



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 694 34 049 T2** 2005.02.10

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 609 861 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H01L 21/48**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 34 049.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 101 559.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **02.02.1994**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.08.1994**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.02.2005**

(30) Unionspriorität:

**1520393      02.02.1993      JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, NL**

(73) Patentinhaber:

**Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma,  
Osaka, JP**

(72) Erfinder:

**Nakamura, Yoshifumi, Neyagawa-shi, Osaka, JP;  
Bessho, Yoshihiro, Higashiosaka-shi, Osaka, JP;  
Yuhaku, Satoru, Osaka-shi, Osaka, JP; Hakotani,  
Yasuhiko, Nishinomiya-shi, Hyogo-ken, JP;  
Itagaki, Minehiro, Moriguchi-shi, Osaka, JP; Miura,  
Kazuhiro, Asahi-ku, Osaka, JP**

(74) Vertreter:

**Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München**

(54) Bezeichnung: **Keramisches Substrat und Verfahren zu dessen Herstellung**

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

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

**Beschreibung**

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Keramiksubstrat, auf dem Halbleitervorrichtungen, LSIs und Komponentenchips angebracht werden, sowie ein Verfahren für dessen Herstellung.

## 2. Beschreibung der verwandten Technik

**[0002]** Ein Keramikchip-Trägersubstrat des Standes der Technik besitzt an jeder von seinen vier Seiten mehrere externe Anschlussflächen. Diese externen Anschlussflächen sind so ausgebildet, dass sie sich von der Seitenfläche zur Unterseite des Substrats erstrecken. In letzter Zeit sind Keramiksubstrate mit Höckern, die in einer Gitterkonfiguration auf der Unterseite angeordnet sind, für den externen Anschluss verwendet worden. Derartige Keramikchipträger können mit einer hohen Dichte auf einer gedruckten Leiterplatte angebracht werden.

**[0003]** Keramikchipträger werden auf einer gedruckten Leiterplatte (Hauptplatine) mit einer Prozedur angebracht, die nachfolgend beschrieben wird. Lötpaste wird auf spezifizierten Anschlüssen aufgedruckt, die auf einer gedruckten Leiterplatte vorgesehen sind. Keramikchipträger werden auf der gedruckten Leiterplatte so angeordnet, dass die externen Verbindungsanschlüsse, die auf der Unterseite des Keramikchipträgers vorgesehen sind, auf den Anschlüssen mit der darauf aufgedruckten Lötpaste platziert werden. Dann wird das Lötmedium aufgeschmolzen, so dass die externen Verbindungsanschlüsse, die auf der Unterseite des Keramikchipträgers vorgesehen sind, auf die spezifizierten Anschlüsse auf der gedruckten Leiterplatte gelötet werden.

**[0004]** Höcker des herkömmlichen Keramikchipträgers, die für eine externe Verbindung dienen, sind nach der Herstellung des Keramiksubstrats ausgebildet worden. Diese Prozedur hat ein Problem der hohen Herstellungskosten des Keramikchipträgers zur Folge. Außerdem gab es bei der Prozedur zur einzelnen Ausbildung jedes der mehreren externen Verbindungshöcker ein Problem der Schwankungen, die bei Höhe, Abmessung und Konfiguration der externen Verbindungshöcker bewirkt wurden. Bei Abweichungen in der Höhe der externen Verbindungshöcker ist es wahrscheinlich, dass ein Verbindungsfehler zwischen Höckern mit geringerer Höhe und der gedruckten Leiterplatte bewirkt wird.

**[0005]** Darüber hinaus gab es kein verfügbares Verfahren, um die Höcker für externe Verbindungen mit einer ausreichenden Höhe auszubilden. Folglich bestand ein Problem darin, dass das Substrat des Keramikchipträgers und die gedruckte Leiterplatte ein-

ander zu nahe gebracht wurden, wodurch bei dem Aufschmelzprozess des Lötmittels Lötbrücken bewirkt wurden, die einen Kurzschluss zwischen Elektroden zur Folge hatten. Es gab außerdem ein Problem, dass Verbindungen infolge thermischer Spannungen unterbrochen wurden, wenn das Substrat des Keramikchipträgers und die gedruckte Leiterplatte, auf der die Keramikchipträger angebracht wurden, unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten besaßen.

**[0006]** Als eine Lösung des Problems der Lötmittelbrücken offenbart die japanische Veröffentlichung zur Patentoffenlegung Nr. 61-188942 ein Verfahren zum Verhindern der Lötmittelbrücke durch Vorsehen eines Sperrmittels, das aus einem elektrisch isolierendem Material hergestellt ist, um die Lötverbindungen. Dieses Verfahren hat jedoch eine komplizierte Struktur und ein Problem der hohen Herstellungskosten zur Folge.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Das Verfahren zum Herstellen eines Keramiksubstrats mit mehreren Höckern der vorliegenden Erfindung ist in den beigefügten Ansprüchen definiert.

**[0008]** Die hier beschriebene Erfindung ermöglicht somit den Vorteil, dass ein Verfahren zum Herstellen eines Keramiksubstrats geschaffen wird, bei dem eine geringe Wahrscheinlichkeit der Ausbildung einer Lötmittelbrücke besteht und eine hohe Zuverlässigkeit erreicht werden kann.

**[0009]** Dieser Vorteil sowie weitere Vorteile werden einem Fachmann deutlich beim Lesen und Verstehen der folgenden genauen Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0010]** Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht, die die Rückseite des Keramiksubstrats vom Beispiel 1, das durch das Verfahren der Erfindung erreicht werden kann, wobei eine ungesinterte Lage für die Ausbildung von Höckern entfernt wurde.

**[0011]** Fig. 2 ist eine Zeichnung, die einen Prozess in dem Herstellungsverfahren für das Keramiksubstrat des Beispiels 1 der Erfindung veranschaulicht.

**[0012]** Fig. 3 ist eine Schnittansicht eines laminierten Körpers, der bei der Herstellung des Keramiksubstrats des Beispiels 1 der Erfindung verwendet wird.

**[0013]** Fig. 4 ist eine Schnittansicht eines laminierten Körpers, der durch Sintern des laminierten Körpers von Fig. 3 und durch Entfernen von Aluminiumoxid davon hergestellt wird.

**[0014]** Fig. 5 ist eine Schnittansicht eines weiteren laminierten Körpers, der bei der Herstellung des Keramiksubstrats des Beispiels 1 der Erfindung verwendet wird.

**[0015]** Fig. 6 ist eine Schnittansicht eines weiteren laminierten Körpers, der bei der Herstellung des Keramiksubstrats des Beispiels 1 der Erfindung verwendet wird.

**[0016]** Fig. 7 ist eine Schnittansicht eines laminierten Körpers nach dem Aufdrucken von Aluminiumoxidpaste, die im Beispiel 2 verwendet wird, das nicht Gegenstand der Erfindung ist.

**[0017]** Fig. 8 ist eine Schnittansicht eines Keramiksubstrats, das im Beispiel 5 auf einer gedruckten Leiterplatte angebracht ist, mit vorstehenden Elektroden, die aus einem elektrisch leitenden Material hergestellt sind.

**[0018]** Fig. 9 ist eine Ansicht, die die Rückseite eines Keramiksubstrats vom Beispiel 5 zeigt.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0019]** Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden anhand von Beispielen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben:

##### Beispiel 1

**[0020]** Fig. 1 zeigt eine Ansicht eines Substrats mit Höckern für einen externen Anschluss, die in diesem Beispiel erhalten werden, das in einer perspektivischen Ansicht von der Unterseite betrachtet wird. Das Keramiksubstrat der Erfindung besitzt Höcker 1 für einen externen Anschluss, die eine ausreichende Höhe aufweisen und in Höhe, Konfiguration und Abmessung gleichförmig sind und an der Unterseite des Substrats 2 vorgesehen sind.

**[0021]** Ein Verfahren zum Herstellen des Keramiksubstrats wird zuerst beschrieben. Die Erfindung wird anhand eines Substrats beschrieben, das als Beispiel in den folgenden Ausführungsformen bei einer niedrigen Temperatur gesintert wird, wobei die Erfindung nicht auf dieses Schema beschränkt ist.

**[0022]** Eine Mischung aus Borsilicat-Bleiglaspulver und Aluminiumoxidpulver als Keramikmaterial, das in einem Gewichtsverhältnis von 50:50 gemischt ist (MLS-19, hergestellt von Nippon Electric Glass Co., Ltd.), wurde als Glaskeramikmaterial für die Herstellung des Substrats verwendet. Unter Verwendung dieses Glaskeramikpulvers als anorganisches Material, von Polyvinylbutyral als organisches Bindemittel, von Di-n-Butylphthalat als Weichmacher und von Toluol und Isopropyl-Alkohol, die in einem Gewichtsver-

hältnis von 30:70 gemischt sind, als Lösungsmittel wurde durch Mischen dieser Substanzen eine Aufschlammung hergestellt.

**[0023]** Die Aufschlammung wurde auf einen organischen Film aufgebracht, um sie mittels eines Rakelverfahrens zu einer Lage zu formen. Als organischer Film kann ein Polymerfilm, wie etwa ein PET-Film, verwendet werden. Der organische Film mit der darauf verteilten Aufschlammung wurde getrocknet und auf die gewünschte Größe gestanzt, um Rohlagen für die Bildung von Substraten zu erhalten. Durchgangslöcher wurden je nach Bedarf in der Rohlage, die das Substrat bildet, ausgebildet. Die Prozesse zum Bilden des Films, Trocknen des Films und Herstellen der Durchgangslöcher wurden unter Verwendung von Vorrichtungen ausgeführt, die einem Fachmann bekannt sind und diese Prozesse kontinuierlich ausführen.

**[0024]** Die Prozesse werden nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben. Fig. 2 ist eine Zeichnung, die den Prozess der Herstellung des Keramiksubstrats der Erfindung veranschaulicht. Ein Siebdruckprozess wurde beim Drucken für die Ausbildung der das Substrat bildenden Rohlage und beim Füllen der Durchgangslöcher in der das Substrat bildenden Rohlage unter Verwendung von Ag-Paste als leitende Paste verwendet. Als anorganische Komponente der die Leiterzüge bildenden Ag-Paste wurde Ag-Pulver (mittlere Partikelgröße 1 µm) verwendet, dem 5 Gew.-% Glasmasse (GA-9 Glaspulver mit einer mittleren Partikelgröße von 2,5 µm, hergestellt von Nippon Electric Glass Co., Ltd.) zugegeben wurde, um die Bindungskraft zu vergrößern. Durch die Zugabe von PVB als organisches Bindemittel und eines in Terpeneol gelösten Lösungsmittels zu der anorganischen Komponente und durch Mischen dieser Materialien mittels einer dreistufigen Walze wurde die Leiterzugbildungspaste mit der richtigen Viskosität erhalten. Die die Durchgangslöcher füllende Ag-Paste wurde hergestellt, indem der die Leiterzüge bildenden Paste weitere 15 Gew.-% des Glaskeramikpulvers als anorganische Komponente zugegeben wurden. Die die Durchgangslöcher füllende Ag-Paste wurde als die Höckerbildungspaste verwendet.

**[0025]** Nun wird im Folgenden das Verfahren zum Herstellen der Rohlage für die Höckerbildungsschicht beschrieben. Indem Aluminiumoxidpulver (ALM-41 mit einer mittleren Partikelgröße von 1,9 µm, hergestellt von Sumitoto Chemical Co., Ltd.) als anorganisches Material verwendet wird, wobei Ethylzellulose als organisches Bindemittel gemeinsam mit einem in Terpeneol gelösten Lösungsmittel zugegeben wird, und zu einer Aufschlammung verarbeitet wird, wird die Rohlage hergestellt, die für die Ausbildung von Höckern nicht gesintert wird. Die Aufschlammung wurde auf einen organischen Film aufgebracht, um

sie mittels eines Rakelverfahrens zu einer Lage zu formen. Löcher zum Ausbilden der Höcker wurden in der auf diese Weise erhaltenen Rohlage hergestellt, um eine Rohlage zum Bilden von Höckern zu bilden. In ähnlicher Weise wie bei der Substratbildungs-Rohlage wurden die Löcher, die in der Rohlage für die Höckerbildungsschicht hergestellt wurden, mit der die Durchgangslöcher füllenden Ag-Paste gefüllt.

**[0026]** Festgelegte Anzahlen von Substratbildungs-Rohlagen und Höckerbildungs-Rohlagen wurden so aneinander angeordnet, dass die Rohlage für die Höckerbildungsschicht die äußerste Schicht wird, und sie wurden durch Wärme-Druck-Bonden gebondet, um einen laminierten Körper herzustellen. Die Bedingungen beim Wärme-Druck-Bonden waren eine Temperatur von 80 °C und ein Druck von 200 kg/cm<sup>2</sup>. Die Substratbildungs-Rohlage und die Rohlage für die Höckerbildungsschicht waren etwa 200 µm dick. **Fig. 3** zeigt die Struktur des auf diese Weise erhaltenen laminierten Körpers in einer Schnittansicht. Der laminierte Körper enthält die Substratbildungs-Rohlagenschicht **3** mit einem Leiterzugmuster **5** und die Rohlage für die Höckerbildungsschicht **4** mit Höckerelektroden **6**.

**[0027]** Dann wurde der laminierte Körper auf einem Substrat angeordnet, das aus 96 % Aluminiumoxid hergestellt ist, und wurde anschließend gesintert. Das Sintern wurde im Verlauf von einer Stunde in einem Bandofen in einer Luftatmosphäre bei 900 °C ausgeführt. Die Temperatur von 900 °C wurde für 12 Minuten aufrechterhalten.

**[0028]** Die Aluminiumoxidschicht der Rohlage für die Höckerbildungsschicht in dem laminierten Körper wird bei 900 °C nicht gesintert. Deswegen wurde die ungesinterte Aluminiumoxidschicht vollständig entfernt, indem der gesinterte laminierte Körper in Butylacetat-Lösungsmittel einer Ultraschallreinigung unterzogen wurde, wodurch die Höcker erhalten wurden. **Fig. 4** zeigt eine Schnittansicht des Keramiksubstrats, wobei die Aluminiumoxidschicht der Rohlage für die Höckerbildungsschicht entfernt ist. Das Keramiksubstrat dieses Beispiels besitzt Höckerelektroden **6** für einen externen Anschluss, die an der Oberfläche des Substrats **7** vorgesehen sind, die das Leiterzugmuster **5** aufweist.

**[0029]** Während die Höcker in dem obigen Beispiel auf einer Seite des Keramiksubstrats ausgebildet sind, können Höcker außerdem auf beiden Seiten des Keramiksubstrats ausgebildet sein. **Fig. 5** zeigt eine Schnittansicht eines laminierten Körpers mit Rohlagen für die Höckerbildungsschicht **4** auf beiden Seiten der Substratbildungs-Rohlage **7**. Ein Keramiksubstrat mit Höckern auf beiden Seiten kann erhalten werden, indem der in **Fig. 5** gezeigte laminierte Körper gesintert wird und die Aluminiumoxidschicht der

Rohlage für die Höckerbildungsschicht entfernt wird.

**[0030]** Durch die Verwendung eines laminierten Körpers, der eine Struktur besitzt, bei der das die Rohlage bildende Substrat zwischen einer Rohlage, die lediglich Aluminiumoxid enthält, und einer Rohlage für die Höckerbildungsschicht angeordnet ist, wie in **Fig. 6** gezeigt ist, kann eine Verformung des Substrats, wie etwa ein Verwerfen, während des Sinterprozesses zum Bilden von Höckern auf einer Seite des Keramiksubstrats verhindert werden. **Fig. 6** zeigt eine Schnittansicht eines laminierten Körpers, der bei der Herstellung des Keramiksubstrats, das bei diesem Beispiel erhalten wird, verwendet wird. Dieser laminierte Körper besitzt eine Substratbildungs-Rohlage **3** zwischen der Rohlage für die Höckerbildungsschicht **4** und der Rohlage **4a**, die nur aus Aluminiumoxid hergestellt ist.

#### Beispiel 2

**[0031]** In diesem Beispiel, das nicht Gegenstand der beanspruchten Erfindung ist, wurde eine Höckerbildungsschicht gebildet, indem an Stelle der Rohlage für die Höckerbildungsschicht vom Beispiel 1 eine Paste für die Höckerbildungsschicht verwendet wurde. Zuerst wurde ähnlich wie im Beispiel 1 eine Substratbildungs-Rohlage hergestellt. Eine festgelegte Anzahl von Substratbildungs-Rohlagen, auf die Leiterzugmuster gedruckt sind und in denen Durchgangslöcher hergestellt sind, wurden laminiert und mittels eines Wärme-Druck-Bondverfahrens gebondet, um einen laminierten Körper aus Rohlagen zu erhalten. Die Bedingungen beim Wärme-Druck-Bonden waren eine Temperatur von 80 °C und ein Druck von 200 kg/cm<sup>2</sup>. Die Substratbildungs-Rohlage besaß eine Dicke von etwa 200 µm.

**[0032]** Dann wurde die Paste für die Höckerbildungsschicht hergestellt, wobei Aluminiumoxidpulver (ALM-41 mit einer mittleren Partikelgröße von 1,9 µm, hergestellt von Sumitoto Chemical Co., Ltd.) als anorganische Komponente verwendet wurde. Indem dem Aluminiumoxidpulver Ethylzellulose als organisches Bindemittel gemeinsam mit einem in Terpeneol gelösten Lösungsmittel zugegeben wurde und sie mittels einer dreistufigen Walze gemischt wurden, um eine geeignete Viskosität (30 Ps·s) zu erhalten, wurde die Paste für die Höckerbildungsschicht erhalten. Die Paste für die Höckerbildungsschicht wurde aufgedruckt, um eine Höckerbildungsschicht zu bilden, die auf einer Seite des laminierten Körpers der Substratbildungs-Rohlage mehrere darin ausgebildete Löcher besitzt, und die Paste für die Höckerbildungsschicht wurde auf der anderen Seite des laminierten Körpers der Substratbildungs-Rohlage in einem ebenen Muster aufgedruckt. Ein Sieb der Siebweite **200** mesh und einer Emulsionsdicke von 30 µm wurde bei dem zweifachen Druck der Paste für die Höckerbildungsschicht verwendet. Der auf diese Weise erhal-

tene Film der Paste für die Höckerbildungsschicht besaß eine Dicke von etwa 100 µm.

**[0033]** Der laminierte Körper mit der aufgedruckten Paste für die Höckerbildungsschicht wurde für 10 Minuten bei 50 °C getrocknet. Dann wurden die Löcher, die durch die Paste für die Höckerbildungsschicht ausgebildet wurden, mit einer leitenden Paste gefüllt und für 10 Minuten bei 50 °C getrocknet. **Fig. 7** zeigt eine Schnittansicht des in diesem Beispiel erhaltenen laminierten Körpers. Der laminierte Körper besitzt eine Schicht aus Paste für die Höckerbildungsschicht **8**, ein Leiterzugmuster **9**, Höckerelektroden **10** und eine Keramiksubstratbildungs-Rohlagenschicht **11**. Ein Abschnitt des laminierten Körpers, dessen Oberfläche nicht durch die Aluminiumoxidpaste bedeckt war, wurde abgeschnitten, so dass der sich ergebende laminierte Körper auf seiner gesamten Oberfläche durch die Aluminiumoxidpaste bedeckt war. Diese Operation machte die Struktur des laminierten Körpers symmetrisch und ermöglichte, die Verformung des laminierten Körpers während des Sinterprozesses zu unterdrücken.

**[0034]** Dann wurde der laminierte Körper in einem Bandofen im Verlauf von einer Stunde in einer Luftatmosphäre bei 900 °C gesintert, um einen gesinterten Körper zu erhalten. Die Temperatur von 900 °C wurde für etwa 12 Minuten aufrechterhalten.

**[0035]** Das Aluminiumoxid, das die Hauptkomponenten der Paste für die Höckerbildungsschicht auf der Oberfläche des laminierten Körpers ist, wird bei 900 °C nicht gesintert. Deswegen wurde die Höckerbildungsschicht vollständig entfernt, indem der laminierte Körper einer Ultraschallreinigung in Butylacetat-Lösungsmittel unterzogen, wodurch die aus der gesinterten leitenden Paste hergestellten Höcker erhalten wurden.

### Beispiel 3

**[0036]** In diesem Beispiel wurde das Ausbilden des Leiterzugmusters und das Aufdrucken der Durchgangslöcher auf der Rohlage ausgeführt, indem CuO-Paste als Metalloxidpaste verwendet wurde. Die Substratbildungs-Rohlage und die Rohlage für die Höckerbildungsschicht wurden wie im Beispiel 1 hergestellt. Die CuO-Paste zum Bilden der Leiterzüge wurde hergestellt, indem eine anorganische Komponente, die durch Zugabe von 3 Gew.-% Glasmasse (LS-0803 Glaspulver mit einer mittleren Partikelgröße von 2,5 µm, hergestellt durch Nippon Electric Glass Co., Ltd.) als Zusatzstoff hergestellt wird, verwendet wurde, um die Bondkraft mit dem CuO-Pulver (mittlere Partikelgröße 3 µm) zu vergrößern. Ethylzellulose als organisches Bindemittel und in Terpeneol gelöstes Lösungsmittel wurden der anorganischen Komponente zugegeben und mittels einer dreistufigen Walze gemischt, um eine geeignete Viskosität zu

erhalten, um dadurch die CuO-Paste zum Bilden der Leiterzüge zu erhalten. Die CuO-Paste zum Füllen der Durchgangslöcher wurde erhalten, indem der CuO-Paste zum Bilden der Leiterzüge weitere 15 Gew.-% des im Beispiel 1 verwendeten Glaskeramikpulvers zugegeben wurden. Löcher wurden in der Rohlage für die Höckerbildungsschicht hergestellt und die Löcher wurden durch Siebdruck mit der CuO-Paste zum Füllen der Durchgangslöcher gefüllt.

**[0037]** Festgelegte Anzahlen von Substratbildungs-Rohlagen und Höckerbildungs-Rohlagen wurden aneinander so angeordnet, dass die Höckerbildungs-Rohlage die äußerste Lage wurde, und sie wurden durch Wärme-Druck-Bonden gebondet, um einen laminierten Körper herzustellen. Die Bedingungen beim Wärme-Druck-Bonden waren eine Temperatur von 80 °C und ein Druck von 200 kg/cm<sup>2</sup>. Die Substratbildungs-Rohlage und die Rohlage für die Höckerbildungsschicht besaßen eine Dicke von etwa 200 µm.

**[0038]** Nachfolgend wird nun der Sinterprozess beschrieben. Zuerst wurde aus der Rohlage und der Metalloxidpaste das Bindemittel entfernt, indem auf die Lagen eine Wärmebehandlung angewendet wird. Dieser Bindemittel-Entfernungsprozess wurde bei 600 °C ausgeführt. Die organischen Bindemittel, die in der Rohlage und in der in diesem Beispiel verwendeten CuO-Paste enthalten sind, sind PVB und Ethylzellulose, die bei Temperaturen von 500 °C und darüber in der Luft zerlegt werden.

**[0039]** Für die Reduktion der CuO-Paste wurde der laminierte Körper, der verarbeitet wurde, um die Bindemittel zu entfernen, für 5 Stunden einer Reduktionsbehandlung in einer Atmosphäre aus 100 % Wasserstoffgas bei 200 °C unterzogen. Eine Röntgenstrahl-Analyse der CuO-Paste in dem auf diese Weise erhaltenen laminierten Körper zeigte, dass 100 % des CuO zu Cu reduziert wurde. Nach dem Reduktionsprozess wurde der laminierte Körper in einem Netzbandofen in einer reinen Stickstoffatmosphäre bei 900 °C gesintert.

**[0040]** Der laminierte Körper, der in der oben beschriebenen Weise hergestellt wurde, wurde einer Ultraschallreinigung unterzogen, um wie im Beispiel 1 die Höckerbildungsschicht zu entfernen. Im Ergebnis konnten Höcker, die durch Sintern der Paste aus reduziertem Metalloxid hergestellt wurden, ausgebildet werden.

### Beispiel 4

**[0041]** In diesem Beispiel, das nicht Teil der beanspruchten Erfindung ist, wurden die Substratbildungspaste und die Paste für die Höckerbildungsschicht verwendet, um eine Substratschicht und eine Höckerbildungsschicht auf der Oberfläche des gesin-

terten Keramiksubstrats zu bilden.

**[0042]** MLS-1, das durch Nippon Electric Glass Co., Ltd. hergestellt wird, wurde als anorganische Komponente der Substratbildungspaste verwendet. Dieses anorganische Material wurde mit Polyvinylbutyral als Bindemittel, Di-n-Butylphthalat als Weichmacher und Toluol und Isopropyl-Alkohol als Lösungsmittel in einer solchen Proportion gemischt, dass sich eine geeignete Viskosität ergab, um dadurch die Substratbildungspaste zu erhalten. Die Paste für die Höckerbildungsschicht wurde hergestellt, indem Aluminiumoxidpulver (ALM-41 mit einer mittleren Partikelgröße von 1,9 µm, hergestellt von Sumitoto Chemical Co., Ltd.) als anorganische Komponente verwendet wurde. Indem Ethylzellulose als organisches Bindemittel gemeinsam mit einem in Terpeneol gelösten Lösungsmittel dem Aluminiumoxidpulver zugegeben wurde und sie mittels einer dreistufigen Walze gemischt wurden, um eine geeignete Viskosität (30 Pa·s) zu erhalten, wurde die Paste für die Höckerbildungsschicht erhalten.

**[0043]** Die CuO-Paste für die Bildung der Leiterzüge wurde hergestellt, indem eine anorganische Komponente verwendet wurde, die durch Zugabe von 3 Gew.-% Glasmasse (LS-0803 Glaspulver mit einer mittleren Partikelgröße von 1,9 µm, hergestellt von Nippon Electric Glass Co., Ltd.) als ein Zusatz, um die Bindungskraft an dem CuO-Pulver (mittlere Partikelgröße 3 µm) zu verbessern. Ethylzellulose als organisches Bindemittel und ein in Terpeneol gelöstes Lösungsmittel wurden der anorganischen Komponente zugegeben und mittels einer dreistufigen Walze gemischt, um eine geeignete Viskosität (30 Pa·s) zu erhalten, um dadurch die CuO-Paste zum Bilden der Leiterzüge zu erhalten. Die CuO-Paste zum Füllen der Durchgangslöcher wurde hergestellt, indem der CuO-Paste zum Bilden der Leiterzüge weitere 15 Gew.-% des im Beispiel 1 verwendeten Glaskeramikpulvers zugegeben wurden.

**[0044]** Die Substratschicht und die Höckerbildungsschicht wurden auf der Oberfläche des gesinterten Keramiksubstrats gebildet, indem die Substratbildungspaste und die Paste für die Höckerbildungsschicht verwendet wurden. Zuerst wurde die Substratbildungspaste über die Oberfläche des gesinterten Keramiksubstrats verteilt, wobei die Durchgangslöcher darin ausgebildet und getrocknet wurden. Das Drucken des Leiterzugmusters unter Verwendung der Leiterzugbildungspaste und das Füllen der Durchgangslöcher unter Verwendung der Paste zum Füllen der Durchgangslöcher wurden auf der getrockneten Schicht aus Substratbildungspaste mittels Siebdruck ausgeführt.

**[0045]** Eine Höckerbildungsschicht mit mehreren Löchern wurde gedruckt, indem die Paste für die Höckerbildungsschicht auf der Substratbildungspaste

verwendet wurde, woraufhin das Bilden des Leiterzugmusters und das Füllen der Durchgangslöcher abgeschlossen wurden. Nach dem Trocknen der Paste für die Höckerbildungsschicht wurden die Löcher in der Höckerbildungsschicht mittels Siebdruck mit der CuO-Paste zum Füllen der Durchgangslöcher gefüllt.

**[0046]** Nachfolgend wird nun der Sinterprozess beschrieben. Zuerst wurde das Bindemittel aus der Substratbildungspaste, aus der Paste für die Höckerbildungsschicht und aus der CuO-Paste entfernt, indem eine Wärmebehandlung angewendet wurde. Dieser Bindemittelentfernungsprozess wurde bei 600 °C ausgeführt. Die organischen Bindemittel, die in der Substratbildungspaste, in der Paste für die Höckerbildungsschicht und in der CuO-Paste enthalten sind, sind PVB und Ethylzellulose, die in Luft bei Temperaturen von 500 °C und darüber zerlegt werden.

**[0047]** Für die Reduktion der CuO-Paste wurde der laminierte Körper, der verarbeitet wurde, um die Bindemittel zu entfernen, für 5 Stunden einer Reduktionsbehandlung in einer Atmosphäre aus 100 % Wasserstoffgas bei 200 °C unterzogen. Eine Röntgenstrahl-Analyse der CuO-Paste in dem auf diese Weise erhaltenen laminierten Körper zeigte, dass 100 % des CuO zu Cu reduziert wurde. Nach dem Reduktionsprozess wurde der laminierte Körper in einem Netzbandofen in einer reinen Stickstoffatmosphäre bei 900 °C gesintert. Für die Reduktionsbehandlung kann ein Mischgas aus Wasserstoffgas und Stickstoffgas verwendet werden.

**[0048]** Die Paste für die Höckerbildungsschicht wurde aus dem laminierten Körper, der in dem oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, wie im Beispiel 1 durch Ultraschallreinigung entfernt. Demzufolge konnten Höcker, die aus Sinterkörpern aus der aus reduziertem Metalloxid gebildeten Paste gebildet wurden, ausgebildet werden.

**[0049]** Während die Substratschicht mit einem Leiterzugmuster gebildet wurde, indem in diesem Beispiel die Substratbildungspaste auf dem Keramiksubstrat verwendet und gesintert wurde, kann die Substratschicht außerdem gebildet werden, indem die Substratbildungspaste auf die Substratbildungs-Rohlage gedruckt und die Substratschicht gleichzeitig mit der Substratbildungs-Rohlage gesintert wird.

#### Beispiel 5

**[0050]** Ein Substrat mit leitenden Höckern wurde mit dem Herstellungsverfahren von Beispiel 1 hergestellt, indem eine Rohlage für eine Höckerbildungsschicht mit einer Dicke von 0,2 mm verwendet wurde. **Fig. 9** zeigt eine Ansicht der Rückseite eines Keramiksubstrats dieses Beispiels. Die Höckerelektroden

**16** wurden in einer Gitterkonfiguration bei einer Teilung von 1,27 mm auf der Unterseite des Keramiksubstrats **15** mit Höckern ausgebildet, deren Höhe gleichförmig bei etwa 0,2 mm liegt.

**[0051]** Das oben beschriebene Keramiksubstrat mit den leitenden Höckern wurde auf einer gedruckten Leiterplatte (FR-4) durch Löten angebracht, so dass die Höcker auf dem Keramiksubstrat mit den Elektrodenanschlussflächen auf der gedruckten Leiterplatte verbunden wurden. Lötmittelpaste wurde auf die Elektrodenanschlussflächen auf einer gedruckten Leiterplatte mittels Siebdruck aufgedruckt. Nach dem Anordnen des Keramiksubstrats, derart, dass die Höcker des Keramiksubstrats mit den Elektrodenanschlussflächen auf der gedruckten Leiterplatte verbunden sind, wurde ein Aufschmelzen des Lötmittels in einer Stickstoffatmosphäre bei 230°C ausgeführt, um die Verbindung herzustellen. **Fig. 8** zeigt eine Schnittansicht der Struktur der gedruckten Leiterplatte **14**, auf der das Keramiksubstrat **15** mit den Höckerelektroden **16** angebracht ist. Das Keramiksubstrat weist elektronische Vorrichtungen **13** auf, die im Voraus darauf angebracht wurden. Das Keramiksubstrat **15** ist über die Höckerelektroden **16** unter Verwendung des Lötmittels **12** auf der gedruckten Leiterplatte **14** angebracht.

**[0052]** Wie oben beschrieben wurde, wurde das Keramiksubstrat, das durch das Verfahren der Erfindung erhalten werden kann, auf der gedruckten Leiterplatte angebracht und das Auftreten einer Lötmittebrücke in dem Lötmittelabschnitt wurde beurteilt. Zwischen Elektroden, die nahe zueinander angeordnet sind, traten an 1000 Punkten keine Lötmittebrücken auf. Das bedeutet, dass eine Verbindung, die eine sehr hohe Zuverlässigkeit besitzt, ohne Lötmittebrücken erreicht werden, indem das Keramiksubstrat der Erfindung verwendet wird.

**[0053]** Obwohl in den obigen Ausführungsformen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  als das nicht gesinterte Material der Rohlage für die Höckerbildungsschicht und der Paste für die Höckerbildungsschicht verwendet wurde, könnten außerdem  $\text{BeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  und  $\text{BN}$  verwendet werden.

**[0054]** Das Keramiksubstrat, das durch das Verfahren der Erfindung erreicht werden kann, besitzt Höckerelektroden mit gleicher Höhe und die Höcker können mit ausreichender Höhe hergestellt werden, um das Auftreten von Lötmittebrücken zu verhindern. Das Vergrößern der Höhe der Höckerelektroden ist außerdem wirkungsvoll bei dem Unterdrücken des Brechens von Verbindungen infolge der thermischen Spannung, die zwischen der gedruckten Leiterplatte und dem Keramiksubstrat erzeugt wird. Da die mehreren Höcker darüber hinaus gleichförmige Höhen besitzen, können Verbindungsfehler zwischen dem Keramiksubstrat und der gedruckten Leiterplatte

reduziert werden. Die Höhe der Höckerelektroden kann geregelt werden, indem die Dicke der Rohlage für die Höckerbildungsschicht geregelt wird. Da die Höckerelektroden darüber hinaus bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen des Keramiksubstrats gleichzeitig mit der Herstellung des Keramiksubstrats gebildet werden können, kann ein Keramiksubstrat mit Höckerelektroden bei geringen Kosten hergestellt werden. Es ist natürlich klar, dass das Keramiksubstrat, das durch das erfindungsgemäße Verfahren erhalten werden kann und die Höckerelektroden dieser Erfindung aufweist, nicht nur als ein Mehrfachchip-Substrat, sondern außerdem als ein Chipträger verwendet werden kann.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Keramiksubstrats (**2**) mit mehreren Höckern (**1**), das die folgenden Schritte umfasst:

Bilden einer Höckerbildungsschicht (**4**) durch Herstellen von Löchern in einer Höckerbildungs-Rohlage, so dass die Höckerbildungsschicht mehrere Löcher besitzt;

Füllen der Löcher in der Höckerbildungsschicht (**4**) mit einer leitenden Höckerbildungspaste;

Vorbereiten einer oder mehrerer Substratbildungs-Rohlagen;

Laminieren der Höckerbildungsschicht mit der darin befindlichen Höckerbildungspaste und der einen oder der mehreren Substratbildungs-Rohlagen, derart, dass die Höckerbildungs-Rohlage die oberste Schicht wird;

Sintern der einen oder der mehreren laminierten Rohlagen (**3**) und der Höckerbildungspaste, wobei die Höckerbildungsschicht (**4**) anorganische Komponenten als Hauptkomponenten enthält, die bei der Sintertemperatur zum Sintern der einen oder der mehreren Rohlagen nicht gesintert werden; und

Bilden von säulenförmigen Höckern (**1**), die aus der gesinterten leitenden Höckerbildungspaste hergestellt sind, durch Entfernen der Höckerbildungsschicht (**4**), nachdem die Höckerbildungspaste und die eine oder die mehreren Rohlagen (**3**) gesintert worden sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Rohlage für die Höckerbildungsschicht (**4**) wenigstens eine Komponente enthält, die aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{BeO}$  und  $\text{BN}$  besteht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das ferner vor dem Sinterungsschritt die folgenden Schritte umfasst:

Anwenden einer Wärmebehandlung auf die eine oder die mehreren Rohlagen (**3**) und die Höckerbildungsschicht, in der sich Höckerbildungspaste befindet, um organische Substanzen zu entfernen, die darin enthalten sind; und

Reduzieren der Höckerbildungspaste in einer Wasserstoffatmosphäre oder in einer Mischgasatmosphäre aus Wasserstoff und Stickstoff.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Höckerbildungspaste eine leitende Paste ist, die eine Komponente enthält, die aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Ag, Ag/Pd, Ag/Pt und Cu besteht.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Höckerbildungspaste eine Metalloxidpaste ist, die CuO als Hauptkomponente enthält.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



Fig. 1

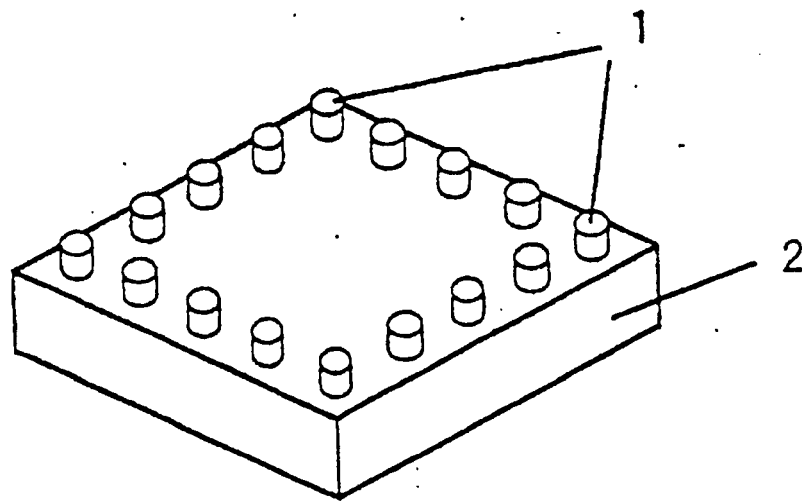


Fig. 2

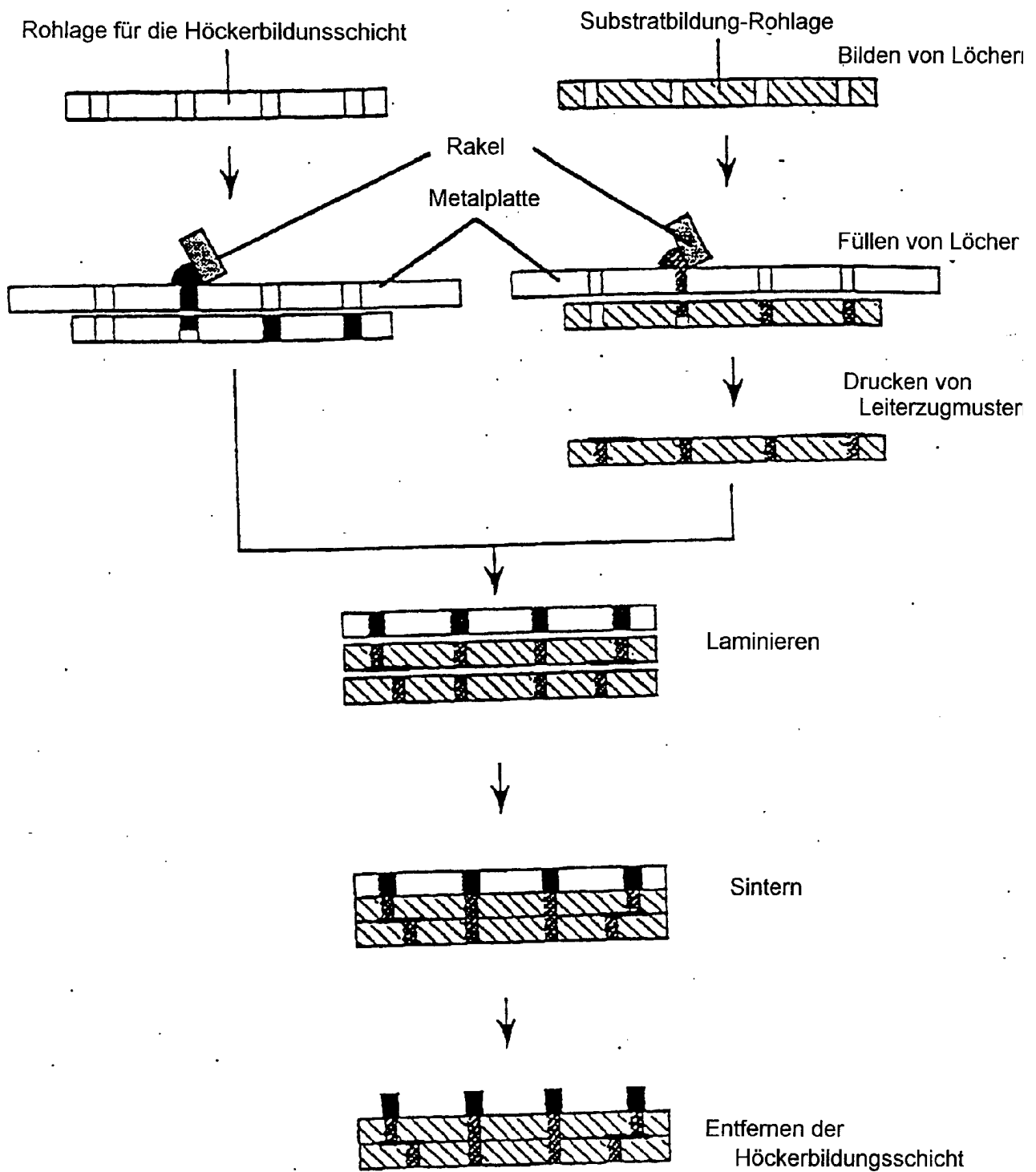


Fig. 3

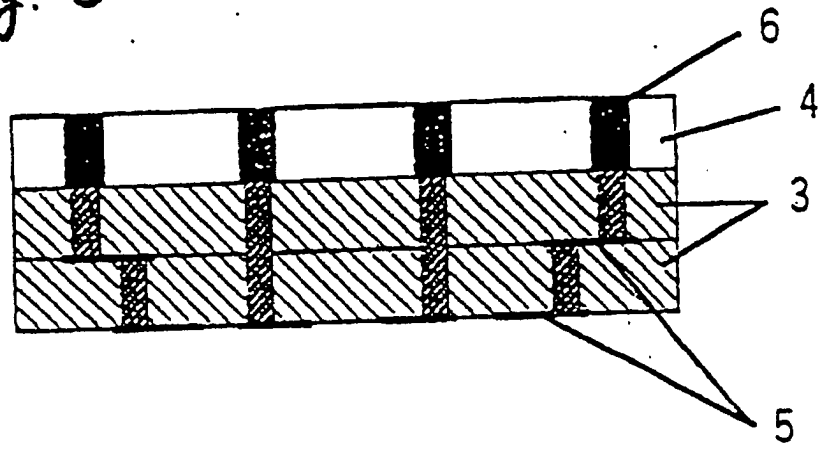


Fig. 4

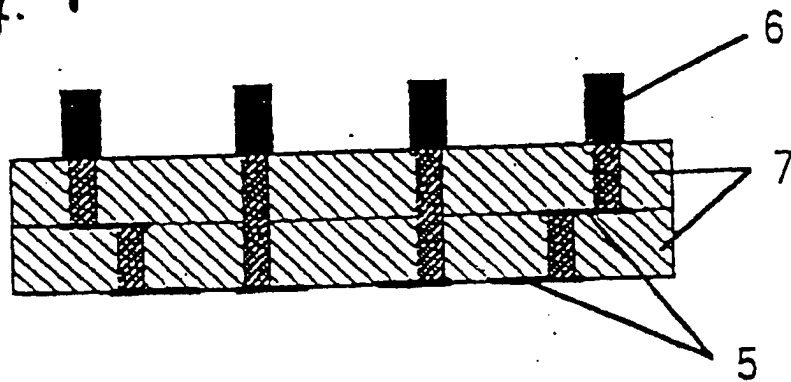


Fig. 5

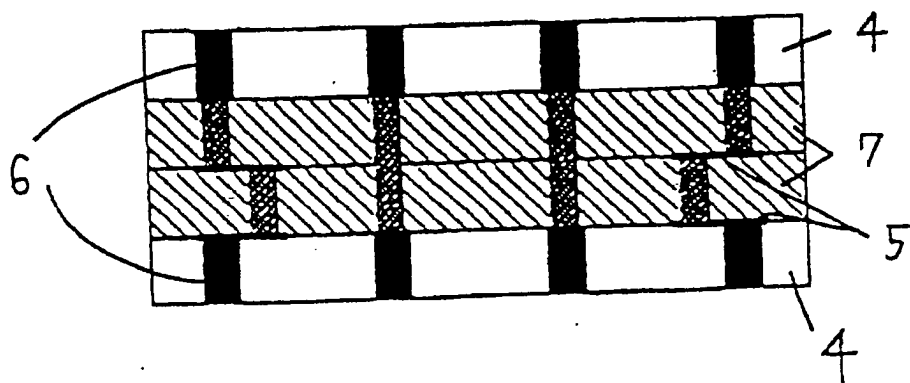


Fig. 6

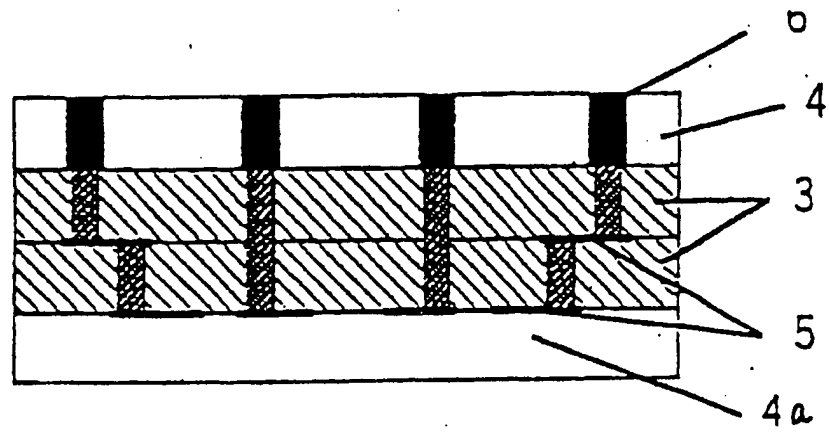


Fig. 7

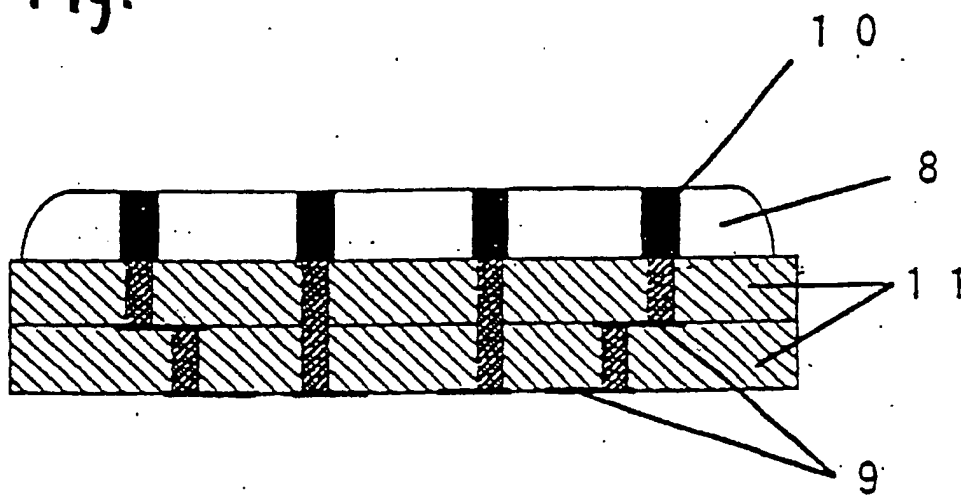


Fig. 8

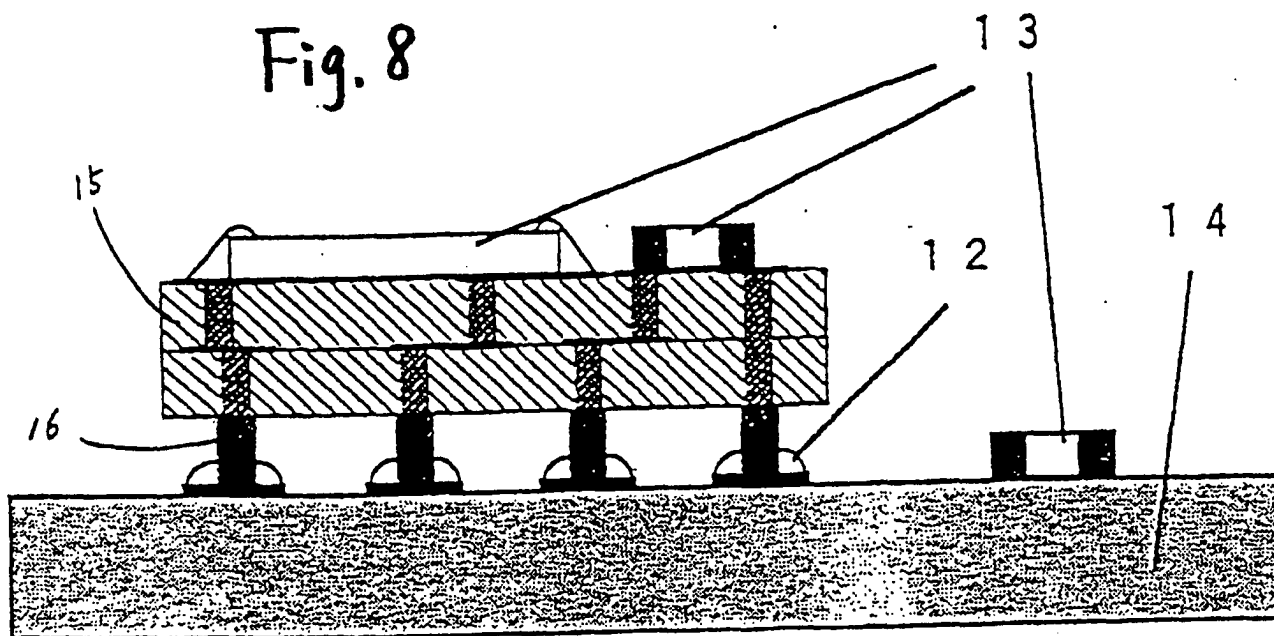


Fig. 9

