



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **103 21 509.3**  
(22) Anmeldetag: **13.05.2003**  
(43) Offenlegungstag: **04.12.2003**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.06.2012**

(51) Int Cl.: **C25D 5/02 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2002/142549**                      **17.05.2002**      **JP**

(73) Patentinhaber:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

(74) Vertreter:  
**Klingseisen & Partner, 80331, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Tomisaka, Manabu, Kariya, Aichi, JP; Ando, Eiichi, Chofu, Tokio/Tokyo, JP; Shimada, Kiyoshi, Chofu, Tokio/Tokyo, JP; Nobata, Hirotaka, Chofu,**

**Tokio/Tokyo, JP; Oishi, Tetsuji, Chofu, Tokio/Tokyo, JP; Abe, Yusuke, Chofu, Tokio/Tokyo, JP; Sonoda, Haruki, Chofu, Tokio/Tokyo, JP; Tatehaba, Yoshito, Chofu, Tokio/Tokyo, JP; Ohta, Yasuo, Tokio/Tokyo, JP; Suda, Kazuyuki, Saitama, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

<b>US</b>	<b>5 972 192</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>5 252 196</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>1 118 696</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>1 122 989</b>	<b>A2</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen und zum Bilden einer Elektrode**

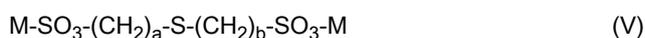
(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer, umfassend das Ätzen eines Substrats, so dass blinde Durchkontaktierungen mit einer Innenwand entstehen, das Bilden einer Keimschicht zum Plattieren der Innenwand der blinden Durchkontaktierungen und das Durchführen einer elektrischen Verkupferungsbehandlung mit der Keimschicht als eine Elektrode, in einem Kupfersulfat-Elektrolyt, so dass die blinden Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer gefüllt werden, wobei der Kupfersulfat-Elektrolyt die nachstehenden Bestandteile (a) und (b) enthält:

(a) einen Polyether, der wenigstens fünf Ether-Sauerstoffatome in einem Molekül enthält; und

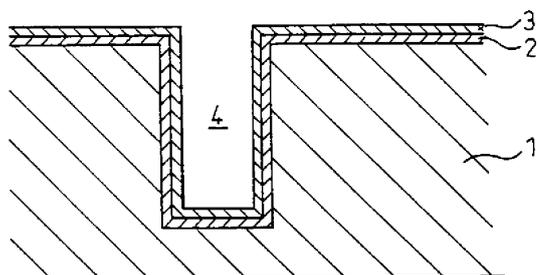
(b) eine oder mehrere der durch die nachstehenden Formeln (I), (V) bis (X) gezeigten Substanzen:



worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom,  $-(S)_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  oder  $-CS_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  ist,  $R_2$  für eine Alkylengruppe mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen steht, M für ein Wasserstoffatom oder ein alkalisches Metall steht und n gleich 0 oder 1 ist,



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;...



**Beschreibung**

## Hintergrund der Erfindung

## 1. Technisches Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer durch elektrisches Verkupfern der Innenseite der in einer Kristallscheibe gebildeten blinden Durchkontaktierungen.

## 2. Stand der Technik

**[0002]** Von mehrschichtigen LSI-Platten ist bekannt, dass man eine blinde Durchkontaktierung, 1 µm oder weniger im Durchmesser und mit einem Aspektverhältnis um 5, vorzugsweise vom Boden der Kontaktierung aus auffüllt. Ferner ist auch bekannt, dass man bei der Herstellung einer mehrschichtigen Leiterplatte mit Hilfe eines Verfahrens, bei dem die Einzelteile zusammengesetzt werden, eine blinde Durchkontaktierung, 100 µm oder mehr im Durchmesser und mit einem Aspektverhältnis von 3 oder weniger, in der zusammensetzenden Platte bildet und das Innere der Kontaktierung mit Kupfer plattiert.

**[0003]** Beim Füllen der blinden Durchkontaktierung mit einem besonders großen Aspektverhältnis mit dem metallischen Kupfer durch das Abscheiden von Kupfer auf der Innenseite der Kontaktierung gemäß einem bekannten Verfahren entstehen jedoch Lufträume. Insbesondere wenn man eine blinde Durchkontaktierung mit einem Öffnungsdurchmesser von 1 µm oder weniger durch ein bekanntes Verfahren füllt, erhöht sich die Plattierungsgeschwindigkeit aufgrund einer stark beschleunigenden Wirkung auf die Abscheidung an einem Teil im Bereich der Kontaktierungsöffnungsrand bis zu einer Tiefe von etwa 20 µm. Dadurch verschließt sich die Öffnung vor dem Zeitpunkt, zu dem das Innere der blinden Durchkontaktierung ausgefüllt ist, und es entstehen Leerräume in der Durchkontaktierung. Wird die blinde Durchkontaktierung mit einem Öffnungsdurchmesser von 100 µm oder mehr durch das bekannte Verfahren ausgefüllt, verteilt sich die Plattierungsschicht entsprechend der Form der blinden Durchkontaktierung, obwohl der Rand der Öffnung nicht geschlossen ist, wodurch ein langgezogener Leerraum entsteht, der vom Öffnungsrand bis zum Boden um den Mittelbereich der blinden Durchkontaktierung reicht.

**[0004]** US 5 972 192 A beschreibt ein Verfahren zum Füllen von Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer. Die Verkupferung erfolgt durch Anlegen von Strom zwischen einer Elektrode als Grundsicht und einer Elektrode, die in den Elektrolyten eingetaucht ist, wobei kathodische Pulszeiten von 0,1 bis 150 Millisekunden und anodische Pulszeiten von 0,1 bis 10 Millisekunden verwendet werden.

**[0005]** US 5 252 196 A, EP 1 118 696 A1 und EP 1 122 989 A2 beschreiben andere Verfahren zum Füllen von Durchkontaktierungen mit Kupfer.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer bereitzustellen, ohne dass dabei Leerräume in den Durchkontaktierungen zurückbleiben.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch die Verfahren nach den Ansprüchen 1, 17 und 19 gelöst.

**[0008]** Die Erfinder haben eine ausführliche Untersuchung durchgeführt, um obige Aufgabe zu lösen. Sie haben gefunden, dass die Aufgabe gelöst wird, indem man einen Kupfersulfat-Elektrolyt mit spezifischen Bestandteilen verwendet und eine elektrische Verkupferungsbehandlung mit spezifischen Abscheidungsbedingungen bereitstellt.

(1) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer, umfassend das Ätzen eines Substrats, so dass blinde Durchkontaktierungen mit einer Innenwand entstehen, das Bilden einer Keimschicht zum Beschichten der Innenwand der blinden Durchkontaktierungen und das Durchführen einer elektrischen Verkupferungsbehandlung mit der Keimschicht als eine Elektrode, in einem Kupfersulfat-Elektrolyt, so dass die blinden Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer gefüllt werden, wobei der Kupfersulfat-Elektrolyt die nachstehenden Bestandteile (a) und (b) enthält:

- (a) einen Polyether, der wenigstens fünf Ether-Sauerstoffatome in einem Molekül enthält; und
- (b) eine durch nachstehende Formel (I) dargestellte Verbindung:



worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom,  $-(S)_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  oder  $-CS_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  ist,  $R_2$  für eine Alkylengruppe mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen steht,  $M$  für ein Wasserstoffatom oder ein alkalisches Metall steht und  $n$  gleich 0 oder 1 ist,

und die elektrische Verkupferungsbehandlung erfolgt, indem man zwischen einer Elektrode, welche die Grundschrift umfasst, und einer weiteren Elektrode, die in den Kupfersulfat-Elektrolyten eingetaucht ist, den Strom in einem Zyklus von 1 bis 50 ms für die Dauer einer positiven Elektrolyse, von 0,2 bis 5 ms für die Dauer der Umkehrelektrolyse und von 1 bis 50 ms für die Stoppzeit wechselt, worin die blinde Durchkontaktierung einen Durchmesser von 3 bis 50  $\mu\text{m}$ , eine Tiefe von 30 bis 100  $\mu\text{m}$  und ein Aspektverhältnis, ermittelt durch Teilen der Tiefe durch den Durchmesser, von 4:20 besitzt.

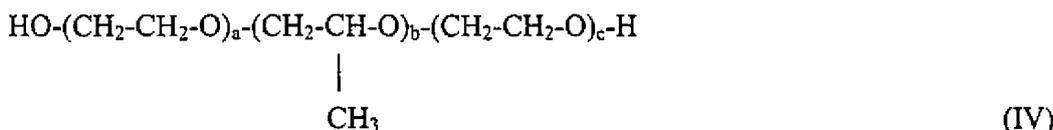
(2) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß dem vorstehendem Verfahren (1), worin der Bestandteil (a) ein oder mehrere der durch die nachstehenden Formeln (II) bis (IV) gezeigten Verbindungen umfasst:



worin  $a = 5$  bis 500;



worin  $a = 5$  bis 200;



worin  $a + c = 5$  bis 250,  $b = 1$  bis 100.

(3) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß vorstehendem Verfahren (1), worin der Bestandteil (b) ein oder mehrere der durch die nachstehenden Formeln (V) bis (X) gezeigten Substanzen enthält:



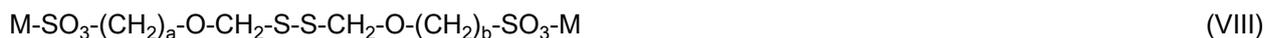
worin  $a = 3$  bis 8,  $b = 3$  bis 8,  $M$  für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



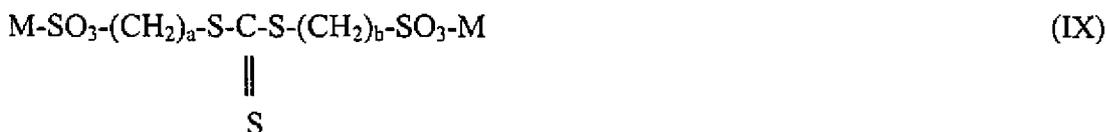
worin  $a = 3$  bis 8,  $b = 3$  bis 8,  $M$  für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



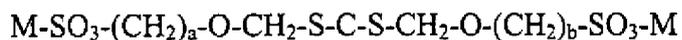
worin  $a = 3$  bis 8,  $b = 3$  bis 8,  $M$  für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin  $a = 3$  bis 8,  $b = 3$  bis 8,  $M$  für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin  $a = 3$  bis 8,  $b = 3$  bis 8,  $M$  steht für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement;



(X)



worin  $a = 3$  bis  $8$ ,  $b = 3$  bis  $8$ ,  $M$  steht für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement.

(4) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß einem der vorstehenden Verfahren (1) bis (3), wobei die Konzentration des Bestandteils (a) in dem Kupfersulfat-Elektrolyt von  $0,05$  bis  $10$  g/l beträgt und die des Bestandteils (b) in dem Kupfersulfat-Elektrolyt von  $0,1$  bis  $100$  mg/l beträgt.

(5) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß einem der vorstehenden Verfahren (1) bis (4), worin die blinde Durchkontaktierung einen Durchmesser von  $3$  bis  $50$   $\mu\text{m}$ , eine Tiefe von  $30$  bis  $100$   $\mu\text{m}$  und ein Aspektverhältnis, ermittelt durch Teilen der Tiefe durch den Durchmesser, von  $4:20$  besitzt.

(6) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß einem der vorstehenden Verfahren (1) bis (5), worin das Verhältnis der Stromdichte bei der Umkehrelektrolyse zu der bei der positiven Elektrolyse von  $1$  bis  $10$  ist.

(7) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß vorstehendem Verfahren (6), worin die Stromdichte bei der positiven Elektrolyse von  $0,1$  bis  $20$   $\text{A/dm}^2$  und die bei der Umkehrelektrolyse von  $0,1$  bis  $200$   $\text{A/dm}^2$  beträgt.

(8) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß einem der vorstehenden Verfahren (1) bis (7), worin das Substrat eine Kristallscheibe ist.

(9) Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen gemäß vorstehendem Verfahren (8), ferner umfassend das Bilden eines isolierenden Films auf der Innenwand der blinden Durchkontaktierungen vor dem Bilden der Keimschicht für die Plattierung auf der Innenwand der in der Kristallscheibe gebildeten Durchkontaktierungen.

(10) Verfahren zur Bildung einer Elektrode, die in ein Substrat eindringt, umfassend das Füllen der blinden Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer, das in dem Substrat durch ein Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahren (1) bis (9) bereitgestellt wird, und das Polieren der Rückseite des Substrats, so dass man ein Substrat mit Durchkontaktierungen erhält, die mit dem metallischen Kupfer gefüllt sind und in das Substrat eindringen.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0009]** [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) sind schematische Ansichten, welche die Schritte des Füllens einer blinden Durchkontaktierung in einem Substrat mit Kupfer und das Schleifen der Rückseite des Substrats, so dass eine eindringende Elektrode entsteht, erläutern.

**[0010]** [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht entlang der Mittellinie einer mit metallischem Kupfer gefüllten blinden Durchkontaktierung gemäß Beispiel 1.

**[0011]** [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht entlang der Mittellinie einer mit metallischem Kupfer gefüllten blinden Durchkontaktierung gemäß Beispiel 2.

**[0012]** [Fig. 4](#) ist eine Schnittansicht entlang der Mittellinie einer mit metallischem Kupfer gefüllten blinden Durchkontaktierung gemäß Vergleichsbeispiel 1.

**[0013]** [Fig. 5](#) ist eine Schnittansicht entlang der Mittellinie einer mit metallischem Kupfer gefüllten blinden Durchkontaktierung gemäß Vergleichsbeispiel 2.

#### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

**[0014]** Die Erfindung wird nachstehend ausführlich beschrieben.

**[0015]** Die blinde Durchkontaktierung ist eine blinde Durchkontaktierung mit einem Boden, der in einem Substrat bereitgestellt wird. Nachdem die blinde Durchkontaktierung mit einem leitfähigen Material, wie metallischem Kupfer, gefüllt ist, wird das Material durch Schleifen der Rückseite des Substrats freigelegt, so dass man ein Substrat erhält, das von der mit dem leitfähigen Material gefüllten Durchkontaktierung durchdrungen wird.

**[0016]** Der Kupfersulfat-Elektrolyt, der zum erfindungsgemäßen Füllen der Durchkontaktierung mit metallischem Kupfer verwendet wird, hat eine Grundzusammensetzung aus Schwefelsäure, Kupfersulfat und einer wasserlöslichen Chlorverbindung sowie den Additiven (a) und (b).

**[0017]** Jede bislang als Kupfersulfat-Elektrolyt eingesetzte Grundzusammensetzung kann ohne besondere Beschränkungen verwendet werden. Die geeignete Schwefelsäurekonzentration beträgt 30 bis 400 g/l und vorzugsweise 80 bis 120 g/l. Beträgt die Konzentration beispielsweise weniger als 30 g/l, nimmt die Leitfähigkeit des Elektrolyten ab, wodurch Schwierigkeiten bei der Erregung des Elektrolyten entstehen. Liegt die Konzentration andererseits über 400 g/l, wird das Kupfersulfat daran gehindert, sich in dem Elektrolyt aufzulösen und kann in extremen Fällen präzipitieren.

**[0018]** Die geeignete Kupfersulfatkonzentration beträgt 20 bis 300 g/l und vorzugsweise 150 bis 250 g/l. Liegt die Konzentration beispielsweise unter 20 g/l, werden die Kupfer-Ionen dem zu beschichtenden Substrat nicht ausreichend zugeführt. Dadurch wird es unmöglich, eine normale Plattierungsschicht zu bilden. Ferner ist es schwierig, das Kupfersulfat bei einer Konzentration über 300 g/l aufzulösen.

**[0019]** Jedes wasserlösliche Chlorid, das bislang zum Kupfersulfatplattieren verwendet wurde, kann ohne besondere Beschränkungen eingesetzt werden. Beispiele wasserlöslicher Chloride umfassen Salzsäure, Natriumchlorid, Kaliumchlorid und Ammoniumchlorid. Die wasserlöslichen Chloride können entweder alleine oder in Form eines Gemischs aus zwei oder mehreren Verbindungen eingesetzt werden.

**[0020]** Die Konzentration der wasserlöslichen Chloride, die in dem erfindungsgemäß verwendeten Kupfersulfatbad enthalten sind, liegt vorzugsweise bei 10 bis 200 mg/l und weiter bevorzugt bei 30 bis 100 mg/l, bezogen auf die Chloridionenkonzentration. Liegt die Chloridionenkonzentration beispielsweise unter 10 mg/l, wird es schwierig für die Additive richtig zu wirken. Liegt die Konzentration über 200 mg/l, wird die positive Elektrode passiv und der Elektrolyt lässt sich nicht erregen.

**[0021]** Das erfindungsgemäß verwendete Additiv (a) ist eine Verbindung, die in dem Elektrolyt als Benetzungsmittel wirkt und in jedem Molekül vorzugsweise wenigstens 5 und weiter bevorzugt wenigstens 20 Ether-Sauerstoffe enthält.

**[0022]** Das erfindungsgemäß verwendete Additiv (a) kann entweder alleine oder in Form eines Gemischs aus zwei oder mehreren Additiven verwendet werden. Ein bevorzugtes Additiv (a) ist Polyalkylenglycol mit wenigstens 5, weiter bevorzugt 50 bis 100 Ether-Sauerstoffen.

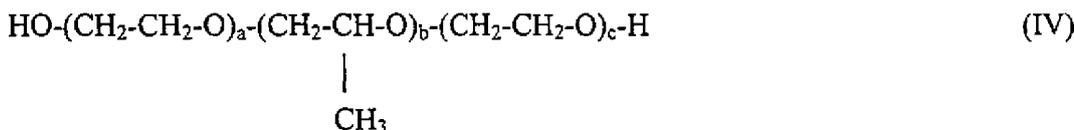
**[0023]** Als bevorzugtes erfindungsgemäß verwendetes Additiv (a) seien die Verbindungen der nachstehenden Formeln (II) bis (IV) genannt:



worin a = 5 bis 500;



worin a = 5 bis 200;



worin a + c = 5 bis 250, b = 1 bis 100.

**[0024]** Die Konzentration des erfindungsgemäß verwendeten Additivs (a) beträgt vorzugsweise 0,05 bis 10 g/l und weiter bevorzugt 0,1 bis 2 g/l. Falls die Konzentration des Additivs (a) in dem Elektrolyt unter 0,05 g/l beträgt, entstehen wegen der unzureichenden Benetzungswirkung in der Plattierungsschicht viele feine Löcher, wodurch es schwierig wird, eine richtige Plattierungsschicht aufzubringen. Andererseits ist eine Konzentration

über 10 g/l aus wirtschaftlicher Sicht nicht zu bevorzugen, da eine höhere Konzentration die Wirkung kaum verbessert.

**[0025]** Das erfindungsgemäß verwendete Additiv (b) ist eine in dem Elektrolyten positiv geladene Substanz, die während der Elektrolyse auf der Oberfläche der zu beschichtenden Substanz adsorbiert ist und die Oberfläche während der Umkehrelektrolyse verlässt. Durch die Adsorption des Additivs (b) auf der Oberfläche der zu beschichtenden Substanz trägt es zum Wachstum der Kupferplattierung bei.

**[0026]** Beispiele erfindungsgemäß verwendeter Additive (b) umfassen Verbindungen mit der Struktur  $-S-CH_2O-R-SO_3M$  in einem Molekül oder solche mit der Struktur  $-S-R-SO_3M$  in einem Molekül, wobei M für Wasserstoff oder ein Alkalimetallatom und R für eine Alkylgruppe mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen steht.

**[0027]** Als erfindungsgemäß verwendetes Additiv (b) seien die durch nachstehende Formeln (V) bis (X) gezeigten Verbindungen genannt:



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



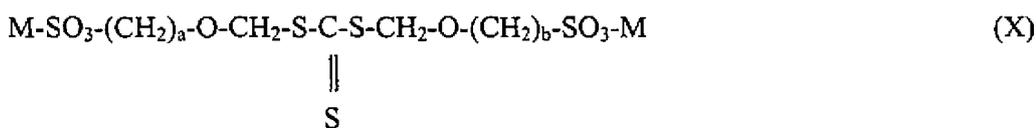
worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht.

**[0028]** Besonders bevorzugte Additive (b) umfassen Verbindungen der nachstehend gezeigten Formel (XI):



**[0029]** Das Additiv (b) kann in der Erfindung entweder allein oder in Form eines Gemischs aus zwei oder mehreren Additiven verwendet werden.

**[0030]** Das Additiv (b) wird erfindungsgemäß vorzugsweise in einer Menge von 0,1 bis 100 mg/l und weiter bevorzugt von 0,2 bis 10 mg/l verwendet. Liegt die Konzentration des Additivs (a) unter 0,1 mg/l im Elektrolyt, wird keine wachstumsfördernde Wirkung auf die Kupferplattierung erzielt. Andererseits ist eine Konzentration über 100 mg/l aus wirtschaftlicher Sicht nicht bevorzugt, da eine höhere Konzentration kaum zu einer Verbesserung der Wirkung führt.

**[0031]** Bei einer PPR-Elektrolyse, d. h. einem Elektroplattierungsverfahren, bei dem die Stromrichtung kurzzeitig umgekehrt wird, wird das Additiv (b) auf der Innenseite der blinden Durchkontaktierung der durch die

Elektrolyse zu beschichtende Substanz adsorbiert und nur um den Öffnungsring der blinden Durchkontaktierungen, wo sich der Strom leicht während der kurzen Zeit der Umkehrelektrolyse konzentriert, freigesetzt.

**[0032]** Indem man die Stromrichtung mehrfach umkehrt, ist die Menge Additiv (b), die in der Nähe des Bodens der blinden Durchkontaktierung adsorbiert wird, daher hoch und die um den Öffnungsring niedrig.

**[0033]** Folglich ist die Wirkung des Additivs (b), die das Wachstum einer Kupferplattierung unterstützt, in der Nähe des Bodens der blinden Durchkontaktierung hoch. Folglich ist die Kupferplattierungsgeschwindigkeit bei der Herstellung einer Plattierungsschicht in der Nähe des Bodens höher als am Öffnungsrand; dadurch wird es möglich, die blinde Durchkontaktierung vollständig mit Kupferabscheidung zu füllen, ohne dass dabei in der Kontaktierung Lufträume zurückbleiben.

**[0034]** Die erfindungsgemäß verwendete PPR-Elektrolyse ist ein Verfahren, umfassend die Wiederholung, über einen kurzen Zyklus, einer positiven Elektrolyse (Elektrolyse zum Abscheiden einer Plattierung), einer Umkehrelektrolyse und einer Stoppzeit. Ein bevorzugter Elektrolysezyklus beträgt 1 bis 50 ms für die Dauer der positiven Elektrolyse, 0,2 bis 5 ms für die Dauer der Umkehrelektrolyse und 1 bis 50 ms als Stoppzeit. Es ist wichtig, dass die Dauer der positiven Elektrolyse länger als die Dauer der Umkehrelektrolyse ist.

**[0035]** Eine positive Elektrolyse unter 1 ms ist nicht geeignet, da die Elektrolyse gestoppt wird, bevor eine normale Kupferabscheidung beginnt. Ist die positive Elektrolyse länger als 50 ms, wird das Additiv (b) zunehmend in der Nähe des Öffnungsrandes der blinden Durchkontaktierung adsorbiert. Daher lässt sich die Abscheidungsgeschwindigkeit von Kupfer, so dass eine Kupferplattierungsschicht um den Boden der blinden Durchkontaktierung entsteht, nicht über das Maß am Öffnungsrand hinaus beschleunigen, was die erfindungsgemäße Wirkung zunichte macht.

**[0036]** Erfolgt die Umkehrelektrolyse für weniger als 0,2 ms, kann das Additiv (b), das um die blinde Durchkontaktierung adsorbiert ist, nicht freigesetzt werden. Entsprechend, da die Abscheidungsgeschwindigkeit von Kupfer, so dass eine Plattierungsschicht um den Boden der blinden Durchkontaktierung entsteht, nicht über die am Öffnungsrand hinaus beschleunigt werden kann, geht die erfindungsgemäße Wirkung verloren. Andererseits sollte die Umkehrelektrolyse nicht länger als 5 ms andauern, da die Kupferplattierung ansonsten aufgelöst und sich die Dauer des Kupferplattierens im Inneren der blinden Durchkontaktierung verlängert.

**[0037]** Die Stoppzeit hilft dabei, Kupfer-Ionen ins Innere der blinden Durchkontaktierung zu bringen. Eine bevorzugte Stoppzeit beträgt 1 bis 50 ms und weiter bevorzugt 5 bis 10 ms. Eine Zeit unter 1 ms reicht nicht, um die Zufuhr an Kupfer-Ionen ins Innere der blinden Durchkontaktierung ausreichend zu unterstützen. Ist die Stoppzeit länger als 50 ms, verringert sich der Gradient der Kupfer-Ionenkonzentration zwischen dem Inneren der blinden Durchkontaktierung und dem Elektrolyten und die unterstützende Wirkung für die Zufuhr von Kupfer-Ionen wird nicht verbessert. Ferner verlängert sich die Zeit der Kupferplattierung im Inneren der blinden Durchkontaktierung.

**[0038]** Das Verhältnis der Stromdichte bei der Elektrolyse beträgt 1:10, vorzugsweise 2:5 für die Umkehrelektrolyse, beruhend auf einem Wert von 1 für die positive Elektrolyse.

**[0039]** Liegt das Verhältnis der Stromdichte in der Elektrolyse für die Umkehrelektrolyse unter 1, kann ein in der Nähe der blinden Durchkontaktierung adsorbiertes Additiv nicht ausreichend freigesetzt werden. Folglich kann die Verkupferungsgeschwindigkeit zur Bildung einer Plattierungsschicht um den Boden der blinden Durchkontaktierung nicht weiter beschleunigt werden als am Öffnungsrand, was die erfindungsgemäße Wirkung zunichte macht. Liegt das Verhältnis der Stromdichte in der Elektrolyse über 10 für die Umkehrelektrolyse, beruhend auf dem Wert 1 für die positive Elektrolyse, wird die Kupferplattierung, sobald sie aufgebracht ist, aufgelöst und die Dauer des Kupferplattierens in der blinden Durchkontaktierung verlängert sich.

**[0040]** Die bevorzugte Stromdichte für die positive Elektrolyse beträgt beispielsweise 0,1 bis 20 A/dm<sup>2</sup> und weiter bevorzugt 0,2 bis 5 A/dm<sup>2</sup>, und die für die Umkehrelektrolyse beträgt 0,1 bis 200 A/dm<sup>2</sup> und weiter bevorzugt 0,2 bis 20 A/dm<sup>2</sup>.

**[0041]** Als nächstes werden bevorzugte Beispiele für das Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen und zum Bilden einer eindringenden erfindungsgemäßen Elektrode mit Bezug auf die [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) erläutert.

**[0042]** Eine blinde Durchkontaktierung **4**, d. h. eine Grund-Durchkontaktierung, wird mittels Photolithographie, beispielsweise in einem Substrat, wie einer Kristallscheibe, gebildet. Die blinde Durchkontaktierung besitzt einen Öffnungsrand mit einem Durchmesser von 10 µm und einer Tiefe von 60 µm. Nachdem man gegebenenfalls einen Isolationsfilm **2** als Isolierung zwischen dem Substrat und dem in die Kontaktierung gefüllten Kupfer gebildet hat, wird eine Plattierungskeimschicht (eine elektrisch leitende Schicht) **3** gebildet (**Fig. 1A**). Dann wird die blinde Durchkontaktierung **4** elektrisch beschichtet, mit der Keimschicht **3** als eine Elektrode, um sie mit metallischem Kupfer **5** zu füllen. Durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Füllen blinder Durchkontaktierungen wird die Durchkontaktierung mit dem Kupfer gefüllt, ohne dass darin wesentliche Lufträume zurückbleiben (**Fig. 1B**). Dann wird die Rückseite **1a** des Substrats, gegenüber dem Öffnungsrand der Durchkontaktierung, poliert, wobei die Bodenfläche **5a** des in die blinde Durchkontaktierung eingefüllten metallischen Kupfers freigelegt wird und man ein Substrat erhält, durch das das Kupfer, welches in die Durchkontaktierung gefüllt wurde, hervortritt (**Fig. 1C**).

**[0043]** Das Innere der blinden Durchkontaktierung sollte vor dem Elektroplattieren eine elektrische Leitfähigkeit besitzen, so dass sich die erfindungsgemäße Plattierung durchführen lässt. Um die Leitfähigkeit bereitzustellen, kann man verschiedene Verfahren, wie ein nicht-elektrisches Plattierungsverfahren, eine leitende Feinteilchen-Absorptionsbehandlung, ein Dampfphasen-Plattierungsverfahren usw. anwenden.

**[0044]** Das erfindungsgemäße elektrische Plattierungsverfahren wird beispielsweise bei einer Temperatur von 10 bis 40°C und vorzugsweise von 20 bis 25°C durchgeführt. Ist die Plattierungstemperatur unter 10°C, hat das Elektrolyt eine verringerte Leitfähigkeit. Daher, da es nicht möglich ist, die Stromdichte zum Zeitpunkt der Elektrolyse zu erhöhen, wird die Wachstumsgeschwindigkeit der Plattierungsschicht verringert und die Produktivität nimmt ab. Es ist nicht effektiv, die Plattierungstemperatur über 40°C anzuheben, da die Additive (a) und (b) abgebaut werden können.

**[0045]** In dem erfindungsgemäßen elektrischen Plattierungsverfahren kann jede Anode verwendet werden, solange sie für eine Kupfersulfatplattierung geeignet ist. Die Anode kann eine lösliche oder unlösliche Elektrode sein.

**[0046]** In dem erfindungsgemäßen Plattierungsverfahren wird die Plattierungslösung vorzugsweise gerührt, um die Oberfläche der zu beschichtenden Substanz gleichmäßig mit Kupfer-Ionen und Additiven zu versorgen. Ferner ist es möglich, eine Verdrängungsfiltration oder eine Zirkulationsfiltration durchzuführen. Besonders bevorzugt ist es, die Plattierungslösung einer Zirkulationsfiltration mit einem Filter auszusetzen, so dass die Temperatur der Plattierungslösung gleichmäßig ist und Staub, Sediment und dergleichen aus der Lösung entfernt werden.

**[0047]** Nachdem die blinde Durchkontaktierung in der Kristallscheibe mit metallischem Kupfer gefüllt ist, wird die Scheibe von der dem Öffnungsrand oder der Kontaktierung gegenüberliegenden Seite abgeschliffen, so dass der Rand des in die Durchkontaktierung gefüllten metallischen Kupfers freigelegt wird. Dadurch wird eine Kristallscheibe mit einer eindringenden Elektrode bereitgestellt.

**[0048]** Wie beschrieben, kann die blinde Durchkontaktierung erfindungsgemäß mit metallischem Kupfer gefüllt werden, ohne dass darin Lufträume zurückbleiben, indem man einen Kupfersulfat-Elektrolyt verwendet, der spezifische Bestandteile (a) und (b) enthält, und durch das elektrische Kupferabscheiden im Inneren der blinden Durchkontaktierung durch wiederholte kurze Zyklen aus einer positiven Elektrolyse, einer Umkehrelektrolyse und einer Stopzeit.

#### Beispiele

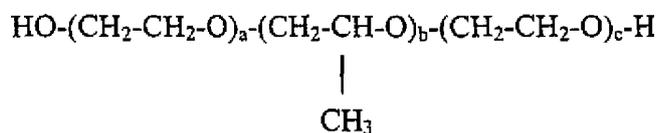
**[0049]** Die Erfindung wird ausführlicher mit Bezug auf nachstehende Beispiele und Vergleichsbeispiele beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass der Umfang der Erfindung dadurch in keiner Weise beschränkt wird.

**[0050]** Folgende Plattierungslösung und -bedingungen wurden bei der Elektrolyse eingesetzt.

## Beispiel 1

Plattierungslösung:

Schwefelsäure: 100 g/l  
 Kupfersulfat: 200 g/l  
 Chlor-Ionen: 70 mg/l  
 Verbindung der nachstehenden Formel: 0,4 g/l



worin  $a + c = 45$ ,  $b = 45$ , und  
 eine Verbindung der nachstehenden Formel: 1 mg/l



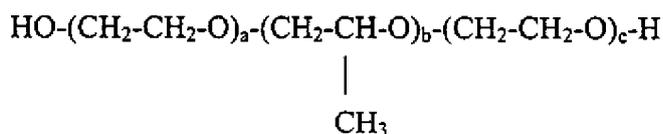
Bedingungen für die Elektrolyse: PPR-Elektrolyse

Dauer der positiven Elektrolyse: 10 msec;  
 Dauer der Umkehrelektrolyse: 0,5 msec;  
 Stoppzeit: 10 msec;  
 Stromdichte bei der positiven Elektrolyse: 0,25 A/dm<sup>2</sup>;  
 Stromdichte bei der Umkehrelektrolyse: 0,5 A/dm<sup>2</sup>;  
 Verhältnis der Stromdichte: positive Elektrolyse gegenüber Umkehrelektrolyse = 1:2;  
 Plattierungszeit: 280 min.

## Beispiel 2

Plattierungslösung:

Schwefelsäure: 100 g/l  
 Kupfersulfat: 200 g/l  
 Chlor-Ionen: 70 mg/l  
 Verbindung der nachstehenden Formel: 0,4 g/l



worin  $a + c = 45$ ,  $b = 45$ , und  
 eine Verbindung der nachstehenden Formel: 1 mg/l

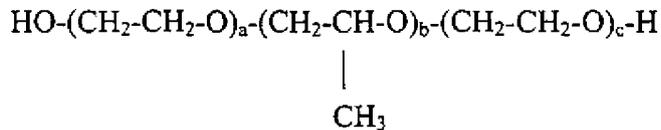


Bedingungen für die Elektrolyse: PPR-Elektrolyse

Dauer der positiven Elektrolyse: 10 msec;  
 Dauer der Umkehrelektrolyse: 0,5 msec;  
 Stoppzeit: 5 msec;  
 Stromdichte bei der positiven Elektrolyse: 0,25 A/dm<sup>2</sup>;  
 Stromdichte bei der Umkehrelektrolyse: 0,5 A/dm<sup>2</sup>;  
 Verhältnis der Stromdichte: positive Elektrolyse gegenüber Umkehrelektrolyse = 1:2;  
 Plattierungszeit: 280 min.

## Vergleichsbeispiel 1

Plattierungslösung:  
 Schwefelsäure: 100 g/l  
 Kupfersulfat: 200 g/l  
 Chlor-Ionen: 70 mg/l  
 Verbindung der nachstehenden Formel: 0,4 g/l



worin  $a + c = 45$ ,  $b = 45$ .

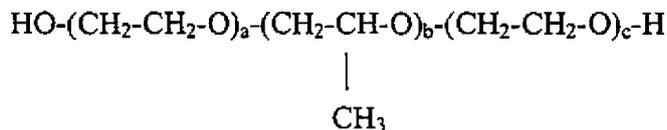
Bedingungen für die Elektrolyse: PPR-Elektrolyse

Dauer der positiven Elektrolyse: 10 msec;  
 Dauer der Umkehrelektrolyse: 0,5 msec;  
 Stoppzeit: 5 msec;  
 Stromdichte bei der positiven Elektrolyse: 0,5 A/dm<sup>2</sup>;  
 Stromdichte bei der Umkehrelektrolyse: 1,0 A/dm<sup>2</sup>;  
 Verhältnis der Stromdichte: positive Elektrolyse gegenüber Umkehrelektrolyse = 1:2;  
 Plattierungszeit: 100 min.

## Vergleichsbeispiel 2

Plattierungslösung:

Schwefelsäure: 100 g/l  
 Kupfersulfat: 200 g/l  
 Chlor-Ionen: 70 mg/l  
 Verbindung der nachstehenden Formel: 0,2 g/l



worin  $a + c = 40$ ,  $b = 10$ , und  
 eine Verbindung der nachstehenden Formel: 2 mg/l

Na-SO<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-S-S-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-SO<sub>3</sub>-Na.

Bedingungen für die Elektrolyse: Puls-Elektrolyseverfahren

Stromdichte: 0,5 A/dm<sup>2</sup>;  
 Elektrolysedauer: 10 msec;  
 Stoppzeit: 10 msec;  
 Plattierungszeit: 50 min.

**[0051]** Der Füllzustand der Kupfer-beschichteten blinden Durchkontaktierung wurde wie folgt ausgewertet:

## Probenherstellungsverfahren

**[0052]** Eine Leitungsschicht wird auf einer Kristallscheibe gebildet. Alternativ wird eine Maske zum Silizium-ätzen direkt auf einer Kristallscheibe gebildet. Die Maske kann ein Isolationsfilm, ein metallischer Film und dergleichen sein, in dem mit einem Photoresist oder mittels Photolithographie ein Muster gebildet wird. Das Silizium am Öffnungsrand der Maske wird zum Ausbilden blinder Durchkontaktierungen geätzt, so dass der Öffnungsrand der Kontaktierung einen Durchmesser von 10 µm und eine Tiefe von 60 µm hat.

**[0053]** Um das Innere der Durchkontaktierungen der Kristallscheibe zu isolieren, wird ein Isolierungsfilm an der Innenwand der Durchkontaktierungen gebildet. Anschließend wird die Innenseite der Durchkontaktierungen behandelt, so dass sie leitfähig werden.

**[0054]** Die so hergestellten Proben wurden durch das erfindungsgemäße Verfahren beschichtet.

#### Auswertungsverfahren

**[0055]** Eine zerstörende Untersuchung und eine nicht-zerstörende Untersuchung wurden durchgeführt. Die zerstörende Untersuchung wurde wie folgt durchgeführt: zunächst wurde die Kristallscheibe in der Nähe der blinden Durchkontaktierung zerschnitten und ein Bereich, der durch die Mitte der Durchkontaktierung verlief, wurde durch maschinelles Schleifen oder Polieren der Scheibe freigelegt. Dann erfolgte eine Untersuchung dahingehend, ob Lufträume in der blinden Durchkontaktierung vorlagen, und um die Dicke der beschichteten Kupferfolie mit Hilfe eines elektronischen Abtastmikroskops zu bestimmen. Falls keine Lufträume durch die zerstörende Untersuchung gefunden wurden, wurde eine nichtzerstörende Untersuchung wie folgt durchgeführt. Es erfolgte eine Röntgenbestrahlung in Richtung der Tiefe der blinden Durchkontaktierung und es erfolgte eine Untersuchung, um festzustellen, ob die Kupferdicke in der Mitte der Kontaktierung geringer oder genauso dick war wie am äußeren Rand der Kontaktierung, und so das Vorliegen von Lufträumen aufzudecken.

**[0056]** Gemäß Vergleichsbeispiel 1 erfolgte das Elektrobeschichten in einem elektronischen Kupfer-Elektrolyt ohne Bestandteil (b), wobei letztlich ein längerer Luftraum **10** zurückblieb, und zwar vom Boden bis zum oberen Teil der blinden Durchkontaktierung **1**, wie in [Fig. 4](#) gezeigt.

**[0057]** Im Vergleichsbeispiel 2 wurde keine Umkehrelektrolyse durchgeführt und es erfolgte nur der Zyklus aus positiver Elektrolyse und Stoppzeit, wobei aufgrund der unzureichenden Abscheidung von metallischem Kupfer **12** in der Durchkontaktierung, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, ein Luftraum **10** in der Nähe des Bodens der blinden Durchkontaktierung **11** entstand.

**[0058]** Entgegen dem oben beschriebenen, erfolgte die Verkupferung in den Beispielen 1 und 2 in einem Kupfersulfatbad, welches die Bestandteile (a) und (b) enthielt, wobei der Zyklus aus positiver Elektrolyse, Umkehrelektrolyse und Stoppzeit wiederholt wurde. Das Ergebnis, wie in den Schnittansichten der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt, war, dass im wesentlichen keine Lufträume erzeugt wurden oder sich die Erzeugung des Luftraums **10** auf das geringste Maß beschränkte, während die blinde Durchkontaktierung **11** mit metallischem Kupfer **12** gefüllt wurde.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer, umfassend das Ätzen eines Substrats, so dass blinde Durchkontaktierungen mit einer Innenwand entstehen, das Bilden einer Keimschicht zum Plattieren der Innenwand der blinden Durchkontaktierungen und das Durchführen einer elektrischen Verkupferungsbehandlung mit der Keimschicht als eine Elektrode, in einem Kupfersulfat-Elektrolyt, so dass die blinden Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer gefüllt werden, wobei der Kupfersulfat-Elektrolyt die nachstehenden Bestandteile (a) und (b) enthält:

(a) einen Polyether, der wenigstens fünf Ether-Sauerstoffatome in einem Molekül enthält; und

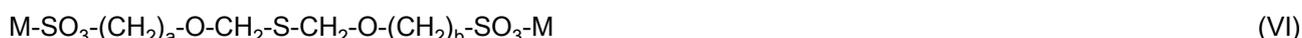
(b) eine oder mehrere der durch die nachstehenden Formeln (I), (V) bis (X) gezeigten Substanzen:



worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom,  $-(S)_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  oder  $-CS_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  ist,  $R_2$  für eine Alkylengruppe mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen steht, M für ein Wasserstoffatom oder ein alkalisches Metall steht und n gleich 0 oder 1 ist,



worin  $a = 3$  bis  $8$ ,  $b = 3$  bis  $8$ , M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



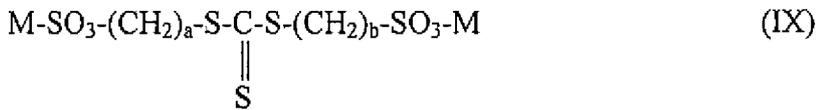
worin  $a = 3$  bis  $8$ ,  $b = 3$  bis  $8$ , M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



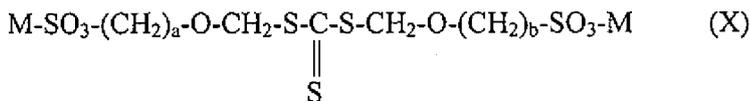
worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;



worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht;

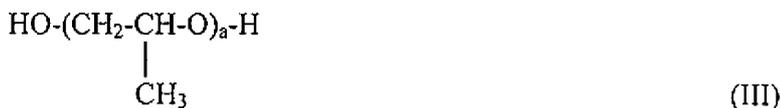


worin a = 3 bis 8, b = 3 bis 8, M für Wasserstoff oder ein alkalisches Metallelement steht, und die elektrische Verkupferungsbehandlung erfolgt, indem man zwischen einer Elektrode, welche die Keimschicht umfasst, und einer weiteren Elektrode, die in den Kupfersulfat-Elektrolyten eingetaucht ist, den Strom in einem Zyklus von 1 bis 50 ms für die Dauer einer positiven Elektrolyse, von 0,2 bis 5 ms für die Dauer der Umkehrelektrolyse und von 1 bis 50 ms für die Stoppzeit wechselt, und wobei zumindest eine blinde Durchkontaktierung einen Durchmesser von 3 bis 50 µm, eine Tiefe von 30 bis 100 µm und ein Aspektverhältnis, welches durch Teilen der Tiefe durch den Durchmesser ermittelt wird, von 4:20 besitzt.

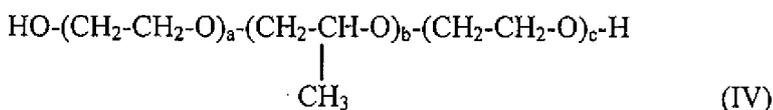
2. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach Anspruch 1, worin der Bestandteil (a) ein oder mehrere der durch die nachstehenden Formeln (II) bis (IV) gezeigten Verbindungen umfasst:



worin a = 5 bis 500;



worin a = 5 bis 200;



worin a + c = 5 bis 250, b = 1 bis 100.

3. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 und 2, wobei die Konzentration des Bestandteils (a) in dem Kupfersulfat-Elektrolyt von 0,05 bis 10 g/l beträgt und die des Bestandteils (b) in dem Kupfersulfat-Elektrolyt von 0,1 bis 100 mg/l beträgt.

4. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, worin das Verhältnis der Stromdichte bei der Umkehrelektrolyse zu der bei der positiven Elektrolyse von 1 bis 10 ist.

5. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach Anspruch 4, worin die Stromdichte bei der positiven Elektrolyse von 0,1 bis 20 A/dm<sup>2</sup> und die bei der Umkehrelektrolyse von 0,1 bis 200 A/dm<sup>2</sup> beträgt.

6. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Stromdichte bei der positiven Elektrolyse von 0,25 bis 0,5 A/dm<sup>2</sup> und die bei der Umkehrelektrolyse von 0,5 bis 1 A/dm<sup>2</sup> beträgt.

7. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, worin das Substrat eine Kristallscheibe ist.

8. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach Anspruch 7, wobei das Substrat eine Silicium-Scheibe ist.

9. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach Anspruch 7, ferner umfassend das Bilden eines isolierenden Films auf der Innenwand der blinden Durchkontaktierungen vor dem Bilden der Keimschicht für die Plattierung auf der Innenwand der in der Kristallscheibe gebildeten Durchkontaktierungen.

10. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektrolyt eine Schwefelsäurekonzentration von 80 bis 120 g/l aufweist.

11. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektrolyt eine Kupfersulfatkonzentration von 150 bis 250 g/l aufweist.

12. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektrolyt eine Chloridionenkonzentration von 30 bis 100 mg/l aufweist.

13. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bestandteil (a) ein Polyalkylenglykol mit 50 bis 100 Ether-Sauerstoff-Atomen ist.

14. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektrolyt eine Konzentration des Bestandteils (a) von 0,1 bis 2 g/l aufweist.

15. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektrolyt eine Konzentration der Verbindung des Bestandteils (b) von 0,2 bis 10 mg/l aufweist.

16. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Stopzeit 5 bis 10 ms beträgt.

17. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer, umfassend das Ätzen eines Substrats, so dass blinde Durchkontaktierungen mit einer Innenwand entstehen, das Bilden einer Keimschicht zum Plattieren der Innenwand der blinden Durchkontaktierungen und das Durchführen einer elektrischen Verkupferungsbehandlung mit der Keimschicht als eine Elektrode, in einem Kupfersulfat-Elektrolyt, so dass die blinden Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer gefüllt werden, wobei der Kupfersulfat-Elektrolyt die nachstehenden Bestandteile (a) und (b) enthält:

(a) einen Polyether, der wenigstens fünf Ether-Sauerstoffatome in einem Molekül enthält; und

(b) eine oder mehrere der durch die nachstehende Formel (I) gezeigten Substanzen:



worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom,  $-(S)_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  oder  $-CS_n-(CH_2O)_n-R_2-SO_3M$  ist,  $R_2$  für eine Alkylengruppe mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen steht, M für ein Wasserstoffatom oder ein alkalisches Metall steht und n gleich 0 oder 1 ist,

wobei die elektrische Verkupferungsbehandlung den folgenden Zyklus umfasst:

Verkupferung der inneren Wand der blinden Durchkontaktierungen unter Verwendung positiver Elektrolyse von 1 bis 50 ms;

Unterstützung des Wachstums der Kupferplattierung durch Absorption eines Bestandteils (b) an der inneren Wand der blinden Durchkontaktierungen während der Verkupferung der inneren Wand;

Desorbieren des Bestandteils (b) um einen Öffnungsring der blinden Durchkontaktierungen unter Verwendung von Umkehrelektrolyse von 0,2 bis 5 ms; und

Ausführen einer Stopzeit von 5 bis 50 ms zwischen einer Elektrode, welche die Keimschicht umfasst, und einer weiteren Elektrode, die in den Kupfersulfat-Elektrolyten eingetaucht ist,

wobei zumindest eine blinde Durchkontaktierung einen Durchmesser von 3 bis 50  $\mu\text{m}$ , eine Tiefe von 30 bis 100  $\mu\text{m}$  und ein Aspektverhältnis, welches durch Teilen der Tiefe durch den Durchmesser ermittelt wird, von 4:20 besitzt.

18. Verfahren zum Füllen blinder Durchkontaktierungen nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Stoppzeit von 5 bis 50 ms beträgt.

19. Verfahren zur Bildung einer in ein Substrat eindringenden Elektrode, umfassend das Füllen der blinden Durchkontaktierungen mit metallischem Kupfer, das in dem Substrat durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18 bereitgestellt wird, und das Polieren der Rückseite des Substrats, so dass man ein Substrat mit Durchkontaktierungen erhält, die mit dem metallischen Kupfer gefüllt sind und in das Substrat eindringen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1A

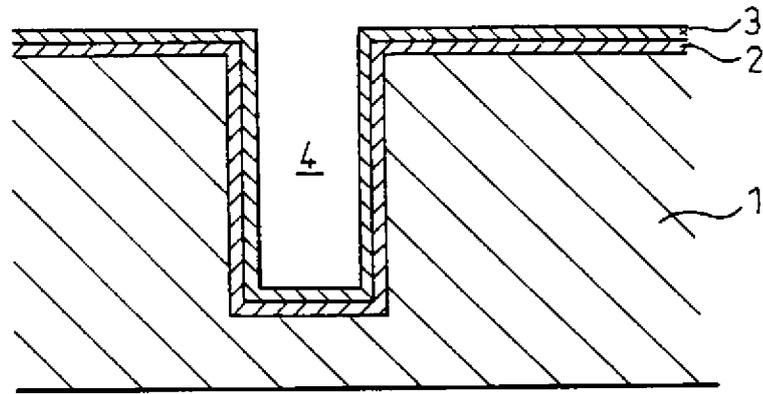


Fig.1B

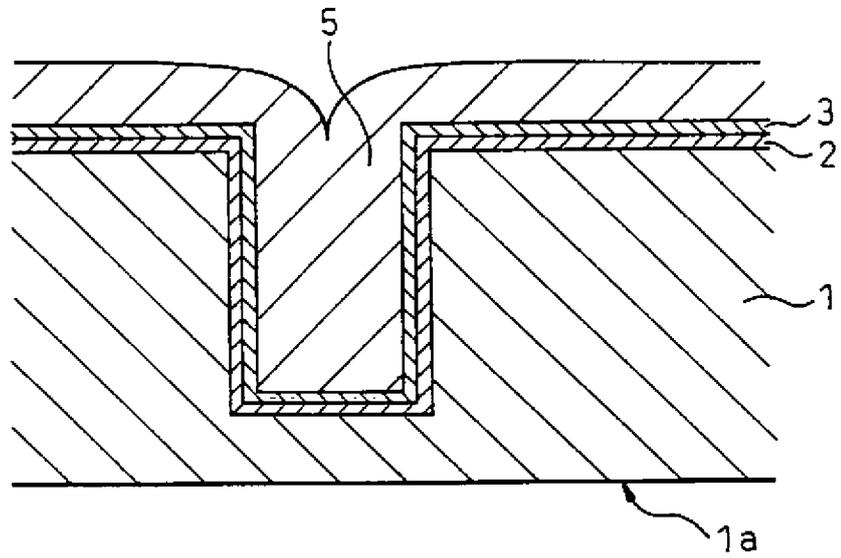


Fig.1C

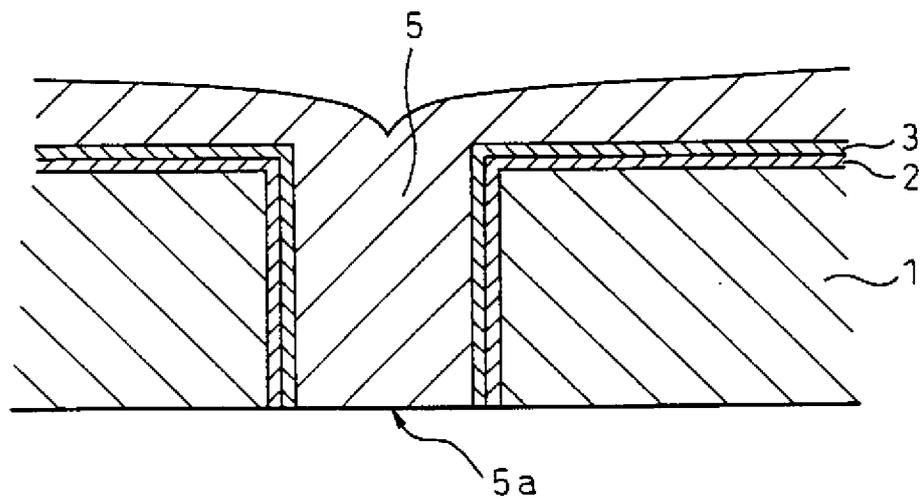


Fig.2

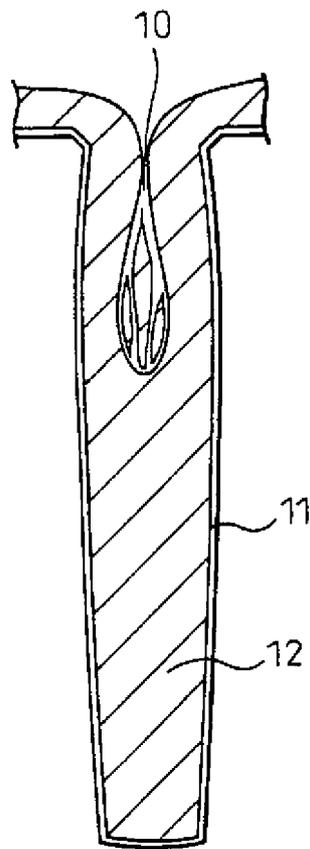


Fig.3

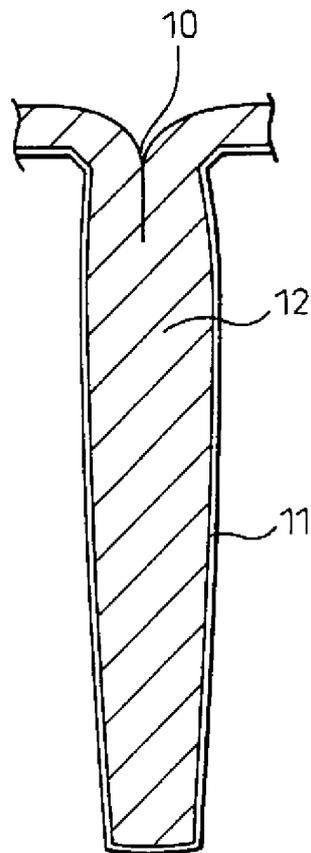


Fig. 4

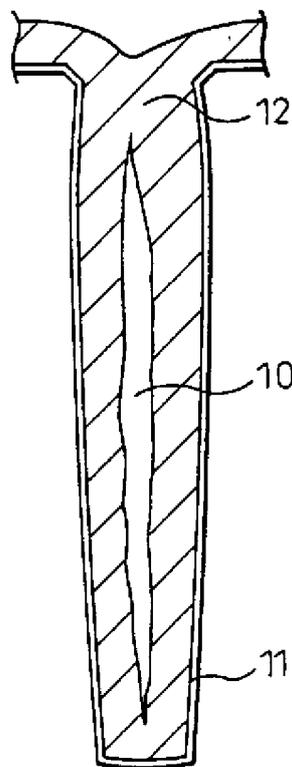


Fig. 5

