitiator	IRGACURE-907	---	---	10	---	10	10	10
	KAYACURE-DETX	---	---	5	---	5	5	5
Lösungsmittel	DPM	---	---	---	---	5	5	5
	SWAZOL 1500	10	5	5	10	5	5	5
	Diglykol-acetat	30	10	10	30	---	---	---
	PGMAC	---	---	---	---	---	---	12
Andere Zusatzstoffe	KS-66	2	2	---	2	2	---	2
	MODAFLOW	---	---	2	---	---	2	---
	LIONOL GREEN 2YS	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	MICROACE P-4	10	10	10	10	10	10	10
	AEROSIL #200	2	2	2	2	2	2	2
	Bariumsulfat B-31	60	60	60	60	80	60	80

[0060] Die Beschreibungen der jeweiligen in Tabelle 1 angegebenen Markennamen sind nachfolgend aufgeführt.

- N-673: o-Kresolnovolakepoxyharz (hergestellt von DIC Co., Ltd.)
 EPIKOTE 828: Epoxyharz vom Bisphenol A-Typ (Produkt von Shell Chemical Co.)
 TEPIC-SP: Triglycidyletherisocyanat (Produkt von Nissan Chemical Industries, Ltd.)
 TCR 1025: Triphenylmethantyp-Epoxyacrylat-Säureanhydrid-Addukt (Säurewert = 100; Diethylenglykolmonomethylätheracetat = 25 Gew.-%; SWAZOL 1500 (siehe unten) = 10 Gew.-%) (Produkt von Nippon Kayaku Co., Ltd.)
 DPHA: Dipentaerythritolhexaacrylat (Produkt von Nippon Kayaku Co., Ltd.)
 TMPTA: Trimethylolpropantriacrylat (Produkt von Nippon Kayaku Co., Ltd.)
 DICY: Dicyandiamid (Epoxyhärtungsmittel) (Produkt von Nippon Carbide Industries Co., Inc.)

2MZ-A:	2-Methylimidazolazin (Epoxyhärtungsmittel) (Produkt von Shikoku Chemicals Corp.)
IRGACURE-907:	2-Methyl-[4-(methylthio)phenyl-2-morpholino-1-propan (Produkt von Ciba-Geigy Corp.)
KAYACURE-DTEX:	Diethylthioxanthon (Produkt von Nippon Kayaku Kogyo Co., Ltd.)
DPM:	Dipropylenglykolmonomethylether (Produkt von Dow Chemical Co.)
SWAZOL 1500:	Naphthalösungsmittel (Produkt von Maruzen Petrochemical Co., Ltd.)
Diglykolacetat:	Diethylenglykolmonoethyletheracetat (Produkt von Daicel Chemical Industries, Ltd.)
PGMAC:	Propylenglykolmonomethyletheracetat (Produkt von Dow Chemical Co.)
KS-66:	Siliconöl (Produkt von Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.)
MODAFLOW:	Ausgleichsmittel (Produkt von Monsanto Company)
LIONOL GREEN 2YS:	Farbpigment (Produkt von Toyo Ink. Mfg. Co., Ltd.)
MICROACE P-4:	Talc (anorganischer Füllstoff) (Produkt von Nippon Talc Co., Ltd.)
AEROSIL #200:	feinteiliges Silica (Produkt von Nippon Aerosil Co., Ltd.)
Bariumsulfat B-31:	anorganischer Füllstoff (Produkt von Sakai Chemical Industry Co., Ltd.)

[0061] Auf jede der so hergestellten dielektrischen Zwischenniveauschichten wurde eine lichtempfindliche Trockenschicht, ORDYL BF-603 (Produkt von Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd.), als sandstrahlbeständige Beschichtung durch Thermokompressionsbindung bei 70°C aufgebracht. Die aufgebrachte Schicht wurde dann mit UV-Strahlung (300 mJ/cm²) aus einer mit einer Ultrahochdruck-Quecksilberdampflampe ausgerüsteten Belichtungsvorrichtung HTE 102S (Produkt von Hitec Products, Inc.) durch ein vorherbestimmtes Maskenmuster bestrahlt und mit einer wässrigen 0,2%-igen Natriumcarbonatlösung bei 30°C für 40 Sekunden und einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² sprühentwickelt.

[0062] Das Substrat wurde dann in eine Sandstrahlvorrichtung SC-202 (Produkt von Fuji Seisakusho K. K.) eingesetzt und die dielektrische Zwischenniveauschicht wurde mit einem Strahldruck von 2,5 kg/cm² für 6 Minuten mit Siliciumcarbidteilchen (25 µm) als Schleifmedium sandgestrahlt. Anschliessend wurde die sandstrahlbeständige Beschichtung durch 2-minütiges Aufsprühen einer wässrigen 3 Gew.-%-igen Natriumhydroxidlösung bei 45°C abgelöst.

[0063] Nach dem Abösen der sandstrahlbeständigen Beschichtung wurde das Substrat mit Wasser gewaschen, in die gleiche Sandstrahlvorrichtung eingesetzt und mit Siliciumcarbidteilchen (25 µm) bei einem Strahldruck von 2,5 kg/cm² für 1 Minute sandgestrahlt, wodurch die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht und die Innenoberflächen der Durchgangslöcher aufgerauht wurden. Das so bearbeitete Substrat wurde gemäss einem SHIPLEY THERCUPOSIT 200MLB-Verfahren entschmutzt und anschliessend für 5 Stunden in eine elektrodenlose Plattierungslösung SHIPLEY CUPOIT 250 (Produkt von Shipley Company Inc.) eingetaucht, wodurch eine leitfähige Schicht mit einer Dicke von 25 µm hergestellt wurde.

[0064] In Referenzbeispiel 4 wurde die Vorgehensweise aus Referenzbeispiel 1 wiederholt, ausser dass nach dem Ablösen der sandstrahlbeständigen Beschichtung das Substrat mit Wasser gewaschen und unmittelbar in die elektrodenlose Plattierungslösung eingetaucht wurde, wodurch ohne Aufrauung der Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht und der inneren Oberfläche der Durchgangslöcher eine leitfähige Schicht mit einer Dicke von 25 µm erzeugt wurde.

[0065] In den Referenzvergleichsbeispielen 1 bis 3 wurde die isolierende Zusammensetzung auf ein 1 mm dickes laminierte Glas-Epoxyharz-Substrat unter Erhalt einer Trockendicke von 50 µm siebgedruckt und die aufgebrachte Beschichtung wurde vorab für 50 Minuten bei 80°C getrocknet und durch ein Maskenmuster mit UV-Strahlung (500 mJ/cm²) aus der Belichtungsvorrichtung HTE 102S (Hitec Products, Inc.) bestrahlt. Dann wurde die Beschichtung mit einer wässrigen 1%-igen Natriumcarbonatlösung bei 30°C für 40 Sekunden bei einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² sprühentwickelt. Dann wurde das Substrat in die gleiche Belichtungsvorrichtung eingesetzt und mit UV-Strahlung (5 J/cm²) bestrahlt, gefolgt von einer thermischen Härtung bei 150°C für 50 Minuten. Nachdem auf diese Weise Durchgangslöcher hergestellt worden waren, wurde das Substrat in eine elektrodenlose Plattierungslösung (SHIPLEY CUPOIT 250) eingetaucht, wodurch eine leitfähige Schicht mit einer Dicke von 25 µm hergestellt wurde.

[0066] Die einzelnen Substratproben wurden bezüglich der Form der Durchgangslöcher, der Anwesenheit von Unterätzungen, der Beständigkeit gegenüber Lötwärme, der Isolierbeständigkeit und der Ablösefestigkeit nach den folgenden Verfahren und Kriterien ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 gezeigt.

Verfahren und Kriterien zur Auswertung:

Form von Durchgangslöchern:

[0067] Das Substrat wurde entlang der Dicke geschnitten, und die Querschnittsform der Durchgangslöcher wurde untersucht.

Unterätzungen:

[0068] Die Durchgangslöcher in dem geschnittenen Substrat wurden bezüglich ihres Zustands an der Verbindung zwischen der dielektrischen Zwischenniveauschicht und dem darüberliegenden Leitermuster untersucht.

Beständigkeit gegenüber Lötwärme:

[0069] Nach dem Aufbringen eines Flussmittels wurde das Substrat 5 mal für jeweils 10 Sekunden in ein Lötbad von 260°C eingetaucht; die so behandelte lichtempfindliche Harzschicht wurde auf ihren Zustand untersucht und anhand der folgenden Kriterien bewertet: gut = nach fünfmaligem Eintauchen in das Lötbad wurde keine Veränderung beobachtet; schlecht = ein Teil der gehärteten lichtempfindlichen Harzschicht blättert nach einmaligem Eintauchen in das Lötbad ab.

Isolierwiderstand:

[0070] Das Substrat wurde einer heißen und feuchten Atmosphäre (85°C, 90%) bei einer Gleichstromspannung von 100 V ausgesetzt und anschliessend mit einem Hochwiderstandsmessgerät 4339A (Produkt von Hewlett-Packard Company) bezüglich eines elektrischen Widerstands gemessen; das Ergebnis wurde dahingehend unterschieden, ob der Isolierwiderstand höher war als $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ ($> 10^{12}$) oder kleiner als $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ($< 10^{11}$).

Ablösefestigkeit:

[0071] Die Messungen wurden gemäss JIS H 8646 durchgeführt.

TABELLE 2

Referenzbeispiel				Referenzvergleichsbeispiel		
1	2	3	4	1	2	3
Form der Durchgangslöcher nach innen verjüngt	nach innen verjüngt	nach innen verjüngt	nach innen verjüngt	rechtwinklig	rechteckwinklig	nach aussen verjüngt
Unterätzungen nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Isolierwiderstand $> 10^{12}$	$> 10^{12}$	$> 10^{12}$	$> 10^{12}$	$> 10^{12}$	$< 10^{11}$	$< 10^{11}$
Beständigkeit gegenüber Lötwärme	gut	gut	gut	gut	gut	schlecht
Ablösefestigkeit kg/cm	2,0	1,9	1,8	0,7	0,7	0,6

BEISPIELE 1 BIS 3 UND VERGLEICHSBEISPIELE 1 BIS 3

[0072] In Beispiel 1 wurde die Formulierung aus Referenzbeispiel 1 als Ausgangsmaterial zur Herstellung der dielektrischen Zwischenniveauschicht verwendet; in den Beispielen 2 und 3 und in den Vergleichsbeispielen 1 bis 3 wurden die Formulierungen der Referenzbeispiele 2 und 3 und diejenigen der Referenzvergleichsbeispiele 1 bis 3 als Ausgangsmaterialien verwendet. Jede Formulierung wurde auf einer Drei-Walzen-Mühle unter

Bildung einer warm- oder fotohärtbaren, elektrisch isolierenden Zusammensetzung vermischt. Die Zusammensetzung wurde auf einem 1 mm dicken laminierten Glas-Epoxyharz-Substrat mit einem darauf ausgebildeten Kupfermetallisierungsmuster siebgedruckt. Das Sieb war aus Polyester und hatte eine Öffnungsgröße von 100 mesh/inch, und die isolierende Beschichtung hatte eine Trockendicke von 50 µm. In den Beispielen 1 und 2 wurde die aufgebrachte isolierende Beschichtung durch Erwärmen auf 90°C für 40 Minuten leicht gehärtet, und in Beispiel 3 wurde die isolierende Beschichtung ebenfalls durch Erwärmen auf 100°C für 30 Minuten leicht gehärtet.

[0073] Auf jede der leicht gehärteten isolierenden Schichten wurde ein lichtempfindlicher Trockenfilm, OR-DYL BF-603 T-3 (Produkt von Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd.; Schichtdicke: 30 µm) als sandstrahlbeständige Beschichtung durch Thermokompressionsbindung bei 100°C aufgebracht. Die aufgebrachte Schicht wurde dann mit UV-Strahlung (30 mJ/cm²) aus der HTE 102S-Vorrichtung durch ein vorbestimmtes Maskenmuster bestrahlt und mit einer wässrigen 0,2%-igen Natriumcarbonatlösung bei 30°C für 40 Sekunden bei einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² sprühentwickelt.

[0074] Anschliessend wurde das Substrat in eine Sandstrahlvorrichtung SC-202 (Produkt von Fuji Seisakusho K. K.) eingesetzt und die leicht gehärtete Isolierschicht wurde unter Bildung von Durchgangslöchern bei einem Strahldruck von 1,5 kg/cm² für 5 in mit Siliciumcarbidteilchen (25 µm) als Schleifmedium sandgestrahlt. Anschliessend wurde die bemusterte sandstrahlbeständige Beschichtung durch Besprühen mit einer wässrigen 3 Gew.-%-igen Natriumhydroxidlösung bei 45°C für 2 Minuten abgelöst. In der elektrisch isolierenden Schicht trat während des Ablöseschritts keine Einknickung oder Delaminierung auf. Die Form der Durchgangslöcher war zufriedenstellend.

[0075] Nach dem Ablösen der bemusterten sandstrahlbeständigen Beschichtung wurde das Substrat mit Wasser gewaschen und anschliessend wurde die leicht gehärtete Isolierschicht bei 150°C für 50 Minuten warmgehärtet, wodurch eine dielektrische Zwischenniveauschicht gebildet wurde. Das Substrat wurde erneut in die gleiche Sandstrahlvorrichtung eingesetzt und die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht wurde durch Sandstrahlen bei einem Strahldruck von 2,5 kg/cm² für 1 Minute aufgerauht. Das so verarbeitete Substrat wurde in eine wässrige Natriumhydroxidlösung (10 g/l) für 5 Minuten bei einer Temperatur von 50°C eingetaucht, bevor ein Mikroätzvorgang durch Eintauchen in eine wässrige Lösung der folgenden Formulierung bei 80°C für 6 Minuten durchgeführt wurde.

Mikroätzlösung:

Kaliumpermanganat	50 g
Kaliumhydroxid	20 g
Wasser	1.000 g

[0076] Danach wurden die Substrate der Beispiele 1 und 2 in einem Bad mit der folgenden Formulierung einer elektrodenlosen Kupferplattierung unterworfen.

Plattierungsbad:

Kupfer (zugeführt als Kupfersulfat)	2,8 g/l
Formaldehyd	3,5 g/l
Natriumhydroxid	10–11 g/l
EDTA	q.s.

[0077] Die elektrodenlose Kupferplattierung ermöglichte die Erzeugung einer leitfähigen Schicht mit einer Dicke von 25 µm auf der Substratoberfläche. Die Plattierungszeit betrug 15 Stunden.

[0078] In Beispiel 3 wurde das Substrat in eine wässrige Lösung von Palladiumkolloidteilchen (0,05 µm, Konzentration: 2 g/l) für 5 Minuten eingetaucht und dann unter den nachstehend angegebenen Bedingungen einer Kupferplattierung in einem Kupferpyrophosphatbad (bezüglich der Formulierung siehe unten) unterworfen.

Plattierungsbad:

Kupferpyrophosphat	60–80 g/l
Kaliumpyrophosphat	250–400 g/l
wässriges Ammoniak	0,5–1 ml/l
Glanzmittel	q.s.

Plattierungsbedingungen:

Temperatur	50–60°C
Stromdichte an der Kathode	30–50 A/ft ²

[0079] Die Kupferplattierung erlaubte die Erzeugung einer leitfähigen Schicht in einer Dicke von 23 µm auf der Substratoberfläche. Die Plattierungszeit betrug 35 Minuten.

[0080] In den Vergleichsbeispielen 1 bis 3 wurde die isolierende Zusammensetzung unter Erzeugung einer Beschichtung mit einer Trockendicke von 50 µm auf ein 1 mm dickes laminiertes Glas-Epoxyharz-Substrat siebgedruckt. Die aufgebrachte Beschichtung wurde vorab bei 60°C für 90 Minuten getrocknet und mit UV-Strahlung (500 mJ/cm²) aus einer mit einer Ultrahochdruck-Quecksilberdampflampe ausgerüsteten Vorrichtung HTE 102S (Produkt von Hitec Products, Inc.) durch ein Maskenmuster bestrahlt. Anschliessend wurde die isolierende Beschichtung mit einer wässrigen 1%-igen Natriumcarbonatlösung bei 30°C für 40 Sekunden bei einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² sprühentwickelt, danach mit UV-Strahlen (5 J/cm²) aus der gleichen Beleuchtungsvorrichtung bestrahlt und schliesslich bei 150°C für 50 Minuten warmgehärtet.

[0081] Danach wurden die Proben der Vergleichsbeispiele 1 und 2 unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 einer elektrodenlosen Plattierung unterworfen, wohingegen die Probe aus Vergleichsbeispiel 3 unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 3 der direkten Elektroplattierung unterworfen wurden.

[0082] Die jeweiligen Substrate wurden hinsichtlich der Form der Durchgangslöcher, der Anwesenheit von Unterätzungen, der Beständigkeit gegenüber Lötwärme, des Isolierwiderstands und der Abziehfestigkeit anhand der bereits oben beschriebenen Verfahren und Kriterien ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 angegeben.

TABELLE 3

Beispiel			Vergleichsbeispiel		
1	2	3	1	2	3
Form der Durchgangslöcher	nach innen verjüngt	nach innen verjüngt	nach innen verjüngt	trapezförmig	trapezförmig
Unterätzungen	nein	nein	nein	ja	ja
Isolierwiderstand	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹²	< 10 ¹¹	< 10 ¹¹
Beständigkeit gegenüber Lötwärme	gut	gut	gut	gut	schlecht
Ablösefestigkeit kg/cm	1,2	1,0	1,0	0,4	0,4

BEISPIEL 4

[0083] 10 Gew.-Teile 2-Mercaptobenzothiazol wurden als Katalysatorgift zu der Formulierung aus Beispiel 1 zugegeben, die dann auf einer Drei-Walzen-Mühle unter Bildung einer warm- oder fotohärtbaren, elektrisch isolierenden Zusammensetzung vermischt wurde. Die Zusammensetzung wurde auf ein 1 mm dickes, laminiertes Glas-Epoxyharz-Substrat mit darauf hergestelltem Kupfermetallisierungsmuster siebgedruckt. Das Sieb bestand aus Polyester und wies eine Öffnungsgröße von 100 mesh/inch auf, und die isolierende Beschichtung hatte eine Trockendicke von 25 µm. Anschliessend wurde das Substrat wie in Beispiel 22 unter Bildung von Durchgangslöchern in ausgewählten Bereichen der dielektrischen Zwischenniveauschicht verarbeitet, ausser dass die Sandstrahlzeit 3 Minuten betrug. Das Substrat wurde dann einer Vorbehandlung zur Mikroätzung unterworfen, mikrogeätzt und wie in Beispiel 1 einer elektrodenlosen Plattierung unterworfen, wodurch die Durchgangslöcher mit einer leitfähigen Schicht mit einer Dicke von 25 µm aufgefüllt wurden. Die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht wies keine Kupferabscheidung und keine Verfärbung

durch die elektrodenlose Plattierung auf, sondern zeigte eine sehr hohe Glattheit. Die Plattierungszeit betrug 5 Stunden.

BEISPIEL 5

[0084] Eine foto- oder warmhärtbare, elektrisch isolierende Zusammensetzung wurde wie in Beispiel 1 hergestellt und auf ein 1 mm dickes, laminiertes Glas-Epoxyharz-Substrat mit darauf ausgebildetem Kupfermetallisierungsmuster siebgedruckt. Das Sieb bestand aus einem Polyester und hatte eine Öffnungsgrösse von 100 mesh/inch, und die isolierende Beschichtung hatte eine Trockendicke von 20 µm. Die aufgebrachte Isolierschicht wurde durch Erwärmen für 40 Minuten auf 90°C leicht gehärtet und anschliessend wurde ein lichtempfindlicher Trockenfilm, ORDYL BF-602 T-3 (Produkt von Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd., Schichtdicke: 20 µm) als sandstrahlbeständige Beschichtung auf die leicht gehärtete, elektrisch isolierende Schicht durch Thermokompressionsbindung bei 70°C aufgebracht. Anschliessend wurde die aufgebrachte Schicht mit UV-Strahlung (300 mJ/cm²) aus einer mit einer Ultrahochdruck-Quecksilberdampflampe ausgerüsteten Belichtungsvorrichtung HTE 102S (Produkt von Hitec Products, Inc.) durch ein Maskenmuster, das zur Reproduktion von Punkten mit 30 µm Durchmesser in der Lage war, belichtet und mit einer wässrigen 0,2%-igen Natriumcarbonatlösung für 40 Sekunden bei 30°C und einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² sprühentwickelt.

[0085] Anschliessend wurde das Substrat in eine Sandstrahlvorrichtung SC-202 (Produkt von Fuji Seisakusho K. K.) eingesetzt, und die leicht gehärtete Isolierschicht wurde bei einem Strahldruck von 1,5 kg/cm² für 2 Minuten mit Siliciumcarbidteilchen (5 µm) als Schleifmedium sandgestrahlt. Anschliessend wurde die sandstrahlbeständige Beschichtung durch Aufsprühen einer wässrigen 3 Gew.-%-igen Natriumhydroxidlösung bei 45°C für 2 Minuten abgelöst.

[0086] Nach dem Ablösen der sandstrahlbeständigen Beschichtung wurde das Substrat mit Wasser gewaschen und danach wurde die leicht gehärtete Isolierschicht bei 150°C für 50 Minuten gehärtet, wodurch eine dielektrische Zwischenniveauschicht hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann in die gleiche Sandstrahlvorrichtung eingesetzt, und die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht wurde durch Sandstrahlen bei einem Strahldruck von 2,5 kg/cm² für 10 Sekunden aufgerauht. Das so bearbeitete Substrat wurde einer Mikroätzvorbehandlung unterworfen, mikrogeätzt und wie in Beispiel 3 der direkten Elektroplattierung unterworfen, wodurch eine leitfähige Schicht in einer Dicke von 5 µm innerhalb der Durchgangslöcher hergestellt wurde. In der dielektrischen Zwischenniveauschicht trat keine Einknickung oder Delaminierung auf, und die Kanäle erfuhren weder Kurzschlüsse noch Leitungsversagen aufgrund von Brüchen der metallischen Verbindungsleitung. Die Plattierungszeit betrug 7 Minuten.

BEISPIEL 6

[0087] 10 Gew.-Teile 2-Mercaptobenzothiazol wurden als Katalysatorgift zu der Formulierung aus Referenzbeispiel 1 zugegeben, die dann auf einer Drei-Walzen-Mühle vermischt wurde, wodurch eine warm- oder photohärtbare, elektrisch isolierende Zusammensetzung hergestellt wurde. Die Zusammensetzung wurde unter Verwendung eines Polyestersiebes mit einer Öffnungsgrösse von 100 mesh/inch auf ein 1 mm dickes, laminiertes Glas-Epoxyharz-Substrat siebgedruckt. Das Substrat wurde durch Polieren auf eine durchschnittliche Oberflächenrauhigkeit von 5 µm poliert. Die aufgebrachte isolierende Beschichtung hatte eine Trockendicke von 25 µm und wurde durch 40-minütiges Erwärmen auf 90°C leicht gehärtet.

[0088] Anschliessend wurde ein lichtempfindlicher Trockenfilm, ORDYL BG-603-T-3 (supra) als sandstrahlbeständige Beschichtung auf die leicht gehärtete, elektrisch isolierende Schicht durch Thermokompressionsbinden bei 100°C aufgebracht. Anschliessend wurde die aufgebrachte Schicht mit UV-Strahlung (300 mJ/cm²) aus der HTE 102S-Vorrichtung durch ein Maskenmuster, das zur Reproduktion von 100 µm breiten Linien in Abständen von 50 µm in der Lage war, bestrahlt und mit einer wässrigen 0,2%-igen Natriumcarbonatlösung bei einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² für 40 Sekunden bei 30°C sprühentwickelt.

[0089] Anschliessend wurde das Substrat in eine Sandstrahlvorrichtung SC-202 (Fuji Seisakusho K. K.) eingesetzt, und die Isolierschicht wurde bei einem Strahldruck von 1,5 kg/cm² für 5 Minuten mit Siliciumcarbidteilchen (25 µm) als Schleifmedium sandgestrahlt, wodurch Kanäle in der Isolierschicht gebildet wurden. Anschliessend wurde die bemusterte sandstrahlbeständige Beschichtung durch Besprühen mit einer wässrigen 3 Gew.-%-igen Natriumhydroxidlösung bei 45°C für 2 Minuten abgelöst.

[0090] Nach dem Ablösen der bemusterten sandstrahlbeständigen Beschichtung wurde das Substrat mit Wasser gewaschen und die leicht gehärtete, elektrisch isolierende Schicht wurde für 50 Minuten bei 150°C ge-

härtet, wodurch eine dielektrische Zwischenniveauschicht gebildet wurde. Das so bearbeitete Substrat wurde in eine wässrige Natriumhydroxidlösung (10 g/l) für 5 Minuten bei 50°C eingetaucht, bevor es einer elektrodenlosen Plattierung in einem Bad mit der folgenden Zusammensetzung unterworfen wurde.

Plattierbad:

Kupfer (zugegeben als Kupfersulfat)	2,8 g/l
Formaldehyd	3,5 g/l
Natriumhydroxid	10–11 g/l
EDTA	q.s.

[0091] Die elektrodenlose Kupferplattierung ermöglichte die Erzeugung einer leitfähigen Schicht mit einer Dicke von 25 µm innerhalb der Kanäle. Die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht war frei von Kupferabscheidungen oder Verfärbung durch die elektrodenlose Plattierung und behielt einen sehr hohen Glattheitsgrad.

[0092] Das Substrat wurde dann in die gleiche Sandstrahlvorrichtung SC-202 eingesetzt und die Oberfläche der dielektrischen Zwischenniveauschicht wurde durch Sandstrahlen bei einem Strahldruck von 2,5 kg/cm² für 1 Minute mit Siliciumcarbidteilchen (25 µm) als Schleifmedium aufgerauht. In einem separaten Schritt wurde die Formulierung aus Referenzbeispiel 1 auf einer Drei-Walzen-Mühle unter Herstellung einer isolierenden Zusammensetzung vermischt, die auf die dielektrische Zwischenniveauschicht mit der in den Kanälen erzeugten, leitfähigen Schicht siebgedruckt wurde. Das Sieb bestand aus einem Polyester und hatte eine Öffnungsgrösse von 100 mesh/inch, und die isolierende Beschichtung hatte eine Trockendicke von 25 µm. Die aufgebrachte isolierende Beschichtung wurde durch 40-minütiges Erwärmen auf 90°C leicht gehärtet.

[0093] Auf die leicht gehärtete, elektrisch isolierende Schicht wurde eine lichtempfindliche Trockenschicht, ORDYL BF-603 T-3 (supra), als sandstrahlbeständige Beschichtung durch Thermokompressionsbindung bei 100°C aufgebracht. Dann wurde zur Herstellung von Durchgangslöchern (50 µm Durchmesser) zur Überbrückung zweier beabstandeter, leitfähiger Schichten die sandstrahlbeständige Beschichtung mit UV-Strahlung (300 mJ/cm²) aus der HTE 102S-Vorrichtung (supra) durch ein vorherbestimmtes Maskenmuster bestrahlt und mit einer wässrigen 0,2%-igen Natriumcarbonatlösung bei einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² für 40 Sekunden bei 30°C sprühentwickelt.

[0094] Anschliessend wurde das Substrat in die gleiche Sandstrahlvorrichtung (SC-202) eingesetzt und die Isolierschicht wurde bei einem Strahldruck von 1,5 kg/cm² für 5 Minuten mit Siliciumcarbidteilchen (25 µm) als Schleifmedium sandgestrahlt, bis die leitfähige Schicht in der darunterliegenden dielektrischen Zwischenniveauschicht freigelegt wurde. Mit den so hergestellten Durchgangslöchern wurde die bemusterte sandstrahlbeständige Beschichtung durch 2-minütiges Aufsprühen einer wässrigen 3 Gew.-%-igen Natriumhydroxidlösung bei 45°C abgelöst.

[0095] Nach dem Ablösen der bemusterten sandstrahlbeständigen Beschichtung wurde das Substrat mit Wasser gewaschen und danach in die gleiche Sandstrahlvorrichtung (SC-202) eingesetzt. Danach wurde die freigelegte Oberfläche der zweiten dielektrischen Zwischenniveauschicht durch Sandstrahlen mit einem Strahldruck von 2,5 kg/cm² mit Siliciumcarbidteilchen (25 µm) als Schleifmedium für 1 Minute aufgerauht.

[0096] Das so bearbeitete Substrat wurde in eine wässrige Natriumhydroxidlösung (10 g/l) bei einer Temperatur von 50°C für 5 Minuten eingetaucht, bevor es durch Eintauchen in eine wässrige Lösung mit der folgenden Formulierung bei 80°C für 6 Minuten mikrogeätzt wurde.

Mikroätlösung:

Kaliumpermanganat	50 g
Kaliumhydroxid	20 g
Wasser	1.000 g

[0097] Anschliessend wurde das Substrat der Kupferplattierung in einem Pyrophosphatbad (Formulierung siehe unten) unten den ebenfalls unten angegebenen Bedingungen unterworfen.

Plattierungsbad:

Kupferpyrophosphat	60–80 g/l
Kaliumpyrophosphat	250–400 g/l
wässriges Ammoniak	0,5–1 ml/l
Glanzmittel	q.s.

Plattierungsbedingungen:

Temperatur	50–60°C
Stromdichte an der Kathode	30–50 A/ft ²

[0098] Die Kupferplattierung ermöglichte die Herstellung einer leitfähigen Schicht in einer Dicke von 15 µm innerhalb der Durchgangslöcher und über der zweiten dielektrischen Zwischenniveauschicht. Die Plattierungszeit betrug 21 Minuten.

[0099] Anschliessend wurde ein Trockenschichtresist, ORDYL α-400 (Produkt von Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd.) durch Thermokompressionsbindung bei 100°C auf die 15 µm dicke leitfähige Schicht aufgebracht. Dann wurde zur Überbrückung der beiden leitfähigen Schichten in dem ersten Niveau die Resistenschicht mit UV-Strahlung (300 mJ/cm²) aus der HTE 102S-Vorrichtung durch ein vorherbestimmtes Maskenmuster, das zur Ausbildung eines Musters in der Lage war, das aus Kreisen mit 70 µm Durchmesser in Übereinstimmung mit den Durchgangslöchern und Überbrückungslinien von 50 µm Breite bestand, bestrahlt und mit einer wässrigen 0,2%-igen Natriumcarbonatlösung bei einem Sprühdruck von 1,2 kg/cm² für 40 Sekunden bei 30°C sprühentwickelt.

[0100] Schliesslich wurde das Substrat mit einer wässrigen Kupfer(II)chlorid-Lösung (Cl-Konzentration: 80–100 g/l, spezifische Dichte: 1,2) bei 80°C für 10 Minuten geätzt und sorgfältig mit Wasser gewaschen.

[0101] Das resultierende Überbrückungsmuster wies weder Einkerbungen noch Delaminierungen auf und zeigte eine gute elektrische Verbindung zu dem ersten Niveau der leitfähigen Schichten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer mehrschichtigen Verschaltungstafel mit einer Vielzahl von Leitermustern (2) und einer dielektrischen Schicht (3) auf mindestens einer Oberfläche eines Substrats (1) mit Durchgangslöchern (5) und/oder grabenartigen Kanälen (8), die an spezifizierten Stellen der dielektrischen Zwischenschicht (3) zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen den Leitermustern (2) bereitgestellt sind, das die folgenden aufeinanderfolgenden Schritte umfasst:

- (i) Herstellen einer dielektrischen Zwischenschicht (3a) durch leichtes Anhärten einer warmhärtbaren oder fotohärtbaren, elektrisch isolierenden Beschichtungsschicht;
- (ii) Herstellen einer Beschichtung (4), die gegenüber Sandstrahlbehandlung beständig ist, in einem Muster über der leicht angehärteten dielektrischen Zwischenschicht (3a);
- (iii) Entfernen der leicht angehärteten Isolierschicht (3a) in ausgewählten Bereichen durch Sandstrahlen unter Erzeugung der Durchgangslöcher (5) und/oder grabenartigen Kanäle (8);
- (iv) Entfernen der Beschichtung (4), die gegenüber Sandstrahlbehandlung beständig ist;
- (v) Aushärten der zurückbleibenden Isolierschicht (3a) unter Erzeugung der dielektrischen Zwischenschicht (3); und
- (vi) Bereitstellen einer leitfähigen Schicht (7) auf der in Schritt (5) erhaltenen Struktur, in dieser Reihenfolge, und worin "leichtes Härteln" in Schritt (i) bedeutet, dass die warmhärtbare oder fotohärtbare, elektrisch isolierende Beschichtungsschicht mit Licht in geringer Energiedosis bestrahlt oder auf eine Temperatur unterhalb der üblichen Aushärtungstemperatur erwärmt wird, so dass
 - die Durchgangslöcher und/oder grabenartigen Kanäle, die in Schritt (iii) erzeugt werden, keine morphologischen Defekte erleiden,
 - die leicht gehärtete Isolierschicht (3a) in Schritt (iv) nicht abgelöst wird, und
 - die Durchgangslöcher und/oder grabenartigen Kanäle nicht mit sich verformender Masse der zurückbleibenden Isolierschicht (3a) in Schritt (v) aufgefüllt werden.

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, worin in Schritt (i) die leichte Härtung bei einer Temperatur von 70–110°C

durchgeführt wird.

3. Verfahren gemäss Anspruch 1 oder 2, worin die Umwandlung der leicht gehärteten Schicht (**3a**) in die dielektrische Zwischenschicht (**3**) entweder durch Belichtung mit Licht oder durch Warmhärtung bei einer Temperatur von $110^{\circ}\text{C} < T \leq 200^{\circ}\text{C}$ durchgeführt wird.

4. Verfahren gemäss mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, das ferner den Schritt der Aufrauung der Oberfläche der dielektrischen Zwischenschicht (**3**) umfasst.

5. Verfahren gemäss Anspruch 4, worin die Oberfläche der dielektrischen Zwischenschicht (**3**) auf eine durchschnittliche Oberflächenrauhigkeit (Ra) von $0,1\text{--}10 \mu\text{m}$ aufgerauht wird.

6. Verfahren gemäss mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, worin die leitfähige Schicht (**7**) durch elektrodenloses Plattieren erzeugt wird.

7. Verfahren gemäss mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, worin die leitfähige Schicht (**7**) durch direktes Elektroplattieren erzeugt wird.

8. Verfahren gemäss mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, worin die Beschichtung (**4**), die gegenüber Sandstrahlbehandlung beständig ist, aus einem lichtempfindlichen Harz hergestellt ist.

9. Verfahren gemäss Anspruch 8, worin die Beschichtung (**4**), die gegenüber Sandstrahlbehandlung beständig ist, aus einem lichtempfindlichen Harz hergestellt ist, das ein Urethan(meth)acrylatoligomer, ein wasserlösliches Celluloseharz, einen Fotopolymerisationsinitiator und ein (Meth)acrylatmonomer enthält.

10. Verfahren gemäss mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, worin eine schwefelhaltige organische Verbindung in die dielektrische Zwischenschicht (**3**) inkorporiert ist.

11. Verfahren gemäss mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, worin die dielektrische Zwischenschicht (**3**) aus mindestens einem Element aus der Gruppe aus einem Epoxyharz, einem Polyphenolharz, einem Novolakharz, einem Polyamidharz und einem Polyimidharz hergestellt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

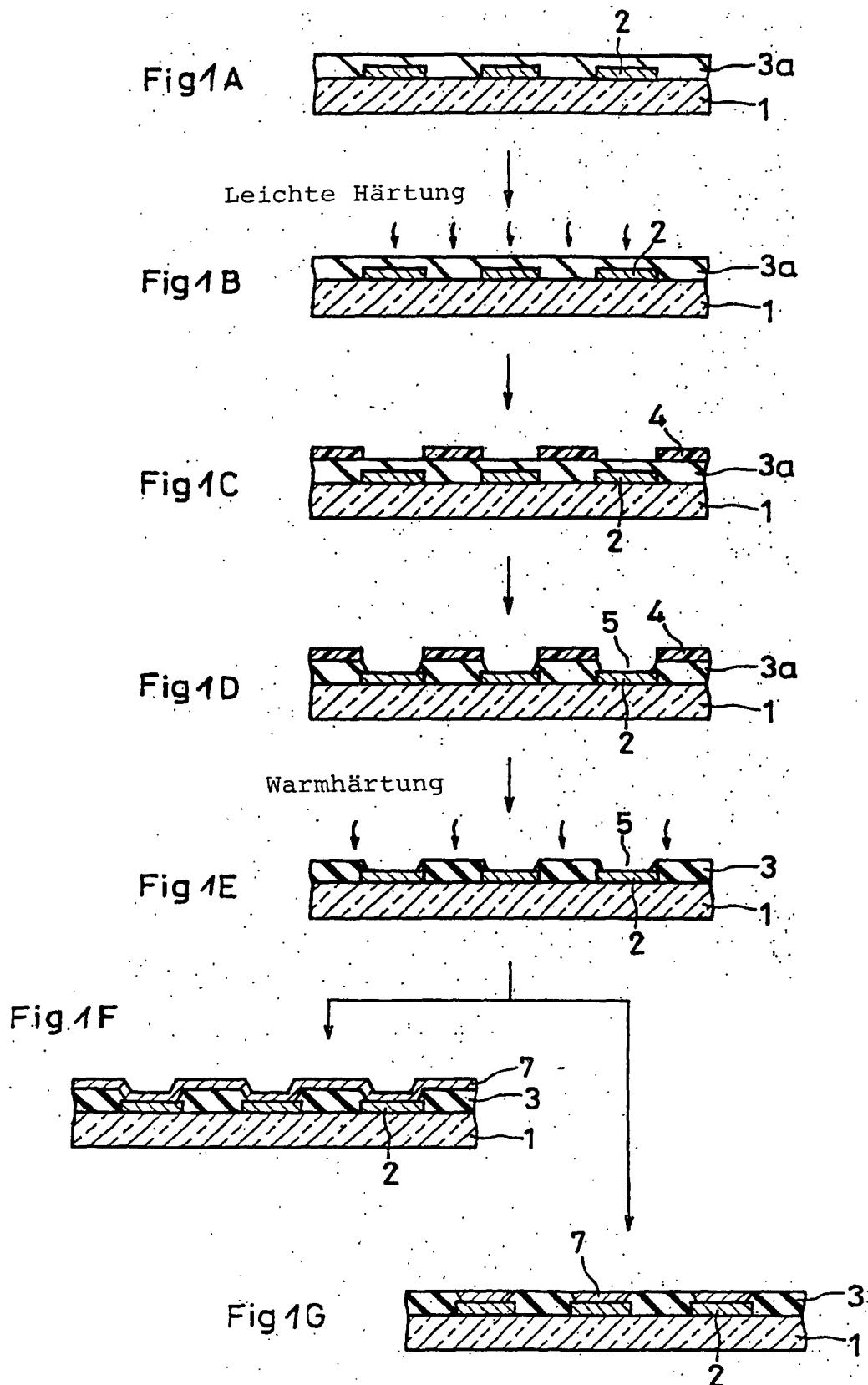
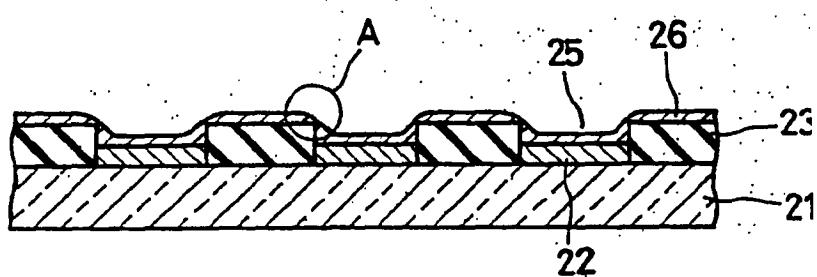
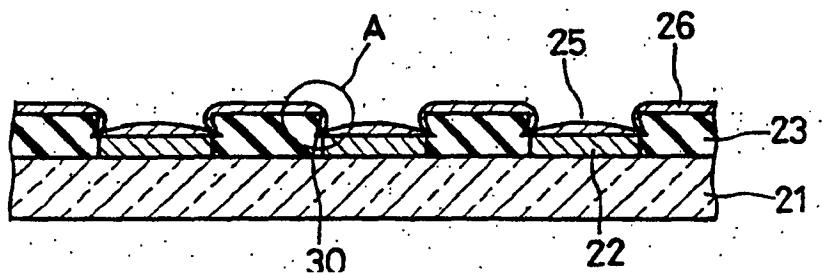


Fig. 2



Stand der Technik

Fig. 3



Stand der Technik