



(10) **DE 44 01 616 B4** 2010.08.26

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **P 44 01 616.6**
(22) Anmeldetag: **20.01.1994**
(43) Offenlegungstag: **29.09.1994**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.08.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H05K 3/46** (2006.01)
H05K 1/09 (2006.01)
H05K 3/40 (2006.01)
H01L 23/538 (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:
5-9175 **22.01.1993** **JP**

(73) Patentinhaber:
DENSO CORPORATION, Kariya-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

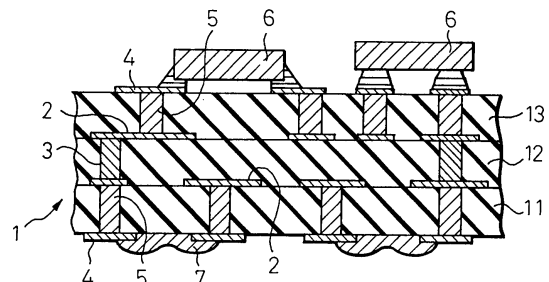
(72) Erfinder:
**Nagasaka, Takashi, Anjo, Aichi, JP; Otani, Yuji,
Okazaki, Aichi, JP; Saitou, Mitsuhiro, Oobu, Aichi,
JP**

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

US	52 00 249	
EP	02 47 617	A2
JP	03-78 798	B
JP	04-0 32 297	A
JP	03-2 27 095	A

(54) Bezeichnung: **Keramische Mehrschichten-Verdrahtungskarte**

(57) Hauptanspruch: Keramische Mehrschichtenverdrahtungskarte (1), welche aufweist:
eine oder mehrere mittlere keramische Schichten (12), die erste Öffnungen aufweisen;
eine auf der äußersten Schicht der mittleren keramischen Schichten (12) angeordnete untere bzw. obere keramische Schicht (11, 13), welche eine oder mehrere zweite Öffnungen aufweist;
eine auf der oberen keramischen Schicht (11, 13) ausgebildete Oberflächenverdrahtungsschicht (4) auf der Grundlage von Kupfer;
eine oder mehrere zwischenverbundene innere Verdrahtungsschichten (2), die quer zu der Richtung, in der die Schichten aufeinander gestapelt sind, zwischen der äußersten keramischen Schicht der mittleren keramischen Schichten (12) und den anderen mittleren keramischen Schichten (12) und zwischen der unteren bzw. oberen keramischen Schicht (11, 12) und der äußersten mittleren keramischen Schicht (12) angeordnet sind, wobei die inneren Verdrahtungsschichten (2) aus einem kupferlosen Leiter mit einem Schmelzpunkt hergestellt sind, der höher ist als die Temperatur, bei der die keramischen Schichten gebrannt werden;
einem ersten Öffnungsfüllleiter (3), der in...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine keramische Mehrschichten-Verdrahtungskarte.

[0002] Die japanische geprüfte Patentveröffentlichung (Kokoku) Nr. Hei-03-78798 offenbart eine keramische Mehrschichten-Verdrahtungskarte, bei der ein Material auf der Grundlage von Kupfer mit einem ausgezeichneten Migrationswiderstand als Oberflächenverdrahtungsleiter verwendet wird, und ein Material auf der Grundlage von Silber, welches hohen Brenntemperaturen in einer Sauerstoffatmosphäre resistent ist, als innerer Verdrahtungsleiter und Durchgangsöffnungsleiter verwendet ist. Diese Veröffentlichung zeigt ferner eine Abdeckung der Oberfläche eines oberen Durchgangsöffnungsleiters mit einer Eutektikverhinderungsschicht, bevor der Oberflächenverdrahtungsleiter aufgebracht wird. Die Eutektikkristallverhinderungsschicht wird durch CVD oder weiteren Mitteln vorgesehen, um die Bildung von Ag-Cu-eutektischen Kristallen bei der Grenzfläche zwischen den Durchgangsöffnungsleitern und dem Oberflächenverdrahtungsleiter zu verhindern.

[0003] Bei diesem Verfahren zur Verhinderung von eutektischen Kristallen wird ein zusätzlicher Schritt bei der Bildung der Eutektikkristallverhinderungsschicht benötigt. Falls die Eutektikkristallverhinderungsschicht durch CVD gebildet wird, wird ein hoher Zeitbedarf benötigt, um eine ausreichende Dicke der Schicht zu erhalten. Falls die Schicht durch ein Druckverfahren ausgebildet wird, wird ein Brennschritt benötigt, und ebenfalls ein hoher Zeitbedarf benötigt. Falls die Eutektikkristallverhinderungsschicht dünn ist, diffundiert Silber oder Kupfer über die eutektische Kristallveränderungsschicht, und es wird eine Ag-Cu-Eutektikkristallschicht ausgebildet.

[0004] Ebenso offenbart die europäische Patentanmeldung EP 0 247 617 eine keramische Mehrschichtenverdrahtungskarte, die unter anderem eine zwischen die Ag-Oberflächenverdrahtungsschicht und die Öffnungsfüllleiter aus Ag-Pt eingefügte Au- oder Ni-plattierte Sperrschicht aufweist.

[0005] Die japanische ungeprüfte Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. Hei-04-32297 offenbart einen zweiten Oberflächenverdrahtungsleiter, der zwischen dem Kupferoberflächenverdrahtungsleiter und dem oberen Durchgangsöffnungsleiter angeordnet ist, um die Bildung der Ag-Cu-Eutektikkristalle zu verhindern. Der zweite Oberflächenverdrahtungsleiter weist Kupfer auf und wird bei einer Temperatur (600°C) gebrannt, die geringer ist als die eutektische Temperatur von 780°C.

[0006] Die Anordnung des Kupferoberflächenleiters mit geringer Brenntemperatur erfordert einen zusätz-

lichen Schritt. Der Kupferoberflächenleiter, der bei geringer Temperatur gebrannt wird, weist eine geringe Haftung mit dem Substrat und eine schlechte Benetzbarkeit mit einem Lötmedium auf. Somit ist die Zuverlässigkeit gering.

[0007] Die japanische Patentanmeldung 03 27 095 A offenbart eine keramische Mehrschichtenverdrahtungskarte, die keramische Schichten, eine Cu-Oberflächenverdrahtungsschicht und innere Leiter aus Ag-Pd (85:15) und Öffnungsfüllleiter aus Ag-Pd (Pd > 40%) aufweist. Da die Öffnungsfüllleiter aus Ag-Pd, die einen hohen Gehalt an Pd aufweisen, für alle Öffnungen der keramischen Mehrschichtenverdrahtungskarte verwendet werden, steigt der elektrische Widerstand der keramischen Mehrschichtenverdrahtungskarte insgesamt, was von Nachteil ist.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine keramische Mehrschichten-Verdrahtungskarte zur Verfügung zu stellen, welche einen Oberflächenleiter auf der Grundlage von Kupfer mit einem ausgezeichneten Migrationswiderstand und eine kupferlose innere Verdrahtungsschicht aufweist, welche in einer oxidierenden Atmosphäre gebrannt werden kann, bei der die Bildung von eutektischen Kristallen zwischen diesen beiden Materialien verhindert ist, und bei der kein zusätzlicher Schritt benötigt wird.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine keramische Mehrschichten-Verdrahtungskarte gemäß einem der Ansprüche 1, und 3 gelöst.

[0010] Eine erfindungsgemäße keramische Mehrschichten-Verdrahtungskarte weist auf: eine oder mehrere keramische Schichten mit einem oder mehreren zwischenverbundenen inneren Leitern, die in oder auf den keramischen Schichten angeordnet sind, wobei die inneren Leiter aus einem kupferlosen Leiter mit einem Schmelzpunkt hergestellt sind, der höher ist als die Temperatur, bei der die keramischen Schichten gebrannt Oberflächenverdrahtungsschicht auf der Grundlage von Kupfer; und einen in die Öffnung der oberen keramischen Schicht gefüllten Öffnungsfüllleiter, der den Oberflächenverdrahtungsleiter und die inneren Leiter elektrisch miteinander verbindet, wobei der Öffnungsfüllleiter aus einem Metall hergestellt ist, welches unterschiedlich ist von den Materialien der Oberflächenverdrahtungsschicht und der inneren Leiter, und welches keine eutektischen Kristalle mit dem Material der Oberflächenverdrahtungsschicht bei einer Temperatur bildet, bei der die Oberflächenverdrahtungsschicht gebrannt ist.

[0011] Vorzugsweise ist die Oberflächenverdrahtungsschicht aus Kupfer hergestellt, die inneren Leiter sind aus Silber hergestellt, und der Öffnungsfüllleiter ist aus einer Silber-Palladium-Legierung (Ag-Pd) hergestellt.

[0012] Desweiteren ist eine erfindungsgemäße keramische Mehrfachsichten-Verdrahtungskarte vorgesehen, welche aufweist: eine oder mehrere keramische Schichten mit einem oder mehreren zwischenverbundenen inneren Leitern aus Silber, die in oder auf den keramischen Schichten angeordnet sind; eine auf der äußersten Schicht der keramischen Schichten ausgebildete obere keramische Schicht, welche eine Öffnung aufweist; eine auf der oberen keramischen Schicht ausgebildete Oberflächenverdrahtungsschicht aus Kupfer; und einen in der Öffnung der oberen keramischen Schicht gefüllten Öffnungsfüller, der den Oberflächenverdrahtungsleiter und die inneren Leiter elektrisch miteinander verbindet, wobei der Öffnungsfüller eine Silber-Palladium-Legierung darstellt mit einem Gehalt an Palladium in einer derartigen Menge, daß die Temperatur, bei der die Legierung eutektische Kristalle mit Kupfer ausbildet, höher ist als die Temperatur, bei der die Kupfer-Oberflächenverdrahtungsschicht gebrannt wird.

[0013] Es ist bekannt, daß Silber und Kupfer eutektische Kristalle zwischen diesen Metallen bei 760°C ausbildet, und eine Kupferschicht durch Brennen bei etwa 800 bis 900°C ausgebildet wird. Demgemäß bildet während des Brennens einer Kupferschicht eine Öffnungsfüllschicht aus Silber eutektische Kristalle bei der Grenzfläche hiervon mit der Kupferverdrahtungsschicht aus, welche vermieden werden sollten. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird dieses Ziel erreicht durch eine Legierungsbildung des Silbers mit Palladium. Silber besitzt einen Schmelzpunkt von 960°C, und Palladium besitzt einen Schmelzpunkt von 1554°C, so daß die Temperatur, bei der die Silber-Palladium-Legierung eutektische Kristalle mit Kupfer ausbildet, mit dem Gehalt von Palladium in der Legierung angehoben wird. Demgemäß wird der Gehalt an Palladium in der Legierung derart ausgewählt, daß die Legierung keine eutektischen Kristalle mit Kupfer bei derjenigen Temperatur bildet, bei der Kupfer gebrannt wird.

[0014] Gemäß der vorliegenden Erfindung weist die Oberflächenverdrahtungsschicht auf der Grundlage von Kupfer einen Kupfergehalt von nicht weniger als 90 Gewichtsprozent auf, wobei der kupferlose Leiter Ag, Ag-Pt, Ag-Pd, Ag-Pt-Pd, Ag-Au, usw. sein kann. Falls Ag-Pd oder dergleichen für das Material des kupferlosen Leiters ausgewählt wird, sollte der Gehalt an Palladium usw. ausreichend niedrig sein, beispielsweise 5–25 Gewichtsprozent für Pd sein, da der elektrische Widerstand von Pd, usw. im Vergleich zu dem von Silber groß ist.

[0015] Der Öffnungsfüller kann ein einzelnes Metall oder eine Legierung oder eine intermetallische Zusammensetzung sein. Beispiele für den Öffnungsfüller umfassen etwa Ag-Pt, Ag-Pd, Ag-Au, Ag-Pt-Pd, usw. Der Öffnungsfüller kann eine Le-

gierung darstellen, die aus denselben Metallen wie die Zusammensetzung des inneren Leiters zusammengesetzt ist, solange die Zusammensetzung der Legierung hierzwischen verschieden ist. Falls der innere Leiter eine Silberlegierung und der Öffnungsfüller ebenfalls eine Silberlegierung darstellt, ist der Silbergehalt des Öffnungsfüllers geringer als derjenige des inneren Leiters.

[0016] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel stellt der Öffnungsfüller eine Legierung aus Pd oder Pt und einem Metall dar, welches das gleiche wie das Hauptbestandteilmetall der Legierung des inneren Leiters darstellt, wobei der Gehalt dieses Hauptbestandteilmetalles in dem Öffnungsfüller in einem Bereich des Öffnungsfüllers in der Nähe des inneren Leiters größer ist als in einem Bereich in der Nähe der Oberflächenverdrahtungsschicht.

[0017] Falls der innere Leiter Silber darstellt und der Öffnungsfüller aus einer Ag-Pd-Paste hergestellt ist, beträgt der Pd-Gehalt des Öffnungsfüllers vorzugsweise nicht mehr als 40 Gewichtsprozent, um die Verbindung zwischen dem inneren Leiter und dem Öffnungsfüller zu gewährleisten. Falls der Pd-Gehalt größer als 40 Gewichtsprozent ist, diffundiert Ag in dem inneren Leiter selektiv in das Ag/Pd des Öffnungsfüllers und bildet Leerstellen in dem Ag-Leiter aus (Kirkendal-Effekt), wodurch die Zuverlässigkeit der Verbindung verschlechtert wird. Mit anderen Worten, der Gehalt von Silber wird vorzugsweise nicht weniger als 60 Gewichtsprozent der Legierung sein. Es ist ferner bevorzugt, daß im Falle der Ausbildung der Oberflächenverdrahtungsschicht durch Brennen einer Cu-Paste bei etwa 900°C der Pd-Gehalt einer Ag-Pd-Legierung des Öffnungsfüllers nicht geringer ist als 30 Gewichtsprozent, um die Bildung von eutektischen Kristallen zu verhindern. Falls die Kupferschicht bei einer Temperatur von weniger als 900°C gebrannt wird, kann der Gehalt an Pd selbstverständlich geringer sein als 30 Gewichtsprozent. Aufgrund ähnlicher Betrachtungen wird ein Gehalt von 60 bis 70 Gewichtsprozent von Silber im allgemeinen bevorzugt. Beispielsweise können in den Ag-Pt, Ag-Pt-Pd oder weiteren Silberlegierungen die anderen als Ag konstituierenden Metalle wie beispielsweise Pt, oder Pt und Pd (gesamt), oder dergleichen als Äquivalente zu Pd in Ag-Pd angesehen werden.

[0018] Es sollte jedoch beachtet werden, daß, falls der Öffnungsfüller eine Gradiation der Silberkonzentration aufweist, der Gehalt an Silber bei einem Bereich in der Nähe der Kupferschicht vorzugsweise kleiner als 30 Gewichtsprozent sein sollte (der Gehalt an Pd oder dergleichen sollte vorzugsweise 30 Gewichtsprozent oder mehr ausmachen, um eutektische Kristalle zu verhindern), wobei jedoch der Gehalt an Silber in der Legierung des Öffnungsfüllers bei einem Bereich entfernt von der Kupferschicht,

beispielsweise bei einem Bereich in der Nähe des inneren Leiters, mehr Silber, bis zu 100 Gewichtsprozent enthalten kann.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Oberflächenverdrahtungsschicht eines Materials auf der Grundlage von Kupfer und der innere Leiter eines kupferlosen Materials mit einer ausgezeichneten elektrischen Leitfähigkeit und einem Schmelzpunkt, der höher ist als die Temperatur, bei der das Mehrschichten-Substrat gebrannt wird, über dem Öffnungsfüller elektrisch miteinander verbunden. Der Öffnungsfüller kann ein ausgezeichnetes Bonden und eine ausgezeichnete elektrische Verbindung mit dem inneren Leiter bei einer Temperatur, bei der das Substrat gebrannt wird, zur Verfügung stellen. Der Öffnungsfüller bildet keine eutektischen Kristalle mit den Materialien der Oberflächenverdrahtungsschicht und des inneren Leiters aus, so daß die Oberflächenverdrahtungsschicht ausgezeichnete Festigkeit bzw. Widerstand gegen Migration und ausgezeichnete Festigkeit gegen Durchsickern von Lötmedium besitzt. Falls eine Ag-Pd-Legierung zusammen mit Cu als Oberflächenverdrahtungsschicht und Ag als innerer Leiter verwendet wird, ist der Öffnungsfüller aus einer Ag-Pd-Legierung ausgezeichnet bezüglich der Festigkeit gegen Migration und Festigkeit gegen Durchsickern von Lötmedium, unabhängig von der Bildung von eutektischen Kristallen. Die Verwendung eines solchen Öffnungsfüllers benötigt keinen zusätzlichen Schritt zur Verhinderung der Ausbildung von eutektischen Kristallen und ermöglicht somit eine hohe Produktivität.

[0020] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0021] Weitere Einzelheiten, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0022] Es zeigt:

[0023] [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) schematische Schnittansichten von beispielhaften keramischen Mehrschichten-Verdrahtungskarten gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0024] Die Zusammensetzung der Leiterschichten und Öffnungsfüller gemäß den Ausführungsbeispielen 1 und 2 entsprechen nicht der Erfindung.

Ausführungsbeispiel 1

[0025] Gemäß [Fig. 1](#) ist die keramische Mehrschichten-Verdrahtungskarte aus drei Grünkera- mikblättern ausgebildet und weist eine untere Schicht **11**, eine mittlere Schicht **12** und eine obere Schicht **13** auf, die aus keramischen Isolierschichten hergestellt

sind. Die mittlere Schicht **12** weist Durchgangsöffnungen (Durchmesser etwa 100 µm) auf, welche mit einem Ag-Leiter **3** gefüllt sind, und weist innere Verdrahtungsschichten **2** aus Ag (Dicke etwa 10 µm) auf den beiden Oberflächen der Schicht **12** auf, die durch ein Druckverfahren gebildet sind. Die unteren und oberen Schichten **11** und **13** weisen Durchgangsöffnungen auf (Durchmesser etwa 100 µm), die mit einem Öffnungsfüll-Leiter **5** aus Ag-Pd gefüllt sind und Oberflächenverdrahtungsschichten **4** aus Cu aufweisen, die durch ein Druckverfahren ausgebildet sind.

[0026] Auf der Oberfläche der unteren Schicht **11** ist ein Dickfilmwiderstand **7** mittels eines Druckverfahrens vorgesehen, und auf der Oberfläche der oberen Schicht **13** sind Schaltkreisteile **6** durch Lötungen vorgesehen.

[0027] Im folgenden wird das Herstellungsverfahren dieser keramischen Verdrahtungskarte näher erläutert.

[0028] Es werden die verwendeten Glaspulver durch Schmelzen vorbereitet, Abschrecken in Wasser und Pulverisieren einer Mischung aus CaO, PbO, Al₂O₃, SiO₂ und B₂O₃ mit einer bestimmten Zusammensetzung mit einer mittleren Teilchengröße von 2–5 µm. Zu der Mischung aus 60 Gewichtsprozent des somit vorbereiteten Glaspulvers und 40 Gewichtsprozent eines Al₂O₂-Pulvers mit einer mittleren Teilchengröße von 2–5 µm wird ein Lösungsmittel wie beispielsweise Terpeneol und ein Bindemittel wie beispielsweise Äthylzellulose hinzugefügt und zur Bildung eines keramischen Breies geknetet. Aus diesem keramischen Brei werden die Grünblätter für die unteren, mittleren und oberen Schichten hergestellt.

[0029] Die Grünblätter werden zur Bildung der Durchgangsöffnungen mit einem Durchmesser von etwa 0,3 mm bei vorbestimmten Positionen gestanzt.

[0030] Es wurde eine Ag-Paste durch Mischen und Kneten eines Ag-Pulvers mit Äthylzellulose als Bindemittel und Terpeneol als Lösungsmittel vorbereitet und gedrückt und als die inneren Leiter (Durchgangsöffnungsfüller) **3** in den Durchgangsöffnungen des Grünblattes für die mittlere Schicht **12** gefüllt. Dieselbe Ag-Paste wurde auf die beiden Oberflächen des Grünblattes für die mittlere Schicht **12** zur Bildung der inneren Verdrahtungsleitungen **2** aufgedrückt.

[0031] Eine Ag-Pd-Paste wurde durch Mischen und Kneten eines Ag-Pd-Legierungspulvers (35 Gewichtsprozent Ag) mit Äthylzellulose als Bindemittel und Terpeneol als Lösungsmittel vorbereitet und als Durchgangsöffnungsfüller **5** in die Durchgangsöffnungen der Grünblätter für die unteren und oberen Schichten **11** und **13** aufgedrückt und gefüllt.

[0032] Die drei Grünblätter wurden anschließend

miteinander verschichtet und gepreßt und bei 100°C zur Bildung eines laminierten Grünblattes gebondet. Das laminierte Grünblatt wurde in Luft bei 800–1000°C für 25 Minuten gebrannt.

[0033] Anschließend wurde die Cu-Paste auf die Oberflächen des gebrannten Substrates zur Bildung der Verdrahtungsstrukturierungen für die Oberflächenverdrahtungsschichten **4** aufgedrückt. Das Substrat wurde anschließend in einer N₂-Atmosphäre bei 850–1000°C für 10 Minuten gebrannt.

[0034] Es wurde ein gemischtes Pulver aus RuO₂-Pulver, dem obigen Glaspulver und Alumina-pulver mit einer vorbestimmten Zusammensetzung gemischt und mit dem Bindemittel und Lösungsmittel wie oben geknetet, um eine RuO₂-Paste auszubilden. Die RuO₂-Paste wurde auf die Oberfläche der unteren Schicht **11** aufgedrückt und es wurde eine keramische Paste auf die RuO₂-Pastenschicht überzogen, welche zur Bildung eines Dickfilmwiderstandes **7** gebrannt wurde. Ferner wurden Schaltkreisteile **6** auf der Oberfläche der oberen Schicht **13** angelötet. Auf diese Weise wurde die keramische Verdrahtungskarte (Schaltkreiskarte) vervollständigt.

[0035] Die Schnittansicht der keramischen Verdrahtungskarte wurde nach dem Schneiden beobachtet, wobei keine eutektischen Kristalle bei der Grenzfläche zwischen den Öffnungsfüllleitern **5** und den Oberflächenverdrahtungsschichten **4** festgestellt werden konnten.

Ausführungsbeispiel 2

[0036] [Fig. 2](#) zeigt eine keramische Mehrschichtenverdrahtungskarte mit drei aufgedrückten Isolierschichten. Auf einem Substrat **14** wurde wiederholtermaßen Aufdrücken und Brennen zur Bildung einer mittleren Schicht **15** und einer oberen Schicht **16** von keramischen Isolierschichten durchgeführt. Auf der Oberfläche des Substrates **14** ist eine innere Verdrahtungsschicht **2** aus Ag ausgebildet, Öffnungsfüller **5** aus Ag-Pd sind in den Öffnungen der mittleren Schicht **15** eingefüllt und eine Oberflächenverdrahtungsschicht **4** aus Cu ist auf der Oberfläche der oberen Schicht **16** angeordnet. Auf der oberen Schicht **16** ist ein Dickfilmwiderstand **7** durch Aufdrücken und Brennen ausgebildet, und es sind Schaltkreisteile **6** auf der Oberfläche der oberen Schicht **16** angelötet.

[0037] Nachstehend wird die Herstellung dieser keramischen Mehrschichtenverdrahtungskarte erläutert.

[0038] Das Substrat **14** stellt ein Aluminasubstrat dar, welches bei etwa 1600°C gebrannt wurde. Wie bei dem Ausführungsbeispiel 1 wurde eine Ag-Paste aufgedrückt und in Luft bei 800 bis 950°C für 10 Minuten zur Ausbildung eines inneren Verdrahtungslei-

ters **2** gebrannt.

[0039] Der im Ausführungsbeispiel 1 verwendete keramische Brei wurde auf das Substrat **14** und die inneren Verdrahtungsleiter **2** aufgedrückt, und in Luft bei 800 bis 950°C für 10 Minuten zur Ausbildung einer mittleren Schicht **15** gebrannt. Die im Ausführungsbeispiel 1 verwendete Ag-Pd-Paste wurde zum Füllen der Öffnungen in der mittleren Schicht **15** aufgedrückt, und in Luft bei 800 bis 950°C für 10 Minuten zur Ausbildung eines Öffnungsfüllleiters **5** gebrannt.

[0040] Der im Ausführungsbeispiel 1 verwendete keramische Brei wurde auf die mittlere Schicht **15** aufgedrückt, und in Luft bei 800 bis 950°C für 10 Minuten zur Bildung einer oberen Schicht **16** gebrannt. Die im Ausführungsbeispiel 1 verwendete Cu-Paste wurde auf die obere Schicht **15** aufgedrückt, und in N₂ bei 850 bis 950°C für 10 Minuten zur Bildung einer Oberflächenverdrahtungsschicht **4** gebrannt.

[0041] Die verbleibenden Schritte waren dieselben wie beim Ausführungsbeispiel 1.

[0042] Die keramische Verdrahtungskarte wurde einer Prüfung unterzogen, wobei keine eutektischen Kristalle bei der Grenzfläche zwischen den Öffnungsfüllleitern **5** und den Oberflächenverdrahtungsschichten **4** gefunden werden konnten.

Ausführungsbeispiel 3

[0043] Das in [Fig. 3](#) dargestellte Ausführungsbeispiel ist ähnlich zu dem Ausführungsbeispiel 1 mit der Ausnahme, daß in die Durchgangsöffnungen der unteren und oberen Schichten **11** und **13** eine erste Ag-Pd-Legierung mit einem relativ geringen Pd-Gehalt gefüllt wurde in einem Bereich der Durchgangsöffnungen in der Nähe der mittleren Schicht **12**, und eine zweite Ag-Pd-Legierung mit einem relativ hohen Pd-Gehalt in einem Bereich der Durchgangsöffnungen in der Nähe der unteren und oberen Schichten **11** und **13** gefüllt wurde. Die erste Ag-Pd-Paste weist einen Pd-Gehalt von 10 Gewichtsprozent, und die zweite Ag-Pd-Paste weist einen Pd-Gehalt von 40 Gewichtsprozent auf.

[0044] Bei dieser Ausbildung wurde der Pd-Gehalt bei der Grenzfläche des Öffnungsfüllleiters **5** zu den inneren Verdrahtungsleitern **2** geringer eingestellt, wodurch Kirkendal-Leerstellen aufgrund einer selektiven Diffusion von Ag effektiv verhindert wurde, und die Haftung der Öffnungsfüller **5** an die inneren Verdrahtungsleiter verbessert wurde.

[0045] Es ist denkbar, die Anzahl der Aufdrücke derart zu erhöhen, daß der Pd-Gehalt in den Öffnungsfüllleitern **5** in zwei oder mehr Stufen variiert.

Ausführungsbeispiel 4

[0046] Das in [Fig. 4](#) dargestellte Ausführungsbeispiel ist ähnlich zu dem Ausführungsbeispiel 2 mit der Ausnahme, daß nach dem Brennen der oberen Schicht **16** ein zweiter Öffnungsfüller **8** mit einem höheren Pd-Gehalt als bei dem Öffnungsfüller **5** aufgedrückt und gebrannt wurde, gefolgt vom Aufdrücken und Brennen der Oberflächenverdrahtungsschicht **4**. Der zweite Öffnungsfüller **8** wurde unter denselben Bedingungen wie bei dem Öffnungsfüller **5** mit Ausnahme der Zusammensetzung hergestellt. Wie beim Ausführungsbeispiel 3 können auch hier Kirkendal-Leerstellen effektiv verhindert werden.

Ausführungsbeispiel 5

[0047] Bei dem Ausführungsbeispiel 5 wird ebenfalls auf die [Fig. 1](#) Bezug genommen. Ausführungsbeispiel 5 ist ähnlich wie das Ausführungsbeispiel 1 mit der Ausnahme, daß die inneren Leiter aufweisend die inneren Verdrahtungsleiter **2** und die Durchgangsöffnungsfüller **3** aus W (Wolfram) hergestellt sind, und der Öffnungsfüller **5** aus einer W-Pt-Legierung hergestellt ist. Eine Paste für die inneren Leiter aus W und eine Paste für den Öffnungsfüller **5** aus W-Pt wurde in einem ähnlichen Verfahren wie bei den Pasten aus Ag und Ag-Pd hergestellt.

[0048] Dieses Ausführungsbeispiel ermöglicht relativ hohe Brenntemperaturen für den Öffnungsfüller, den inneren Leiter, die untere Schicht, die mittlere Schicht und die obere Schicht, so daß ein dichtes keramisches Mehrschichtensubstrat zur Verfügung gestellt werden kann.

[0049] Desweiteren sollte vermerkt werden, daß keine Diffusion zwischen W und Cu stattgefunden hat. Der Einbau einer W-Pt-Legierung zwischen Cu und W ermöglicht die Diffusion zwischen Cu und W-Pt und zwischen W und W-Pt, so daß die Bondstärke zwischen den Leitern erhöht werden kann, und ein dichtes Substrat erhalten werden kann.

[0050] Ähnliche Wirkungen können durch W-Co, W-Cr, W-Fe, W-Mn, W-Ni, W-Ir oder dergleichen erzielt werden. Der innere Leiter kann anstelle von W auch Mo sein.

[0051] Obwohl bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen die Oberflächenverdrahtungsschicht aus Kupfer hergestellt ist, und der innere Leiter aus Silber und der Öffnungsfüller aus Ag-Pd hergestellt ist, so können ähnliche Wirkungen durch Ersetzen von Kupfer durch eine Kupfer-Legierung für die Oberflächenverdrahtungsschicht, Ag-Pd durch Ag-Pt, Ag-Pd, Ag-Pt-Pd, Ag-Au, usw. für den inneren Leiter, und von Ag-Pd durch Ag-Au, Ag-Pt-Pd, usw. für den Öffnungsfüller erzielt werden. Falls jedoch eine Silberlegierung wie beispielsweise Ag-Pd für den inne-

ren Leiter verwendet wird, beträgt der Gehalt an Pd vorzugsweise einen Wert in dem Bereich von 5 bis 25 Gewichtsprozent, um den Verdrahtungswiderstand zu verringern.

Patentansprüche

1. Keramische Mehrschichtenverdrahtungskarte (**1**), welche aufweist:
 eine oder mehrere mittlere keramische Schichten (**12**), die erste Öffnungen aufweisen;
 eine auf der äußersten Schicht der mittleren keramischen Schichten (**12**) angeordnete untere bzw. obere keramische Schicht (**11, 13**), welche eine oder mehrere zweite Öffnungen aufweist;
 eine auf der oberen keramischen Schicht (**11, 13**) ausgebildete Oberflächenverdrahtungsschicht (**4**) auf der Grundlage von Kupfer;
 eine oder mehrere zwischenverbundene innere Verdrahtungsschichten (**2**), die quer zu der Richtung, in der die Schichten aufeinander gestapelt sind, zwischen der äußersten keramischen Schicht der mittleren keramischen Schichten (**12**) und den anderen mittleren keramischen Schichten (**12**) und zwischen der unteren bzw. oberen keramischen Schicht (**11, 12**) und der äußersten mittleren keramischen Schicht (**12**) angeordnet sind, wobei die inneren Verdrahtungsschichten (**2**) aus einem kupferlosen Leiter mit einem Schmelzpunkt hergestellt sind, der höher ist als die Temperatur, bei der die keramischen Schichten gebrannt werden;
 einem ersten Öffnungsfüller (**3**), der in die ersten Öffnungen gefüllt wird, um die miteinander verbundenen inneren Verdrahtungsschichten (**2**) elektrisch zu verbinden, wobei der erste Öffnungsfüller (**3**) aus demselben kupferlosen Leiter hergestellt ist wie die inneren Verdrahtungsschichten (**2**);
 einem zweiten Öffnungsfüller (**5**), der in die zweiten Öffnungen gefüllt wird, um die Oberflächenverdrahtungsschicht (**4**) und die inneren Verdrahtungsschichten (**2**) zu verbinden, wobei der zweite Öffnungsfüller (**5**) aus einem Metall hergestellt ist, welches unterschiedlich ist von den Materialien der Oberflächenverdrahtungsschicht (**4**) und der inneren Verdrahtungsschichten (**2**), und welches keine eutektischen Kristalle mit dem Material der Oberflächenverdrahtungsschicht (**4**) bei einer Temperatur bildet, bei der die Mehrschichtenverdrahtungskarte (**1**) gebrannt ist, wobei die Oberflächenverdrahtungsschicht (**4**) aus Kupfer, die inneren Verdrahtungsschichten (**2**) aus Silber, und der zweite Öffnungsfüller (**5**) aus einer Ag-Pd-Legierung, hergestellt sind,
 und der Gehalt an Ag in dem zweiten Öffnungsfüller (**5**) aus Ag-Pd in einem Bereich des Öffnungsfüllleiters in der Nähe der inneren Verdrahtungsschicht (**2**) größer ist als in einem Bereich in der Nähe der Oberflächenverdrahtungsschicht (**4**).

2. Keramische Mehrschichtenverdrahtungs-

karte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt an Pd in dem zweiten Öffnungsfüllleiter (5) aus Ag-Pd in dem Bereich des Öffnungsfüllleiters in der Nähe der inneren Verdrahtungsschichten 10 Gewichtsprozent und in der Nähe der Oberflächenverdrahtungsschicht auf Kupferbasis (4) 40 Gewichtsprozent beträgt.

3. Keramische Mehrfachsichtenverdrahtungskarte (1), welche aufweist:

eine oder mehrere mittlere keramische Schichten (12), die eine oder mehrere innere Verdrahtungsschichten (2) aufweisen, die auf den keramischen Schichten (12) angeordnet sind, wobei die inneren Verdrahtungsschichten (2) aus einem kupferlosen Leiter mit einem Schmelzpunkt hergestellt sind, der höher ist als eine Temperatur bei der die keramischen Schichten gebrannt werden, eine auf der äußersten Schicht der mittleren keramischen Schichten (12) angeordnete untere bzw. obere keramische Schicht (11, 13) wobei die keramischen Schichten (11, 12, 13) Öffnungen aufweisen;

eine auf der oberen keramischen Schicht (11, 13) ausgebildete Oberflächenverdrahtungsschicht (4) auf der Grundlage von Kupfer; und einem ersten Öffnungsfüllleiter (3), der in die ersten Öffnungen gefüllt wird, um die miteinander verbundenen inneren Verdrahtungsschichten (2) elektrisch zu verbinden, wobei der erste Öffnungsfüllleiter (3) aus demselben kupferlosen Leiter hergestellt ist wie die inneren Verdrahtungsschichten (2); und einen zweiten Öffnungsfüllleiter (5), der in die Öffnungen gefüllt wird, um die Oberflächenverdrahtungsschicht (4) mit den inneren Verdrahtungsschichten (2) elektrisch zu verbinden,

wobei der zweite Öffnungsfüllleiter (5) aus einem Metall hergestellt ist, welches sich von den Materialien der Oberflächenverdrahtungsschicht (4) und der inneren Verdrahtungsschichten (2) unterscheidet, und welches bei einer Temperatur, bei der die Mehrfachsichtenverdrahtungskarte (1) gebrannt wird, keine eutektischen Kristalle mit dem Material der Oberflächenverdrahtungsschicht (4) bildet.; und wobei die Oberflächenverdrahtungsschicht (4) aus Cu hergestellt ist, die inneren Verdrahtungsschichten (2) aus W hergestellt sind und der zweite Öffnungsfüllleiter (5) aus einer Gruppe ausgewählt wird, die W-Pt, W-Co, W-Cr, W-Fe, W-Mn und W-Ni umfasst.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig.1

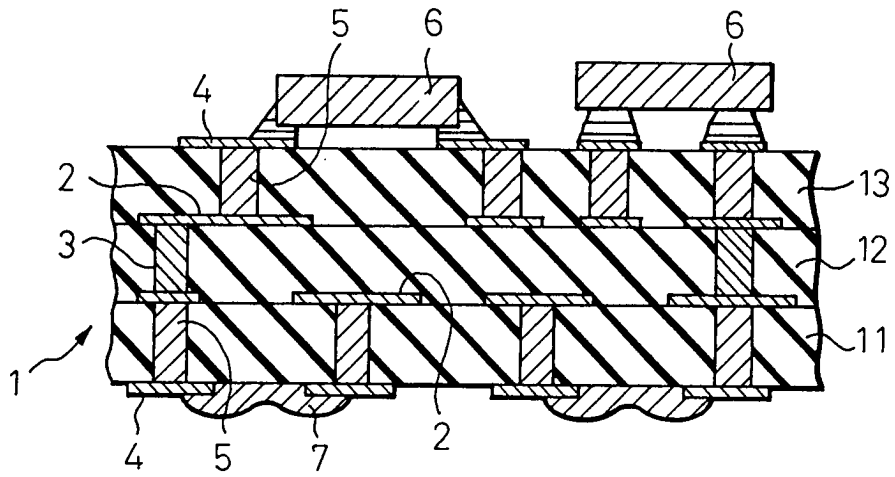


Fig.2

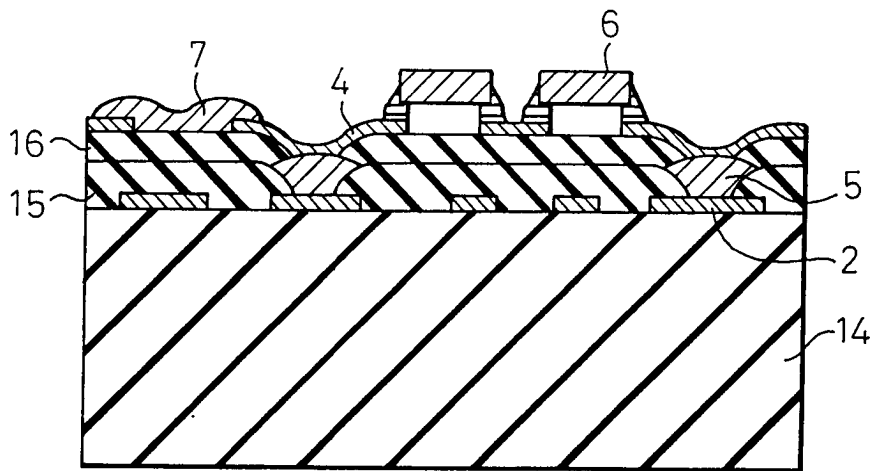


Fig.3

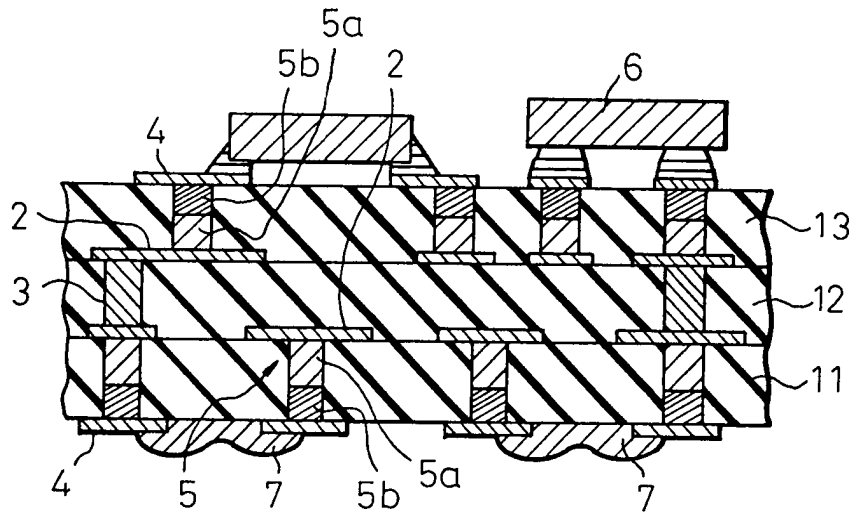


Fig.4

