



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 34 597 T2** 2006.02.09

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 805 614 B1**  
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **696 34 597.8**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP96/03378**  
 (96) Europäisches Aktenzeichen: **96 938 496.5**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/019579**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **18.11.1996**  
 (87) Veröffentlichungstag  
 der PCT-Anmeldung: **29.05.1997**  
 (97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.11.1997**  
 (97) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung beim EPA: **13.04.2005**  
 (47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.02.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05K 1/11** (2006.01)  
**H05K 3/40** (2006.01)  
**H05K 3/46** (2006.01)  
**H01L 23/48** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**29966895**      **17.11.1995**      **JP**  
**13725496**      **30.05.1996**      **JP**  
**29163496**      **01.11.1996**      **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH, DE, GB, LI**

(73) Patentinhaber:  
**Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa, JP**

(72) Erfinder:  
**SASAOKA, Kenji, Zama-shi, Kanagawa 228, JP;**  
**ODAIRA, Hiroshi, Chigasaka-shi, Kanagawa 253, JP;**  
**FUJIWARA, Madoka, Fuchu-shi, Tokyo 183, JP;**  
**IKEGAYA, Fumitoshi, Ebina-shi, Kanagawa 243-04, JP;**  
**MORI, Takahiro, Kawasaki-shi, Kanagawa 216, JP**

(74) Vertreter:  
**derzeit kein Vertreter bestellt**

(54) Bezeichnung: **MEHRSCHICHTIGE LEITERPLATTE, VORGEFERTIGTES MATERIAL FÜR DIESE LEITERPLATTE, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER MEHRSCHICHTIGEN LEITERPLATTE, PACKUNG ELEKTRONISCHER BAUELEMENTE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VERTIKALER, ELEKTRISCH LEITENDER VERBINDUNGEN**

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**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte (Multilayer Wiring Board; MLB) und ein Verfahren zum Herstellen dieser, und insbesondere eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der ein Kontaktierungsloch nicht zur Verbindung zwischen Leiter-Verdrahtungsschichten ist, und ein Verfahren zum Herstellen dieser. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf vorgefertigte Materialien für eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte und die Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein vorgefertigtes Material für eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, die eine Kontaktierungsverbindung zwischen leitenden Verdrahtungsschichten mit Hilfe von leitenden Säulen (z. B. Pfeilern) ausführt.

**[0002]** Zusätzlich betrifft die Erfindung ein elektronisches Element und insbesondere ein elektronisches Element, welches mit Verbindungsabschnitten versehen ist, die für eine Anbringung bzw. Montage hoher Dichte an einer externen Schaltung geeignet sind.

**[0003]** Ferner betrifft die Erfindung eine elektronische Elementpackung mit wenigstens einem elektronischen Element, das auf einer Verdrahtungsplatte angebracht ist, und zum Beispiel betrifft sie eine derartige elektronische Elementpackung, die ein höchst integriertes elektronisches Element aufweist, das auf einer Verdrahtungsplatte angebracht ist, beispielsweise eine Packung in Chip-Größe (Chip-Sized Package; CSP) einer Halbleitereinrichtung.

**[0004]** Noch weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Bilden einer leitenden Säule (eines leitenden Pfeilers), die (der) in einer Kontaktierungsverbindung in einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte oder einem Verbindungsabschnitt zwischen einem elektronischen Element und einer externen Schaltung, wie voranstehend beschrieben, verwendet wird.

**VERWANDTER SACHSTAND**

**[0005]** Da verschiedene elektronische Geräte in der Größe immer kleiner und in der Funktion immer vielseitiger werden ist die Anforderung nach einer höheren Anbringungsichte von elektronischen Elementen angestiegen. Um diese Anforderungen zu erfüllen ist in einem weit verbreiteten Maß eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte verwendet worden, bei der eine Isolationsschicht und eine Verdrahtungsschicht abwechselnd aufgestapelt werden. Um die Anforderungen nach einer hohen Anbringungsichte und einem hohen Betriebsverhalten zu erfüllen wird die Verdrahtungsplatte, die mehrere Verdrahtungsschichten aufweist, und die jede Verdrahtungsschicht über eine Kontaktierungsverbindung, beispielsweise ein Kontaktierungsloch, mit der anderen Verdrahtungsschicht verbunden (siehe z. B. EP-A-0379736).

**[0006]** [Fig. 24](#) ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer Konstruktion einer herkömmlichen Mehrschicht-Verdrahtungsplatte zeigt. Diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **901** ist durch Kontaktierungsverbindungs-Verdrahtungsschaltungen konstruiert, die in fünf Schichten gebildet sind. Eine erste Verdrahtungsschicht **901**, eine zweite Verdrahtungsschicht **902**, eine dritte Verdrahtungsschicht **903**, eine vierte Verdrahtungsschicht **904** und eine fünfte Verdrahtungsschicht **905** werden jeweils durch eine Strukturierung bzw. Musterbildung einer Leiterschicht gebildet. Diese Verdrahtungsschaltungen sind durch eine Isolationsschicht **906** isoliert.

**[0007]** Ein allgemeines Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit einer typischen Struktur, wie in [Fig. 24](#) gezeigt, wird dann nachstehend beschrieben.

**[0008]** Um die Schichten eines doppelseitigen Laminats zu verbinden, bei dem eine Leiterschicht, beispielsweise eine Kupferfolie, an beide Seiten einer Isolationsschicht gebunden ist, werden zunächst durch Löcher **907** an Abschnitten, die elektrisch verbunden werden sollen, des doppelseitigen Laminats gebildet. Eine chemische Plattierung wird auf die Innenwandoberfläche des Durchlochs **907** angewendet und ferner wird eine Elektroplattierung angewendet, um die Dicke einer Leiterschicht **907b** auf der Innenwandoberfläche des Durchlochs **907** zu erhöhen, wodurch die Zuverlässigkeit einer Verbindung zwischen Schichten verbessert wird.

**[0009]** Dann werden die Leiterschichten auf beiden Seiten in eine vorgegebene Schaltung mit einem Muster versehen, und zwar zum Beispiel durch den Fotoätzprozess.

**[0010]** Als nächstes wird eine Isolationsschicht, wie beispielsweise eine Prepreg-Schicht auf die mit dem Muster versehene Leiterschicht laminiert und ferner wird eine Leiterschicht, beispielsweise eine Kupferfolie, laminiert, um eine Integration durch eine Erwärmung und Druckauflegung zu erreichen. Durch Wiederholen des Prozesses von der Bildung der Durchlöcher bis zu der Musterbereitstellung der Schaltung wird eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gebildet.

**[0011]** Eine derartige Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der ein Kontaktierungsloch für eine Verbindung zwischen Verdrahtungsschichten verwendet wird, weist ein Problem dahingehend auf, dass es schwierig ist auf eine Anbringung hoher Dichte eines elektronischen Elements anzusprechen.

**[0012]** Allgemein gesagt wird zum Beispiel in dem Bereich, wo ein Durchloch vorgesehen ist, weder eine Verdrahtung gebildet, noch elektronische Elemente angebracht, sodass die Erhöhung der Ver-

drahtungsdichte und der Anbringungsichte beschränkt ist. In den vergangenen Jahren ist zusammen mit der Anbringung von elektronischen Elementen mit hoher Dichte auch die Verdrahtung der Verdrahtungsplatte dicht geworden. Wenn Versuche durchgeführt werden den Durchmesser eines Durchlochs als Reaktion auf die hohe Dichte der Verdrahtung zu verkleinern, wird es schwierig eine Zuverlässigkeit der Verbindung zwischen Schichten sicherzustellen.

**[0013]** Die Verbindung zwischen Verdrahtungsschichten, die Durchlöcher verwenden, ist redundant, weil sie einen Prozess zum Bilden von Durchlöchern und einen Prozess zur Plattierung bedingt, was ein Problem der Produktivität bereitstellt.

**[0014]** Der Prozess zum Bilden von Durchlöchern erfordert zum Beispiel viel Zeit für die Bohrarbeiten, weil Löcher nacheinander unter Verwendung eines Bohrers gebildet werden. Ferner erfordert die Position, an der ein Durchloch gebildet wird, eine hohe Genauigkeit und die Plattierungsadhäsionseigenschaft etc. auf der Innenwandoberfläche des Durchlochs muss berücksichtigt werden. Deshalb ist die Kontrolle der Genauigkeit der Durchlochbildung, der Bildungsbedingungen etc. mühsam.

**[0015]** In dem Plattierungsprozess, bei dem eine elektrische Verbindung zwischen einer Vielzahl von Verdrahtungsschichten über Durchlöcher gebildet wird, wird zusätzlich auch eine Prozesssteuerung, beispielsweise die Steuerung der Konzentration und der Temperatur von chemischen Stoffen, ebenfalls mühsam. Ferner werden Geräte mit großen Abmessungen zum Bilden von Durchlöchern und für eine Plattierung benötigt.

**[0016]** Eine derartige Verbindung zwischen Schichten einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte unter Verwendung von Durchlöchern verringert die Produktivität der Verdrahtungsplatte (PWB), sodass es schwierig ist die Anforderungen nach niedrigen Kosten zu erfüllen.

**[0017]** Um die elektrische Verbindung zwischen Verdrahtungsschichten einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte zu vereinfachen ist auch ein Verfahren vorgeschlagen worden, mit dem die Verbindung zwischen Verdrahtungsschichten mit Hilfe von leitenden Erhebungen ausgeführt wird (siehe auch die Dokumente EP-A-0480194, EP-A-0620701, EP-A-0647090 und WO-A-9424704). Bei diesem Verfahren werden leitende Erhebungen auf einem Kontaktierungsfleck gebildet, der eine Zwischenschichtverbindung ist, die in der Verdrahtungsschicht gebildet ist, und durch Einfügen einer Zwischenschicht-Isolationsschicht in der dicken Richtung wird die Verbindung mit dem Kontaktierungsfleck hergestellt, der auf der gegenüberliegenden Verdrahtungs-

schicht gebildet ist.

**[0018]** Die [Fig. 25A](#) und [Fig. 25B](#) zeigen ein Beispiel eines Verfahrens zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der die Verdrahtungsschichten durch Verwendung von derartigen leitenden Erhebungen verbunden sind.

**[0019]** Zunächst wird als eine Kernschicht eine doppelseitige Verdrahtungsplatte **913** vorbereitet, bei der eine Verdrahtungsschaltung **912**, die aus Kupfer besteht, auf beiden Oberflächen von beispielsweise einem Isolationsharz-Substrat **911** auf Papier/Phenol-Basis gebildet wird. Die Verdrahtungsschaltung **912**, die auf beiden Oberflächen des Isolationsharz-Substrats **911** gebildet ist, weist einen Kontaktierungsfleck **912a** für eine Zwischenschichtverbindung auf. Auf diesem Kontaktierungsfleck **912a** wird eine leitende Erhebung **914** gebildet, die durch Aufdrucken beispielsweise einer leitenden Paste gebildet wird.

**[0020]** Als nächstes werden eine Isolationsharz-Schicht **915** einer B Stufe (halb-ausgehärtet) und eine Kupferfolie **916** laminiert und auf beiden Seiten der doppelseitigen Verdrahtungsplatte **913** werden die Verdrahtungsschaltungen **912** und die Kupferfolien **916** über die Isolationsharz-Schicht **915** angeordnet, sodass sie aufeinander zugekehrt sind ([Fig. 25A](#)).

**[0021]** Durch Druckbeaufschlagung und Erwärmung dieser Lamine wird die Isolationsharz-Schicht **915** der B Stufe ausgehärtet, um sämtliche Schichten zu integrieren. Zu dieser Zeit durchstechen die leitenden Erhebungen **914** die Isolationsharz-Schicht **915** der B Stufe (halb-ausgehärtet) durch den Druck und werden in einer Integration mit der Kupferfolie **916** gebunden, während eine plastische Deformation etc. erzeugt wird. Somit wird die Verbindung zwischen leitenden Schichten durch die leitenden Erhebungen bzw. Kügelchen hergestellt.

**[0022]** Ein Durchloch **917** wird an einer vorgegebenen Position gebildet und das Durchloch **917** wird mit einem leitenden Material, beispielsweise einer Silberpaste **918**, gefüllt oder die Innenwand des Durchlochs **917** wird mit einem leitenden Material, beispielsweise einer Silberpaste beschichtet, wodurch die leitenden Schichten der äußeren Schicht miteinander verbunden sind. Die Kupferschicht **916** der äußeren Schicht wird mit einem Muster versehen, beispielsweise durch den Fotoätzprozess, um eine vorgegebene Verdrahtungsschaltung **916b** zu bilden, die den Kontaktierungsfleck **916a** einschließt, wodurch eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gebildet wird ([Fig. 25A](#)), bei der die leitenden Erhebungen und Durchlöcher für eine Zwischenschichtverbindung der Verdrahtungsschaltung kombiniert werden.

[0023] Die [Fig. 26A](#) und [Fig. 26B](#) zeigen ein anderes Beispiel eines Verfahrens zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der die Verdrahtungsschichten durch Verwendung der leitenden Erhebungen verbunden sind.

[0024] Zunächst wird eine doppelseitige Verdrahtungsplatte **923**, bei der eine Verdrahtungsschaltung **922** durch Anbringen beispielsweise eines Glasgewebes und einer Kupferfolie auf beide Oberflächen eines Epoxydharz-Substrats **921**, durch Aushärten und durch eine Musterbereitstellung gebildet wird, als ein innenseitiger Schichtkern vorbereitet. Die Verdrahtungsschaltung **922**, die auf beiden Oberflächen der doppelseitigen Verdrahtungsplatte **923** gebildet ist, weist einen Kontaktierungsleck **922a** für eine Zwischenschichtverbindung auf.

[0025] Andererseits werden eine Kupferfolie **925**, die mit leitenden Erhebungen **924** und einem Epoxydharz-Prepreg **926** ausgebildet sind, vorbereitet. Die leitenden Erhebungen **924** sind an Positionen gebildet, sodass sie dem Anschlussleck **922a** entsprechen, wenn die Kupferfolie **925** und die doppelseitige Verdrahtungsplatte **923** laminiert werden.

[0026] Als nächstes, wie in [Fig. 26A](#) gezeigt, werden, nachdem die Kupferfolie **925** auf beiden Seiten der doppelseitigen Verdrahtungsplatte **923** über das Prepreg **926** angeordnet sind, sämtliche Schichten durch eine Druckbeaufschlagung und Erwärmung integriert. Durch diese Druckbeaufschlagung sind die leitenden Erhebungen **924** aufeinander zugerichtet. Zu dieser Zeit durchstechen die leitenden Erhebungen **924** das Prepreg **926** der B Stufe (halb-ausgehärtet) durch den Druck und werden in einer Integration mit dem Kontaktierungsleck **922a** gebunden, während eine plastische Deformation etc. erzeugt wird. Somit wird die Verbindung zwischen Leiterschichten durch die leitenden Erhebungen gebildet.

[0027] Ein Durchloch **927** wird an einer vorgegebenen Position gebildet und das Durchloch **927** wird mit einer Leiterschicht **918**, wie beispielsweise Kupfer, plattiert, wodurch die Leiterschichten miteinander verbunden werden.

[0028] Danach wird die Kupferfolie **925** der äußeren Schicht zum Beispiel durch den Fotoätzprozess mit einer Struktur (einem Muster) versehen, um eine vorgegebene Verdrahtungsschaltung **926b** einschließlich des Kontaktloch-Fleckens **925b** zu bilden, wodurch eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gebildet wird ([Fig. 26B](#)), bei der die leitenden Erhebungen und plattierten Durchlöcher für eine Zwischenschichtverbindung der Verdrahtungsschaltung kombiniert sind.

[0029] Eine derartige Zwischenschichtverbindung von Verdrahtungsschaltungen, die leitende Erhebun-

gen verwendet, weist Vorteile einer einfachen Konstruktion, einer hohen Produktivität als Folge einer kleinen Anzahl von Prozessen, und einer Antwort auf die Anbringung mit hoher Dichte auf. Jedoch stellen sich bei der Verdrahtungsplatte, bei der eine Zwischenschichtverbindung einer Verdrahtungsschicht durch Verwendung der leitenden Erhebungen hergestellt wird, oft die Probleme, wie nachstehend beschrieben.

[0030] Bei dem in [Fig. 25](#) gezeigten Herstellungsverfahren werden zum Beispiel die Isolationsharzschicht **915** und die Kupferfolie **916** auf der doppelseitigen Verdrahtungsplatte **913** laminiert, in der leitende Erhebungen **914** auf dem Kontaktloch-Flecken **912a** gebildet sind, harte metallische Druckplatten werden von außen angelegt, und sämtliche Schichten werden durch eine Druckbeaufschlagung und Erwärmung an beiden Oberflächen integriert.

[0031] Durch diesen Druckbeaufschlagungsprozess wird die Kupferfolie **916**, die zu der äußeren Schicht freigelegt ist, im Wesentlichen flach. Da jedoch die leitende Erhebung **914** allgemein härter als das isolierende Harzsubstrat **911** der doppelseitigen Verdrahtungsplatte **913** ist, neigt der Kontaktloch-Fleck **912a** dazu konkav zu werden und Sprünge werden auf den Kontaktloch-Flecken **912a** erzeugt. Somit wird die Kontaktlochverbindung manchmal beschädigt.

[0032] Ein derartiges Problem ist insbesondere auffällig auf der Verbindung auf der Seite der äußeren Schicht. [Fig. 27](#) zeigt schematisch eine Kontaktlochverbindung der in [Fig. 7](#) gezeigten MLB, die durch den Druckbeaufschlagungsprozess konkav gemacht ist. In dem schlechtesten Fall wird die Verbindung zwischen dem Kontaktloch-Fleck **922a** und der Verdrahtungsschaltung **922** abgebrochen, sodass die Funktion als Mehrschicht-Verdrahtungsplatte manchmal verloren geht. Bei dem in [Fig. 25](#) gezeigten Verfahren stellt sich exakt das gleiche Problem.

[0033] Ein derartiges Problem verringert stark die Zuverlässigkeit der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte und ist eines der Hauptursachen zum Verringern der Produktivität der Verdrahtungsplatte.

[0034] Die vorliegende Erfindung wurde zur Lösung der obigen Probleme durchgeführt und dementsprechend ist eine Aufgabe davon eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte bereitzustellen, die durch eine einfache Einrichtung konstruiert werden kann und die eine höchst zuverlässige Kontaktlochverbindung aufweist. Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein Herstellungsverfahren mit einer hohen Produktivität für eine höchst zuverlässige Mehrschicht-Verdrahtungsplatte bereitzustellen.

[0035] Als ein anderes Problem einer Mehr-

schicht-Verdrahtungsplatte unter Verwendung einer herkömmlichen leitenden Erhebung wird gewünscht eine Zuverlässigkeit der Kontaktlochverbindung für den Fall einer Aussetzung gegenüber einer thermischen Last oder einer mechanischen Last (einer mechanischen Spannung) stärker zu verbessern.

**[0036]** Die Zuverlässigkeit der Verdrahtungsplatte, bei der eine Zwischenschichtverbindung der Verdrahtungsschaltung durch Verwendung der leitenden Erhebungen durchgeführt wird, wie in **Fig. 25** und **Fig. 26** gezeigt, stellt insbesondere ein Problem bei den gewöhnlichen Betriebsbedingungen dar.

**[0037]** Wenn die Verdrahtungsplatte, die leitende Erhebungen verwendet, jedoch für Geräte verwendet wird, die eine hohe Zuverlässigkeit erfordern, beispielsweise industrielle elektronische Geräte, steht die Zuverlässigkeit der Zwischenschichtverbindung in Frage.

**[0038]** Die Verdrahtungsplatte, die eine hohe Zuverlässigkeit erfordert, muss ausreichend eine extreme thermische Spannung aushalten. Sogar dann, wenn ein thermischer Zyklustest ausgeführt wird, bei dem die Verdrahtungsplatte einer hohen Temperatur von beispielsweise ungefähr 125°C ausgesetzt wird und dann auf ungefähr -65°C abgekühlt wird, darf die leitende Erhebung zum Verbinden einer Vielzahl von Verdrahtungsbeschichtungen nicht abgelöst werden oder die Verdrahtungsschaltung in der gleichen Schicht darf nicht beeinträchtigt werden.

**[0039]** Jedoch wird die Verbindung zwischen der leitenden Erhebung und der Verdrahtungsschicht, die durch diese leitende Erhebung verbunden wird, manchmal durch die thermische Spannung abgebrochen, sodass es schwierig ist eine hohe Zuverlässigkeit sicherzustellen, beispielsweise eine derartige, um die industrielle Anwendung auszuhalten.

**[0040]** Die vorliegende Erfindung wurde zum Lösen eines derartigen Problems durchgeführt.

**[0041]** Demzufolge ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Verdrahtungsplatte mit einer verbesserten Zuverlässigkeit einer Zwischenschichtverbindung und Materialien für die Verdrahtungsplatte und ein Verfahren zum Herstellen der Verdrahtungsplatte bereitzustellen.

**[0042]** Da zusätzlich elektronische Elemente, die eine Halbleitereinrichtung einschließen, in den vergangenen Jahren in einer bemerkenswerten Weise höchst integriert worden sind, sind auch Probleme bei der Montage bzw. bei der Anbringung aufgetreten. Zum Beispiel ist die Anzahl von Verbindungspunkten zwischen einem elektronischen Element und einer externen Schaltung mit dem Prozess einer höheren Integration erhöht worden. Es wird gefordert,

eine Anbringungstechnologie mit hoher Dichte bereitzustellen, die in der Lage ist, eine Verbindung zwischen mehr Elektroden in einem kleineren Gebiet auszuführen. Da ein herkömmliches Anbringungsverfahren unter Verwendung einer Lötmitteleinhebung oder dergleichen verwendet, ein Lötmedium verwendet, welches Blei enthält, besteht ein Problem dahingehend, dass die Gesundheit von Arbeitern verletzt wird oder es schwierig ist dieses als ein Abfallprodukt zu beseitigen.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0043]** Diese Erfindung wurde ausgeführt, um diese Probleme zu lösen, die voranstehend beschrieben wurden.

**[0044]** In einem ersten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit einer Laminierung einer Verdrahtungsschicht und einer Isolationsschicht bereit, umfassend:

eine erste Isolationsschicht;  
eine erste Verdrahtungsschicht, die auf wenigstens einer Oberfläche der ersten Isolationsschicht gebildet ist, und einen ersten Kontaktloch-Flecken aufweist;  
eine zweite Isolationsschicht, die auf der ersten Verdrahtungsschicht gebildet ist;  
eine zweite Verdrahtungsschicht, die auf der zweiten Isolationsschicht gebildet ist, wobei die zweite Verdrahtungsschicht einen zweiten Kontaktloch-Fleck aufweist, und wobei der zweite Kontaktloch-Fleck zu dem ersten Kontaktloch-Fleck gebildet ist; und

eine leitende Säule, die den ersten Kontaktloch-Fleck und den zweiten Kontaktloch-Fleck verbindet, wobei der erste Kontaktloch-Fleck wenigstens ein Loch als eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist, wobei ein Teil der leitenden Säulen in die erste Isolationsschicht durch das Loch des ersten Kontaktloch-Flecks eingedrungen ist.

**[0045]** In einem zweiten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein elektronisches Element bereit, welches umfasst:

ein elektronisches Teil mit einer Elektrode, die auf einer ersten Fläche des elektronischen Teils gebildet ist, und eine leitende Säule, die auf der Elektrode gebildet ist;

eine erste Isolationsschicht, die auf das elektronische Teil laminiert ist, sodass die leitende Säule die Isolationsschicht durchsticht.

eine erste Verdrahtungsschicht, die auf der ersten Isolationsschicht gebildet ist und einen ersten Kontaktloch-Fleck aufweist, wobei der erste Kontaktloch-Fleck mit der durchstochenen leitenden Säule verbunden ist; und

eine zweite Isolationsschicht, die auf der ersten Verdrahtungsschicht gebildet ist; wobei eine äußere Seitenoberfläche der leitenden

Säule kontinuierlich und glatt mit einer Oberfläche der Elektrode so verbunden ist, dass eine Spannungskonzentration, die zwischen der leitenden Säule und der Elektrode angewendet wird, gelockert wird, und der erste Kontaktloch-Fleck wenigstens ein Loch als eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist, und ein Teil der ersten leitenden Säule in die zweite Isolationsschicht durch das Loch des ersten Kontaktloch-Flecks eindringt.

**[0046]** In einem dritten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte bereit, umfassend die folgenden Schritte:

Bilden einer ersten Leiterschicht mit einem ersten Kontaktloch-Fleck auf einer ersten Isolationsschicht;  
Herstellen einer zweiten Leiterschicht;

Bilden einer leitenden Säule mit einer konischen Form auf der zweiten Leiterschicht oder auf dem ersten Kontaktloch-Fleck der ersten Leiterschicht;

Laminieren der ersten Leiterschicht und der zweiten Leiterschicht durch eine zweite Isolationsschicht, die aus einem nicht gehärteten Harz gebildet ist, sodass die leitende Säule auf dem ersten Kontaktloch-Fleck auf die zweite Leiterschicht hin gerichtet ist oder die leitende Säule auf der zweiten Leiterschicht auf den ersten Kontaktloch-Fleck der ersten Leiterschicht hin gerichtet ist; und

Pressen der laminierten Schichten, während eine Erwärmung vorgenommen wird, in axialer Richtung der leitenden Säule, sodass die leitende Säule die zweite Isolationsschicht durchsticht und eine Verbindung zwischen der ersten Leiterschicht und der zweiten Leiterschicht herstellt,

wobei der erste Kontaktloch-Fleck wenigstens ein Loch als eine Spannungsentlastungseinrichtung bereitstellt, und der Pressschritt derart ausgeführt wird, dass ein Teil der leitenden Säule in die erste Isolationsschicht durch das Loch hineindringt.

**[0047]** Die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gemäß der vorliegenden Erfindung entlastet bzw. lockert mechanische Spannungen, die auf die Kontaktloch-Verbindung wirken, durch Verwenden eines Kontaktloch-Flecks, der eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist, und sie verhindert den Bruch des Kontaktloch-Flecks und den Bruch der Verbindung zwischen dem Kontaktloch-Fleck und der Verdrahtungsschaltung.

**[0048]** Die Spannungsentlastungseinrichtung, die durch den Kontaktloch-Fleck bereitgestellt wird, ist zum Beispiel ein Loch, welches durch den Kontaktloch-Fleck geht. Dieses Loch ist allgemein ein kleines Loch mit einem Durchmesser, der kleiner als der größte Durchmesser einer leitenden Säule ist. Dieses Loch kann irgendeine Form aufweisen, wenn die mechanischen Spannungen, die auf den Kontaktloch-Fleck und die mit dem Kontaktloch-Fleck verbundene Verdrahtungsschaltung wirken, insbeson-

dere die normalen mechanischen Spannungen, verringert werden können, wenn die leitende Säule in ihrer axialen Richtung gepresst bzw. gedrückt wird. Zum Beispiel kann die Form kreisförmig, elliptisch, sternförmig, oder schalenförmig sein. Jedoch ist eine Form, die durch eine glatte kontinuierliche geschlossene Kurve gezeichnet werden kann, geeignet. Der Grund hierfür ist, dass dann, wenn ein Kerbenabschnitt vorhanden ist, sich mechanische Spannungen an diesem Abschnitt konzentrieren, was zu dem Bruch des Kontaktloch-Flecks und der Verdrahtungsschicht führt. Die Anzahl von Löchern, die in dem Kontaktloch-Fleck gebildet sind, kann eines oder mehrere sein.

**[0049]** Das Loch, das auf dem Kontaktloch-Fleck gebildet ist, sollte einen Durchmesser aufweisen, sodass eine ausreichende elektrische Verbindung hergestellt wird, wenn die leitende Säule über einen Druck geschweißt wird. Wenn zum Beispiel die leitende Säule auf nur einem der Kontaktloch-Flecken gebildet ist, kann der durchschnittliche Lochdurchmesser des Kontaktloch-Flecks auf ungefähr 0,1 bis 0,25 mm eingestellt werden, wenn der Durchmesser der leitenden Säule an dem Abschnitt der gleichen Höhe wie die Dicke einer zweiten Isolationsschicht von dem Boden ungefähr 0,3 mm ist und der äußere Durchmesser des Kontaktloch-Flecks ungefähr 0,7 mm ist.

**[0050]** Die Zwischenschichtverbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung, die leitende Säulen verwendet, kann die normalen mechanischen Spannungen, die insbesondere auf den Kontaktloch-Fleck wirken, durch Bereitstellen eines Kontaktloch-Flecks mit einer derartigen Spannungsentlastungseinrichtung lockern. Ferner dringt die leitende Säule in die erste Isolationsschicht in einem ausgehärteten Zustand aus, kann jedoch nicht leicht einstechen bzw. durchstechen, sodass eine plastische Deformation sogar in der Oberflächenrichtung des Kontaktloch-Flecks auftritt. Die plastische Deformation der leitenden Säule in der Oberflächenrichtung des Kontaktloch-Flecks lockert auch die tangentialen mechanischen Spannungen. Deshalb wird der Kontaktloch-Fleck nicht gebrochen und die Funktion davon kann aufrecht erhalten werden.

**[0051]** Die Bildung eines Lochs, welches eine Spannungsentlastungseinrichtung für den Kontaktloch-Fleck ist, wird vorzugsweise zur gleichen Zeit gebildet, zu der die Verdrahtungsschicht, zu der dieser Kontaktloch-Fleck gehört, in eine vorgegebene Verdrahtungsschaltung mit einem Muster versehen wird. Der Grund hierfür ist, weil die Anzahl von Prozessen nicht erhöht werden müssen, wenn die Ausbildung zu der gleichen Zeit ausgeführt wird, zu der die Verdrahtungsschaltung mit einem Muster versehen wird. Das Loch kann vorher an einer vorgegebenen

nen Position der Leiterschicht gebildet werden. Jedoch nimmt die Produktivität ab.

**[0052]** Ein anderes Merkmal der Mehrschichtverdrahtungsplatte in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass die Kontaktloch-Verbindung, die die leitende Säule verwendet, so konstruiert ist, dass die Verbindung zwischen der Verdrahtungsschicht und der leitenden Säule nicht abgelöst wird. Das heißt, die Verbindung zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule, die ein Hyperboloid von einer Schicht oder ein Hyperboloid einer Drehung einer Schicht aufweist, ist so ausgebildet, dass der Kerbeneffekt, der auf die Verbindung einer Zwischenoberfläche zwischen der leitenden Säule und dem Kontaktierungs-Fleck wirkt, gelockert wird. Durch Kombinieren der Verbindung zwischen der leitenden Säule, die eine Form aufweist, die eine Spannungskonzentration lockert, und den Kontaktloch-Fleck und den Kontaktloch-Fleck mit der voranstehend beschriebenen Spannungsentlastungseinrichtung wird die Zuverlässigkeit der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte weiter verbessert.

**[0053]** Die vorliegende Erfindung, bei der die Kontaktloch-Verbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte unter Verwendung der leitenden Säulen so konstruiert ist, dass die Verbindung zwischen der Verdrahtungsschicht und der leitenden Säule nicht abgelöst wird, wurde auf die folgende Erkenntnis gestützt, die durch die Erfinder gewonnen wurde.

**[0054]** Die Erfinder analysierten die Kraft, die auf die Verbindung unter Verwendung der leitenden Säulen wirkt, um die Zuverlässigkeit einer Zwischenschichtverbindung unter Verwendung der leitenden Säulen zu verbessern.

**[0055]** Die leitende Säule (ein Pfeiler), der durch die Isolationsschicht gebildet wird, verbindet einen ersten Kontaktloch-Fleck einer ersten Verdrahtungsschicht, die durch die Isolationsschicht getrennt ist, mit einem zweiten Kontaktloch-Fleck einer zweiten Verdrahtungsschicht. Für den Fall eines Lötmitel-Rückflussschritts bei dem Anbringungsprozess wird zum Beispiel die Zwischenschichtverbindung einer derartigen Konstruktion einer thermischen Belastung ausgesetzt, sodass eine mechanische Spannung auftritt, die sich aus der Differenz in dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten ergibt.

**[0056]** Zum Beispiel beträgt der thermische Ausdehnungskoeffizient von Kupfer  $19,0 \times 10^{-6} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$ , derjenige von Silber beträgt  $17,0 \times 10^{-6} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$ , und derjenige von Aluminium beträgt  $23,0 \times 10^{-6} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$ .

**[0057]** Andererseits sind für den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Isolationsharztes, zum Beispiel für den Fall von FR-4 (NEMA Standard), die Koeffizienten für die thermische Ausdehnung in der

longitudinalen Richtung  $\alpha_1 = 1,3 \times 10^{-5} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$  und  $\alpha_2 = 1,5 \times 10^{-6} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$ , die Koeffizienten für die thermische Ausdehnung in der transversalen Richtung sind  $\alpha_1 = 1,8 \times 10^{-5} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$  und  $\alpha_2 = 1,4 \times 10^{-5} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$  und die Koeffizienten der thermischen Ausdehnung in der dicken Richtung sind  $\alpha_1 = 5,1 \times 10^{-5} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$  und  $\alpha_2 = 2,6 \times 10^{-4} [^{\circ}\text{K}^{-1}]$ . Hierbei ist  $\alpha_1$  der thermische Ausdehnungskoeffizient für Temperaturen, die nicht höher als die Glasübergangstemperatur  $T_g$  ist, und  $\alpha_2$  ist der thermische Ausdehnungskoeffizient für Temperaturen, die nicht kleiner als die Glasübergangstemperatur  $T_g$  sind. Die Glasübergangstemperatur von FR-4 beträgt ungefähr  $125^{\circ}\text{C}$ .

**[0058]** Die longitudinale Richtung ist die Längsrichtung eines Glaskreuzes in einer Ebene des Glaskreuzes. Die transversale Richtung ist senkrecht zu der longitudinalen Richtung in der gleichen Ebene.

**[0059]** Somit ist der thermische Ausdehnungskoeffizient des Harzmaterials für die Isolationsschicht höher als der thermische Ausdehnungskoeffizient des Leitermetalls, das die Verdrahtungsschicht einschließlich des Kontaktloch-Flecks bildet, und des Hauptabschnitts der leitenden Säule. Insbesondere ist der thermische Ausdehnungskoeffizient in der dicken Richtung (der normalen Richtung der Schicht) der Isolationsschicht, die sich eng auf die Zuverlässigkeit der Kontaktlochverbindung bezieht, viel größer als der thermische Ausdehnungskoeffizient des allgemeinen Leitermetalls, das für die Verdrahtungsschicht verwendet wird, und zwar höher um ein bis zwei Größenordnungen. Ferner ist der thermische Ausdehnungskoeffizient in der dicken Richtung der Isolationsharzschicht bei Temperaturen höher als die Glasübergangstemperatur  $T_g$  viel höher als der thermische Ausdehnungskoeffizient bei Temperaturen niedriger als die Glasübergangstemperatur  $T_g$ . Diese Tendenz ist die gleiche für Isolationsharzmaterialien. Ein derartiger Trend wie dieser ist in der gleichen Weise auch in einem Isolationsharzmaterial wie GPY, FR-5, CEM-3, CEM-I, FR-3, FR-2, XXXPC, FR-1, XPC, G-10, und dergleichen ersichtlich.

**[0060]** Das heißt, der thermische Ausdehnungskoeffizient in der axialen Richtung der leitenden Säule ist niedriger als der thermische Ausdehnungskoeffizient des Harzmaterials, das die Isolationsschicht wie voranstehend beschrieben bildet, nicht nur, wenn das Material, das die leitende Säule bildet, ein Metall ist, sondern auch dann, wenn das Material eine leitende Harzzusammensetzung ist, bei der ein leitendes Metallpulver in einem Binderharz verteilt ist.

**[0061]** Wenn eine thermische Belastung an die Kontaktlochverbindung unter Verwendung der leitenden Säulen angewendet wird, wird eine große mechanische Spannung deshalb in der Zentralachsenrichtung (parallel zu der normalen Richtung der Isolationsschicht) der leitenden Säule erzeugt, und zwar als

Folge der Differenz zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der leitenden Säule und demjenigen der Isolationsschicht. Diese Spannung wirkt allgemein so, dass die leitende Säule von der Verbindung des ersten und zweiten Kontaktloch-Flecks abgelöst wird. Das heißt, eine Spannung wirkt in der normalen Richtung auf die Zwischenoberfläche zwischen der leitenden Säule und dem ersten Kontaktloch-Fleck, die eine Fläche senkrecht zu der Zentralachse der leitenden Säule ist, und der Zwischenoberfläche zwischen der leitenden Säule und dem zweiten Kontaktloch-Fleck.

**[0062]** Ferner ist eine derartige Spannung, die auf die Kontaktloch-Verbindung unter Verwendung der leitenden Säulen wirkt und durch eine thermische Belastung verursacht wird, am höchsten an dem Punkt, an dem drei Teile der Isolationsschicht, der leitenden Säule, und der Verdrahtungsschicht sich treffen. Das heißt, wenn eine thermische Last an die Kontaktloch-Verbindung unter Verwendung der leitenden Säulen angewendet wird, ist ein Dreifachübergang, wo Materialien mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften sich treffen, ein Punkt, an dem die größte mechanische Spannung wirkt, weil die drei Teile der Isolationsschicht, der leitenden Säule und der Verdrahtungsschicht unterschiedliche physikalische Eigenschaften aufweisen, beispielsweise unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten und unterschiedliche Steifigkeiten.

**[0063]** Der Erfinder hat die mechanische Spannung, die auf der Kontaktloch-Verbindung erzeugt wird, durch eine Simulation unter Verwendung der physikalischen Eigenschaftskonstanten von Materialien analysiert. Das Analyseergebnis hat hervorgebracht, dass die mechanische Spannungswirkung, die so wirkt, dass die leitende Säule von der Verdrahtungsschicht abgelöst wird, von dem Winkel abhängt, der zwischen der Kontaktlochoberfläche und der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule dem Abschnitt gebildet wird, wo die Verdrahtungsschicht (Übertritt der Kontaktloch-Fleck) eine Verbindung mit der leitenden Säule hat.

**[0064]** Das heißt, wenn die hyperbolisch ausgeformte äußere Umfangsoberfläche der leitenden Säule glatt und kontinuierlich mit der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks verbunden ist, ist die Stärke gegenüber einer Ablösung hoch, wenn aber eine Kerbe an der Verbindung zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule und dem Kontaktloch-Fleck vorhanden ist, konzentrieren sich mechanische Spannungen an diesem Abschnitt, was zu einer Verringerung der Ablösungsstärke führt. Je schärfer die Kerbe ist, desto größer ist die Verringerung in der Ablösungsstärke. Es wurde auch festgestellt, dass dann, wenn die äußere Umfangsoberfläche der leitenden Säule glatt mit der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks insgesamt verbunden ist, die Ab-

lösungsstärke aufrecht erhalten werden kann, sogar dann, wenn eine mikroskopische Kerbe vorhanden ist. Die Verbindung zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule und der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks beschreibt eine ungefähr kreisförmige Kurve, und wenn sämtliche Teile auf dieser geschlossenen Kurve glatt verbunden sind, wird die maximale Ablösungsstärke erhalten. Trotzdem kann, wenn wenigstens ein Teil dieser geschlossenen Kurve glatt verbunden ist, die Ablösungsstärke im Vergleich mit dem Fall erhöht werden, bei dem die geschlossene Kurve verbunden ist, während sämtliche Teile davon eine Kerbe mit einer Form aufweisen, sodass der Spannungskonzentrationsfaktor groß ist.

**[0065]** Die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung wurde gestützt auf die voranstehend beschriebene Erkenntnis bereitgestellt. Deshalb weist die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte dieser Erfindung eine Kontaktloch-Verbindung auf, die eine leitende Säule und wenigstens einen Teil des Abschnitts, wo die äußere Umfangsoberfläche der leitenden Säule mit der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks glatt verbunden ist, verwendet.

**[0066]** Ein derartiger Übergang zwischen der leitenden Säule und dem Kontaktloch-Fleck kann erhalten werden, indem einmal das Spitzenende der leitenden Säule zum Beispiel mit Hilfe einer harten Platte aus rostfreiem Stahl für eine plastische Deformation gedrückt wird und indem eine metallische Folie für eine Verdrahtungsschicht in diesen Zustand gedrückt wird. Durch geeignetes Einstellen der Höhe in der leitenden Säule in der Formation in Bezug auf die Dicke der Isolationsschicht, die durch die leitende Säule angestochen bzw. durchstochen wird, kann auch leicht der Übergang zwischen der leitenden Säule und dem Kontaktloch-Fleck erreicht werden, der den Kerbeneffekt lockert. Hierbei bedeutet der Kerbeneffekt einen Effekt, dass sich Spannungen an dem Kerbenabschnitt konzentrieren und eine Deformation und ein Bruch dazu neigt aufzutreten, wenn eine externe Kraft an einen Festkörper mit einer Kerbe angewendet wird. Für die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Form der Verbindung zwischen der leitenden Säule und der Leiterschicht oder dem Kontaktloch-Fleck durch eine Kontrolle gebildet, sodass der Spannungskonzentrationsfaktor verkleinert wird.

**[0067]** Für die Verdrahtungsschicht, die die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung bildet, kann ein metallisches Material, das als ein Verdrahtungsmaterial verwendet werden kann, einschließlich Kupfer und Aluminium verwendet werden. Ferner kann ein leitendes Harz verwendet werden. Dadurch, dass die Leiterschicht durch einen Fotoätzprozess oder durch einen Siebdruck der Harz-

schicht mit einem Muster versehen wird, kann eine Verdrahtungsschicht gebildet werden, die eine Verdrahtungsschaltung mit einem vorgegebenen Muster aufweist.

**[0068]** Die leitende Säule, die für die Zwischenschichtverbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann durch leitende Materialien gebildet werden, wie beispielsweise ein leitendes Harz und eine leitende Paste. Sie kann auch durch verschiedene metallische Materialien gebildet werden.

**[0069]** Für die leitenden Materialien umfassen die Bindemittel, die aus einem Harzmaterial etc. bestehen, ein leitendes Pulver, wie beispielsweise Silber, Gold, Kupfer, und ein Lötmittel-Pulver und ein leitendes Harz, in dem leitende feine Partikel gemischt oder verteilt sind. Eine Vielzahl von Metallen und Legierungen, die kombiniert sind, können für das leitende Material verwendet werden.

**[0070]** Die Harze für die Bindemittel-Komponente umfassen im Allgemeinen thermoplastische Harze, wie beispielsweise Polykarbonat-Harz, Polysulfon-Harz, Polyester-Harz und Phenoxy-Harz, und thermisch aushärtende Harze, wie phenolysches Harz, Polyimid-Harz, und Epoxyd-Harz. Zusätzlich zu diesen Harzen werden Harze des Typs, der ultraviolettaushärtet, oder Harze des Typs, der durch eine Elektronenstrahlbestrahlung aushärtet, eingeschlossen sein, wie beispielsweise Methylmetacrylat, Diäthylmethylmetacrylat, Trimethylolpropantriacrylat, Diäthylenglycoldiäthylacrylat, Methylacrylat, Diäthylenglykoletoxilat, Acrylate des  $\epsilon$ -Caprolacton modifizierten Dipentaerythritol. Zusätzlich kann als Reaktion auf Anforderungen ein Lösungsmittel verwendet werden.

**[0071]** Um eine leitende Säule durch Verwendung eines derartigen leitenden Harzes zu bilden kann das leitende Harz unter Verwendung einer Maske, zum Beispiel einer Metallmaske, per Siebdruck aufgebracht werden. Eine leitende Säule kann in einer gewünschten Form ausgebildet werden, indem die Metallmaske in der Form, im Lochdurchmesser und der Dicke eingestellt wird und indem auch die leitende Harzschicht in der Viskosität, Thixotropie, Oberflächenspannung eingestellt wird, oder indem die Maske in derartigen physikalischen Eigenschaften wie der Oberflächenspannung und dergleichen eingestellt wird. Um die Form einer leitenden Säule zu steuern, wird bevorzugt das leitende Harz in der Viskosität größer als für den Fall, bei dem es gewöhnlicherweise verwendet wird, zu machen. Zusätzlich kann auch ein leitendes Harzmaterial mit einer Thixotropie verwendet werden, wie eine Einstellung des leitenden Harzmaterials in der Thixotropie mit Hilfe einer Ultraschallvibration und dergleichen.

**[0072]** Ein leitendes Harz, bei dem ein Loch der Maske in einer derartigen Weise aufgefüllt ist, wird deformiert, wenn es zwischen der leitenden Schicht und der Metallschicht durch Ziehen der Maske und der leitenden Schicht weg von einander in der normalen Richtung der leitenden Schicht gedehnt wird, und in Folge dessen wird eine leitende Säule mit einer fast konischen Form auf der leitenden Schicht gebildet. Ein derartiges Verfahren kann eine leitende Säule bereitstellen, die einen kleinen Kontaktwinkel  $\theta$  zu der leitenden Schicht aufweist und eine Verbindungsform aufweist, um so einen Kerbeneffekt zu verringern.

**[0073]** Für den Fall, dass versucht wird eine leitende Säule mit einem höheren Aspektverhältnis zu bilden kann es ausreichen die Form der Maskenlöcher, die physikalischen Eigenschaften des leitenden Harzes und dergleichen einzustellen oder es kann auch ausreichen die Maske an der gleichen Position neu anzuordnen und einen Siebdruck zu wiederholen.

**[0074]** Eine leitende Säule kann nicht nur durch einen Siebdruck gebildet werden, sondern auch durch ein Stempel- bzw. Stanzverfahren, das eine leitende Paste in Löcher der Maske herausdrückt, oder andere Verfahren. Durch ein derartiges Verfahren kann ebenfalls eine leitende Säule mit einem hohen Aspektverhältnis aus einer leitenden Paste, einem leitenden Harz oder dergleichen gebildet werden, und zwar in der gleichen Weise wie bei einem Siebdruck. Zusätzlich kann eine leitende Säule aus Metall mit Hilfe eines Plattierungsverfahrens oder dergleichen gebildet werden.

**[0075]** Die leitende Säule kann auf der Leierschicht, beispielsweise einer Kupferfolie, gebildet werden oder kann auf der mit einem Muster versehenen Verdrahtungsschicht gebildet werden.

**[0076]** Ferner wird die leitende Säule zum Beispiel auf einer synthetischen Harzschicht gebildet, die eine gute Ablösungseigenschaft aufweist (z. B. ein Teflon-Harz, wie beispielsweise Polyvinylidenfluorid), die leitende Säule wird in einer isolierenden Harzschicht in einem halb-ausgehärteten Zustand eingebettet, und eine Kupferfolie und eine Verdrahtungsschicht können auf den Boden davon gedrückt werden.

**[0077]** Eine leitende Säule kann nicht nur für eine Kontaktloch-Verbindung in einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte verwendet werden, sondern auch für eine Verbindung zwischen einem elektronischen Element, beispielsweise einer Halbleitereinrichtung, und einer Verdrahtungsschaltung, auf der das elektronische Element angebracht ist, indem die leitende Säule auf einer Elektrode des elektronischen Elements gebildet wird.

**[0078]** Für die Isolationsschicht, die die Verdrahtungsschichten elektrisch trennt, die durch die leitende Säule verbunden werden, die die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung bilden, können zum Beispiel allgemeine isolierende Harzmaterialien verwendet werden. Die Dicke davon kann je nach Anforderung eingestellt werden. Zum Beispiel kann sie auf ungefähr 40 bis 800  $\mu\text{m}$  eingestellt. Ferner kann die Dicke der Isolationsschicht zusammen mit der Höhe der leitenden Säule eingestellt werden.

**[0079]** Die thermoplastischen Harzmaterialien, die für die Isolationsschicht verwendet werden können, umfassen Polykarbonat-Harz, Polysulfon-Harz, thermoplastisches Polyimid-Harz, Polyäthylen-Harz 4-Fluorid, Polyäthylen-Harz 6-Fluorid, und Polyäther-Ätherketon-Harz. Diese isolierenden Harzmaterialien, die in eine Schichtform ausgebildet sind, können verwendet werden.

**[0080]** Die thermoaushärtenden Harzmaterialien umfassen Epoxydharz Bismaleimid-Triazine-Harz, Polyimid-Harz, Phenol-Harz, Polyester-Harz und Melamin-Harz oder Butadiengummi und Butylgummi. Auch Rohgummischichten aus natürlichem Gummi, Neoprengummi oder Silikongummi können für die thermoaushärtenden Harzmaterialien verwendet werden.

**[0081]** Diese isolierenden Harzmaterialien können unabhängig verwendet werden oder können durch auffüllen einer isolierenden anorganischen oder organischen Substanz verwendet werden. Ferner können sie durch Kombination mit einem Verstärkungsmaterial, wie beispielsweise einem Glasgewebe oder einer Glasmatte, einer synthetischen Faser oder einer synthetischen Matte, und Papier verwendet werden.

**[0082]** Ein elektronisches Element der Erfindung ist ein elektronisches Element, bei dem eine leitende Säule mit einer fasskonischen Form, wie voranstehend beschrieben, auf einer Elektrode oder Anschlussflecken, die auf einem Verbindungsabschnitt zu einer externen Schaltung gebildet sind, gebildet worden ist. Zusätzlich ist ein elektronisches Elementpaket der Erfindung ein elektronisches Elementpaket, bei dem ein elektronisches Element mit Hilfe von leitenden Säulen angebracht wird.

**[0083]** Ein Kontaktabschnitt zwischen einer leitenden Säule und einer Elektrode eines elektronischen Elements ist so ausgeformt, dass eine Konzentration der mechanischen Spannungen, die zwischen der leitenden Säule und der Elektrode erzeugt wird, verringert wird. Die Form des Kontaktabschnitts zwischen der leitenden Säule und der Elektrode kann mit einer Form auskommen, die eine Fläche aufweist, bei der die äußere Oberfläche der leitenden Säule und

die Oberfläche der Elektrode glatt miteinander verbunden sind. Zusätzlich kann die Form auch einen Abschnitt aufweisen, bei dem ein Winkel  $\theta$ , der zwischen der äußeren Oberfläche der leitenden Säule und der Oberfläche der Elektrode gebildet ist, ein spitzer Winkel ist.

**[0084]** Ein elektronisches Element der Erfindung mit einer derartigen Form eines Verbindungsabschnitts zu einer externen Schaltung kann ein elektronisches Elementpaket der Erfindung bereitstellen, indem es auf einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit Hilfe des gleichen Verfahrens wie ein Mehrschicht-Herstellungprozess zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung angebracht wird.

**[0085]** Zum Beispiel werden zuerst eine Verdrahtungsschicht mit einem vorgegebenen Muster, das einen Kontaktloch-Fleck an einer Position entsprechend zu einer Elektrode eines elektronischen Elements aufweist, und das elektronische Element mit einer leitenden Säule, die auf der Elektrode gebildet ist, so angeordnet, dass sie aufeinander zugekehrt sind, wobei eine nicht ausgehärtete isolierende Harzschicht zwischen ihnen ist. Wenn sie zusätzlich von beiden Seiten gedrückt wird, dringt die leitende Säule in die halb-ausgehärtete isolierende Harzschicht ein und wird mit dem Kontaktloch-Fleck verbunden, wenn sie durch eine plastische Deformation deformiert wird. Gleichzeitig wird die isolierende Harzschicht durch eine Erwärmung vollständig ausgehärtet.

**[0086]** Wie voranstehend beschrieben weisen ein elektronisches Element und ein elektronisches Elementpaket der Erfindung einen großen Vorteil dahingehend auf, dass ein Lötvorgang bei der Anbringung nicht benötigt wird. Da zusätzlich eine Verdrahtung von Zuleitungsdrähten von einem elektronischen Element auf einer Vielzahl von Verdrahtungsschichten ausgeführt werden kann, indem das elektronische Element auf einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung angebracht wird, wird die Anbringendichte stark verbessert. In diesem Fall ist es möglich ein elektronisches Element, das auf der Verdrahtungsplatte angebracht ist, als ein Äquivalent zu der einen äußersten Schicht der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in der Komposition anzusehen. Demzufolge kann eine Verdrahtung von Zuleitungsdrähten von einem elektronischen Element dreidimensional zwischen einer Vielzahl von Verdrahtungsschichten ausgeführt werden, indem eine Kontaktloch-Verbindung durch eine leitende Säule zwischen einem Kontaktloch-Fleck einer Verdrahtungsschicht ausgeführt wird, um mit einer Elektrode eines elektronischen Elements durch eine leitende Säule und einem Kontaktloch-Fleck einer anderen Verdrahtungsschicht verbunden zu werden.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- [0087] In den Zeichnungen zeigen:
- [0088] [Fig. 1](#) eine Figur, die schematisch ein Beispiel eines Ausbaus einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung zeigt;
- [0089] [Fig. 2](#) eine Figur, die schematisch ein Beispiel der Form eines ersten Kontaktloch-Flecks zeigt;
- [0090] [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#), [Fig. 3C](#), [Fig. 3D](#) und [Fig. 3E](#) Figuren, die schematisch andere Beispiele der Form des ersten Kontaktloch-Flecks zeigen;
- [0091] [Fig. 4](#) eine Figur, die einen vergrößerten Kontaktloch-Verbindungsabschnitt einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der in [Fig. 1](#) gezeigten Erfindung zeigt;
- [0092] [Fig. 5](#) eine Querschnittsansicht, die schematisch ein anderes Beispiel eines Aufbaus einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung zeigt;
- [0093] [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#) und [Fig. 6C](#) Figuren zum Erläutern eines Herstellungsprozesses einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der in [Fig. 5](#) gezeigten Erfindung;
- [0094] [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#), [Fig. 7C](#) und [Fig. 7D](#) Figuren zum Erläutern eines anderen Beispiels des Herstellungsprozesses einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung;
- [0095] [Fig. 8](#) eine Querschnittsansicht eines Kontaktloch-Verbindungsabschnitts der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der [Fig. 7D](#), entlang einer Ebene parallel zu der Axialrichtung einer leitenden Säule;
- [0096] [Fig. 9A](#) eine Figur, die schematisch einen Querschnittsaufbau eines Kontaktloch-Verbindungsabschnitts einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung zeigt;
- [0097] [Fig. 9B](#) eine Figur, die schematisch einen Querschnittsaufbau des in [Fig. 9A](#) gezeigten Kontaktloch-Verbindungsabschnitts zeigt;
- [0098] [Fig. 9C](#) eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Konstruktion des in [Fig. 9A](#) gezeigten Kontaktloch-Verbindungsabschnitts zeigt;
- [0099] [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#) und [Fig. 10C](#) Figuren, die schematisch Beispiele der Form eines Verbindungsabschnitts zwischen einer leitenden Säule und einem ersten Kontaktloch-Fleck oder einem zweiten Kontaktloch-Fleck zeigen;
- [0100] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) Figuren, die schematisch unerwünschte Beispiele der Form eines Verbindungsabschnitts zwischen einer leitenden Säule und einem ersten Kontaktloch-Fleck oder einem zweiten Kontaktloch-Fleck zeigen, die zum Vergleich dargestellt sind;
- [0101] [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) Figuren, die schematisch andere Beispiele der Form eines Verbindungsabschnitts zwischen einer leitenden Säule und einem ersten Kontaktloch-Fleck oder einem zweiten Kontaktloch-Fleck zeigen;
- [0102] [Fig. 13A](#) eine Figur, die schematisch ein Beispiel einer Konstruktion einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung zeigt;
- [0103] [Fig. 13B](#) eine Figur, die schematisch einen Zustand zeigt, bei dem eine thermische Last einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der [Fig. 13A](#) auferlegt wird;
- [0104] [Fig. 14A](#), [Fig. 14B](#), [Fig. 14C](#), [Fig. 14D](#), [Fig. 14E](#), [Fig. 14F](#), [Fig. 14G](#) und [Fig. 14H](#) Figuren zum Erläutern eines Beispiels eines Herstellungsprozesses und einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung;
- [0105] [Fig. 15A](#), [Fig. 15B](#), [Fig. 15C](#), [Fig. 15D](#) und [Fig. 15E](#) Figuren zum Erläutern eines Beispiels eines Bildungsprozesses einer leitenden Säule **24**;
- [0106] [Fig. 16](#) eine Figur, die schematisch eine Beziehung zwischen der leitenden Säule **24** und einer Isolationsschicht **21** zeigt;
- [0107] [Fig. 17](#) eine Figur, die schematisch einen Zustand zeigt, bei dem eine erste Verdrahtungsschicht und eine zweite Verdrahtungsschicht so angeordnet sind, dass leitende Säulen gegenüberliegend zueinander sind, wobei eine Isolationsschicht zwischen ihnen ist;
- [0108] [Fig. 18](#) eine Figur, die schematisch eine Konstruktion eines Kontaktloch-Verbindungsabschnitts der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung zeigt, die dadurch gebildet worden ist, dass die leitenden Säulen **24** veranlasst werden, die Isolationsschicht **21** von ihren beiden Seiten zu durchdringen;
- [0109] [Fig. 19A](#), [Fig. 19B](#), [Fig. 19C](#), [Fig. 19D](#), [Fig. 19E](#) und [Fig. 19F](#) Figuren, die schematisch eine Konstruktion von Kontaktloch-Verbindungsabschnitten von Mehrschicht-Verdrahtungsplatten zeigen, die jeweils mit veränderlicher Höhe  $h$  der leitenden Säulen hergestellt werden;
- [0110] [Fig. 19G](#), die schematisch eine Konstruktion einer Kontaktloch-Verbindung einer Mehrschicht-Ver-

drahtungsplatte der [Fig. 19F](#) zeigt, die eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist, die in einem Kontaktloch-Fleck gebildet ist;

[0111] [Fig. 20A](#) eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Beispiel eines elektronischen Elements der Erfindung zeigt, und [Fig. 20B](#) eine perspektivische Ansicht des elektronischen Elements durchgesehen von seiner Rückseite;

[0112] [Fig. 21A](#), [Fig. 21B](#) und [Fig. 21C](#) Figuren zum Erläutern eines Beispiels eines Verfahrens zum Bilden einer leitenden Säule auf einer Elektrode eines elektronischen Elements der Erfindung;

[0113] [Fig. 22](#) eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Beispiel eines elektronischen Elementpakets der Erfindung zeigt;

[0114] [Fig. 23](#) eine Figur, die schematisch eine Querschnittskonstruktion entlang der Schnittlinie A-A des in [Fig. 22](#) gezeigten elektronischen Elementpakets zeigt;

[0115] [Fig. 24](#) eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer Querschnittskonstruktion einer herkömmlichen Mehrschicht-Verdrahtungsplatte zeigt;

[0116] [Fig. 25A](#) und [Fig. 25B](#) Figuren, die ein Beispiel eines Herstellungsprozesses einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte zeigt, deren Verdrahtungsschichten miteinander mit Hilfe von leitenden Erhebungen verbunden sind;

[0117] [Fig. 26A](#) und [Fig. 26B](#) Figuren, die ein anderes Beispiel eines Herstellungsprozesses einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte zeigen, deren Verdrahtungsschichten miteinander mit Hilfe von leitenden Erhebungen verbunden sind;

[0118] [Fig. 27](#) eine Figur, die schematisch einen Kontaktloch-Verbindungsabschnitt einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte zeigt, bei der ein Kontaktloch-Fleck durch einen Druckbeaufschlagungsprozess bereitgestellt wird.

#### BEVORZUGTE VORGEHENSWEISE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

##### (BEISPIEL 1)

[0119] [Fig. 1](#) zeigt schematisch eine Konstruktion einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung, bei der Verdrahtungsschichten, die aus Leitern bestehen, über Isolationsschichten laminiert sind.

[0120] Für diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **10** wird eine erste Verdrahtungsschicht **12** auf einer ersten Isolationsschicht **11a** gebildet, und die erste

Verdrahtungsschicht **12** wird mit einem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** als ein Teil von ihrem Schaltungsmuster versehen. Eine zweite Isolationsschicht **11b** wird auf der ersten Verdrahtungsschicht **11** gebildet, und eine zweite Verdrahtungsschicht **13** wird auf der zweiten Isolationsschicht **11b** gebildet. Die zweite Verdrahtungsschicht ist mit einem zweiten Kontaktloch-Fleck **13a** an einer Position versehen, die dem Kontaktloch-Fleck **12a** der ersten Verdrahtungsschicht entspricht.

[0121] Der erste und der zweite Kontaktloch-Fleck, die zueinander über die zweite Isolationsschicht **11b** angeordnet sind, sind miteinander durch eine leitende Säule **14** verbunden. Das heißt, diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **10** bildet eine Mehrschichtverbindung von unterschiedlichen Verdrahtungsschichten durch die leitende Säule **14** (ein leitender Pfeiler).

[0122] Ein Merkmal der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der erste Kontaktloch-Fleck **12a** eine Einrichtung zur Entlastung einer mechanischen Spannung aufweist, die in der Axialrichtung der leitenden Säule **14** angewendet wird, und in diesem Fall ist der erste Kontaktloch-Fleck **12a** mit einem Durchloch **12b** gebildet.

[0123] [Fig. 2](#) zeigt schematisch ein Beispiel der Form des ersten Kontaktloch-Flecks, wobei ein Zustand gezeigt ist, bei dem der erste Kontaktloch-Fleck auf der ersten Isolationsschicht **11a** strukturiert ist. Dieser erste Kontaktloch-Fleck **12a** weist ein im Wesentlichen kreisförmiges Durchloch **12b** auf. Jedoch ist die Form und die Anzahl der Durchlöcher **12b** nicht auf diejenigen beschränkt, die in der Figur gezeigt sind. Die Form des Durchlochs **12b** kann elliptisch, sternförmig oder schalenförmig, genauso wie kreisförmig, sein. Zusätzlich weist das Durchloch **12b** vorzugsweise eine Form mit keinem Winkelabschnitt oder einer Kerbe auf, um zu verhindern, dass sich mechanische Spannungen an einem spezifischen Abschnitt konzentrieren.

[0124] Der erste Kontaktloch-Fleck **12a** kann eine Vielzahl von Durchlöchern **12b** aufweisen. [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#), [Fig. 3C](#), [Fig. 3D](#) und [Fig. 3E](#) zeigen mehrere Beispiele der Form des Kontaktloch-Flecks, um eine mechanische Spannung zu entlasten.

[0125] [Fig. 4](#) ist eine vergrößerte Ansicht einer Zwischenschichtverbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Der erste Kontaktloch-Fleck **12a** und der zweite Kontaktloch-Fleck **13b** sind über eine Kontaktloch-Verbindung durch die leitenden Säulen **14** miteinander verbunden. Die leitende Säule **14** weist eine eingedrungene Zone **14b** auf, die in die erste Isolationsschicht **11a** durch das Loch **12b**, das in dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildet ist, eindringt. Die-

se eingedrungene Zone wird zum Beispiel durch eine Druckbeaufschlagung der ersten Isolationsschicht und der zweiten Verdrahtungsschicht in der Axialrichtung der leitenden Säule, wobei die leitende Säule zwischen dem ersten Kontaktloch-Fleck und dem zweiten Kontaktloch-Fleck liegt, gebildet. Bei der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung, die eine derartige Konstruktion verwendet, dringt ein Teil der leitenden Säule zu der Seite der ersten Isolationsschicht, während eine plastische Deformation vorgenommen wird, durch das Durchloch **14b** ein, das eine Spannungsentlastungseinrichtung ist, die in dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildet ist, wodurch der Bruch des ersten Kontaktloch-Flecks **12a** verhindert werden kann, und zwar sogar dann, wenn eine Drucklast in der Richtung einer Zwischenschichtverbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, das heißt in der Axialrichtung der leitenden Säule **14**, angewendet wird. Deshalb wird die Zuverlässigkeit der Zwischenschichtverbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte verbessert. Wenn die Spannungsentlastungseinrichtung, die der erste Kontaktloch-Fleck **12a** aufweist, gleichzeitig mit der Strukturierung bzw. Musterbildung der ersten Verdrahtungsschicht **12** gebildet wird, muss ferner die Anzahl von Prozessen nicht erhöht werden. Die Steifigkeit der leitenden Säule ist höher als diejenige der ersten Isolationsschicht. Jedoch sollte sie vorzugsweise so eingestellt sein, dass die leitende Säule (der leitende Pfeiler) zu einem gewissen Ausmaß plastisch deformiert wird, um eine mechanische Spannung zu verringern, wenn sie eindringt.

## (BEISPIEL 2)

**[0126]** [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht, die schematisch ein anderes Beispiel einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung zeigt. Diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **20** weist vier Verdrahtungsschichten auf, die aus Leitern bestehen. Jede Verdrahtungsschicht weist einen Kontaktloch-Fleck auf, der als ein Teil von deren Schaltungsmustern vorgesehen ist, und eine Zwischenschichtverbindung von Verdrahtungsschichten wird durch Verbinden eines Paares von Kontaktloch-Flecken zueinander über eine Isolationsschicht **11** mit Hilfe einer leitenden Säule **14** gebildet.

**[0127]** Auf beiden Oberflächen der ersten Isolationsschicht **11** wird eine erste Verdrahtungsschicht **12** mit einem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildet. Dieser erste Kontaktloch-Fleck **12a** wird mit einem Durchloch **12b** als eine Spannungsentlastungseinrichtung gebildet, wie zum Beispiel typischerweise in [Fig. 3](#) gezeigt. Eine zweite Isolationsschicht **11b** wird auf der ersten Verdrahtungsschicht **12** gebildet und eine zweite Verdrahtungsschicht **13** mit einem zweiten Kontaktloch-Fleck **13a** wird auf der zweiten Isolationsschicht **11b** gebildet. Der erste Kontaktloch-Fleck **12a** und der zweite Kontaktloch-Fleck **13a**

werden zueinander über die zweite Isolationsschicht **11b** gebildet und mit Hilfe der leitenden Säulen **14** miteinander verbunden.

**[0128]** Hier werden beide Verdrahtungsschichten, die auf beiden Seiten der Isolationsschicht **11a** gebildet sind, als die erste Verdrahtungsschicht **12** erläutert. Es erübrigt sich jedoch zu erwähnen, dass die Schaltungsmuster der auf beiden Seiten der ersten Isolationsschicht **11a** gebildeten ersten Verdrahtungsschichten **12** unterschiedlich sein können. In ähnlicher Weise können die Schaltungsmuster der zweiten Verdrahtungsschicht **13**, die auf der äußeren Schicht gebildet sind, unterschiedlich sein. Das heißt, jede Verdrahtungsschicht weist einen Kontaktloch-Fleck an der Zwischenschichtverbindung auf und das Schaltungsmuster wird je nach Anforderung gebildet. Dies gilt sogar dann, wenn nicht spezifisch beschrieben.

## (BEISPIEL 3)

**[0129]** Ein Beispiel eines Verfahrens zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **20** der vorliegenden Erfindung, das typischerweise in [Fig. 5](#) gezeigt ist, wird beschrieben werden. [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#) und [Fig. 6C](#) sind Ansichten zum Erläutern des Herstellungsprozesses für die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **20** der in [Fig. 5](#) gezeigten Erfindung.

**[0130]** Zunächst wird ein doppelseitiges gekupfer-tes Laminat als ein Kernsubstrat vorbereitet, bei dem Leiterschichten auf beiden Oberflächen einer Isolationsschicht angebracht sind. Hier wurde ein doppelseitiges gekupfer-tes Laminat (Handelsbezeichnung Papier/Phenolharz gekupfer-tes Laminat R-8705E, hergestellt von Matsushita Electric Works), bei dem eine 35 µm dicke elektrolytische Kupferfolie, die in die erste Verdrahtungsschicht **12** strukturiert ist, auf beide Oberflächen einer 1,2 mm dicken Papier/Phenolharz-Isolationsplatte befestigt ist, vorbereitet.

**[0131]** Als nächstes wird die Kupferfolie, die die erste Verdrahtungsschicht **12** ist, angebracht auf dem Kernsubstrat, in eine vorgegebene Verdrahtungsschaltung strukturiert, zum Beispiel durch den Fotoätzprozess. Hierbei wurde ein vorgegebenes Fotolackmuster auf der Kupferfolie durch einen Siebdruck gebildet, die Kupferfolie wurde durch eine Ätzwang selektiv entfernt, wobei dieser Fotolack als eine Maske verwendet wurde und eine eisenhaltige Chlorldlösung als ein Ätzmittel verwendet wurde, und dann wurde der Fotolack entfernt, um die erste Verdrahtungsschicht **12** mit einem vorgegebenen Schaltungsmuster zu bilden ([Fig. 6A](#)). Zu dieser Zeit wurde auch der erste Kontaktloch-Fleck **12a** als Teil des Schaltungsmusters der ersten Verdrahtungsschicht **12** gebildet. Der erste Kontaktloch-Fleck **12a** wurde in eine im Wesentlichen kreisförmige Form mit einem Durchmesser von ungefähr 0,7 mm gebildet und ein

Loch **12b** mit einem Durchmesser von ungefähr 0,2 mm wurde an der Mitte davon gebildet.

**[0132]** Somit werden beide Verdrahtungsschaltungen, die auf beiden Seiten der ersten Isolationsschicht **11a** gebildet sind, als die erste Verdrahtungsschaltung erläutert, aber die Schaltungsmuster der ersten Verdrahtungsschicht auf beiden Seiten der ersten Isolationsschicht wurden in ein unterschiedliches Muster ausgebildet.

**[0133]** Als nächstes wurden auf dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** der ersten Verdrahtungsschaltung **12** leitende Säulen **14** gebildet, die eine im Wesentlichen konische Form aufweisen. Diese leitende Säule **14** wurde durch Anordnen einer Metallmaske, die eine Vertiefung an der Position entsprechend zu dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** bildet, und durch einen Siebdruck eines leitenden Harzes gebildet. Für die Metallmaske wurde eine Maske aus rostfreiem Stahl mit einer Dicke von ungefähr 300 µm, bei der ein Loch mit einem Durchmesser von ungefähr 0,3 mm gebildet war, verwendet. Für das leitende Harz wurde in diesem Beispiel eine Phenolharz-leitende Paste, bei der ein Silberpulver als ein Füllstoff verwendet wurde, verwendet. Jedoch kann sowohl der Füllstoff, der aus einem Leiter besteht, und das Bindemittel-Harz je nach Anforderung gewählt werden. Nachdem die aufgedruckte leitende Paste getrocknet war, wurde der Prozess, bei dem ein Drucken an der gleichen Position mit der gleichen Maske und ein Trocknungsvorgang ausgeführt wurde, dreimal wiederholt. Nach einer Erwärmung wurden die leitenden Säulen **14** mit einer Höhe von ungefähr 0,3 nun mit einer im Wesentlichen konischen Form auf dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildet ([Fig. 6B](#)). Die leitende Säule **14** kann in eine gewünschte Form ausgebildet werden, indem zum Beispiel der Vertiefungsdurchmesser und die Dicke die verwendeten Maske, die Viskosität oder andere physikalische Eigenschaften des gedruckten leitenden Harzes und die Anzahl von Aufdruckvorgängen eingestellt wird.

**[0134]** Nachdem die leitenden Säulen **14** gebildet waren, wurde die zweite Isolationsschicht **11b** und die zweite Verdrahtungsschicht **13** auf beide Seiten des Kernsubstrats laminiert. Hierbei wurde eine Epoxidharzschicht (B Stufe) mit einer Dicke von ungefähr 70 µm für die zweite Isolationsschicht **11b** verwendet und eine elektrolytische Kupferfolie mit einer Dicke von ungefähr 35 µm wurde für die zweite Verdrahtungsschicht **13**, noch nicht mit einem Muster versehen, verwendet.

**[0135]** Die zweite Isolationsschicht **11b** und die zweite Verdrahtungsschicht **13** werden so angeordnet, dass die zweite Verdrahtungsschicht **13** zuge richtet bzw. ausgerichtet zu der ersten Verdrahtungsschicht **12** über die zweite Isolationsschicht **11b** ([Fig. 6C](#)) ist und die gesamte Konstruktion wird von

außerhalb der zweiten Verdrahtungsschicht **13** mit einem Druck beaufschlagt, indem sie mit einer Pressplatte gehalten wird, während sie gerade erwärmt wird. Durch die Erwärmung und Druckbeaufschlagung wird die zweite Isolationsschicht **11b** in eine C Stufe ausgehärtet. Zu dieser Zeit durchsticht die leitende Säule **14** mit der im Wesentlichen konischen Form die zweite Isolationsschicht **11b** in einem halb-ausgehärteten Zustand und stellt eine Verbindung zu dem gegenüberliegenden zweiten Kontaktloch-Fleck **13a** her. Da die zweite Isolationsschicht **11b** beginnt auszuhärten, nachdem das Kernsubstrat und die zweite Verdrahtungsschicht **13** in einen Kontakt mit beiden Seiten der zweiten Isolationsschicht **11b** kommen, kann die leitende Säule **14**, die auf der ersten Verdrahtungsschicht **12** gebildet ist, die zweite Isolationsschicht **11b** relativ einfach durchstechen.

**[0136]** Hierbei wird vorzugsweise zum Beispiel eine Metallplatte verwendet, die sich ein wenig in der Größe oder der Form verändert, wie beispielsweise eine Platte aus rostfreiem Stahl, eine Messingplatte oder dergleichen, oder eine wärmebeständige Harzplatte, die sich in der Größe oder der Form ein wenig verändert, wie eine Polyimidharzplatte (Schicht), eine Polytetrafluoroäthylenharzplatte (Harzschicht) oder dergleichen als eine Halteplatte, die bei dem Druckbeaufschlagungsprozess verwendet werden soll.

**[0137]** Wenn ein Druckbeaufschlagungsprozess in einem Zustand ausgeführt wird, bei dem die Isolationsschicht durch eine Erwärmung erweicht wird, fällt es der Spitze einer leitenden Säule leicht die Isolationsschicht zu durchdringen.

**[0138]** Als nächstes wird eine vorgegebene Schaltung gebildet, indem die zweite Verdrahtungsschicht **13** mit einem Muster versehen wird (strukturiert wird). Hier wurde ein vorgegebenes Muster eines Fotolackes auf der Kupferfolie, die die zweite Verdrahtungsschicht **13** war, durch einen Siebdruck gebildet, die Kupferfolie wurde selektiv durch einen Ätzvorgang entfernt, wobei dieser Fotolack als eine Maske verwendet wurde und eine eisenhaltige Chloridlösung als ein Ätzmittel verwendet wurde, und dann wurde der Fotolack entfernt, um ein vorgegebenes Schaltungsmuster zu bilden, das den zweiten Kontaktloch-Fleck aufweist. Zu dieser Zeit wurde der erste Kontaktloch-Fleck **13a** auch gleichzeitig als Teil des Verdrahtungsschaltungsmusters gebildet.

**[0139]** Durch Ausführen des obigen Prozesses wurde eine vierschichtige Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der jede Verdrahtungsschicht **1000** Kontaktloch-Verbindungen unter Verwendung der leitenden Säulen aufweist, gebildet (siehe [Fig. 5](#)).

**[0140]** Die Verdrahtungsschaltung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **20**, die so hergestellt wurde, hatte einen Verbindungswiderstand von ungefähr

2,1  $\Omega$ . In Anbetracht des Musterwiderstands der Kupferfolie (Verdrahtungsschichtwiderstand pro einer leitenden Säule 1 m $\Omega$ ), betrug der Widerstand der leitenden Säule im Durchschnitt 1 m $\Omega$  und sowohl der Widerstand der leitenden Säule als auch der Widerstand des Kupferfolienmusters wurden wenig verändert.

**[0141]** Der Zustand der Zwischenschichtverbindung wurde durch Schneiden der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in einer Ebene parallel zu der Axialrichtung der leitenden Säule betrachtet. Als Folge davon wurde festgestellt, dass, wie schematisch in [Fig. 4](#) gezeigt, die leitende Säule **14** eng mit dem ersten Kontaktloch-Fleck und dem zweiten Kontaktloch-Fleck verbunden war und ein Verbindungszustand gut war. Der zweite Kontaktloch-Fleck **12a** bildete einen geringen Hohlraum zu der Seite der ersten Isolationsschicht, aber das Auftreten von Sprüngen wurde nicht festgestellt. Ein Teil der leitenden Säule **14** drang in die erste Isolationsschicht **11a** durch das Loch **12b**, das in dem zweiten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildet ist, ein.

**[0142]** Zum Vergleich wurde eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit der gleichen Konstruktion, außer das der erste Kontaktloch-Fleck **12a** nicht mit einer Spannungsentlastungseinrichtung ausgebildet war, unter den gleichen Bedingungen hergestellt. Das Verdrahtungsmuster dieser vierschichtigen Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit 1000 Kontaktloch-Verbindungen unter Verwendung der leitenden Säulen wies einen Verbindungswiderstand von 5,1  $\Omega$  auf, was ungefähr 3  $\Omega$  größer als der Verbindungswiderstand der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung, die typischerweise in [Fig. 5](#) gezeigt ist, ist. Der Zustand der Kontaktloch-Verbindung wurde durch Schneiden der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der der erste Kontaktloch-Fleck nicht mit einer Spannungsentlastungseinrichtung versehen ist, betrachtet. Das Betrachtungs- bzw. Beobachtungsergebnis war, dass der Teil des ersten Kontaktloch-Flecks **12a** einen großen Hohlraum zu der Seite der ersten Isolationsschicht **11a** hin bildete und ein Sprung wurde auf dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** erzeugt.

**[0143]** Somit kann die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung die mechanische Spannung (den Druck) auf den Kontaktloch-Fleck, die in der Axialrichtung der leitenden Säule angewendet wird, dadurch entlasten, dass der Kontaktloch-Fleck bereitgestellt wird, der eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist. Ferner wird die mechanische Spannung, die in der Tangentialrichtung des Kontaktloch-Flecks angewendet wird (tangentiale Spannung) hauptsächlich durch die plastische Deformation der leitenden Säule gelockert. Deshalb neigt die Verdrahtungsschaltung, die den Kontaktloch-Fleck einschließt, weniger dazu zerstört zu wer-

den, sodass eine höchst zuverlässige Zwischenschichtverbindung hergestellt werden kann. Da die Zwischenschichtverbindung durch das Durchloch auf das erforderliche Minimum beschränkt werden kann, kann die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung auf die Anbringung mit hoher Dichte reagieren.

**[0144]** In Übereinstimmung mit dem Verfahren zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung kann das Auftreten einer schlechten Verbindung unterbunden werden, während eine hohe Produktivität des Herstellungsverfahrens für die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte unter Verwendung der leitenden Säule aufrecht erhalten wird, und ferner kann die Produktivität gefördert werden.

(BEISPIEL 4)

**[0145]** [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#), [Fig. 7C](#) und [Fig. 7D](#) sind Ansichten zum Illustrieren eines anderen Beispiels eines Verfahrens zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung.

**[0146]** Zunächst wird ein doppelseitiges mit Kupfer versehenes Laminat als ein Kernsubstrat vorbereitet, bei dem leitende Schichten auf beide Oberflächen einer Isolationsschicht befestigt sind. Hier wurde ein doppelseitiges mit Kupfer versehenes Laminat (Handelsbezeichnung, Papier/Phenolharz gekupfertes Laminat R-8705E, hergestellt von Matsushita Electric Works) vorbereitet, bei dem eine 35  $\mu\text{m}$  dicke elektrolytische Kupferfolie, die in die erste Verdrahtungsschicht **12** strukturiert war, auf beide Oberflächen einer 1,2 mm dicken Papier/Phenolharz-Isolationsplatte angebracht wird.

**[0147]** Als nächstes wird die Kupferfolie, die auf dem Kernsubstrat befestigt ist, in eine vorgegebene Verdrahtungsschaltung mit einem Muster versehen, zum Beispiel durch den Fotoätzprozess. Hierbei wurde ein vorgegebenes Muster des Fotolacks auf der Kupferfolie durch einen Siebdruck gebildet, die Kupferfolie wurde selektiv durch einen Ätzvorgang entfernt, wobei dieser Fotolack als eine Maske verwendet wurde und eine eisenhaltige Chloridlösung als ein Ätzmittel verwendet wurde, und dann wurde der Fotolack entfernt, um die erste Verdrahtungsschicht **12** mit einem vorgegebenen Schaltungsmuster ([Fig. 7A](#)) zu bilden. Zu dieser Zeit wurde auch der erste Kontaktloch-Fleck **12a** als Teil des Verdrahtungsschaltungsmusters der ersten Verdrahtungsschicht **12** gebildet. Der erste Kontaktloch-Fleck **12a** wurde eine im Wesentlichen kreisförmige Form mit einem Durchmesser von ungefähr 0,7 mm ausgebildet und ein Loch **12b** mit einem Durchmesser von ungefähr 0,2 mm wurde an der Mitte davon gebildet.

**[0148]** Hier werden beide Verdrahtungsschaltungen, die auf beiden Seiten der ersten Isolationsschicht **11a** gebildet werden, als die erste Verdrahtungsschaltung erläutert, aber die Schaltungsmuster der ersten Verdrahtungsschichten auf beiden Seiten der ersten Isolationsschicht wurden in ein unterschiedliches Muster ausgebildet.

**[0149]** Andererseits wurde eine elektrolytische Kupferfolie mit einer Dicke von ungefähr 35 µm für die zweite Verdrahtungsschicht **13** vorbereitet und leitende Säulen **14** mit einer im Wesentlichen konischen Form wurden auf dieser elektrolytischen Kupferfolie gebildet.

**[0150]** Die leitende Säule **14** wurde an einer Position derart gebildet, dass sie dem ersten Kontaktloch-Fleck entspricht, der auf der ersten Verdrahtungsschicht **12** gebildet ist, wenn die zweite Leiter-schicht **13** mit der ersten Verdrahtungsschicht **12** aufgestapelt wird.

**[0151]** Die leitende Säule **14** wurde durch Anordnen einer Metallmaske, die eine Vertiefung bildet, und durch einen Siebdruck eines leitenden Harzes gebildet. Für die Metallmaske wurde eine Maske aus rostfreiem Stahl mit einer Dicke von ungefähr 300 µm, bei der ein Loch mit einem Durchmesser von ungefähr 0,3 mm gebildet wurde, verwendet. Für das leitende Harz wurde in diesem Beispiel eine Phenolharz-leitende Paste verwendet, wobei ein Silberpulver als ein Füllstoff verwendet wurde. Nachdem die aufgedruckte leitende Paste getrocknet war wurde der Prozess, bei dem ein Aufdrucken an der gleichen Position mit der gleichen Maske und ein Trocknungsvorgang ausgeführt wurde, dreimal wiederholt. Nach einer Erwärmung wurde die leitende Säule **14** mit einer Höhe von ungefähr 0,3 mm mit einer im Wesentlichen konischen Form auf dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildet ([Fig. 7B](#)).

**[0152]** Nachdem das Kernsubstrat, bei dem die erste Verdrahtungsschicht **12** auf beiden Oberflächen der ersten Isolationsschicht **11a** gebildet ist, und die zweite Verdrahtungsschicht (nicht mit einem Muster versehen), die die leitenden Säulen **14** bildet, vorbereitet sind, wird die zweite Verdrahtungsschicht auf beiden Seiten des Kernsubstrats über die zweite Isolationsschicht **11b** angeordnet, wie in [Fig. 7c](#) gezeigt. Die Anordnung wird dadurch ausgeführt, dass eine Ausrichtung so vorgenommen wird, dass der erste Kontaktloch-Fleck **12a** zugerichtet zu der leitenden Säule **14** ist.

**[0153]** Für die zweite Isolationsschicht **11b** wurde ein Prepreg einer B Stufe mit einer Dicke von 100 µm, bei der ein Glasgewebe mit Epoxydharz imprägniert ist, verwendet.

**[0154]** Die gesamte Konstruktion wird von der Au-

ßenseite der zweiten Verdrahtungsschicht **13** mit Druck beaufschlagt, indem sie mit einer Pressplatte gehalten wird, während sie erwärmt wird. Durch die Erwärmung und Druckbeaufschlagung wird die zweite Isolationsschicht **11b** in eine C Stufe ausgehärtet. Zu dieser Zeit durchsticht die leitende Säule **14** mit der im Wesentlichen konischen Form die zweite Isolationsschicht **11b** in dem halb-ausgehärteten Zustand und stellt eine Verbindung zu dem gegenüberliegenden ersten Kontaktloch-Fleck **12a** her. Da die zweite Isolationsschicht **11b** beginnt auszuhärten, nachdem das Kernsubstrat und die zweite Verdrahtungsschicht **13** in Kontakt mit beiden Seiten der zweiten Isolationsschicht **11b** kommen, kann die leitende Säule **14**, die auf der zweiten Verdrahtungsschicht **13** gebildet ist, die zweite Isolationsschicht **11b** relativ einfach durchstechen.

**[0155]** Das Spitzenende der leitenden Säule **14** wird in das Durchloch **12b** eingefügt, das eine Spannungsentlastungseinrichtung ist, die in dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildet ist, und kommt in einen engen Kontakt mit dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a**, während gerade eine plastische Deformation erfolgt. Hierbei sticht die leitende Säule **14** in die erste Isolationsschicht **11a**, während eine plastische Deformation erfolgt, aber ist nicht so hart, dass sie leicht die erste Isolationsschicht **11a** durchdringen kann, sodass sie in Kontakt mit dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** kommen kann, ohne den ersten Kontaktloch-Fleck zu brechen.

**[0156]** Als nächstes wird eine vorgegebene Schaltung durch eine Strukturierung der zweiten Verdrahtungsschicht gebildet. Hier wurde ein vorgegebenes Fotolackmuster auf der Kupferfolie gebildet, die zweite Verdrahtungsschicht **13** war, und zwar durch einen Siebdruck, die Kupferfolie wurde selektiv durch einen Ätzzvorgang entfernt, wobei dieser Fotolack als eine Maske verwendet wurde und eine Eisenchloridlösung als ein Ätzmittel verwendet wurde, und dann wurde der Fotolack entfernt, um ein vorgegebenes Schaltungsmuster zu bilden, das den zweiten Kontaktloch-Fleck aufweist.

**[0157]** Durch Ausführen des obigen Prozesses wurde eine vierschichtige Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gebildet ([Fig. 7D](#)), bei der jede Verdrahtungsschicht 1000 Kontaktloch-Verbindungen unter Verwendung der leitenden Säulen aufweist.

**[0158]** Ein Verbindungswiderstand einer Verdrahtungsschaltung einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, die in einer derartigen Weise hergestellt ist, betrug ungefähr 2,1 Ohm. Dieser Verbindungswiderstand ist äquivalent zu einem Widerstand, der erhalten wird, durch Verbinden von eintausend leitenden Säulen miteinander in Reihe durch Drähte einer Kupferfolie und wenn ein Musterwiderstand der Kupferfolie betrachtet wird, betrug der Durchschnitt des Verbindungs-

dungswiderstands pro leitende Säule ungefähr 1 mΩ. Zusätzlich waren beide Verbindungswiderstände der Säule und die Musterwiderstände der Kupferfolie ein wenig in Variation.

**[0159]** [Fig. 8](#) zeigt schematisch den Zustand einer Zwischenschicht-Verbindung, die durch Schneiden der in [Fig. 7D](#) gezeigten Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in einer Ebene parallel zu der Axialrichtung der leitenden Säule beobachtet wurde. Ein Teil der leitenden Säule **14** wies einen Abschnitt auf, der zu der ersten Isolationsschicht **11a** durch das in dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildeten Loch **12b** durchsticht, und die leitende Säule **14** war eng verbunden mit dem ersten Kontaktloch-Fleck und dem ersten Kontaktloch-Fleck, und eine Verbindungsbedingung war gut hergestellt. Der erste Kontaktloch-Fleck **12a** bildete einen geringfügigen Hohlraum zu der Seite der ersten Isolationsschicht, aber das Auftreten von Sprüngen wurde nicht festgestellt. Der Grund hierfür ist, dass die leitende Säule **14** in die erste Isolationsschicht **11a** durch das in dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** gebildeten Loch **12b** eingedrungen war, und entlang des ersten Kontaktloch-Flecks **12a** plastisch deformiert ist.

**[0160]** Zum Vergleich wurde eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte unter den gleichen Bedingungen hergestellt, die gleiche Zusammensetzung wie [Fig. 7D](#) aufweist, mit Ausnahme davon, dass auf dem ersten Kontaktlochfleck **12a** eine Spannungsverteilungseinrichtung nicht gebildet war. Der Verbindungswiderstand von Verdrahtungsmustern einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte von 4 Schichten mit 1000 Kontaktloch-Verbindungspunkten, die durch die leitenden Säulen hergestellt wurden, betrug 5,1 Ohm und war ungefähr 3 Ohm größer als der Verbindungswiderstand einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung, die als ein Beispiel in [Fig. 7D](#) gezeigt ist. Wenn zusätzlich eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte geschnitten wird, die nicht mit einer Spannungsverteilungseinrichtung auf dem ersten Kontaktloch-Fleck versehen ist, und der Zustand einer Kontaktloch-Verbindung davon betrachtet wird, wurde festgestellt, dass der erste Kontaktloch-Fleckabschnitt **12a** zu der Seite der ersten Isolationsschicht **11a** stark ausgehöhlt war. Ein Sprung wurde in dem ersten Kontaktloch-Fleck **12a** erzeugt (siehe [Fig. 27](#)).

**[0161]** In einer derartigen Weise kann eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung eine mechanische Spannung verteilen, die auf eine leitende Säule in ihrer Axialrichtung wirkt, und zwar dadurch, dass sie mit einem Kontaktloch-Fleck versehen wird, der mit einer Spannungsverteilungseinrichtung versehen ist. Deshalb kann sie eine Kontaktloch-Verbindung mit hoher Zuverlässigkeit herstellen, die es erschwert, dass eine Verdrahtungsschaltung mit Kontaktloch-Flecken bricht. Da es möglich ist innerhalb

einer Notwendigkeit die Anzahl von Kontaktloch-Verbindungspunkten unter Verwendung von Durchlöchern zu minimieren, kann sie mit einer Anbringung mit hoher Dichte fertig werden.

**[0162]** Gemäß eines Verfahrens zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung ist es möglich, das Auftreten von defekten Verbindungen zu unterdrücken und ferner stark die Produktivität zu verbessern, da eine hohe Produktivität eines Verfahrens zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte unter Verwendung von leitenden Säulen beibehalten wird.

**[0163]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die obigen Ausführungsformen beschränkt und verschiedene Modifikationen können ohne Abweichen von dem Grundgedanken und dem Umfang der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden. Zum Beispiel kann die Verdrahtungsschicht durch eine leitende Zusammensetzung gebildet werden oder die leitende Säule kann aus einem Metall gebildet werden. Ferner ist die Isolationsschicht nicht auf ein Epoxydharz beschränkt und ein thermisch aushärtendes Harz, ein thermoplastisches Harz etc. können zur Verwendung je nach Anforderung gewählt werden.

(BEISPIEL 5)

**[0164]** [Fig. 9A](#) ist eine Ansicht, die schematisch eine Querschnittskonstruktion einer Zwischenschichtverbindung einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 9B](#) ist eine Ansicht, die schematisch eine Querschnittskonstruktion einer in [Fig. 9A](#) gezeigten Zwischenschichtverbindung zeigt, und [Fig. 9C](#) ist eine perspektivische Ansicht die schematisch eine Konstruktion einer Zwischenschichtverbindung zeigt, die in [Fig. 9A](#) gezeigt ist.

**[0165]** Diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatte umfasst eine Isolationsschicht **21**, einen ersten Fleck **22**, der auf der ersten Stirnfläche der Isolationsschicht **21** gebildet ist, und einen zweiten Fleck **23**, der auf der zweiten Stirnfläche der Isolationsschicht **21** in dem Bereich ausgerichtet bzw. zugerichtet zu dem ersten Fleck **22** gebildet ist. Der erste Fleck **22** ist als ein Teil des Schaltungsmusters einer ersten Verdrahtungsschicht gebildet, und der zweite Fleck **23** ist als ein Teil des Schaltungsmusters einer zweiten Verdrahtungsschicht gebildet, die nicht vollständig gezeigt ist.

**[0166]** Die Zwischenschichtverbindung zwischen der ersten Verdrahtungsschicht und der zweiten Verdrahtungsschicht wird durch leitende Säulen **24** hergestellt, die aus einem Leiter bestehen, die durch die Isolationsschicht **21** so gebildet ist, dass der erste Fleck **22** und der zweite Fleck **23** miteinander verbunden sind. Die Form des Abschnitts, wo die äußere

Seitenoberfläche der leitenden Säule **24** in Kontakt mit den Oberflächen des ersten Flecks **22** und des zweiten Flecks **23** kommen, ist so ausgebildet, dass sich mechanische Spannungen nicht auf der Festkörper-Festkörperzwischenoberfläche der Verbindung zwischen der leitenden Säule **24** und dem ersten Fleck **22** oder dem zweiten Fleck **23** konzentrieren.

**[0167]** Um die Spannungskonzentration auf der Zwischenoberfläche der Verbindung zwischen der leitenden Säule **24** und dem ersten Fleck **22** oder dem zweiten Fleck **23** zu verhindern, sollte zum Beispiel der Kontaktwinkel zwischen der äußeren Seitenoberfläche der leitenden Säule **24** und den Oberflächen des ersten Flecks **22** und des zweiten Flecks **23** auf der Seite der Isolationsschicht **21** so eingestellt werden, dass der Spannungskonzentrationsfaktor am meisten abnimmt.

**[0168]** [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#) und [Fig. 10C](#) zeigen schematisch Beispiele der Verbindung zwischen der leitenden Säule **24** und dem ersten Fleck **22** (oder dem zweiten Fleck **23**).

**[0169]** Der Erfinder hat die Spannungen analysiert, die an der Kontaktloch-Verbindung unter Verwendung der leitenden Säulen erzeugt werden, und zwar durch eine Simulation unter Verwendung der physikalischen Eigenschaftskonstanten für jedes Material. Infolge dessen wurde festgestellt, dass die Spannung, die so wirkt, dass die leitende Säule **24** von der Verdrahtungsschicht oder dem Kontaktloch-Fleck abgelöst wird, von dem Winkel abhängt, der zwischen der Kontaktloch-Flechoberfläche und der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule an dem Abschnitt gebildet wird, wo die leitende Säule **24** mit der Verdrahtungsschicht (dem Kontaktloch-Fleck) verbunden ist. Deshalb wird in der vorliegenden Erfindung der Kontaktwinkel  $\theta$  zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule mit einer Hyperboloid-Form und der Kontaktloch-Flechoberfläche so kontrolliert, dass der Spannungskonzentrationsfaktor abnimmt.

**[0170]** Wenn zum Beispiel der Kontaktwinkel  $\theta$  so eingestellt wird, dass er klein ist, in einer derartigen Weise, dass die äußere Seitenoberfläche der leitenden Säule **24** mit der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks **22** glatt und kontinuierlich verbunden ist, dann kann die Verbindungssteifigkeit und die Ablösungssteifigkeit verbessert werden. Zum Beispiel weist die Kontaktloch-Verbindung mit der in [Fig. 10B](#) gezeigten Form eine höhere Festigkeit gegenüber einer Ablösung auf als die Kontaktloch-Verbindung mit der in [Fig. 10C](#) gezeigten Form. In ähnlicher Weise weist die Kontaktloch-Verbindung mit der in [Fig. 10A](#) gezeigten Form eine höhere Festigkeit gegenüber einer Ablösung als die Kontaktloch-Verbindung mit der in [Fig. 10B](#) gezeigten Form auf. Trotzdem, sogar die Kontaktloch-Verbindung mit der in [Fig. 10C](#) gezeig-

ten Form weist eine weit aus höhere Ablösungsfestigkeit als die Kontaktloch-Verbindung mit der in [Fig. 11](#) gezeigten Form auf.

**[0171]** Das heißt, wenn die äußere Umfangsoberfläche der leitenden Säule eine Verbindung mit der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks glatt und kontinuierlich herstellt, ist die Festigkeit gegenüber einer Ablösung hoch. Wenn eine Kerbe an dem Übergang zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule und dem Kontaktloch-Fleck vorhanden ist, konzentrieren sich mechanische Spannungen an diesem Abschnitt, was zu einem Absinken der Ablösungsstärke führt. Je ausgeprägter die Kerbe ist, desto mehr nimmt die Ablösungsstärke ab.

**[0172]** Die Erfinder haben festgestellt, dass für den Fall, dass die äußere Umfangsoberfläche der leitenden Säule mit der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks glatt insgesamt verbunden ist, die Ablösungsfestigkeit sogar dann aufrecht erhalten werden kann, wenn eine mikroskopische Kerbe vorhanden ist. Zum Beispiel beschreibt die Verbindung zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule und der Oberfläche des Kontaktloch-Flecks eine geschlossene Kurve, beispielsweise einen Kreis. Wenn sämtliche Teile dieser geschlossenen Kurve glatt verbunden sind, dann wird die Ablösungsstärke maximal. Trotzdem, wenn wenigstens ein Teil dieser geschlossenen Kurve glatt verbunden ist, kann die Ablösungsstärke im Vergleich mit dem Fall, bei dem sämtliche Teile der geschlossenen Kurve eine Kerbe mit einer Form derart aufweisen, dass der Spannungskonzentrationsfaktor hoch ist, höher gemacht werden. Zum Beispiel weisen die in [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) gezeigten Formen eine Kerbe makroskopisch (Kontaktwinkel  $\theta$ ) auf, aber die äußere Seitenoberfläche der leitenden Säule **24** und die Oberfläche des Kontaktloch-Flecks sind miteinander glatt und kontinuierlich insgesamt verbunden (Kontaktwinkel  $\theta$ ). Sogar dann, wenn eine thermische Spannung wie ein Lötmitte-Rückfluss in dem Anbringungsprozess angewendet wird, kann deshalb die Kontaktloch-Verbindung zwischen dem Verdrahtungsschichten stabil aufrecht erhalten werden.

(BEISPIEL 6)

**[0173]** [Fig. 13A](#) zeigt schematisch ein Beispiel einer Konstruktion einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung und [Fig. 13B](#) zeigt schematisch einen Zustand, bei dem eine thermische Belastung an die in [Fig. 13A](#) gezeigte Mehrschicht-Verdrahtungsplatte angewendet wird. Diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatte hat 3000 Punkte von Kontaktloch-Verbindungen unter Verwendung von leitenden Säulen **24**.

**[0174]** Die Zwischenschicht-Verbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, die in [Fig. 13A](#) gezeigt

ist, weist die gleiche Konstruktion wie diejenige der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der in [Fig. 9A](#) gezeigten vorliegenden Erfindung auf. Die leitende Säule **24**, die durch Durchführung der Isolationsschicht **21** gebildet ist, verbindet den ersten Kontaktloch-Fleck **22** der ersten Verdrahtungsschicht und den zweiten Kontaktloch-Fleck **23**, die durch die Isolationsschicht **21** voneinander getrennt sind. Beide Verbindungen zwischen der leitenden Säule **24** und dem ersten Kontaktloch-Fleck **22** und zwischen der leitenden Säule **24** und dem zweiten Kontaktloch-Fleck **23** weist eine Form derart auf, dass die mechanische Spannung gelockert wird, die auf den dreifach Übergang **25** angewendet wird. In diesem Beispiel ist sowohl der Winkel zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule **24** und der Oberfläche des ersten Kontaktloch-Flecks **22** als auch der Winkel zwischen der äußeren Umfangsoberfläche der leitenden Säule **24** und der Oberfläche des zweiten Kontaktloch-Flecks **23** in einen spitzen Winkel ausgeformt.

**[0175]** Wenn verschiedene elektronische Elemente auf einer derartigen Mehrschicht-Verdrahtungsplatte angebracht werden, insbesondere für den Fall eines Lötmedium-Rückflussprozesses, wird die Zwischenschicht-Verbindung einer thermischen Belastung ausgesetzt, sodass eine Spannung durch den Unterschied im thermischen Ausdehnungskoeffizienten erzeugt wird, und sich Spannungen insbesondere an dem dreifach Übergang **25** konzentrieren.

**[0176]** Die in [Fig. 13A](#) gezeigte Mehrschicht-Verdrahtungsplatte verwendet ein isolierendes Harzsubstrat des FR-4 Standards als die Isolationsschicht **21**, eine Kupferfolie als die Verdrahtungsschicht, ein leitendes Harz mit feinen Silberpartikeln, die als ein Füllstoff verteilt sind, als die leitende Säule.

**[0177]** Der thermische Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_1$  FR-4 in der normalen Richtung der Isolationsschicht **21** bei Temperaturen niedriger als der Glasübergangstemperatur  $T_g$  (ungefähr  $125^\circ\text{C}$ ) ist  $5,1 \times 10^{-5} [^\circ\text{K}^{-1}]$ . Ferner ist der thermische Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_2$  von FR-4 in der dicken Richtung bei Temperaturen höher als  $T_g$   $2,6 \times 10^{-4} [^\circ\text{K}^{-1}]$ , was weit aus höher als  $\alpha_1$ .

**[0178]** Andererseits ist der thermische Ausdehnungskoeffizient von Silber, das den Hauptteil der leitenden Säule bildet,  $17,0 \times 10^{-6} [^\circ\text{K}^{-1}]$ . Wenn eine thermische Belastung an die in [Fig. 13A](#) gezeigte Mehrschicht-Verdrahtungsplatte angewendet wird, dehnt sich deshalb die Isolationsschicht **21** mehr aus als die leitende Säule **24**. Insbesondere bei Temperaturen höher als die Glasübergangstemperatur  $T_g$  ist der thermische Ausdehnungskoeffizient der Isolationsschicht **21** höher als derjenige von Silber, und zwar um einen Faktor von 15 oder mehr. Die FR-4 Glasübergangstemperatur beträgt  $125^\circ\text{C}$ . Die eutek-

tische Temperatur ist eine Pb-Sn eutektischen Lötmediumlegierung, die als Lötmedium gebräuchlich ist, beträgt  $183^\circ\text{C}$ , sodass die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte einer thermischen Belastung von ungefähr  $220$  bis  $240^\circ\text{C}$  bei einem Lötmedium-Rückfluss ([Fig. 13B](#)) ausgesetzt wird.

**[0179]** Deshalb tritt eine hohe mechanische Spannung in der axialen Richtung der leitenden Säule **24** (parallel zu der normalen Richtung der Isolationsschicht) auf, und zwar wegen dem Unterschied im thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen der leitenden Säule **24** und der Isolationsschicht **21**. Diese mechanische Spannung wirkt auf den Übergang zwischen der leitenden Säule und dem ersten Kontaktloch-Fleck und zwischen der leitenden Säule und dem zweiten Kontaktloch-Fleck als eine Zugspannung. Ferner wird eine derartige mechanische Spannung maximal an dem dreifach Übergang, wo drei Teile der Isolationsschicht **21**, der leitenden Säule **24**, und des Kontaktloch-Flecks **22**, **23** sich treffen.

**[0180]** Die Kontaktloch-Verbindung wurde durch Erwärmen der in [Fig. 13A](#) gezeigten Mehrschicht-Verdrahtungsplatte bei  $240^\circ\text{C}$  über 20 Sekunden untersucht. Das Ergebnis war, dass sämtliche Kontaktloch-Verbindungen eine Leitung aufrecht erhielten und auch der Widerstandswert aufrecht erhalten wurde.

**[0181]** Für den ersten Kontaktloch-Fleck **22** und dem zweiten Kontaktloch-Fleck **23** kann eine Einrichtung zum Entlasten eines Drucks, der zwischen der leitenden Säule und dem Kontaktloch-Fleck angewendet wird, wie typischerweise in [Fig. 2](#) gezeigt, vorgesehen werden. Wenn ein Durchloch **12** in dem ersten Kontaktloch-Fleck **22** oder dem zweiten Kontaktloch-Fleck **23** gebildet wird, wird zum Beispiel der Bruch der Kontaktloch-Verbindung verhindert, sodass die Funktion der Zwischenschicht-Verbindung stabil aufrecht erhalten werden kann, sogar dann, wenn ein Druck zwischen der leitenden Säule und dem Kontaktloch-Fleck angewendet wird, oder sogar dann, wenn eine Zugspannung angewendet wird.

**[0182]** Die [Fig. 9](#) bis [Fig. 13](#) zeigen die Zwischenschicht-Verbindungen von Verdrahtungsschichten, die auf beiden Oberflächen einer einschichtigen Isolationsschicht gebildet sind, aber die voranstehend beschriebene Kontaktloch-Verbindung kann in ähnlicher Weise auf die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte angewendet werden, die Verdrahtungsschichten aus drei oder mehr Schichten aufweist.

(BEISPIEL 7)

**[0183]** Nachstehend wird eine Beschreibung eines Verfahrens zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung beschrieben, die eine derartige Form aufweist, dass die mechani-

sche Spannung, die auf den Übergang zwischen der leitenden Säule und den ersten und zweiten Kontaktloch-Flecken angewendet wird, gelöst wird.

[0184] [Fig. 14A](#), [Fig. 14B](#), [Fig. 14C](#), [Fig. 14D](#), [Fig. 14E](#), [Fig. 14F](#) und [Fig. 14G](#) sind Ansichten zum Illustrieren eines Beispiels eines Verfahrens zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung.

[0185] Eine elektrolytische Kupferfolie mit einer Dicke von ungefähr 35  $\mu\text{m}$ , die die erste Verdrahtungsschicht **22** bildet, wurde hergestellt und leitende Säulen wurden an vorgegebenen Positionen auf dieser Kupferfolie gebildet. Diese leitende Säule **24** wurde in einem im Wesentlichen konische Form mit einem Bodendurchmesser von 250  $\mu\text{m}$  und einer Höhe von 250  $\mu\text{m}$  durch Ausführen eines Siebdruckprozesses einer leitenden Paste mit feinen Silberpartikeln (durchschnittliche Partikelgröße 10  $\mu\text{m}$  im Durchmesser), die als ein leitender Füllstoff verwendet wurde ([Fig. 14A](#)), gebildet.

[0186] Nachdem die leitende Säule **24** getrocknet war wurde ein thermisch aushärtendes Prepreg (Handelsname Garaepoprepreg HE, hergestellt von Toshiba Chemical), bei dem ein Glasgewebe mit einer Dicke von ungefähr 114  $\mu\text{m}$  mit Epoxydharz imprägniert war, für die Isolationsschicht **21** hergestellt, und sie wurde auf die Oberfläche der ersten Verdrahtungsschicht **22** laminiert, auf der die leitenden Säulen **24** gebildet wurden. Zu dieser Zeit wurde die Isolationsschicht **21** der B Stufe auf ungefähr 100°C (<Tg) erwärmt und der leitenden Säule **24** wurde erlaubt durch die Isolationsschicht **21** zu dringen, indem die leitende Säule **24** durch einen flexiblen Druckkörper **26** gedrückt wird, um so eine Deformation zu verhindern ([Fig. 14B](#)). Zu dieser Zeit war die Isolationsschicht **21** nicht vollständig ausgehärtet, wobei ein halb-ausgehärteter Zustand erhalten wurde. Dies entspricht einem vorgefertigtem Material für die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung.

[0187] Hierbei bedeutet ein vorgefertigtes Material ein Material, welches zum Bilden einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte vorgefertigt ist, und bedeutet ein Material, zum Beispiel in einem Zustand der [Fig. 14B](#) oder der [Fig. 14C](#). Eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung kann leicht hergestellt werden, indem derartige vorgefertigte Materialien für eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung verwendet werden. Um Beispiel kann eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit 4 Verdrahtungsschichten der Erfindung dadurch hergestellt werden, dass die vorgefertigte Materialien der [Fig. 14C](#) auf beide Seiten eines doppelseitigen Laminats laminiert werden.

[0188] Danach wurde das Spitzenende der leitenden

Säule **24**, die von der Isolationsschicht **21** vorsteht, in die Richtung der zentralen Achse der leitenden Säule **24** gedrückt und deformiert. In diesem Beispiel wurde eine Platte aus hartem rostfreiem Stahl mit einer Dicke von ungefähr 1 nun auf der leitenden Säule **24** platziert, und ein Flachplattendruck wurde bei normaler Temperatur so ausgeführt, dass das Spitzenende der leitenden Säule in einer derartigen Weise deformiert wurde, dass sie zusammenklappte ([Fig. 14C](#)). Zu dieser Zeit war der zusammengefallene Kopf der leitenden Säule **24** geringfügig von der Oberfläche der Isolationsschicht **21** geschwollen und freigelegt. Auch in diesem Zustand kann dies als vorgefertigte Teile für die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte verwendet werden.

[0189] Als nächstes wurde eine Folie aus einem elektrolytischen Kupfer mit einer Dicke von ungefähr 35  $\mu\text{m}$ , die die zweite Verdrahtungsschicht bildet, auf der Oberfläche der Isolationsschicht **21** angeordnet, zu der das Spitzenende der leitenden Säule **24** freigelegt war. Dieses Laminat wurde von der Außenseite der ersten Verdrahtungsschicht **22** und der zweiten Verdrahtungsschicht **23** gedrückt, während eine Erwärmung vorgenommen wurde, um so die halb-ausgehärtete Isolationsschicht **21** durch eine Erwärmung vollständig auszuhärten, und die leitende Säule **24** und die zweite Verdrahtungsschicht wurden gedrückt ([Fig. 14D](#)). Durch den voranstehend beschriebenen Prozess konnte eine doppelseitige mit Kupfer versehene Platte erhalten werden, bei der die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht **23** miteinander über die Isolationsschicht **21** durch die leitenden Säulen **24** verbunden sind. Die leitende Säule **24** wird dadurch gebildet, dass die Form davon gesteuert bzw. kontrolliert wird. Zunächst wird der Kopf, der von der Isolationsschicht **21** vorsteht, zusammengeklappt, und dann wird die leitende Säule **24** in vielen Stufen, indem sie mit der zweiten Verdrahtungsschicht **23** zusammengedrückt wird, plastisch deformiert.

[0190] Somit kann eine Form erhalten werden, dass sich die mechanischen Spannungen nicht an dem Übergang zwischen der leitenden Säule **24** und der Verdrahtungsschicht konzentrieren.

[0191] Als nächstes wurde die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht **23** in eine vorgegebene Verdrahtungsschaltung, die den ersten Kontaktloch-Fleck **22a** und den zweiten Kontaktloch-Fleck **22b** ([Fig. 14E](#)) einschließt, mit einem Muster versehen. In diesem Herstellungsbeispiel wurde eine Maske durch einen Siebdruck einer allgemeinen Ätzfotolackfarbe (PSR-4000H) hergestellt von Taiyo Inc. K.K.) gebildet, um so ein vorgegebenes Verdrahtungsschaltungsmuster zu erhalten, die Kupferfolie wurde durch Eisenchlorid geätzt, und die Fotolackmaske wurde entfernt. Als eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit mehr Verdrahtungs-

schichten mit der zweilagigen Verdrahtungsplatte mit der ersten Verdrahtungsschicht **22** und der zweiten Verdrahtungsschicht **23** hergestellt wird, verwendet als ein Kernsubstrat, wie in [Fig. 14E](#) gezeigt, wird bevorzugt eine Spannungsentlastungseinrichtung, die zum Beispiel in [Fig. 2](#) gezeigt ist, in dem ersten Kontaktloch-Fleck **22a** und dem zweiten Kontaktloch-Fleck **23a** gleichzeitig mit der Strukturierung der Verdrahtungsschaltung ([Fig. 14F](#)) zu bilden. Die Ausbildung der Spannungsentlastungseinrichtung verhindert den Bruch des Kontaktloch-Flecks und der Verdrahtungsschaltung, was verursacht wird, wenn die Zwischenschichtverbindung mit der äußeren Verdrahtungsschicht gebildet wird, was zu der Verbesserung in der Zuverlässigkeit der Mehrschicht Verdrahtungsplatte führt.

**[0192]** Ein Kontinuitätstest der Kontaktloch-Verbindung wurde durch das herkömmliche Verfahren in dem Zustand, der in [Fig. 14E](#) gezeigt ist, durchgeführt. Als ein Ergebnis wurde eine Abnormalität auf der Zwischenschichtverbindung, die sämtliche (3000 Punkte) leitenden Säulen aufweist, nicht festgestellt. Ferner wurde ein abnormaler Widerstandswert nicht beobachtet.

(BEISPIEL 8)

**[0193]** Nachstehend wird ein Beispiel einer vierlagigen Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit drei Verdrahtungsschichten **27a** und **27b** auf beiden Seiten des Kernsubstrats, hergestellt mit der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in dem Zustand, der in [Fig. 14E](#) gezeigt ist, verwendet als das Kernsubstrat, beschrieben.

**[0194]** Vorgefertigte Teile, bei denen die dritte Verdrahtungsschicht **27a**, **27b**, die leitende Säulen **24** an vorgegebenen Positionen bildet, und eine Isolationsschicht **21b** laminiert sind, wie in [Fig. 14C](#) gezeigt, und zwar durch das gleiche Verfahren wie voranstehend beschrieben, werden vorbereitet. In diesem Beispiel wurde ein Prepreg des gleichen Materials wie dasjenige der Isolationsschicht **21** für die Isolationsschicht **21b** verwendet, aber ein Isolationmaterial mit unterschiedlichen Eigenschaften kann je nach Anforderung verwendet werden.

**[0195]** Die doppelseitige Verdrahtungsplatte, die in [Fig. 14E](#) gezeigt ist, wird als ein Kernsubstrat verwendet, und auf beiden Seiten des Kernsubstrats sind die dritte Verdrahtungsschicht **27a**, **27b** und die Isolationsschicht **21b** angeordnet. Zu dieser Zeit sind sie so angeordnet, dass die Kontaktloch-Verbindung der ersten Verdrahtungsschicht **22** und der zweiten Verdrahtungsschicht **23** ausgerichtet, bzw. zugerichtet zu der Kontaktloch-Verbindung der dritten Verdrahtungsschichten **27a** bzw. **27b** sind ([Fig. 14G](#)).

**[0196]** Als nächstes wurde dieses Laminat von der

Außenseite der dritten Verdrahtungsschicht **27a** und **27b** gedrückt, während eine Erwärmung so vorgenommen wurde, dass die Isolationsschicht **21b** in dem halb-ausgehärteten Zustand durch eine Erwärmung vollständig ausgehärtet wird, und die leitende Säule **24** und die dritte Verdrahtungsschicht **27a**, **27b** wurden gedrückt.

**[0197]** Dadurch, dass die dritten Verdrahtungsschichten **27a** und **27b** mit einem Muster in eine vorgegebene Verdrahtungsschaltung versehen wird, kann eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit vier Verdrahtungsschichten erhalten werden ([Fig. 14H](#)), bei der die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht **23** mit den dritten Verdrahtungsschichten **27a** und **27b** über die Isolationsschicht **21b** durch die leitenden Säulen **24** verbunden sind.

(BEISPIEL 9)

**[0198]** Ein Verfahren zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung, die eine Verbindungsform mit einer höheren Ablösungsfestigkeit aufweist, wird nachstehend mit näheren Einzelheiten beschrieben. Zunächst wird die Verbindung bzw. der Übergang zwischen der ersten Verdrahtungsschicht **22** und der leitenden Säule **24** beschrieben, und dann wird die Übergangsform für die zweite Verdrahtungsschicht und die leitende Säule **24** beschrieben.

**[0199]** In dem in [Fig. 14](#) gezeigten Beispiel wird die Übergangsform für die erste Verdrahtungsschicht **22** und die leitende Säule **24** bestimmt, wenn die leitenden Säulen auf der ersten Verdrahtungsschicht **22**, wie beispielsweise einer Kupferfolie, gebildet werden. Wenn die leitenden Säulen durch Verwendung einer Maske, beispielsweise einer Metallmaske, und durch einen Siebdruck eines leitenden Harzes, einer leitenden Paste, etc. gebildet werden, zum Beispiel die gewünschte Form der leitenden Säule durch Einstellen der Form, des Öffnungsdurchmessers, und der Dicke der Metallmaske, und andererseits durch Einstellen der physikalischen Eigenschaften der leitenden Harzschicht, wie beispielsweise der Viskosität und der Oberflächenspannung, gebildet werden.

**[0200]** Hierbei wird ein Verfahren zum Bilden einer leitenden Säule beschrieben. In diesem Fall wird ein Verfahren zum Bilden einer leitenden Säule beschrieben, wobei eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte als ein Beispiel verwendet wird.

**[0201]** Die [Fig. 15A](#), [Fig. 15B](#), [Fig. 15C](#), [Fig. 15D](#) und [Fig. 15E](#) sind Ansichten zum Darstellen eines Beispiels eines Prozesses zum Bilden der leitenden Säule **24**.

**[0202]** Eine Metallmaske **31** mit einem nahezu zylindrischen

der-förmigen Durchloch (Vertiefung) **31a** wurde auf einer ersten Verdrahtungsschicht **22** angeordnet. Hierbei war die Metallmaske aus einer Schicht aus rostfreiem Stahl mit einer Dicke von 300 µm gebildet und das Durchloch **31a** war bei 300 µm im Durchmesser eingestellt.

**[0203]** Das Loch **31a** der Metallmaske **31** wurde mit einem leitenden Harz **33** durch einen Schirm **32** durch eine Presse **34** ([Fig. 15A](#) und [Fig. 15B](#)) gefüllt.

**[0204]** [Fig. 15C](#) ist eine Figur zum Erläutern eines Beispiels des Siebdrucks.

**[0205]** In diesem Fall wurde für das leitende Harz **33** ein leitendes Harz verwendet, welches erhalten wurde, durch Mischen eines Lösungsmittels mit einem Material, das durch Kneten von Silberfeinpartikeln mit einem Bindemittelharz eines Epoxydharz erhalten wurde. Obwohl das leitende Harz **33** im Allgemeinen in einem Zustand verwendet wird, in dem es gewöhnlich eingestellt ist, um mehrere hundert Poises in der Viskosität zu sein, verwendete die vorliegende Erfindung das leitende Harz **33** in einem Zustand, bei dem dessen Viskosität eingestellt war, um viel größer als diese zu sein, um die Form einer leitenden Säule zu kontrollieren bzw. zu steuern. Zusätzlich kann, falls erforderlich, das leitende Harz **33** verwendet werden, nachdem dessen Thixotropie eingestellt wird (für den Fall, dass das leitende Harz **33** thixotropisch ist).

**[0206]** Nach Auffüllen des Lochs **31a** und der Metallmaske **31** mit dem leitenden Harz **33**, dessen Viskosität in einer derartigen Weise eingestellt worden ist, wird die Metallmaske **31** und eine erste Verdrahtungsschicht **22** in der Richtung einer normalen Linie der ersten Verdrahtungsschicht **22** (siehe [Fig. 15D](#)) getrennt. Zu dieser Zeit wurde das leitende Harz **33** deformiert, als es zwischen der ersten Verdrahtungsschicht **22** und der Metallmaske **31** gedehnt wurde, und eine leitende Säule **24** mit einer fast konischen Form wurde auf der ersten Verdrahtungsschicht **22** gebildet (siehe [Fig. 15E](#)). Der Durchmesser  $r$  der Bodenfläche der ausgebildeten leitenden Säule mit einer fast konischen Form betrug ungefähr 300 µm und dessen Höhe  $h$  betrug ungefähr 250 µm. Zusätzlich war ein Teil des leitenden Harzes **33** an das Loch **31a** der Metallmaske **31** angebracht.

**[0207]** Eine Verbindungsform, die einen kleinen Kontaktwinkel  $\theta$ , gebildet zwischen der leitenden Säule **24** und der Oberfläche der ersten Verdrahtungsschicht **22**, aufweist und die einen Kerbeneffekt verringert, kann mit Hilfe eines derartigen Verfahrens wie diesem erhalten werden. Für den Fall, dass zum Beispiel versucht wird eine leitende Säule **24** mit einem höheren Aspektverhältnis (Höhe  $h$ /Durchmesser  $r$  der Bodenfläche) zu bilden, kann es ausreichen, die Form des Durchlochs **31a** und die physikalischen

Eigenschaften des leitenden Harzes **33** einzustellen, oder es kann auch ausreichen die Metallmaske **31** an der gleichen Position anzubringen und den Siebdruck zu wiederholen.

**[0208]** Die Ausbildung der leitenden Säule **24** ist nicht auf den Siebdruck begrenzt. Das Stempelverfahren, bei dem eine leitende Paste von dem Loch in der Maske herausgedrückt wird, kann für die Ausbildung verwendet werden. Auch durch ein derartiges Verfahren kann eine leitende Säule **24** mit einem hohen Aspektverhältnis aus einer leitenden Paste, einem leitendem Harz, etc. ausgebildet werden, und zwar in der gleichen Weise wie bei dem Siebdruck. Ferner kann eine leitende Säule, die aus Metall besteht, durch das Plattierungsverfahren gebildet wird. In jedem Fall kann die Höhe und der Durchmesser der leitenden Säule **24** in Übereinstimmung mit der Konstruktion der ausgebildeten Kontaktloch-Verbindung eingestellt werden, wie nachstehend beschrieben.

**[0209]** Obwohl das voranstehend beschriebene Verfahren zum Bilden einer leitenden Säule beschrieben wurde, wobei eine Kontaktloch-Verbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte als ein Beispiel herangezogen wurde, kann sie in genau der gleichen Weise zum Beispiel auf einer Elektrode eines elektronischen Elements, beispielsweise eines Halbleiterschips und dergleichen, gebildet werden.

**[0210]** Nachstehend folgt eine Beschreibung eines Verfahrens zum Kontrollieren der Übergangsform der leitenden Säule **24**, die so ausgebildet ist, und der zweiten Verdrahtungsschicht **23**.

**[0211]** [Fig. 16](#) zeigt schematisch die Beziehung zwischen der leitenden Säule **24** und der Isolationsschicht **21**, entsprechend zu dem in [Fig. 14B](#) gezeigten Zustand im Beispiel 3. Der Erfinder hat durch Experimente festgestellt, dass sich die Übergangsform der leitenden Säule **24** und der zweiten Verdrahtungsschicht **23** auf das Masseverhältnis zwischen dem Abschnitt, wo die leitende Säule **24** in der Isolationsschicht **21** eingebettet ist, und dem Abschnitt, wo die leitende Säule **24** von der Oberfläche der Isolationsschicht **21** hervorsteht, und die physikalischen Eigenschaftswerte der leitenden Säule **24**, wie beispielsweise einer plastischen Deformierbarkeit, bezieht.

**[0212]** Es wurde festgestellt, dass zum Beispiel dann, wenn eine elektrolytische Kupferfolie für die Verdrahtungsschicht verwendet wird und Silberfeinpartikel für den leitenden Füllstoff verwendet werden, der den Hauptteil der leitenden Säule **24** bildet, die Höhe  $h$  der leitenden Säule so eingestellt wird, dass sie um einen Faktor 1 bis 5, vorzugsweise um einen Faktor von 1,6 bis 4, in Bezug auf die Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** ist, wodurch der Kontaktwinkel  $\theta$

zwischen der leitenden Säule **24** und der Oberfläche der zweiten Verdrahtungsschicht **23** so verkleinert wird, dass die Übergangsform erhalten werden kann, um den Kerbeneffekt zu lockern.

**[0213]** Der Grund, warum die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** so eingestellt wird, dass sie größer als die Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** ist, ist wie folgt: Zum Beispiel für den Fall, bei dem die Isolationsschicht **21** aus einem thermisch aushärtenden Harz gebildet ist, schrumpft die Dicke davon um ungefähr 0 bis 30%, wenn eine Aushärtung von der B Stufe auf die C Stufe durchgeführt wird. Für den Fall eines thermoplastischen Harzes schrumpft ebenfalls die Dicke um ungefähr 0 bis 15% durch die Verfestigung aus dem weichen Zustand. Wenn die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** wenigstens 1,2 mal die Dicke der Isolationsschicht **21** übersteigt, steht deshalb wenigstens das Spitzenende der leitenden Säule **24** von der Oberfläche der Isolationsschicht **21** vor. Dieser vorstehende Abschnitt ist ein Abschnitt, wo die Übergangsform durch eine plastische Deformation gebildet wird, wenn die leitende Säule **24** mit der zweiten Verdrahtungsschicht **23** zusammengedrückt wird. Wenn die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** 1,2 bis 5 mal ist, vorzugsweise 1,5 bis 4 mal, die Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** ist, wird die zweite Verdrahtungsschicht **23** nicht zerstört, und eine Übergangsform kann erhalten werden, sodass der Kontaktwinkel  $\theta$  klein ist und der Kerbeneffekt gelockert wird.

**[0214]** Die obige Beschreibung wird auf den Fall angewendet, bei dem die leitende Säule **24** auf jeder von zwei miteinander verbundenen Verdrahtungsschichten gebildet wird.

**[0215]** Wenn die Zwischenschichtverbindung durch Drücken der leitenden Säulen **24** in einer ausgerichteten Weise von beiden Seiten der halb-ausgehärteten Isolationsschicht **21** gebildet wird, wird zum Beispiel bevorzugt die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** so einzustellen, dass sie ungefähr 0,8 bis 2 x die Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** ist.

**[0216]** [Fig. 17](#) ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, bei dem die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht **23** von beiden Seiten der Isolationsschicht **21** angeordnet sind, wobei die leitenden Säulen **24** aufeinander zugerichtet sind. [Fig. 18](#) ist eine Ansicht, die schematisch eine Konstruktion der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung zeigt, bei der die Zwischenschicht-Verbindung durch Drücken der leitenden Säulen **24** in einer ausgerichteten bzw. gegenüberliegenden Weise von beiden Seiten der Isolationsschicht **21** gebildet wird.

**[0217]** Wenn die Zwischenschicht-Verbindung andererseits durch Bilden der leitenden Säule **24** auf einer von zwei miteinander verbundenen Verdrahtungsschichten, wie voranstehend beschrieben, und durch Drücken der leitenden Säule **24** von einer Seite der Isolationsschicht **21** gebildet wird, wird bevorzugt die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** so einzustellen, dass sie ungefähr 1,6 bis 4 mal die Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** ist.

(BEISPIEL 10)

**[0218]** Die Querschnittsform der leitenden Säule **24** und der Kontaktwinkel zwischen der leitenden Säule **24** und der Verdrahtungsschicht **22**, **23**, **27a**, **27b** wurde dadurch beobachtet, dass die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung, die im Beispiel 4 hergestellt wurde, geschnitten wurde. Die Querschnittsform in der Ebene parallel zu der Achse der leitenden Säule **24** war eine Handtrommelform. Der Kontaktwinkel  $\theta$  war in dem Bereich zwischen 30° und 80°.

**[0219]** Fünf 4-Schicht Mehrschicht-Verdrahtungsplatten mit 9000 Punkten der leitenden Säulen **24**, hergestellt wie voranstehend beschrieben, wurden vorbereitet. Diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatten wurden in ein Lötmittelbad von 288°C über einer Dauer von 20 Sekunden eingetaucht und heraufgezogen, um die Änderung in dem Verdrahtungswiderstand auszuwerten. Die gemessenen Verdrahtungswiderstandswerte waren in dem Messtoleranzbereich zuvor und nach dem Auswertungstest und es gab keine wesentliche Änderung. Sogar dann, als der gleiche Test fünf mal wiederholt wurde, wurde eine signifikante Änderung in dem Widerstandswert nicht festgestellt.

**[0220]** Ferner wurden fünf 4-Schicht Mehrschicht-Verdrahtungsplatten mit 9000 Punkten der leitenden Säulen **24**, hergestellt wie voranstehend beschrieben, vorbereitet, und ein Test mit einem thermischen Zyklus wurde ausgeführt. Für den Test mit einem thermischen Zyklus wurde ein Zyklus, bei dem der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte erlaubt wurde bei -65°C und +125°C für jeweils 30 Minuten zu stehen, 3000 mal wiederholt. Eine signifikante Änderung in Verdrahtungswiderstandswerten wurde nicht vor und nach dem Test beobachtet, und sämtliche Werte waren in dem Bereich der Messtoleranz.

**[0221]** Zum Vergleich wurde eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit vier Verdrahtungsschichten, bei denen die Höhe der leitenden Säule **24** kleiner als die Dicke der Isolationsschicht **21** war, durch die das Spitzenende der leitenden Säule **24** durchstach (unter Berücksichtigung der Schrumpfung der Isolationsschicht **21** als Folge der thermischen Aushärtung), durch das Herstellungsverfahren hergestellt, das in dem Beispiel C3 und C4 beschrieben wird. Materialien für sämtliche Elemente, einschließlich der Isolationsschichten **21** und **21b**, der Verdrahtungsschichten **22**, **23**, **27a** und **27b**, und der leitenden Säule **24**

waren die gleichen wie diejenigen, die in dem Beispiel in C3 und C4 verwendet wurden. Die Verdrahtungsschaltung wurde in das gleiche Muster ausgebildet. Die Querschnittsform der leitenden Säule **24** und der Kontaktwinkel zwischen der leitenden Säule und der Verdrahtungsschicht **22**, **23**, **27a**, **27b** wurde dadurch beobachtet, dass die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte geschnitten wurde. Die Querschnittsform in der Ebene parallel zu der Achse der leitenden Säule **24** war wie in [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) gezeigt. Der Kontaktwinkel war in dem Bereich zwischen 30° und 150°.

**[0222]** Diese Mehrschicht-Verdrahtungsplatte des Vergleichsbeispiels wurde in ein Lötmittelbad von 288° über 20 Sekunden eingetaucht und dann herausgezogen, um die Änderung im Verdrahtungswiderstand zu testen. Und das Ergebnis war, dass 95% im Durchschnitt der Kontaktloch-Verbindung zerstört war. Der Querschnitt wurde durch einen Schneidvorgang betrachtet und es wurde festgestellt, dass eine Ablösung auf der Übergangs-Zwischenoberfläche zwischen der leitenden Säule **24** und der Verdrahtungsschicht **22**, **23**, **27a**, **27b** auftrat. Dies liegt daran, weil sich die Isolationsschicht **21**, **21b** in der Axialrichtung der leitenden Säule **24** als Folge der thermischen Last, die durch das Lötmittelbad verursacht wird, thermisch mehr ausdehnte als die leitende Säule **24**, und in der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte des Vergleichsbeispiels konzentrierte sich eine hohe mechanische Spannung (eine Zugspannung) auf die Übergangs-Zwischenoberfläche zwischen der leitenden Säule **24** und der Verdrahtungsschicht **22**, **23**, **27a**, **27b**, insbesondere an der Kerbe des Übergangs zwischen der äußeren Seitenoberfläche der leitenden Säule **24** und der Verdrahtungsschicht.

(BEISPIEL 11)

**[0223]** Als nächstes wird die Beziehung zwischen der Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** und der Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** beschrieben. Der Erfinder bereitete Mehrschicht-Verdrahtungsplatten der vorliegenden Erfindung durch Ändern der Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** vor und führte verschiedene Tests durch.

**[0224]** Für die Isolationsschicht **21** wurde ein mit einem Glasgewebe gefülltes Epoxydharz-Prepreg mit einer Dicke von 115  $\mu\text{m}$  verwendet. Andererseits wurde für die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht **23** eine elektrolytische Kupferfolie mit einer Dicke von 35  $\mu\text{m}$  verwendet. Für die leitende Säule **24** wurde der Siebdruck, das Trocknen und das Aushärten der leitenden Paste mit feinen Silberpartikeln, die als ein leitender Füllstoff verwendet werden, wiederholt. Somit wurden 6 Arten von Mehrschicht-Verdrahtungsplatten mit unterschiedlicher Höhe  $d$  der leitenden Säule **24** hergestellt. Sämtliche leitenden Säulen **24** wiesen eine im

Wesentlichen konische Form mit einer im Wesentlichen kreisförmigen Bodenoberfläche auf, und der Durchmesser der Bodenoberfläche betrug ungefähr 250  $\mu\text{m}$ . Die Höhe  $d$  betrug 100  $\mu\text{m}$ , 140  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ , 570  $\mu\text{m}$  und 600  $\mu\text{m}$ . Der Kontaktwinkel  $\theta$  zwischen der ersten Verdrahtungsschicht **22** und der leitenden Säule **24** ist in jedem Fall der Art, dass sich Spannungen nicht konzentrieren. Die Isolationsschicht **12** schrumpft bei der Aushärtung um 20% und die Dicke davon  $d$  wird ungefähr 100  $\mu\text{m}$ . Für den Fall, bei dem die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** 100  $\mu\text{m}$  ist, ist deshalb die vorstehende Höhe der leitenden Säule **24** derart, dass die leitende Säule **24** geringfügig freigelegt ist, und in anderen Fällen ist sie ungefähr 40  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 470  $\mu\text{m}$  oder 500  $\mu\text{m}$ .

**[0225]** Die Isolationsschicht **21**, die aus dem mit einem Glasgewebe gefüllten Epoxydharz-Prepreg mit einer Dicke von 115  $\mu\text{m}$  besteht, wurde auf die erste Verdrahtungsschicht **22** laminiert, die derartige leitende Säulen **24** bilden, und die gesamte Konstruktion wurde mit Hilfe einer Platte aus rostfreiem Stahl so gedrückt, dass der Kopf der leitenden Säule **24** zerdrückt wurde, um plastisch deformiert zu werden. Dann wurde die zweite Verdrahtungsschicht **23**, die aus einer elektrolytischen Kupferfolie mit einer Dicke von 35  $\mu\text{m}$  besteht, laminiert und die gesamte Konstruktion wurde gedrückt, während sie erwärmt wurde. Die Isolationsschicht wurde durch die Erwärmung ausgehärtet und andererseits wurde die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht **23** durch die leitenden Säulen **24** miteinander verbunden.

**[0226]** Durch Schneiden von sechs Arten von Mehrschicht-Verdrahtungsplatten, die so hergestellt waren, wurde eine photographische Betrachtung der Konstruktion der Zwischenschicht-Verbindung mit der leitenden Säule **24** durchgeführt. [Fig. 19A](#) zeigt schematisch eine Konstruktion der Zwischenschicht-Verbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, die durch Einstellen der Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** auf 100  $\mu\text{m}$  hergestellt wurde. [Fig. 19B](#), [Fig. 19C](#), [Fig. 19D](#), [Fig. 19E](#) und [Fig. 19F](#) zeigen schematisch eine Konstruktion der Zwischenschicht-Verbindung der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, die durch Einstellen der Höhe  $d$  der leitenden Säule **24** auf 140  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ , 570  $\mu\text{m}$  bzw. 600  $\mu\text{m}$  hergestellt wurde.

**[0227]** Wenn die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** kleiner als die Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** ist, dann war das Übergangsgebiet mit der zweiten Verdrahtungsschicht **23** nicht ausreichend, wie in [Fig. 19A](#) gezeigt. Der Kontaktwinkel  $\theta$  war größer als 90°, was ungefähr in dem Bereich zwischen 100° und 160° ist.

**[0228]** Wenn andererseits die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** so eingestellt wurde, dass sie größer als die

Dicke  $d$  der Isolationsschicht **21** ist ( $h = 140 \mu\text{m}$ ,  $200 \mu\text{m}$ ,  $300 \mu\text{m}$ ,  $570 \mu\text{m}$ ), war das Übergangsbereich mit der zweiten Verdrahtungsschicht **23** ausreichend, und der Kontaktwinkel  $\theta$  war kleiner als  $90^\circ$ , wobei er derart ist, dass mechanische Spannungen weniger dazu neigen sich zu konzentrieren. Der Kontaktwinkel  $\theta$  war in dem Bereich zwischen  $30^\circ$  und  $80^\circ$ .

**[0229]** Wenn jedoch die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** fünf mal die Dicke der Isolationsschicht **21** übersteigt ([Fig. 19F](#)), werden einige Teile der zweiten Verdrahtungsschicht **23** beschädigt. Eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der die zweite Verdrahtungsschicht auf einer anderen Isolationsschicht **21c** gebildet wurde, und eine Spannungsentlastungseinrichtung, wie typischerweise in [Fig. 2](#) gezeigt, in dem Kontaktloch-Fleck vorgesehen ist, der mit der leitenden Säule **24** mit einer Höhe von  $h$  von  $600 \mu\text{m}$  verbunden ist, wurde hergestellt. Auf dieser Mehrschicht-Verdrahtungsplatte wurde die Beschädigung an der zweiten Verdrahtungsschicht **23**, wie die Beschädigung in [Fig. 19F](#), nicht festgestellt ([Fig. 19G](#)). Die leitende Säule **24** hatte eine eingedrungene Zone **24b**, in der ein Teil der leitenden Säule **24** in die Isolationsschicht **21c** eindringt.

**[0230]** Die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht **23** der in den [Fig. 19A](#) bis [Fig. 19F](#) gezeigten Mehrschicht-Verdrahtungsplatte wurde in eine Verdrahtungsschaltung mit einem Muster versehen, und die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte wurde einem Test unterzogen, bei dem die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in ein Lötmittelbad von ungefähr  $28^\circ\text{C}$  für 20 Sekunden eingetaucht und dann herausgezogen wurde, wodurch die Änderung im Verdrahtungswiderstand vor und nach dem Test untersucht wurde.

**[0231]** Auf der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der die Höhe  $h$  der leitende Säule **24** in der Formation auf  $100 \mu\text{m}$  und  $600 \mu\text{m}$  eingestellt war, wurde eine schlechte Verbindung nach dem Test festgestellt, und der Widerstandswert stieg sogar an dem Abschnitt an, wo eine Kontinuität aufrecht erhalten wurde.

**[0232]** Andererseits wurde auf der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** in der Formation auf  $140$  bis  $570 \mu\text{m}$  eingestellt war, eine signifikante Änderung im Verdrahtungswiderstandswert vor und nach dem Test nicht festgestellt und der Verdrahtungswiderstandswert war in dem Bereich innerhalb der Messtoleranz. Sogar dann, als der gleiche Test fünf mal wiederholt wurde, wurde eine signifikante Änderung im Verdrahtungswiderstandswert nicht festgestellt, und der Verdrahtungswiderstandswert war in dem Bereich innerhalb der Messtoleranz.

**[0233]** Abgesehen davon wurde die erste Verdrahtungsschicht **22** und die zweite Verdrahtungsschicht

**23** der in [Fig. 19A](#) bis [Fig. 19F](#) gezeigten Mehrschicht-Verdrahtungsplatte in eine Verdrahtungsschaltung mit einem Muster versehen, und ein Heißöltest, bei dem thermische Lastzyklen von  $20^\circ\text{C}$  über 20 Sekunden und  $260^\circ\text{C}$  über 5 Sekunden wiederholt wurden, wurde ausgeführt, um die Änderung im Verdrahtungswiderstand vor und nach dem Test zu untersuchen.

**[0234]** Auf der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** in der Formation auf  $100 \mu\text{m}$  und  $600 \mu\text{m}$  eingestellt war, wurde nach dem Test eine schlechte Verbindung festgestellt, und der Widerstandswert stieg sogar an dem Abschnitt an, wo eine Kontinuität aufrecht erhalten wurde.

**[0235]** Andererseits wurde auf der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte, bei der die Höhe  $h$  der leitenden Säule **24** in der Formation auf  $140$  bis  $570 \mu\text{m}$  eingestellt war, eine signifikante Änderung im Verdrahtungswiderstandswert vor und nach dem Test nicht festgestellt, und der Verdrahtungswiderstandswert war in dem Bereich innerhalb der Messtoleranz. Sogar dann, als der gleiche Test fünf mal wiederholt wurde, wurde eine signifikante Änderung im Verdrahtungswiderstandswert nicht festgestellt, und der Verdrahtungswiderstandswert war in dem Bereich innerhalb der Messtoleranz.

**[0236]** Ferner wurde eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte (eine vierlagige Platte) der vorliegenden Erfindung mit einer Zwischenschicht-Verbindung unter Verwendung von 10000 Punkten von leitenden Säulen hergestellt. Auf dieser Mehrschicht-Verdrahtungsplatte waren die meisten Verbindungsformen zwischen der äußeren Seitenoberfläche der leitenden Säule **24** und der Oberfläche der Verdrahtungsschicht (Kontaktloch-Fleck) wie in [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#) und [Fig. 10C](#) gezeigt. In einigen Verbindungsformen war der makroskopische Kontaktwinkel  $\theta$ , wie in [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#), kleiner als  $90^\circ$ , aber der mikroskopische Kontaktwinkel  $\phi$  umfasste Winkel über  $90^\circ$ .

**[0237]** Der Heißöltest, wie voranstehend beschrieben, wurde mit dieser Mehrschicht-Verdrahtungsplatte ausgeführt, um die Kontinuität der Mehrschicht-Verbindung zu untersuchen. Das Ergebnis war, dass die Kontinuität an sämtlichen Verbindungen aufrecht erhalten wurde. Ferner wurde eine signifikante Änderung im Verdrahtungswiderstandswert nicht festgestellt, und der Verdrahtungswiderstandswert war in dem Bereich innerhalb der Messtoleranz. Sogar wenn der gleiche Test fünf mal wiederholt wurde, wurde eine signifikante Änderung im Verdrahtungswiderstandswert nicht festgestellt, und der Verdrahtungswiderstandswert war in dem Bereich innerhalb der Messtoleranz. Zum Vergleich wurde eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte (vierlagige Platte) mit einer Zwischenschicht-Verbindung unter Verwen-

derung von 10000 leitenden Säulen, die eine Verbindungsform aufweist, bei der der makroskopische Kontaktwinkel  $\theta$ , wie in [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) gezeigt, größer als  $90^\circ$  war, hergestellt und der gleiche Test wurde ausgeführt. Das Ergebnis war, dass sämtliche Verbindungen eine schlechte Kontinuität aufwiesen.

**[0238]** Eine derartige Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegende Erfindung weist die Konstruktion der Zwischenschichtverbindung mit leitenden Säulen auf, sodass sich mechanische Spannungen nicht konzentrieren, sodass das Auftreten einer Ablösung und einer Zerstörung der leitenden Säule und der Verdrahtungsschicht sogar dann verhindert werden kann, wenn eine thermische Belastung bei dem Montageprozess, bei der Anwendungsumgebung, etc. angewendet wird. Deshalb kann eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit einer hohen Zuverlässigkeit und einer einfachen Konstruktion bereitgestellt werden. Ferner weist die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung eine kleine Anzahl von Durchlöchern auf oder muss nicht Durchlöcher aufweisen, sodass das mit elektronischen Elementen montierbare Gebiet ausgedehnt wird und eine Anbringung (Montage) mit hoher Dichte erzielt werden kann.

**[0239]** Ferner kann in Übereinstimmung mit dem Verfahren zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit einer erhöhten Übergangsfestigkeit zwischen der leitenden Säule und der Verdrahtungsschicht hergestellt werden, und zwar ohne ein Absinken der Produktivität. In Übereinstimmung mit dem Verfahren zum Herstellen der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung kann die elektrische Verbindung zwischen den Verdrahtungsschichten leicht und zuverlässig aufrecht erhalten werden. Demzufolge kann eine höchst zuverlässige Mehrschicht-Verdrahtungsplatte bei niedrigen Kosten bereitgestellt werden.

**[0240]** Die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der vorliegenden Erfindung wird nicht nur für die Verdrahtungsplatte für allgemeine elektronische Geräte, Personalcomputer, etc. verwendet, sondern auch für die Verdrahtungsplatte von Multichip-Modulen (MCM; Multi Chip Moduls) und ein Paket in Chipgröße (CSP; Chip Sized Package), bei denen der Anstieg in der Zuverlässigkeit der Verbindung und der Anstieg in der Anbringungsichte erzielt werden kann.

(BEISPIEL 12)

**[0241]** [Fig. 20A](#) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Beispiel eines elektronischen Elements der Erfindung zeigt, und [Fig. 20B](#) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Konstruktion des elektronischen Elements, durchgesehen von

seiner Rückseite, zeigt. Hier ist eine Halbleitereinrichtung als ein Beispiel des elektronischen Elements gezeigt. Diese Halbleitereinrichtung **41** ist in dem Zustand eines nackten Chips und weist **64** Elektroden **42** zur Verbindung mit einer externen Schaltung auf. Eine leitende Säule **43** mit einer fast konischen Form, wie voranstehend beschrieben, wird auf jeder der Elektroden **42** gebildet. Als ein elektronisches Element kann nicht nur eine Halbleitereinrichtung, sondern auch eine Oberflächenakustikwelleneinrichtung zum Beispiel verwendet werden. Zusätzlich kann ein elektronisches Element nicht nur in einem Zustand eines nackten Chips, sondern auch in einem Zustand, bei dem es mit Harz und dergleichen vergossen ist, oder in einem Zustand, bei dem es in ein Metallgehäuse und dergleichen eingeschlossen ist, sein.

**[0242]** Diese leitende Säule **43** wurde mit Hilfe des gleichen Verfahrens wie voranstehend beschrieben, gebildet. [Fig. 21A](#), [Fig. 21B](#) und [Fig. 21C](#) sind Figuren zum Erläutern eines Beispiels eines Verfahrens zum Bilden einer leitenden Säule auf einer Elektrode eines elektronischen Elements. Zunächst wurde eine Metallmaske **31**, die Durchlöcher **31a** in der Form eines Zylinders aufweisen, an einer spezifizierten Position auf der oberen Seite von Elektroden **42** angeordnet (siehe [Fig. 21A](#)). Zusätzlich wurden die Löcher **31a** mit dem leitenden Harz **33** mit Hilfe eines Siebdruck gefüllt ([Fig. 21B](#)) und dann wurde durch Herausziehen der Metallmaske **31** in der Richtung einer normalen Linie der Oberfläche der Elektrode **42** eine leitende Säule **43** mit einer fast konischen Form auf der Elektrode **42** gebildet ([Fig. 21C](#)). Die leitende Säule **43**, die in einer derartigen Weise gebildet war, wurde in der Form durch eine Erwärmung und Aushärtung von seinem Bindemittelharz fixiert.

**[0243]** Der Kontaktabschnitt zwischen der leitenden Säule **43** und der Elektrode **42** weist eine Form auf, bei der die äußere Umfangsoberfläche der leitenden Säule **43** und die Oberfläche der Elektrode **42** glatt miteinander verbunden waren und es für eine mechanische Spannung schwierig war sich zu konzentrieren.

**[0244]** Ein elektronisches Element der Erfindung, wie dieses, dass eine leitende Säule als eine Verbindungseinrichtung mit einer externen Schaltung aufweist, kann ein elektronisches Elementpaket der Erfindung ergeben, indem es auf einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit dem gleichen Verfahren angebracht wird, um eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte gemäß der Erfindung zu bilden.

**[0245]** Zunächst werden zum Beispiel eine Verdrahtungsschicht mit einem spezifizierten Muster, das einen Kontaktloch-Fleck an einer Position entsprechend zu einer Elektrode eines elektronischen Ele-

ments aufweist, und das elektronische Element mit einer leitenden Säule, die auf der Elektrode gebildet ist, so angeordnet, dass sie einander gegenüberliegen, wobei eine nicht gehärtete isolierende Harzschicht zwischen ihnen angeordnet ist. Wenn sie von beiden Seiten von diesen gedrückt werden, durchdringt zusätzlich die leitende Säule die halb-gehärtete isolierende Harzschicht und wird mit dem Kontaktloch-Fleck verbunden, weil sie durch eine plastische Deformation deformiert wird. Gleichzeitig wird die isolierende Harzschicht durch eine Erwärmung gehärtet.

**[0246]** Wie voranstehend beschrieben weist ein elektronisches Element der vorliegenden Erfindung einen großen Vorteil auf, dass ein Lötvorgang bei der Montage (bei der Anbringung) nicht benötigt wird. Da zusätzlich eine Verdrahtung der Zuleitungsdrähte von einem elektronischen Element auf einer Vielzahl von Verdrahtungsschichten durch Anbringen des elektronischen Elements auf eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung aufgeführt werden kann, kann die Anbringungsichte stark verbessert werden.

(BEISPIEL 13)

**[0247]** [Fig. 22](#) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Beispiel eines elektronischen Elementpakets der Erfindung zeigt. [Fig. 23](#) ist eine Figur, die schematisch eine Querschnittskonstruktion entlang der Linie A-A des in [Fig. 22](#) gezeigten elektronischen Elementpakets zeigt.

**[0248]** Dieses elektronische Elementpaket ist ein elektronisches Elementpaket, das durch Anbringen eines elektronischen Elements **40** der voranstehend beschriebenen Erfindung auf einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **50** der Erfindung, wie voranstehend beschrieben, erhalten wird und bei dem die Halbleitereinrichtung **41** und die Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **50** durch die leitenden Säulen **43** elektrisch miteinander verbunden sind.

**[0249]** Eine Elektrode **42** der Halbleitereinrichtung **41** und ein Kontaktloch-Fleck **13a** der Verdrahtungsplatte sind über die leitende Säule **43** miteinander verbunden. Dieser Kontaktloch-Fleck **13a** weist ein Durchloch auf, das in [Fig. 2](#) dargestellt ist, und kann eine mechanische Spannung in einer normalen Linie, die auf die leitende Säule in deren axialer Richtung wirkt, lösen. Einige Kontaktloch-Flecken **13a** sind direkt mit Kontaktloch-Flecken einer anderen Verdrahtungsschicht über leitende Säulen **14** verbunden. Bei dem elektronischen Elementpaket der [Fig. 22](#) sind die Elektroden **42** der Halbleitereinrichtung **41** über Kontaktloch-Flecken, die auf einer Vielzahl von unterschiedlichen Verdrahtungsschichten gebildet sind, verbunden. Zum Beispiel wird eine Elektrode **42a** mit einer Verdrahtungsschicht verbunden, zu der der

Kontaktloch-Fleck **13a** gehört, während eine Elektrode **42b** mit einer Verdrahtungsschicht verbunden ist, zu der der Kontaktloch-Fleck **12a** gehört. Deshalb kann gemäß der Erfindung sogar ein elektronisches Element mit einer Anzahl von Elektroden eine Verdrahtung von seinen Zuleitungsdrähten einfacher machen und kann dessen Anbringungsfläche (dessen Anbringungsgebiet) kleiner machen. Zusätzlich kann ein Verbindungsabschnitt zwischen einem elektronischen Elementpaket und einer externen Schaltung an einem Umfangsgebiet oder an der Rückseite der Anbringungsseite für elektronische Elemente der Mehrschicht-Verdrahtungsplatte **50** gebildet werden, um so ein Kissen für PGA, BGA oder eine Drahtbondierung zum Beispiel zu bilden. Natürlich kann in einem Verbindungsabschnitt zwischen einem derartigen elektronischen Elementpaket und einer externen Schaltung eine Kontaktloch-Verbindung auch verwendet werden, die einen Kontaktloch-Fleck und eine leitende Säule verwendet, mit der eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung versehen ist, wie voranstehend beschrieben.

**[0250]** Die Konstruktion eines derartigen elektronischen Elementpakets kann auf ein Paket in Chipgröße (CSP; Chip Sized Package) angewendet werden, dessen Paketgröße sehr nahe zu einer Chip-Größe ist.

**[0251]** In dieser Weise kann ein elektronisches Elementpaket, welches für eine Anbringung mit hoher Dichte geeignet ist, durch Zusammenkombinieren einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte und eines elektronischen Elements gemäß der vorliegenden Erfindung erhalten werden. Die Anzahl von elektronischen Elementen, die auf einer Platte angebracht werden sollen, ist nicht auf eines beschränkt, aber eine Vielzahl von elektronischen Elementen von unterschiedlichen Arten können auf einer einzelnen Mehrschicht-Verdrahtungsplatte angebracht werden. Zum Beispiel kann die Erfindung auch für den Fall einer Ausbildung eines Multi-Chip-Moduls, durch Anbringen einer Halbleitereinrichtung, eines Chipkondensators und dergleichen, in der gleichen Weise angewendet werden.

#### GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

**[0252]** Wie voranstehend beschrieben kann eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung eine mechanische Spannung, die auf eine leitende Säule in deren Axialrichtung wirkt, entlasten, und zwar dadurch, dass sie mit einem Kontaktloch-Fleck mit einer Spannungsentlastungseinrichtung versehen ist. Zusätzlich kann eine mechanische Spannung, die auf den Kontaktloch-Fleck in dessen Tangentialrichtung wirkt (tangentiale Spannung), hauptsächlich durch eine plastische Deformation der leitenden Säule gelockert werden. Demzufolge kann sie einen Bruch eines Kontaktloch-Flecks und einer Verdrahtungs-

schaltung vermeiden und eine Kontaktloch-Verbindung mit hoher Zuverlässigkeit einrichten. Da sie zusätzlich innerhalb der Notwendigkeiten die Anzahl von Kontaktloch-Verbindungen, die durch Durchlöcher gebildet werden, minimieren kann, kann sie eine Anbringung mit hoher Dichte bewältigen.

**[0253]** Da eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung eine Form aufweist, bei der eine mechanische Spannung nicht auf einen Kontaktabschnitt zwischen einer leitenden Säule und einem Kontaktloch-Fleck oder einer Verdrahtungsschicht konzentriert ist, kann sie das Auftreten einer Folienablösung oder einer Trennung zwischen der leitenden Säule und der Verdrahtungsschicht sogar für den Fall verhindern, dass eine thermische Last bei einem Herstellungsprozess, einem Anbringungsprozess, einer Verwendungsumgebung oder dergleichen, darauf auferlegt wird. Demzufolge kann sie eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit hoher Zuverlässigkeit und einem einfachen Aufbau bereitstellen. Da eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung mit einigen wenigen oder keinen Durchlöchern auskommen kann, kann sie zusätzlich ein größeres Gebiet aufweisen, wo ein elektronisches Element angebracht werden kann, und kann eine Anbringung mit hoher Dichte bewältigen. Dadurch, dass sie in Kombination mit einer Spannungsentlastungseinrichtung verwendet wird, kann ferner zusätzlich ein Bruch einer Kontaktloch-Verbindung verhindert werden und die Funktion einer Kontaktloch-Verbindung kann sogar für den Fall stabil gehalten werden, dass ein Druck oder eine Zugspannung zwischen einer leitenden Säule und einem Kontaktloch-Fleck wirkt.

**[0254]** Die Zuverlässigkeit der Verbindung und die Dichte der Anbringung kann durch Verwendung einer derartigen Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung nicht nur als eine Verdrahtungsplatte einer allgemeinen elektronischen Maschine, eines Personalcomputers oder dergleichen, sondern auch als eine Verdrahtungsplatte eines Multi-Chip-Moduls (MCM; Multi Chip Modul) oder einem Paket in Chipgröße (CSP; Chip Sized Package) verbessert werden.

**[0255]** Gemäß einem vorgefertigten Material für eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung ist es möglich eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte leicht herzustellen, die Verbindungsabschnitte mit einem einfachen Aufbau und mit einer hohen Zuverlässigkeit aufweist, wobei leitende Säulen verwendet werden.

**[0256]** In Übereinstimmung mit einem Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung ist es möglich, das Auftreten von defekten Verbindungen zu unterdrücken, sodass eine hohe Produktivität des Herstellungsverfahrens einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte unter Verwendung von leitenden Säulen aufrecht erhalten wird. Ferner

kann auch die Produktivität verbessert werden.

**[0257]** In Übereinstimmung mit einem Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung ist es möglich eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte herzustellen, bei der eine Verbindungsfestigkeit einer leitenden Säule mit einer Verdrahtungsschicht verbessert worden ist, und zwar ohne die Produktivität herabzusetzen. In Übereinstimmung mit einem Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte der Erfindung ist es möglich leicht und sicher eine elektrische Verbindung zwischen Verdrahtungsschichten zu befestigen. Deshalb ist es möglich eine Mehrschicht-Verdrahtungsplatte mit hoher Zuverlässigkeit bei geringen Kosten bereitzustellen.

**[0258]** In Übereinstimmung mit einem Verfahren zum Bilden einer leitenden Säule der Erfindung ist es möglich eine leitende Säule mit einer hohen Verbindungszuverlässigkeit zu bilden, die es für eine mechanische Spannung schwierig macht sich zum Beispiel auf einer Elektrode eines elektronischen Elements, einer Leiterschicht oder einem Kontaktloch-Fleck einer Verdrahtungsplatte oder dergleichen zu konzentrieren.

**[0259]** Eine elektronisches Element der Erfindung kann ohne Verwendung von Lötmaterial angebracht werden. Demzufolge ist es möglich die Gesundheit der Arbeiter bei einem Herstellungsprozess zu schützen und eine Umweltverschmutzung zu vermeiden. Da ein elektronisches Element der Erfindung eine Verdrahtung von Zuleitungsdrähten von dem elektronischen Element auf einer Vielzahl von Verdrahtungsschichten durch Anbringen des elektronischen Elements auf einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte ausführen kann, ist es möglich die Anbringungs-dichte stark zu fördern.

**[0260]** In Übereinstimmung mit einem elektronischen Elementpaket der Erfindung ist es möglich die Anbringungsseite des elektronischen Elements mehrschichtig auszuführen, um es zu verwenden, und um eine Anbringung eines elektronischen Elements mit einer Anzahl von Elektroden in einem kleinen Anbringungsgebiet zu ermöglichen. Deshalb ist es möglich verschiedene Arten von Anbringungs-paketen von elektronischen Elementen, einschließlich CSP und MCM, in der Größe kleiner auszuführen oder deren Anbringungs-dichte stark zu verbessern. Da eine Verdrahtung von Zuleitungsdrähten von Elektroden eines elektronischen Elements einfach wird, ist es möglich den Freiheitsgrad bei dem Entwurf stark zu verbessern.

### Patentansprüche

1. Mehrschicht-Verdrahtungsplatte (10, 20) mit einer Laminierung einer Verdrahtungsschicht und ei-

ner Isolationsschicht, umfassend:  
 eine erste Isolationsschicht (11a);  
 eine erste Verdrahtungsschicht (12), die auf wenigstens einer Oberfläche der ersten Isolationsschicht (11a) gebildet ist und einen ersten Kontaktloch-Flecken (12a) aufweist;  
 eine zweite Isolationsschicht (11b), die auf der ersten Verdrahtungsschicht (12) gebildet ist;  
 eine zweite Verdrahtungsschicht (13), die auf der zweiten Isolationsschicht (11b) gebildet ist, wobei die zweite Verdrahtungsschicht (13) einen zweiten Kontaktloch-Fleck (13a) aufweist, und wobei der zweite Kontaktloch-Fleck (13a) zugerichtet zu dem ersten Kontaktloch-Fleck (12a) gebildet ist; und  
 eine leitende Säule (14), die den ersten Kontaktloch-Fleck (12a) und den zweiten Kontaktloch-Fleck (13a) verbindet,  
 wobei der erste Kontaktloch-Fleck (12a) wenigstens ein Loch (12b) als eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist, wobei ein Teil der leitenden Säulen (14) in die erste Isolationsschicht (11a) durch das Loch (12b) des ersten Kontaktloch-Flecks (12a) eingedrungen ist.

2. Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach Anspruch 1, wobei eine Steifigkeit der leitenden Säule (14) höher als eine Steifigkeit der zweiten Isolationsschicht (11b) ist.

3. Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die leitende Säule (14) aus einem leitenden Harz gebildet ist.

4. Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei eine äußere Seitenoberfläche der leitenden Säule eine hyperbolische Form aufweist, und die Oberfläche der leitenden Säule glatt und kontinuierlich mit einer Oberfläche der ersten und zweiten Kontaktloch-Flecken verbunden ist, um so eine Spannungskonzentration, die zwischen der leitenden Säule und dem ersten und zweiten Kontaktloch-Fleck angewendet wird, zu lockern.

5. Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei Kontaktwinkel einer äußeren Seitenoberfläche der leitenden Säule gegen eine Oberfläche der ersten und zweiten Kontaktloch-Flecken einen Bogen mit einem spitzen Winkel beschreiben.

6. Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei ein linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient in der axialen Richtung der leitenden Säule kleiner als derjenige der Isolationsschicht ist.

7. Elektronisches Element, umfassend:  
 ein elektronisches Teil (41) mit einer Elektrode (42), die auf einer ersten Fläche des elektronischen Teils

(41) gebildet ist; und eine leitende Säule (43), die auf der Elektrode (42) gebildet ist;  
 eine erste Isolationsschicht (44a), die auf das elektronische Teil (41) laminiert ist, so dass die leitende Säule die Isolationsschicht durchsticht;  
 eine erste Verdrahtungsschicht (13), die auf der ersten Isolationsschicht gebildet ist und einen ersten Kontaktloch-Fleck (13a) aufweist, wobei der erste Kontaktloch-Fleck (13a) mit der durchstochenen leitenden Säule (43) verbunden ist; und  
 eine zweite Isolationsschicht (44b), die auf ersten Verdrahtungsschicht (13) gebildet ist,  
 wobei eine äußere Seitenoberfläche der leitenden Säule (14) kontinuierlich und glatt mit einer Oberfläche der Elektrode so verbunden ist, dass eine Spannungskonzentration, die zwischen der leitenden Säule (14) und der Elektrode (42) angewendet wird, gelockert wird, und der erste Kontaktloch-Fleck (13a) wenigstens ein Loch (13b) als eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist, und ein Teil der ersten leitenden Säule (14) in die zweite Isolationsschicht (43) durch das Loch (13b) des ersten Kontaktloch-Flecks (13a) eindringt.

8. Elektronisches Element nach Anspruch 7, ferner umfassend:

eine zweite Verdrahtungsschicht (12), die auf der zweiten Isolationsschicht (44b) gebildet ist und einen zweiten Kontaktloch-Fleck (12a) aufweist;  
 eine zweite leitende Säule (14), die den ersten Kontaktloch-Fleck (13a) und den zweiten Kontaktloch-Fleck (12a) verbindet, und  
 eine dritte Isolationsschicht (44c), die auf der zweiten Verdrahtungsschicht (12) gebildet ist,  
 wobei der zweite Kontaktloch-Fleck (12a) ein Durchloch als eine Spannungsentlastungseinrichtung aufweist, und die zweite leitende Säule (14) in die dritte Isolationsschicht (44c) durch das Durchloch eindringt.

9. Elektronisches Element nach irgendeinem der Ansprüche 7 oder 8, wobei eine äußere Oberfläche der leitenden Säule (14) eine hyperbolische Form aufweist, und die Oberfläche der leitenden Säule (14) glatt und kontinuierlich mit einer Oberfläche der Elektrode (42) verbunden ist.

10. Elektronisches Element nach irgendeinem der Ansprüche 7 bis 9, wobei ein Winkel der äußeren Seitenfläche der leitenden Säule (14) gegen die Oberfläche der Elektrode (42) ein spitzer Winkel ist.

11. Elektronisches Element nach irgendeinem der Ansprüche 7 bis 10, wobei das elektronische Teil ein Halbleiterchip ist.

12. Elektronisches Element nach Anspruch 11, wobei der Halbleiterchip ein nackter Halbleiterchip ist.

13. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach Anspruch 1, umfassend die folgenden Schritte:

Bilden einer ersten Leiterschicht (12) mit einem erstem Kontaktloch-Flecken (12a) auf einer ersten Isolationsschicht (11a);

Herstellen einer zweiten Leiterschicht (13);

Bilden einer leitenden Säule (14) mit einer konischen Form auf der zweiten Leiterschicht (13) oder auf dem ersten Kontaktloch-Fleck (12a) der ersten Leiterschicht (12);

Laminieren der ersten Leiterschicht (12) und der zweiten Leiterschicht (13) durch eine zweite Isolationsschicht (11b), die aus einem nicht gehärteten Harz gebildet ist, so dass die leitende Säule (14) auf dem ersten Kontaktloch-Fleck (12a) auf die zweite Leiterschicht (13) hin gerichtet ist oder die leitende Säule (14) auf der zweiten Leiterschicht (13) auf den ersten Kontaktloch-Fleck (12a) der ersten Leiterschicht (12) hin gerichtet ist; und

Pressen der laminierten Schichten, während eine Erwärmung vorgenommen wird, in axialer Richtung der leitenden Säule (14), so dass die leitende Säule (14) die zweite Isolationsschicht (11b) durchsticht und eine Verbindung zwischen der ersten Leiterschicht (12) und der zweiten Leiterschicht (13) herstellt, wobei der erste Kontaktloch-Fleck (12a) wenigstens ein Loch (12b) als eine Spannungsentlastungseinrichtung bereitstellt, und der Pressschritt derart ausgeführt wird, dass ein Teil der leitenden Säule (14) in die erste Isolationsschicht (11a) durch das Loch (12b) hineindringt.

14. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach Anspruch 13, wobei in dem Schritt zum Pressen der laminierten Schichten, die erste und zweite leitende Schicht so gepresst werden, dass eine äußere Seitenoberfläche der leitenden Säule glatt und kontinuierlich mit der Oberfläche der ersten und zweiten Leiterschichten (12, 13) verbunden wird.

15. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach den Ansprüchen 13 bis 14, wobei in dem Schritt zum Bilden der leitenden Säule, eine Höhe der leitenden Säule  $h$  in dem Bereich von  $1,2d \leq h \leq 5d$  ist, wobei eine Dicke der zweiten Isolationsschicht (11b) zu  $d$  genommen wird.

16. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 15, wobei in dem Schritt zum Laminieren eine Dicke der zweiten Isolationsschicht, die ein nicht ausgehärtetes Harz aufweist, in dem Bereich von  $0,02h \leq d \leq 0,8h$  ist, wenn eine Höhe der leitenden Säule zu  $h$  genommen wird.

17. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 16, ferner umfassend einen Schritt

zum Bilden eines Kontaktloch-Flecks mit einer Spannungsentlastungseinrichtung in der ersten Leiterschicht auf einer zweiten Isolationsschicht, wobei der Schritt zum Bilden der leitenden Säule so ausgeführt wird, dass die leitende Säule auf dem ersten Fleck der ersten Leiterschicht gebildet wird.

18. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 17, wobei der Schritt zum Bilden der leitenden Säule (14) die folgenden Schritte umfasst:

Anordnen einer Maske (31) mit einem Durchloch (31a) auf der ersten Leiterschicht (22), wobei die Form des Durchlochs (31a) der Maske (31) zylindrisch ist;

Füllen eines leitenden Harzes (33) in das Durchloch (31a) der Maske (31); und

Entfernen der Maske (31a) von der ersten Leiterschicht (22) in der normalen Richtung der ersten Leiterschicht (22).

19. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach Anspruch 1, wobei der Schritt zum Entfernen der Maske (31) von der ersten Leiterschicht (22) in der normalen Richtung der ersten Leiterschicht (22) so ausgeführt wird, dass das leitende Harz eine konische Form auf der ersten Leiterschicht (22) bildet, und eine äußere Seitenfläche des leitenden Harzes (33) glatt und kontinuierlich mit einer Oberfläche der Leiterschicht (22) verbunden wird.

20. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach Anspruch 18, wobei der Schritt zum Entfernen der Maske (31) von der ersten Leiterschicht (22) in der normalen Richtung der ersten Leiterschicht so ausgeführt wird, dass das leitende Harz eine konische Form auf der ersten Leiterschicht (22) bildet und ein Winkel einer äußeren Seitenfläche des leitenden Harzes (33) gegen eine Oberfläche der ersten Leiterschicht (22) ein spitzer Winkel ist.

21. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem der Ansprüche 18 bis 20, wobei in dem Schritt zum Füllen des leitenden Harzes (33), eine Viskosität des leitenden Harzes (33) so bestimmt wird, dass ein Teil des leitenden Harzes (33) auf einer inneren Oberfläche des Durchlochs (31a) der Maske (31) bleibt, wenn der Schritt zum Entfernen der Maske (31) von der ersten Leiterschicht (22) ausgeführt wird.

22. Verfahren zum Herstellen einer Mehrschicht-Verdrahtungsplatte nach irgendeinem der Ansprüche 18 bis 20, wobei der Schritt zum Füllen des leitenden Harzes (33) durch einen Siebdruck ausgeführt wird.

Es folgen 33 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

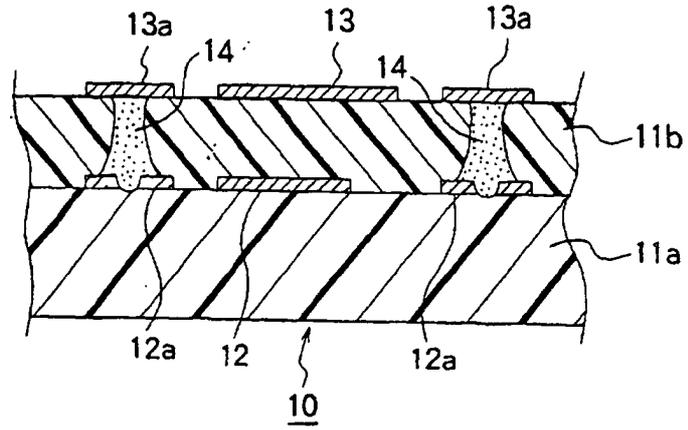
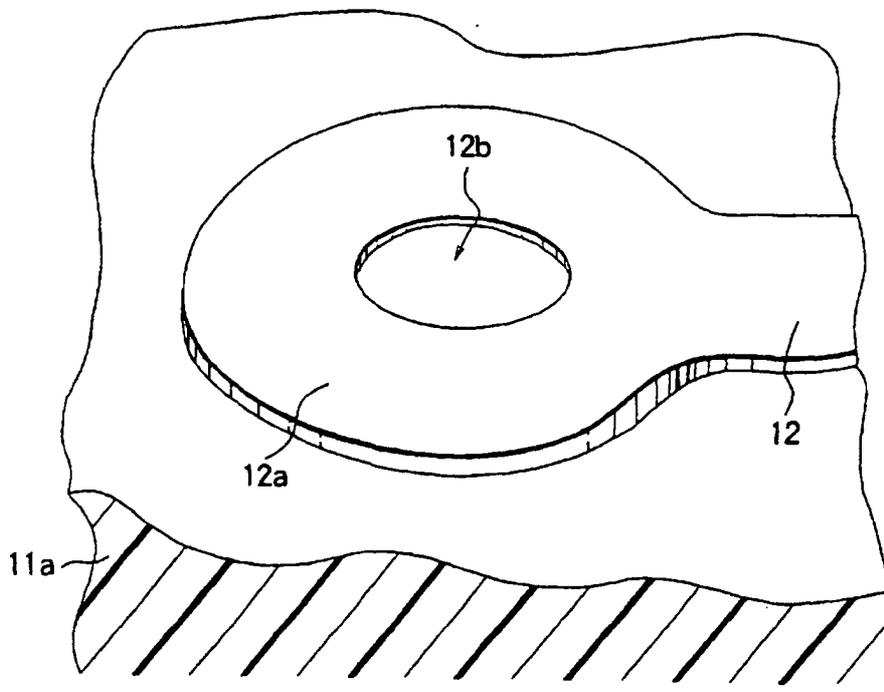
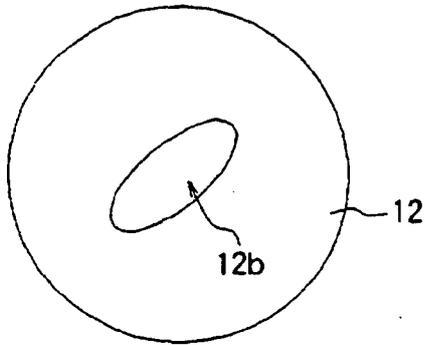


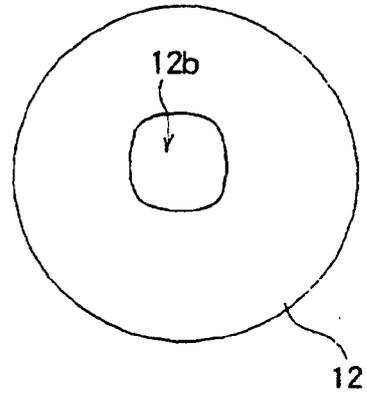
FIG. 2



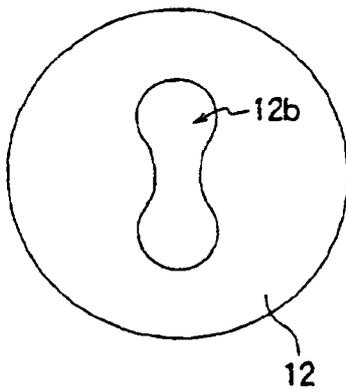
**FIG. 3A**



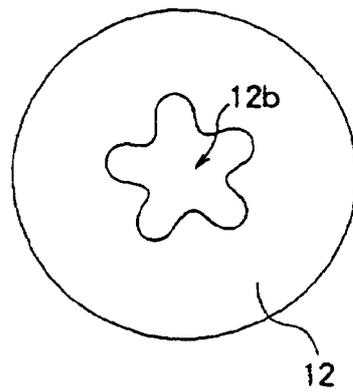
**FIG. 3B**



**FIG. 3C**



**FIG. 3D**



**FIG. 3E**

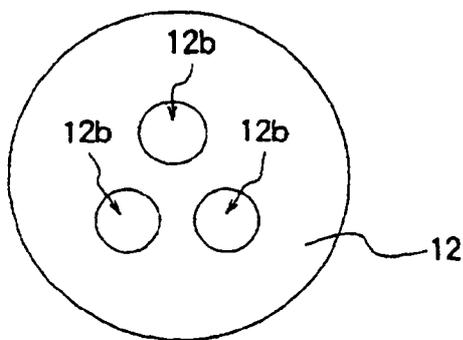


FIG. 4

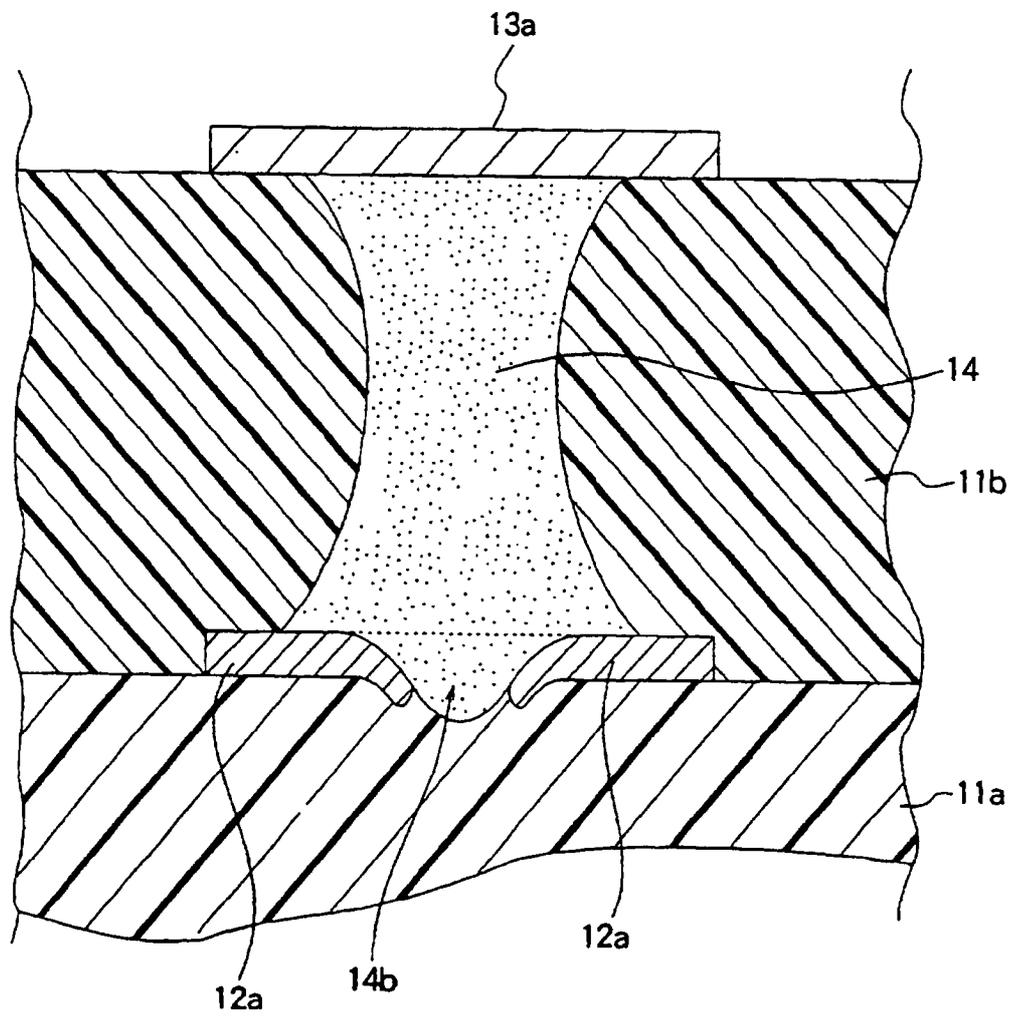


FIG. 5

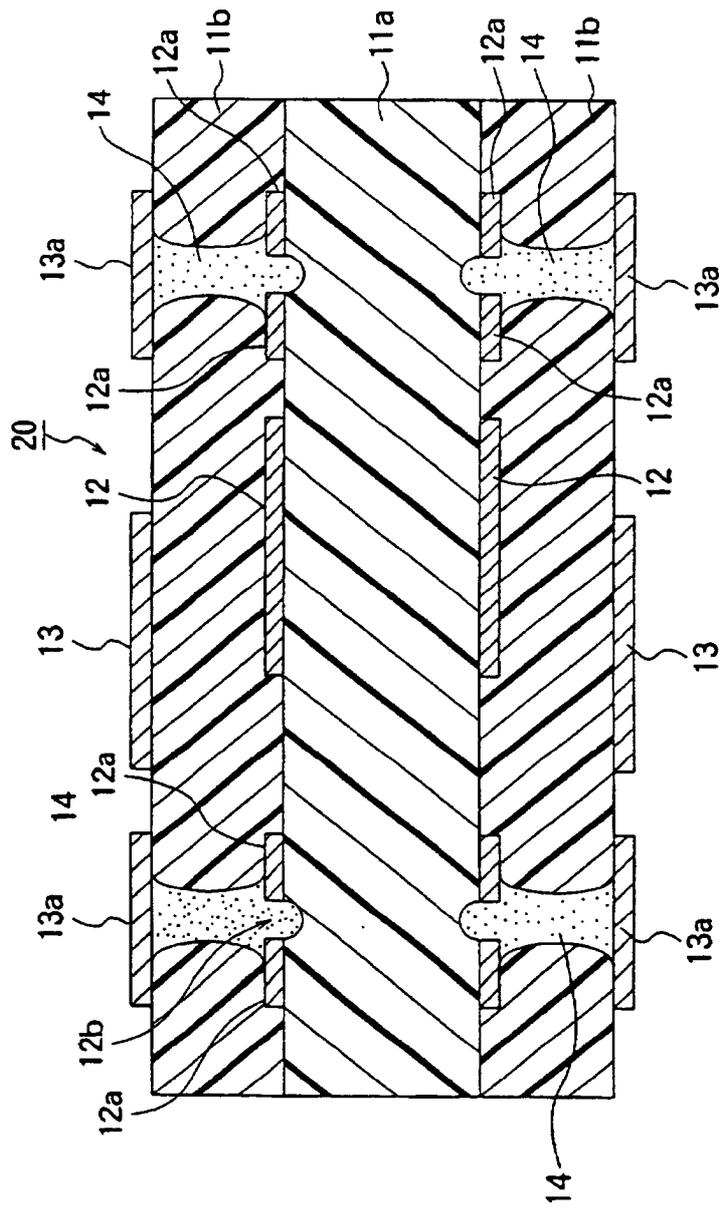


FIG. 6A

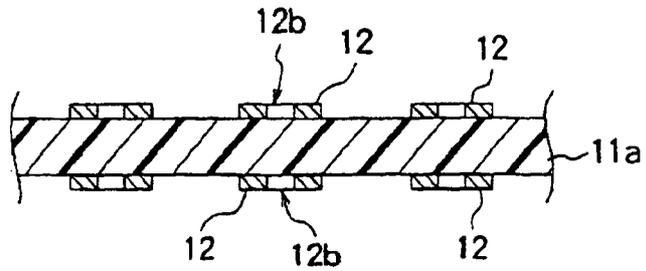


FIG. 6B

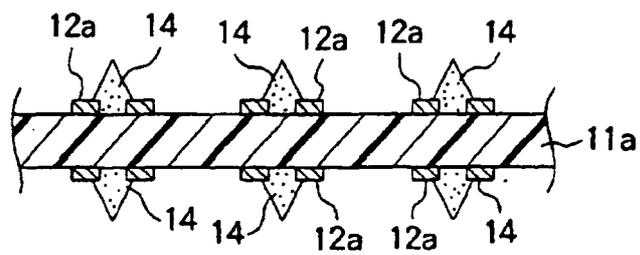


FIG. 6C

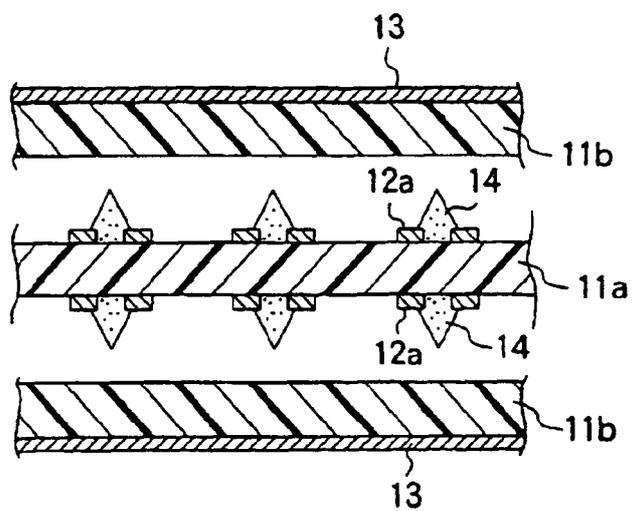


FIG. 7A

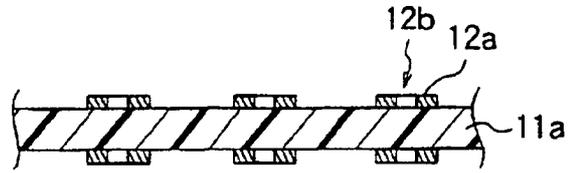


FIG. 7B

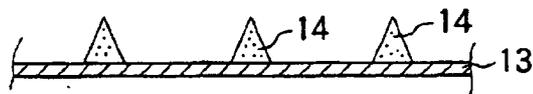


FIG. 7C

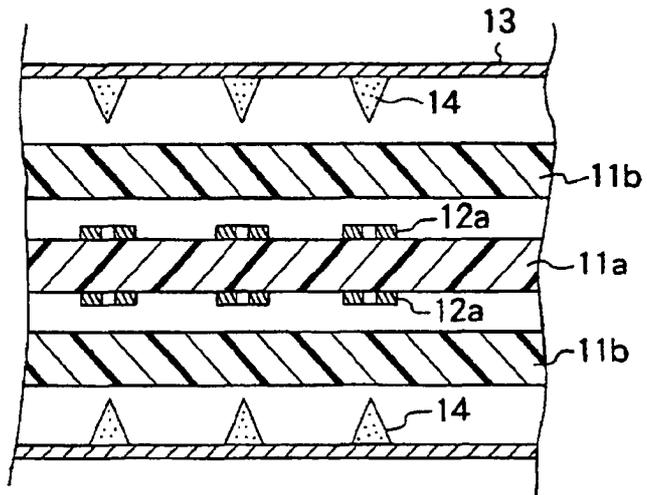


FIG. 7D

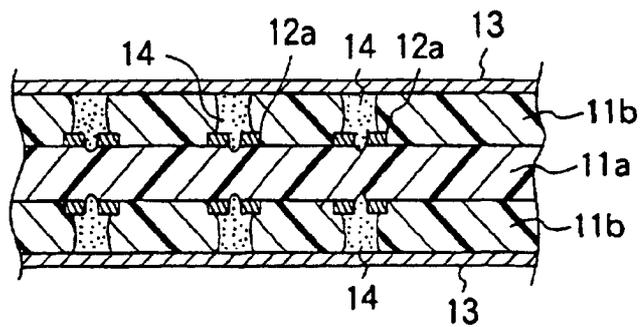


FIG. 8

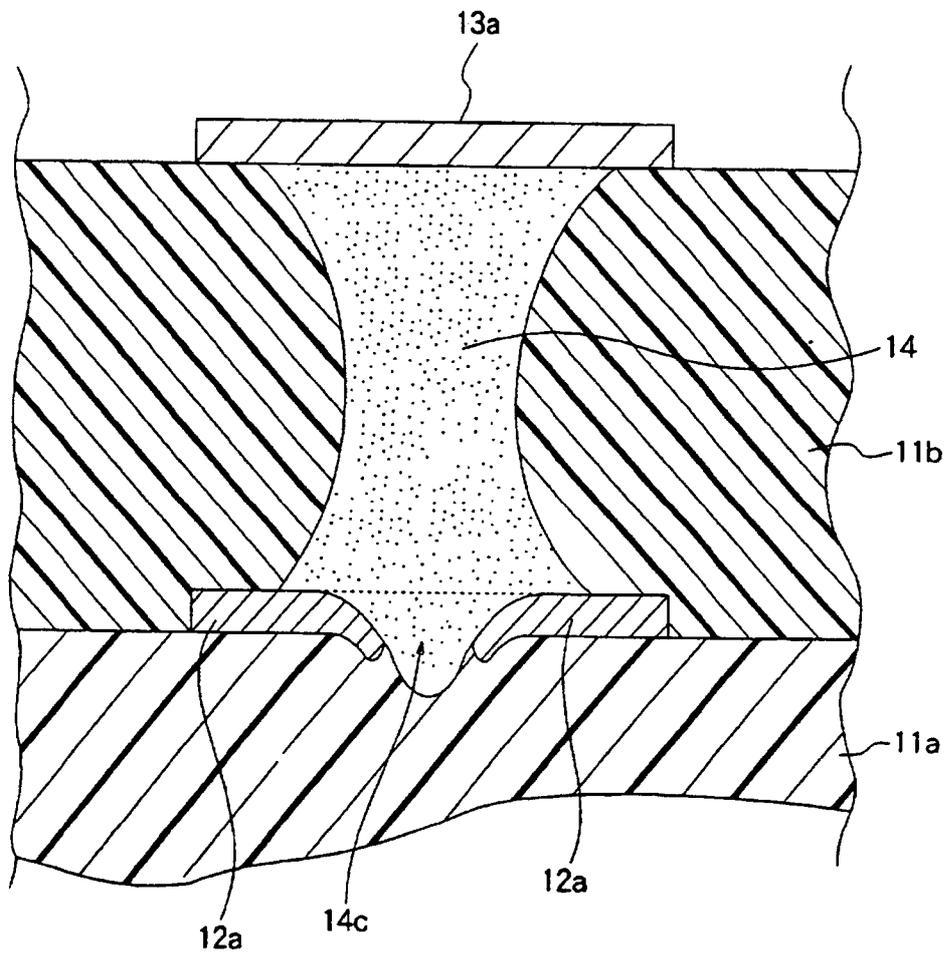


FIG. 9A

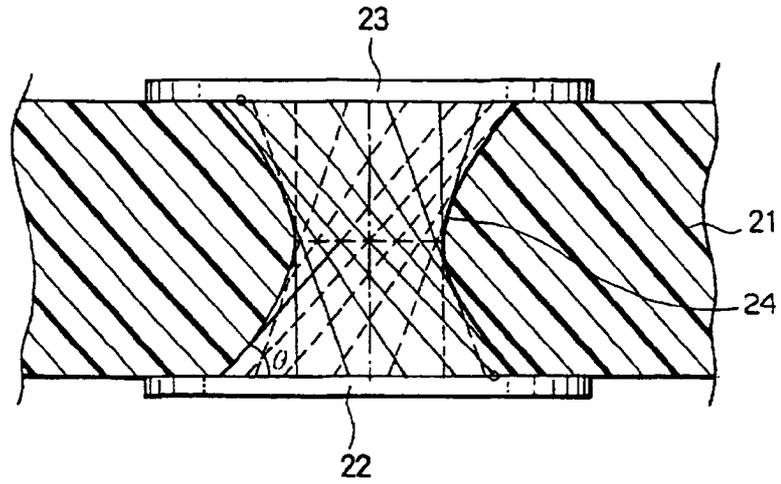


FIG. 9B

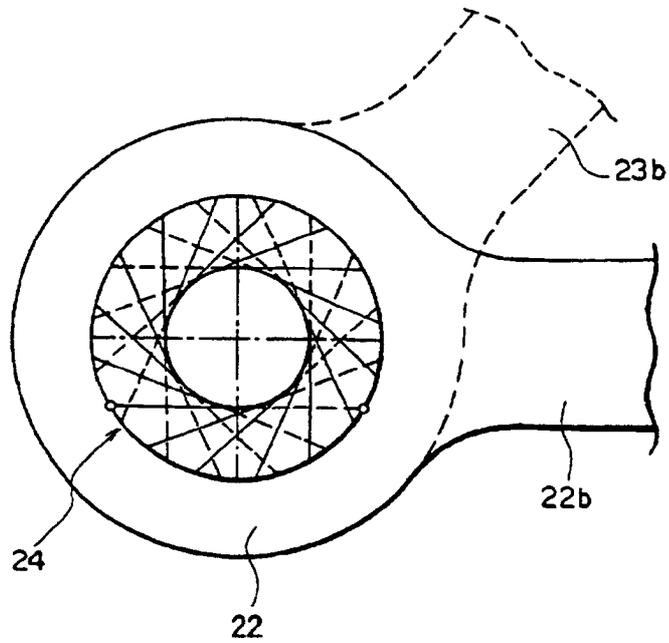
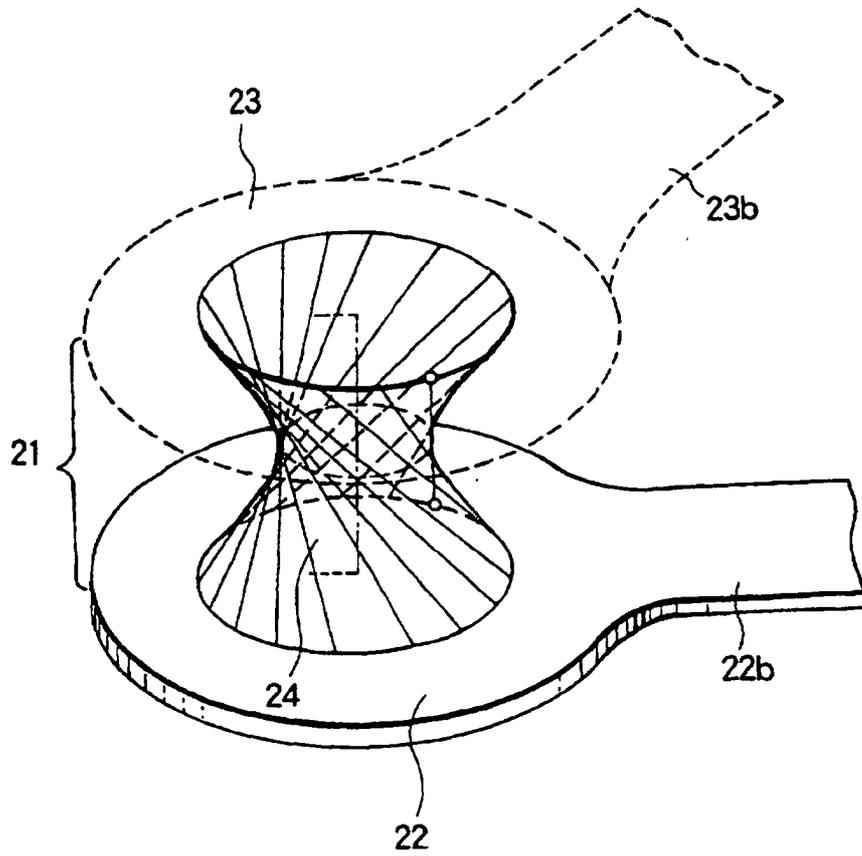
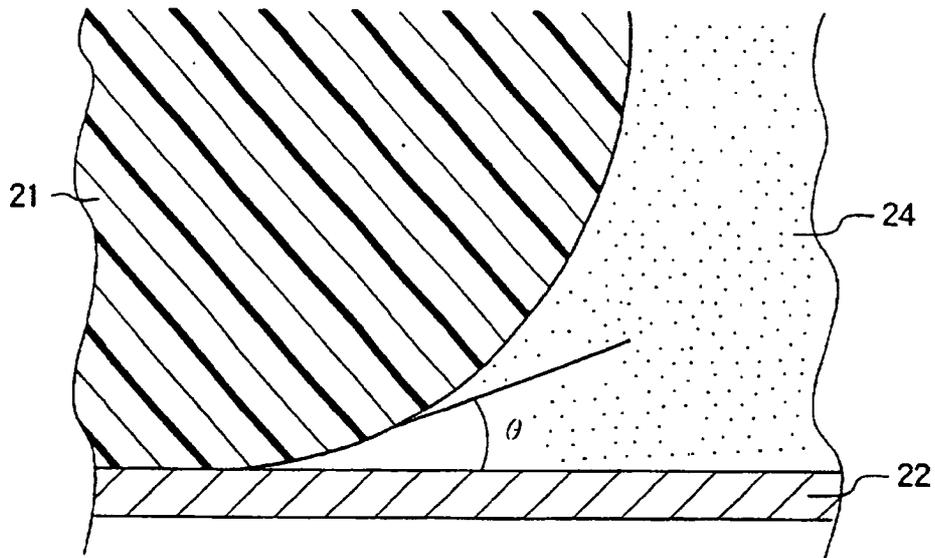


FIG. 9C



**FIG. 10A**



**FIG. 10B**

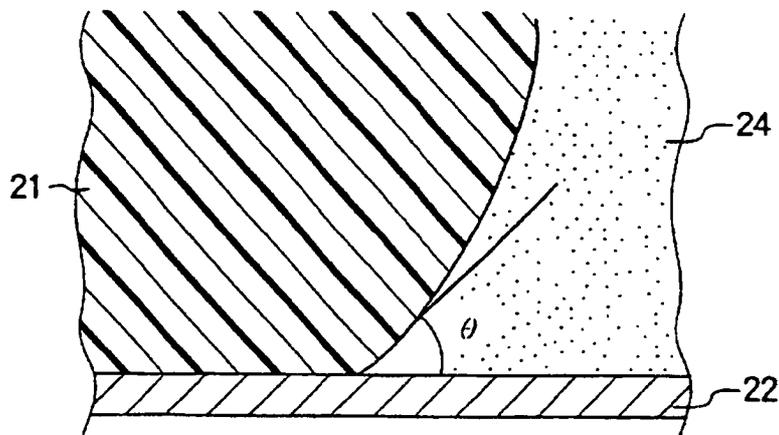


FIG. 10C

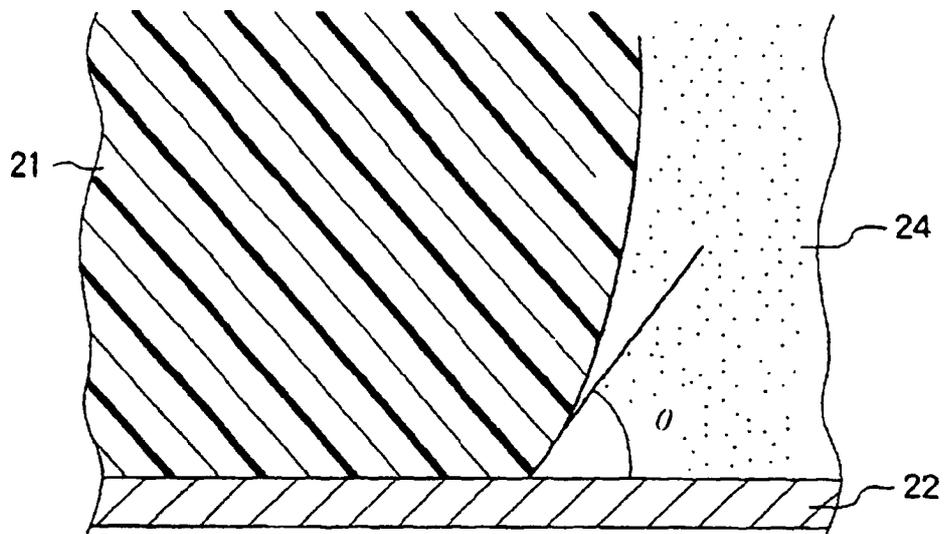


FIG. 11A

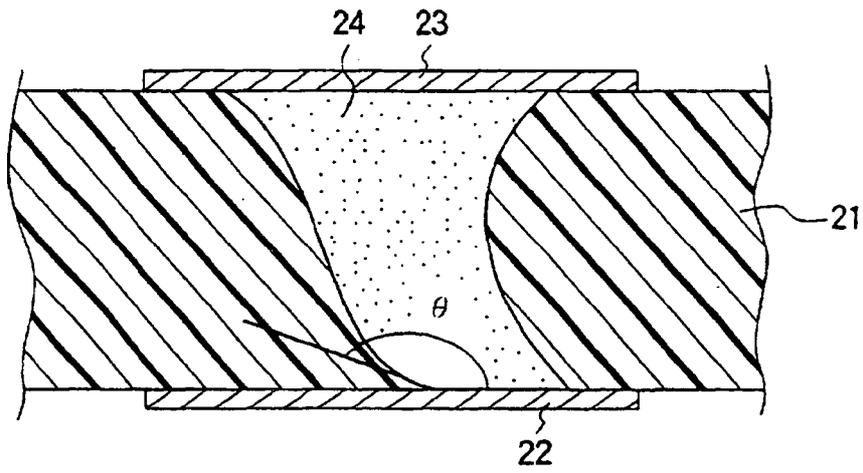


FIG. 11B

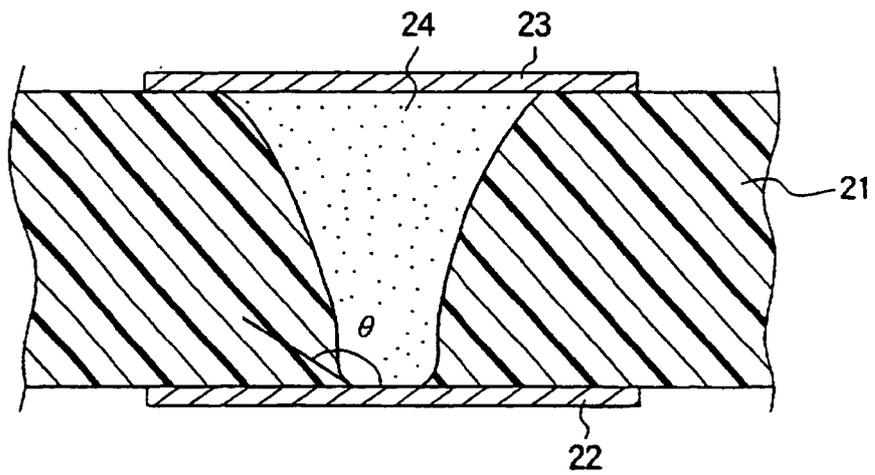


FIG. 12A

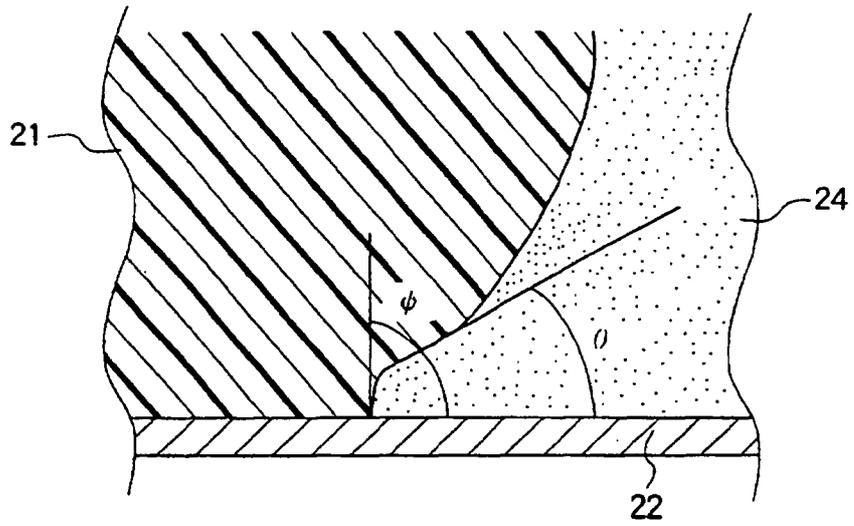


FIG. 12B

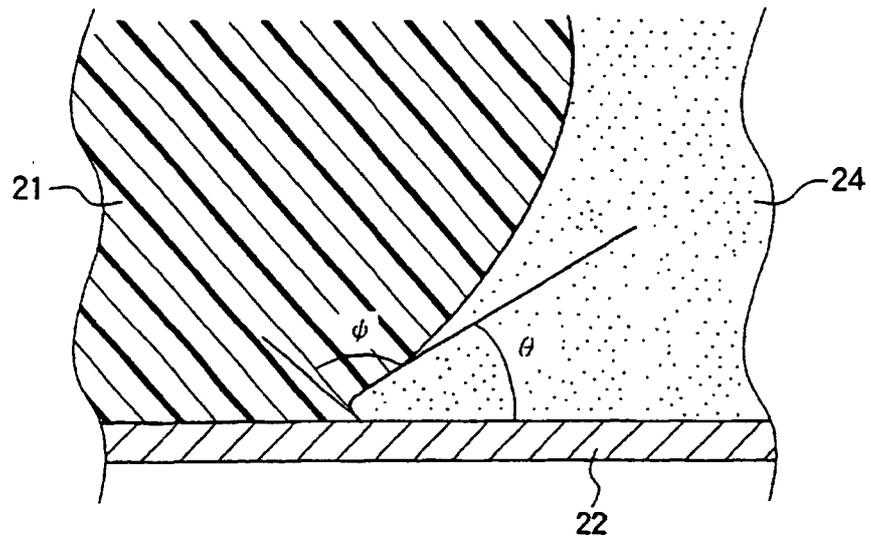


FIG. 13A

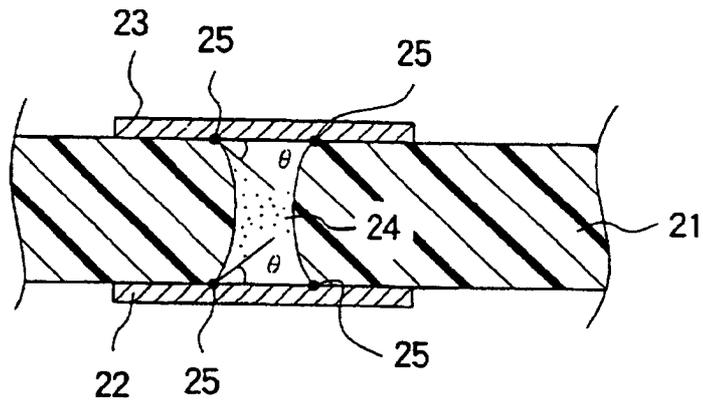


FIG. 13B

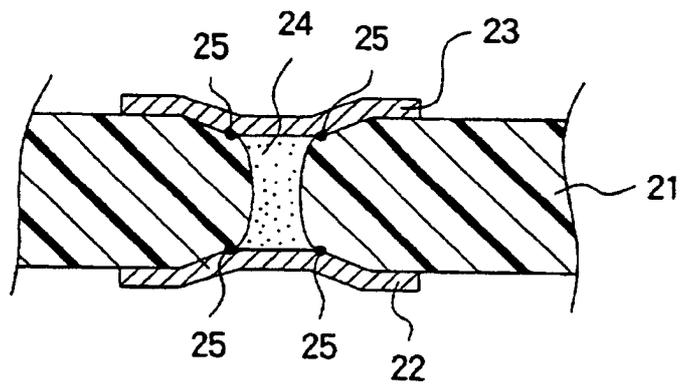


FIG. 14A

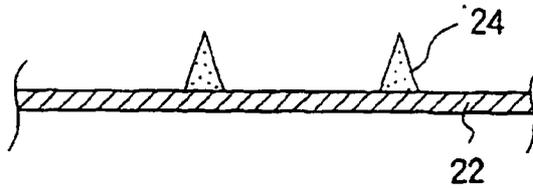


FIG. 14B

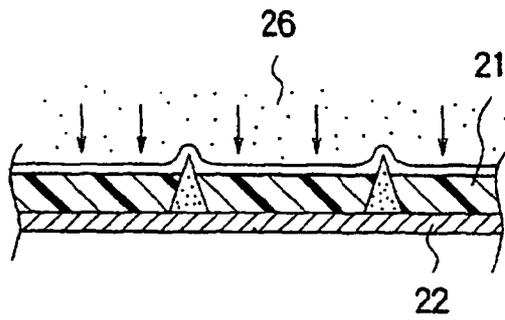


FIG. 14C

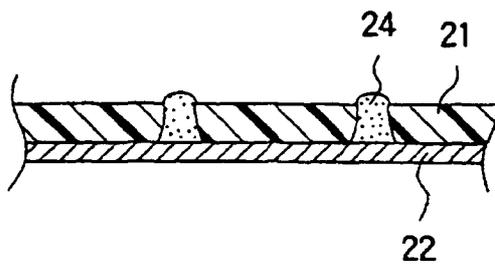


FIG. 14D

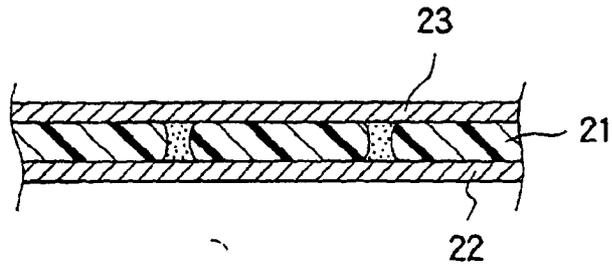


FIG. 14E

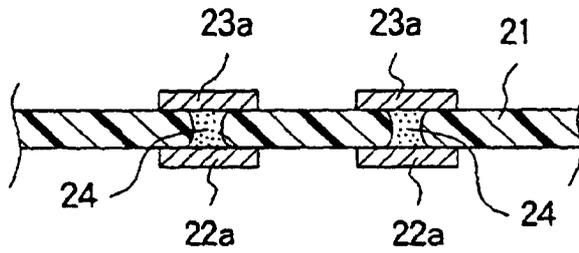


FIG. 14F

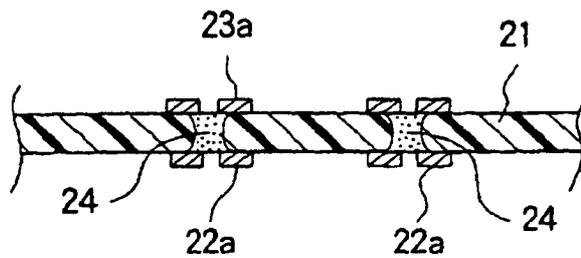


FIG. 14G

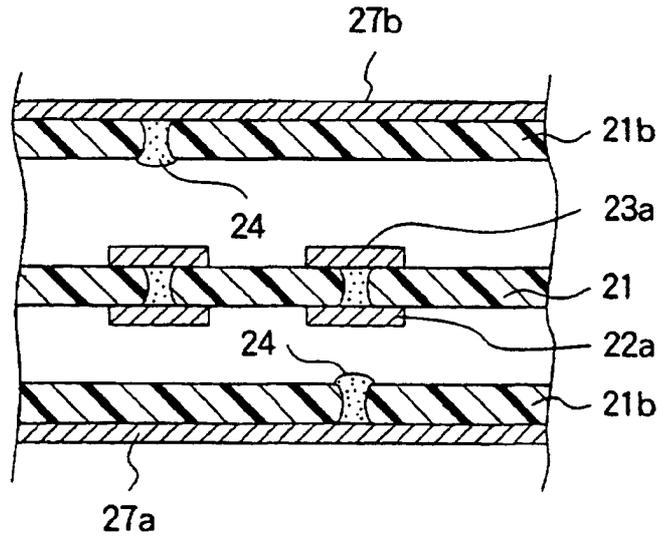
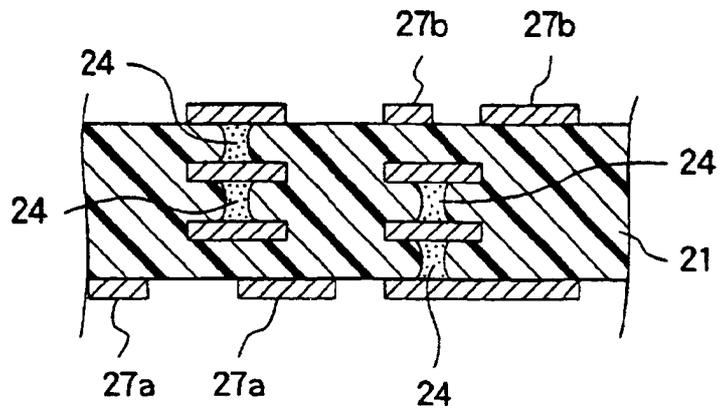
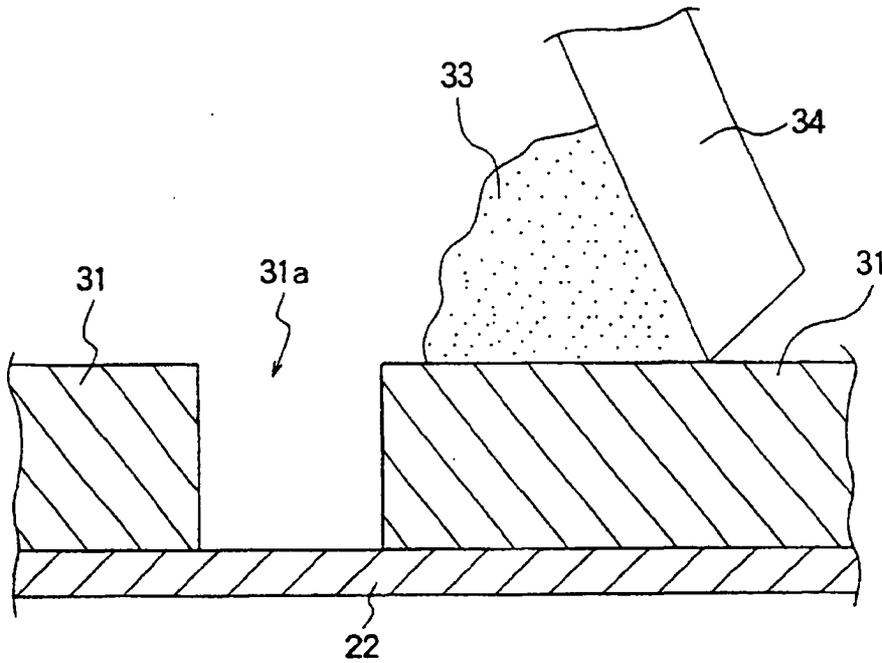


FIG. 14H



**FIG. 15A**



**FIG. 15B**

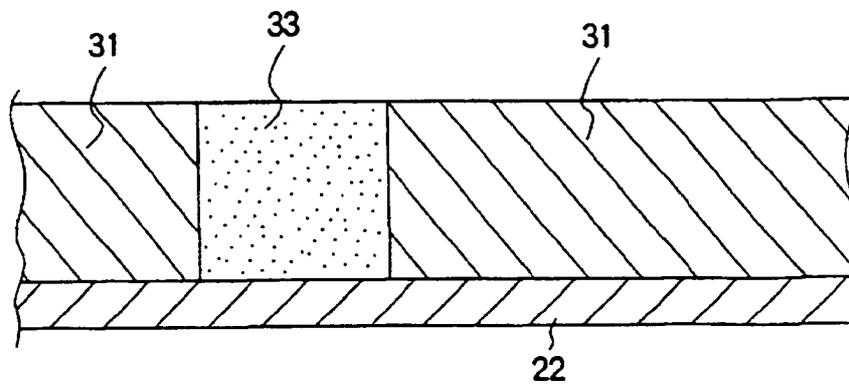


FIG. 15C

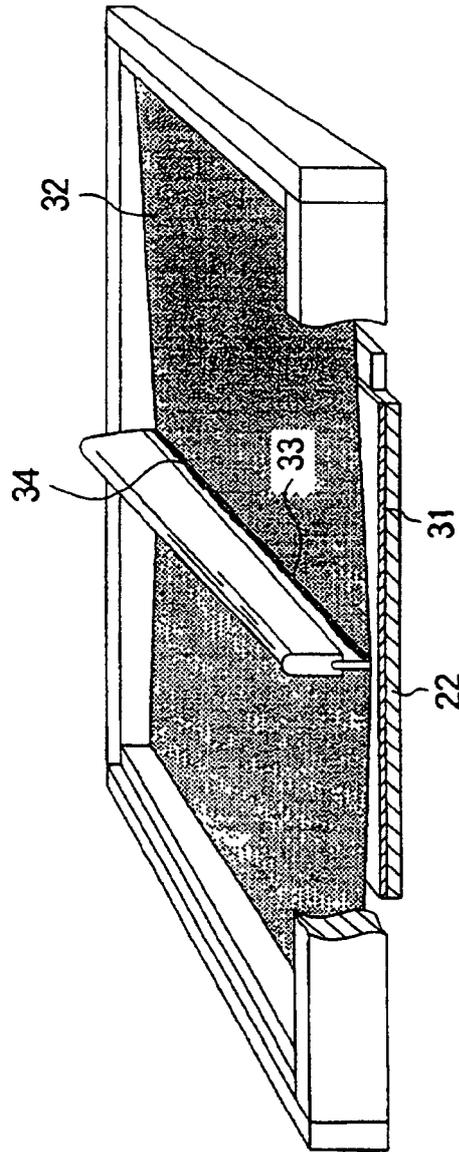


FIG. 15D

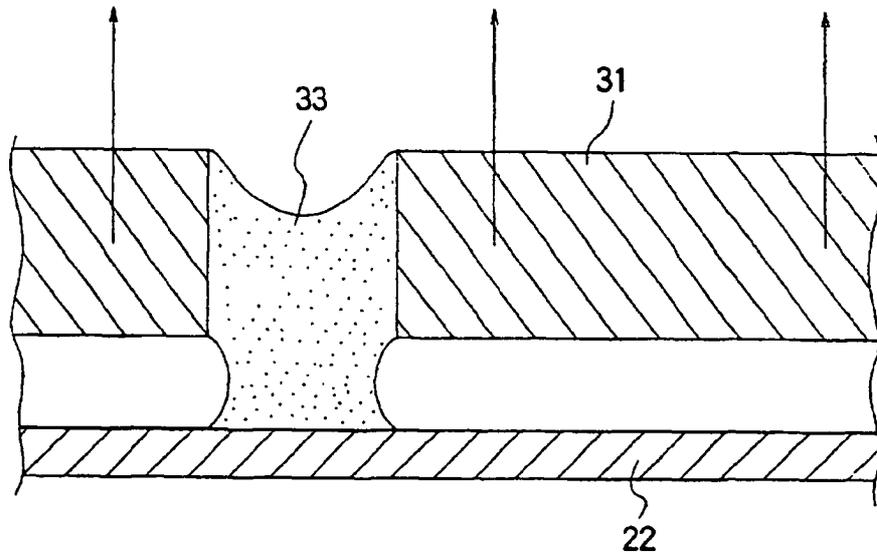


FIG. 15E

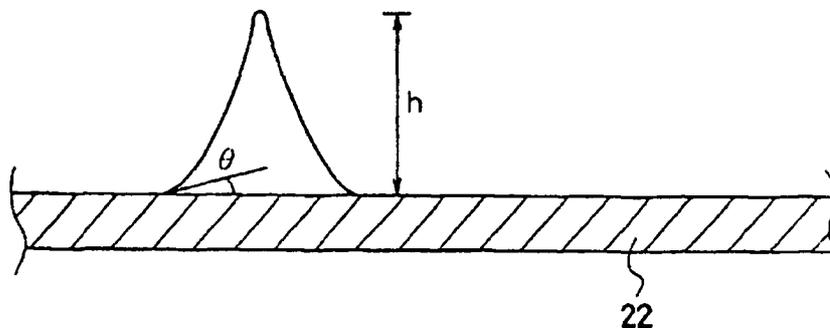


FIG. 16

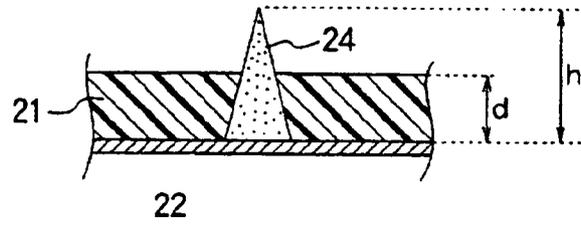


FIG. 17

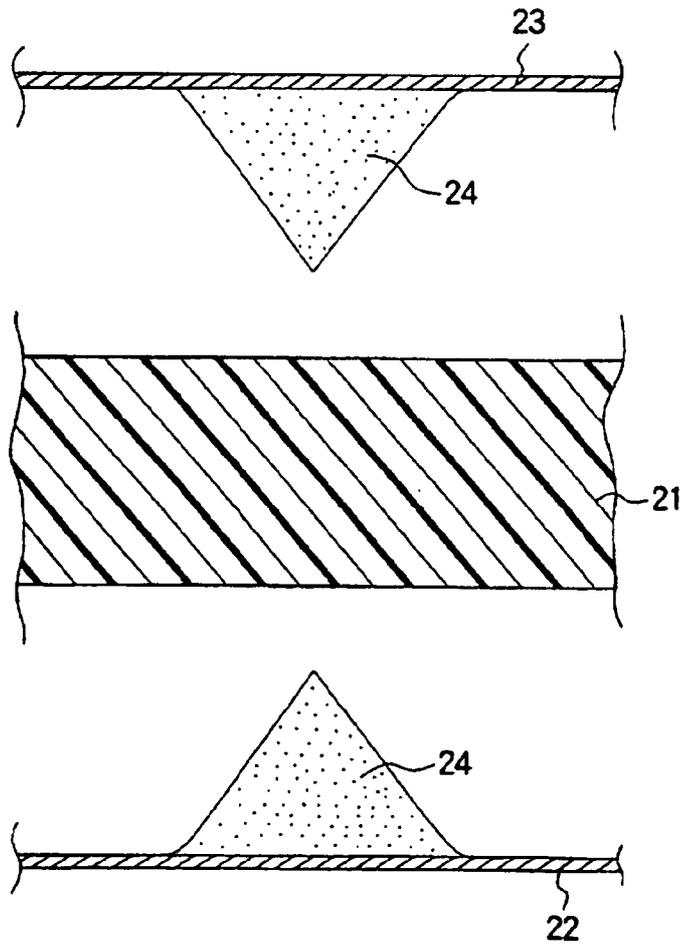
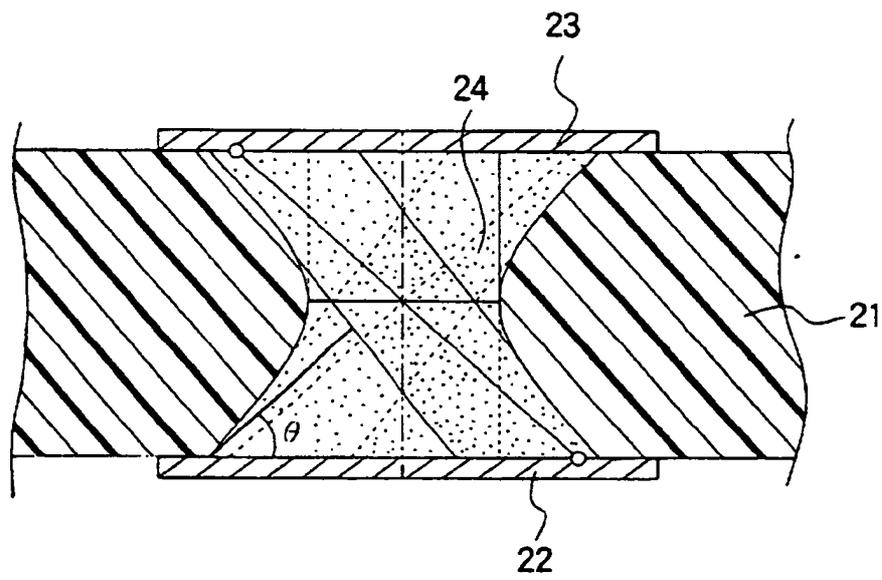
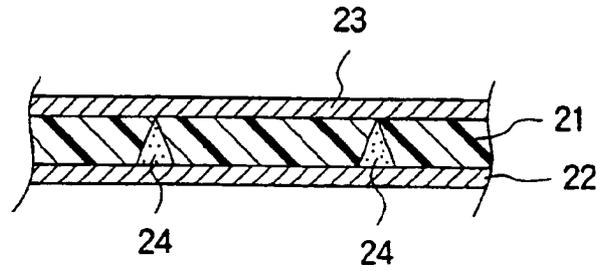


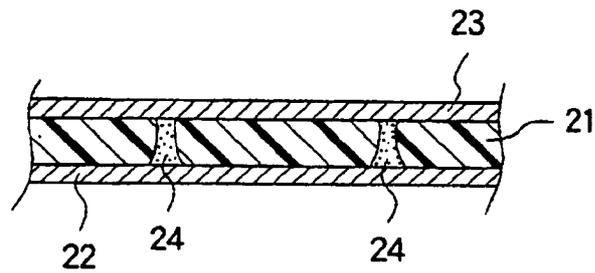
FIG. 18



**FIG. 19A**



**FIG. 19B**



**FIG. 19C**

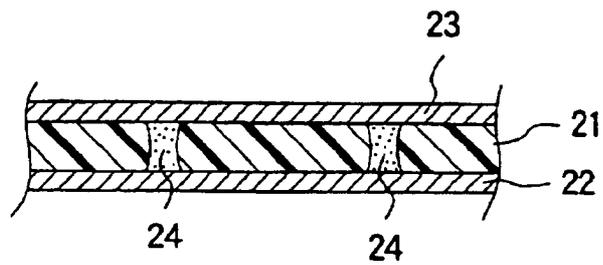


FIG. 19D

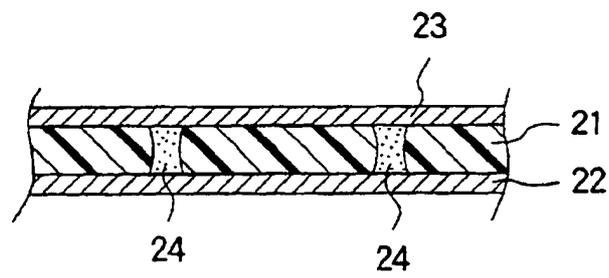


FIG. 19E

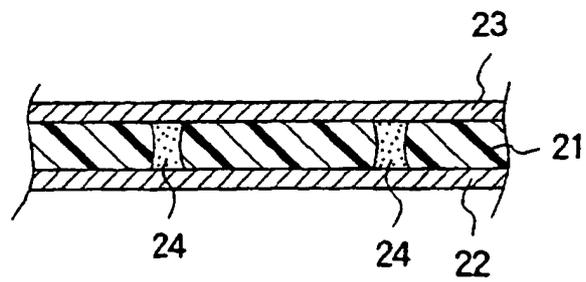


FIG. 19F

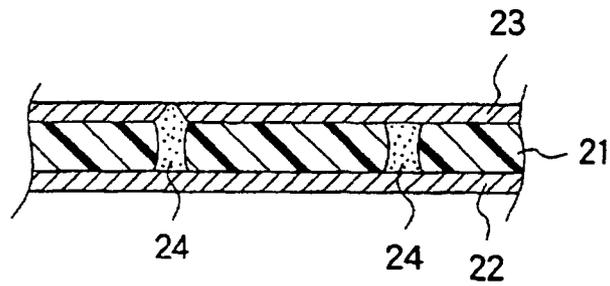


FIG. 19G

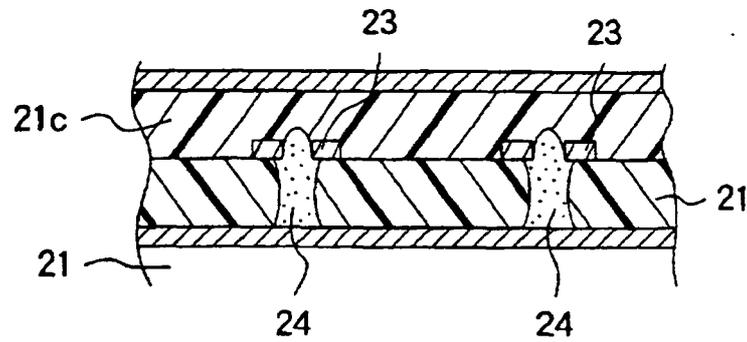


FIG. 20A

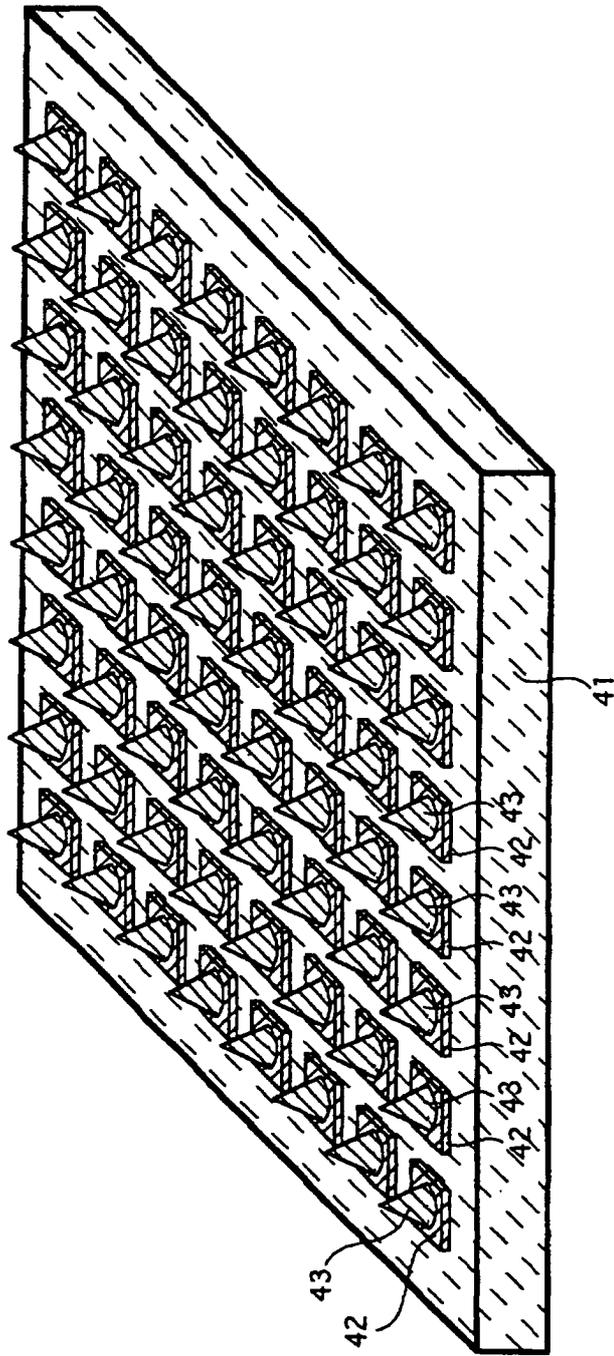


FIG. 20B

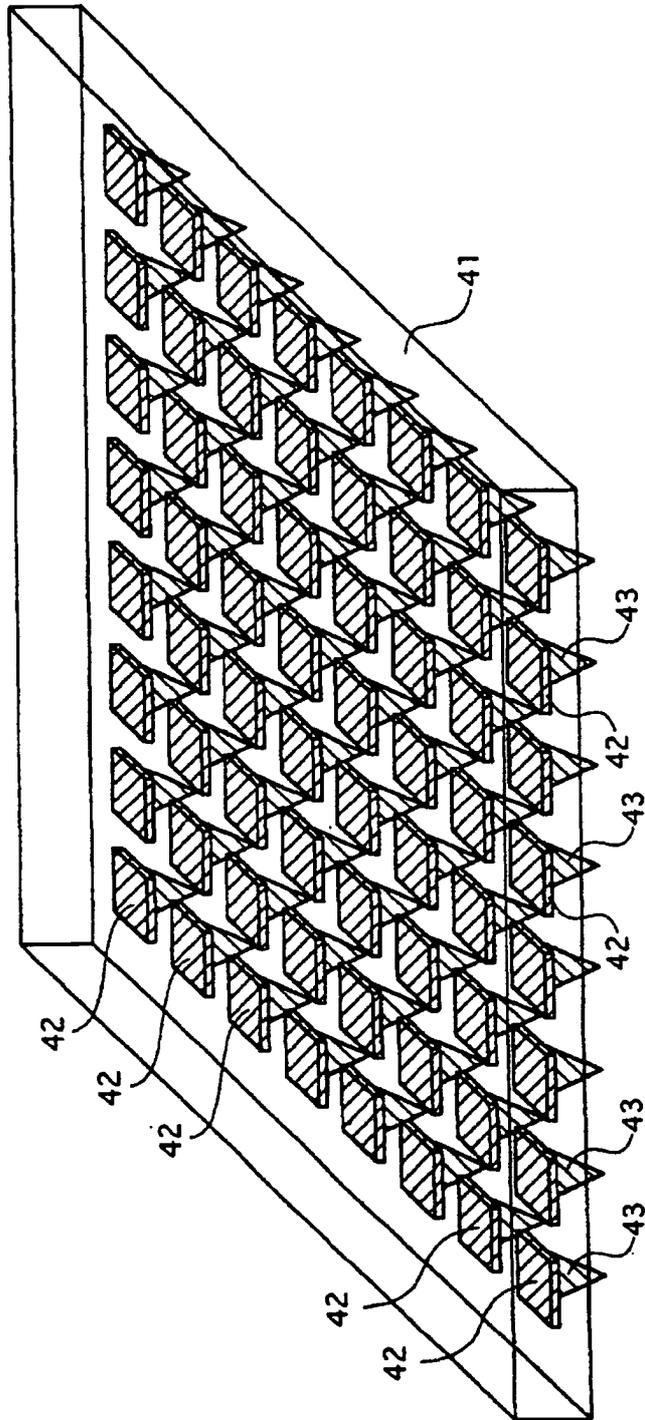


FIG. 21A

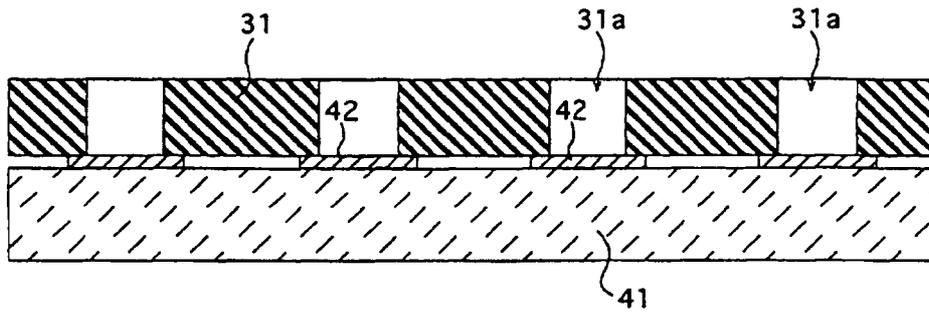


FIG. 21B

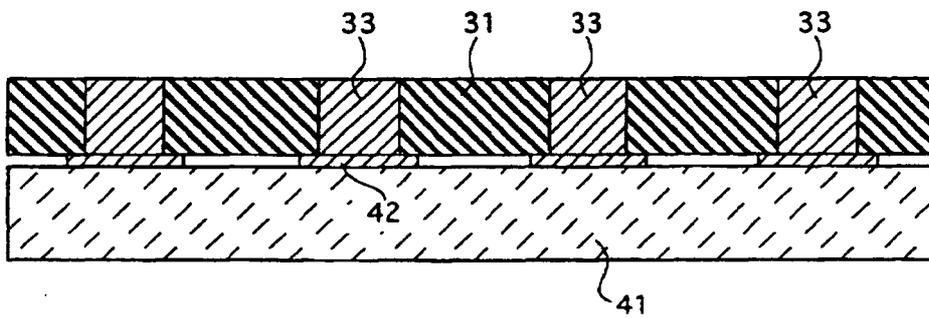


FIG. 21C

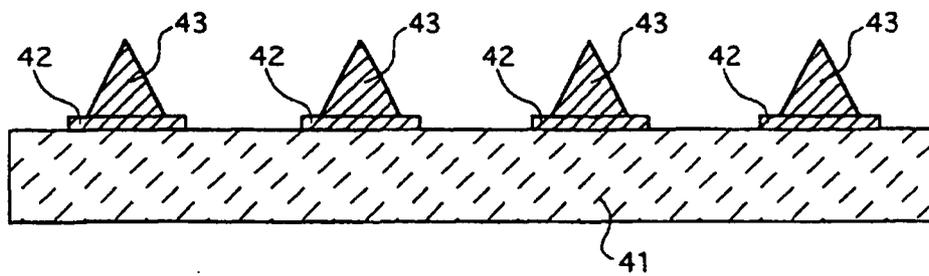


FIG. 22

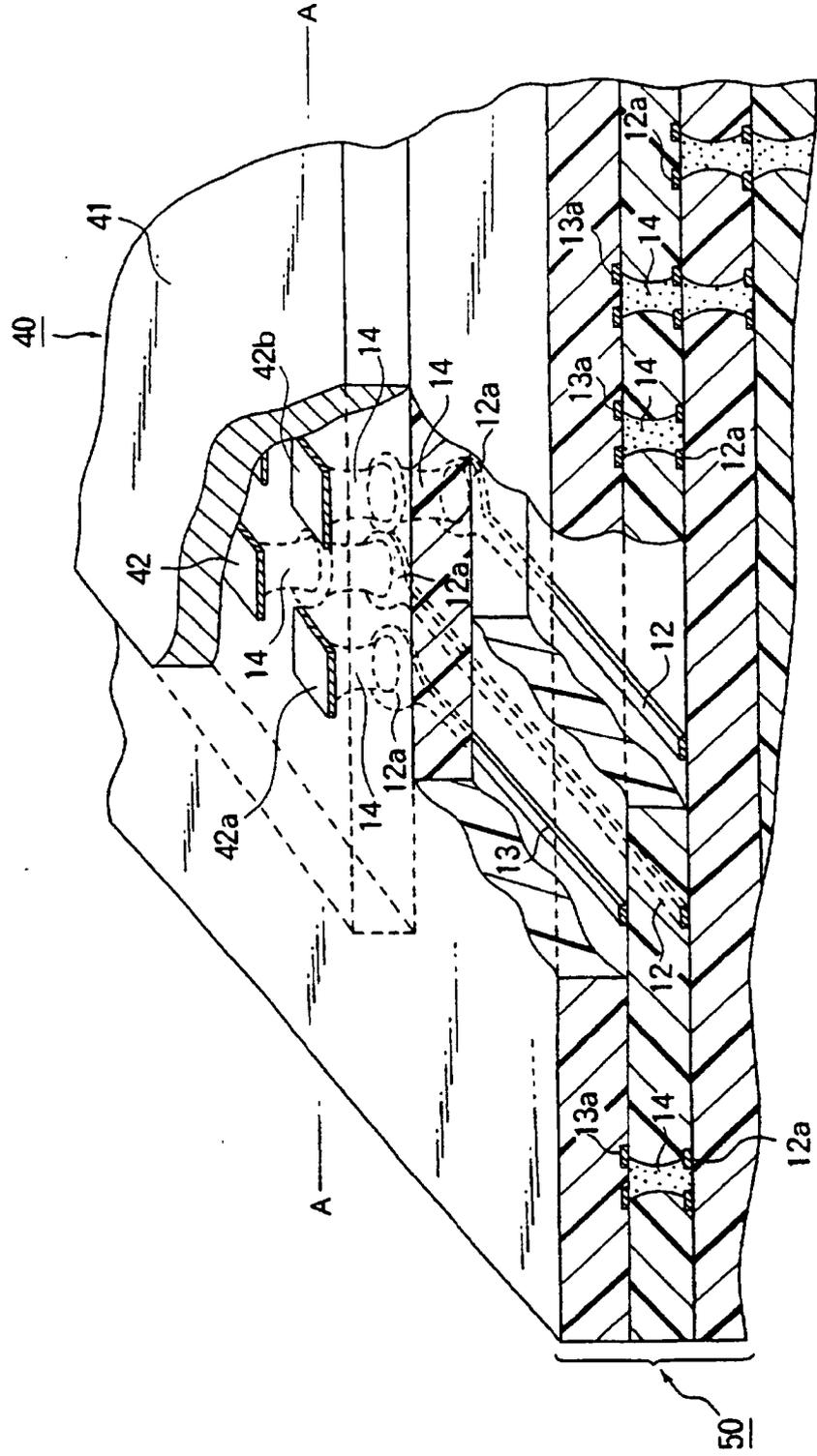


FIG. 23

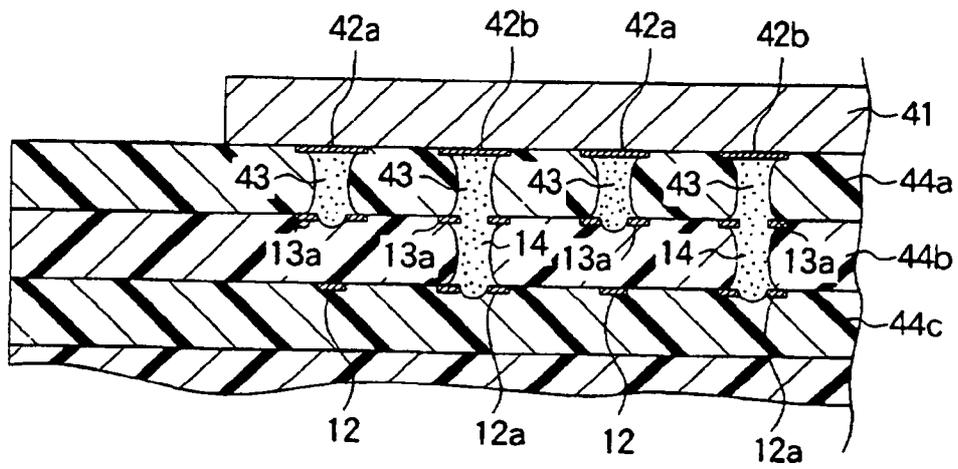


FIG. 24

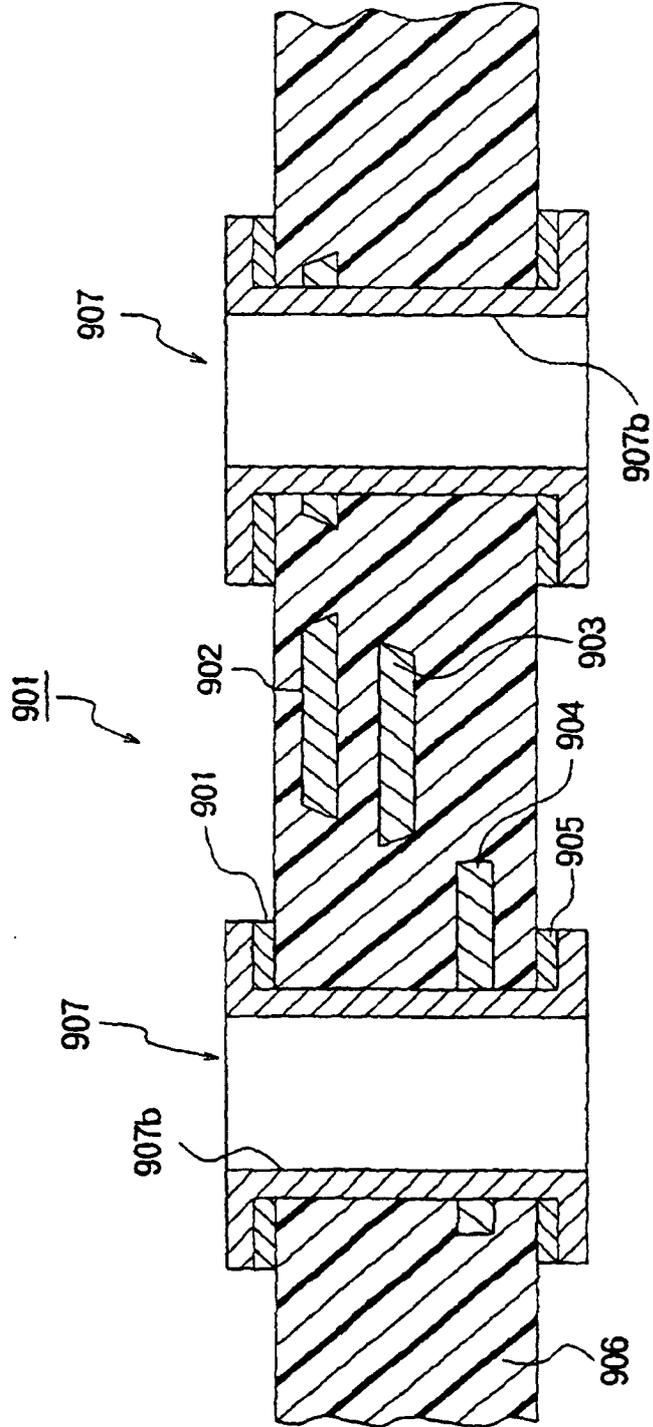


FIG. 25A

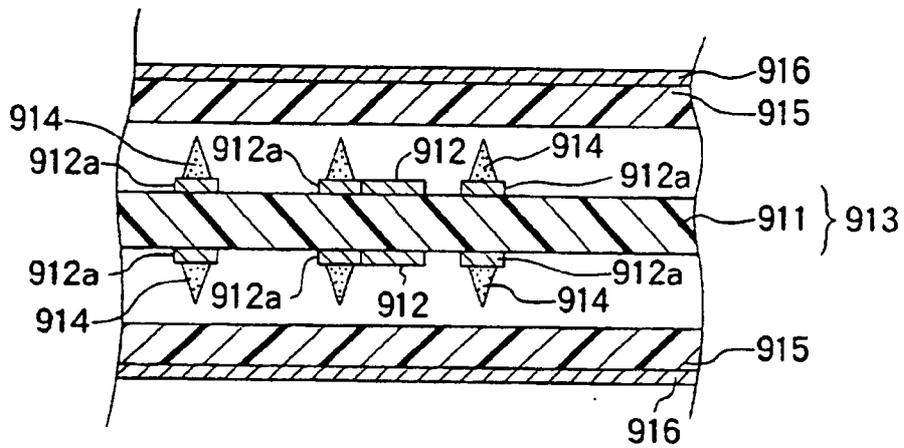


FIG. 25B

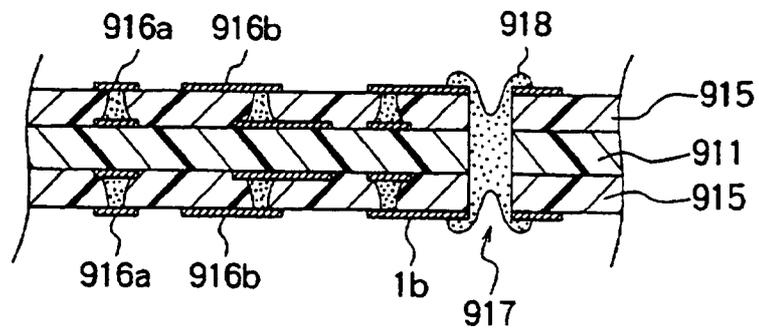


FIG. 26A

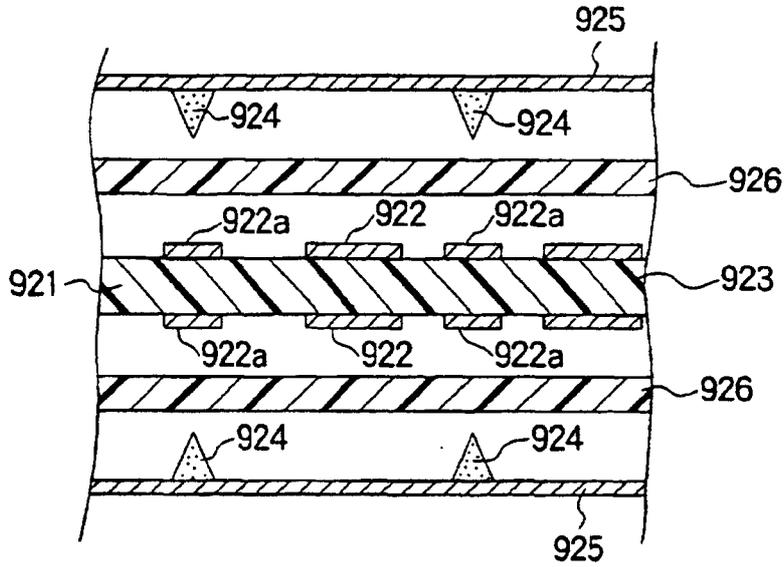


FIG. 26B

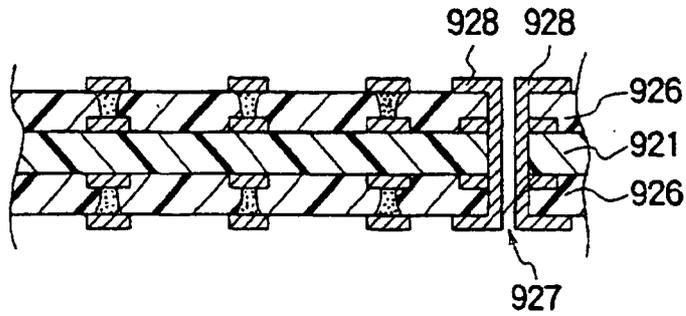


FIG. 27

