



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 17 675 B4 2006.08.24**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 17 675.6**
 (22) Anmeldetag: **17.04.2003**
 (43) Offenlegungstag: **17.06.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **24.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H05K 3/46 (2006.01)**
H05K 1/02 (2006.01)
H05K 3/42 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2002-72026 19.11.2002 KR

(73) Patentinhaber:
**Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd., Suwon,
 Kyonggi, KR**

(74) Vertreter:
**Lindner Blaumeier & Kollegen Patent- und
 Rechtsanwälte, 90402 Nürnberg**

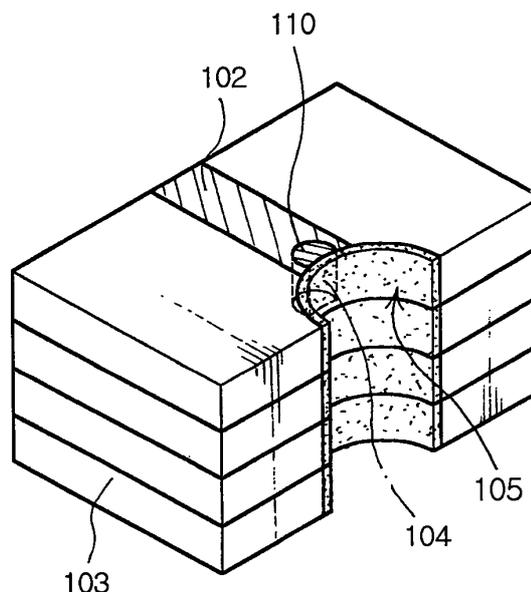
(72) Erfinder:
**Jun, Seok Taek, Suwon, KR; Lee, Young Keun,
 Suwon, KR; Choi, Ik Seo, Yongin, KR**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 693 18 110 T2
=EP 05 99 595 B1
DE 693 15 907 T2
=EP 05 82 881 B1
JP 10275979 A (abstract). DOKIDX (online)(recher-
chiert am 6.9.2004). In: Depatis;
JP 09186458 A (abstract). DOKIDX (online)(recher-
chiert am 6.9.2004). In: Depatis;

(54) Bezeichnung: **Keramisches Multilayersubstrat und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Keramisches Multilayersubstrat, umfassend:

- a) eine Mehrzahl von keramischen Schichten (103),
 - b) Leiterbahnen (102), die auf einigen oder allen keramischen Schichten (103) ausgebildet sind und Schaltkreiselemente bilden,
 - c) mindestens eine Aussparung (105) an mindestens einer Seitenfläche des keramischen Multilayersubstrats, in der eine Außenelektrode (104) ausgebildet ist,
 - d) mindestens eine Leiterbahn (102), die zu der mindestens einen Außenelektrode (104) führt und mit dieser verbunden ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- e) ein – als mit einem elektrisch leitenden Material gefülltes Durchgangsloch ausgebildeter – Verbindungsstab (110) an der Verbindungsstelle der Leiterbahn (102) mit der Außenelektrode (104) in mindestens einer der keramischen Schichten (103) vorhanden ist.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein keramisches Multilayersubstrat mit einer verbesserten Verbindungsstruktur zwischen inneren Leiterbahnen und einer Außenelektrode, und ein Verfahren zur Herstellung des Substrats, und insbesondere ein bei niedriger Temperatur gemeinsam gebranntes keramisches Multilayersubstrat, das durch Aufeinanderstapeln und Brennen einer Mehrzahl von keramischen Schichten gebildet wird, indem ein Verbindungsstab in vertikaler Richtung auf Verbindungsflächen zwischen inneren Leiterbahnen und einer Außenelektrode aller keramischen Schichten ausgebildet wird, wodurch verhindert wird, dass metallische leitende Schichten der inneren Leiterbahnen während der Bearbeitung des äußeren Anschlusses verformt werden, außerdem werden die inneren Leiterbahnen stabil an die Außenelektrode angeschlossen. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung des Substrats.

Stand der Technik

[0002] Eine Technik zur Herstellung eines bei niedriger Temperatur gemeinsam gebrannten keramischen Substrats, das im Folgenden als „LTCC“ (low temperature cofired ceramic) bezeichnet wird, ist ein Verfahren, bei dem eine innere Elektrode und passive Bauelemente (Widerstände, Induktivitäten und Kapazitäten) für bestimmte Schaltungen gebildet werden. Die Leiterbahnen auf der Grünschicht werden durch ein Siebdruckverfahren hergestellt, bei dem ein Metall mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit wie Gold, Kupfer oder dergleichen verwendet wird. Eine Mehrzahl dieser Grünlinge wird vertikal gestapelt und anschließend gebrannt (im Allgemeinen bei weniger als 1000 °C), um Multi-Chip-Module (MCM) und Multi-Chip-Gehäuse herzustellen.

[0003] Da die keramischen Schichten und die metallischen Elemente gemeinsam gebrannt werden, kann die LTCC-Technik die passiven Bauelemente (Widerstand, Induktivität und Kapazität) in einem Modul ausbilden, wodurch ein komplexer Aufbau erhalten wird, der viele Bauteile enthält und im Hinblick auf die Miniaturisierung vorteilhaft ist.

[0004] Da das LTCC-Substrat die eingebetteten passiven Bauelemente umfasst, kann das LTCC-Substrat als SOP (System-On-Package) ausgebildet werden, wodurch der schädliche Effekt minimiert wird, der in Teilen eines SMD (Surface Mounted Device) erzeugt wird. Ferner verringert das LTCC-Substrat elektrisches Rauschen, das an Lötstellen bei der Befestigung auf Flächen erzeugt wird,

wodurch die elektrischen Eigenschaften des hergestellten Geräts verbessert werden, ebenso wird die Anzahl der Lötstellen verringert, wodurch die Zuverlässigkeit des hergestellten Geräts verbessert wird. Darüber hinaus verringert das LTCC-Substrat den Temperaturkoeffizienten der Resonanzfrequenz (T_f) durch Einstellen des thermischen Ausdehnungskoeffizienten, wodurch die Eigenschaften des dielektrischen Resonators gesteuert werden.

[0005] Das LTCC-Multilayersubstrat wird gebildet, indem Schaltungen in einem einzigen keramischen Substrat ausgebildet werden und durch Aufeinanderstapeln mehrerer keramischer Schichten. Daher müssen äußere Anschlüsse, die mit der Außenseite zu verbinden sind, auf einer Außenfläche des LTCC-Substrats ausgebildet und elektrisch mit den Leiterbahnen innerhalb des Substrats verbunden werden.

[0006] Aus der EP 0 582 881 B1 ist ein elektronisches Vielschichtbauteil bekannt, das Außenelektroden aufweist, daneben wird ein Verfahren zum Vereinigen von einer Vielzahl von Bauteilen beschrieben, die gemeinsam auf einem Substrat aufgebaut werden.

[0007] Aus der EP 0 599 595 B1 sind Verfahren bekannt, durch die Außenelektroden an keramischen Bauteilen mit Leiterbahnen im Inneren verbunden werden. Aus JP 10275979 A (abstract) und aus JP 09186458 A (abstract) ist jeweils für sich ein Verfahren bekannt, bei dem Außenelektroden dadurch erzeugt werden, dass runde Durchgangslöcher geteilt werden.

[0008] Die **Fig. 1** und **2** zeigen „ein geschichtetes elektronisches Bauteil“, das ein laminiertes, Schichten aufweisendes Substrat mit inneren Schaltungen aufweist. Durchgangslöcher sind in Längsrichtung des Substrats ausgebildet, und externe Elektroden sind ausgebildet durch Füllen der Durchgangslöcher mit einem elektrischen Leiter, wie in der japanischen offengelegten Patentanmeldung Nr. Hei 8-37251 offenbart ist. Wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt ist, sind Durchgangslöcher **7** in der Schichtstruktur **5** ausgebildet und mit Leitern **9** gefüllt, und die Leiter **9** innerhalb der Durchgangslöcher **7** sind an die inneren Schaltungen angeschlossen. Durchgangslöcher **10** sind in der Schichtstruktur **5** ausgebildet und die Leiter **9** liegen in den Durchgangslöchern **10** frei. Die exponierten Leiter **9** dienen als Außenelektroden **4** für elektronische Komponenten. Da die Leiter **9**, die in den Durchgangslöchern **7** gebildet sind, zu Außenelektroden werden, haben die Außenelektroden **4** in dieser japanischen Veröffentlichung die gleichen Maße und Formen und sind leicht herstellbar.

[0009] Die erwähnte japanische Veröffentlichung hat jedoch das folgende Problem. Die rechteckigen

Durchgangslöcher **7** werden gleichzeitig durch mehrere geschichtete Grünlinge in Längsrichtung mit einem Stanzverfahren oder dergleichen hergestellt. In diesem Fall, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, werden die geschichteten Grünlinge in der Richtung des Ausstanzens durch eine Schubspannung komprimiert, und die inneren Metallmuster auf den Grünlingen befinden sich nicht bei den Durchgangslöchern **7**. Die inneren Leiterbahnen müssen sich bei den Durchgangslöchern **7** befinden, sodass sie mit dem Leitern **9** verbunden werden können, die in den Durchgangslöchern **7** gebildet sind und als äußere Elektroden dienen. Die japanische Veröffentlichung löst jedoch nicht das oben beschriebene Problem, wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt ist.

[0010] Es gibt verschiedene Verfahren zum Ausbilden von Außenelektroden bei dem herkömmlichen bei niedriger Temperatur gebrannten keramischen Multilayersubstrat. Erstens, wie in **Fig. 4** gezeigt ist, wird eine innere Leiterbahn **2a** bis zum Rand jedes keramischen Substrats ausgedehnt und liegt außen frei. Dann wird das keramische Multilayersubstrat **3** durch Aufstapeln und Brennen der mehreren keramischen Schichten bei einer hohen Temperatur gebildet, und eine Außenelektrode **4a** wird auf einer Seitenfläche des keramischen Multilayersubstrats **3** gebildet durch eine Beschichtung, ohne dass irgendein Durchgangslöcher bei dem keramischen Multilayersubstrat **3** durch das Ausstanzverfahren gebildet wird. Dieses Verfahren stellt die Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode sicher. Nachdem die keramische Multilayerstruktur in eine Mehrzahl von keramischen Einheitsmultilayersubstraten **3** geschnitten worden ist, muss die Oberfläche des keramischen Multilayersubstrats **3** jedoch geschliffen werden, um die inneren Leiterbahnen **2a** vor dem Bilden der Außenelektrode **4a** freizulegen. Dementsprechend macht dieses Verfahren das Herstellungsverfahren des Substrats komplizierter und erfüllt nicht die Anforderungen an eine Massenproduktion.

[0011] **Fig. 5** zeigt ein weiteres Verfahren der Herstellung von Außenelektroden. Dabei wird ein Durchgangslöcher mit der Form eines Viertelkreises auf der Ecke aller keramischen Substrate ausgebildet, sodass es an einer inneren Leiterbahn **2b** anliegt, und eine Außenelektrode **4b** wird in jedem Durchgangslöcher ausgebildet. Anschließend wird das keramische Multilayersubstrat **3** durch Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten gebildet, wodurch die Außenelektroden **4b** in einen externen Anschluss integriert werden. In diesem Fall ist das Herstellungsverfahren sehr kompliziert, da die Außenelektroden **4b** jeweils auf den keramischen Schichten gebildet werden müssen. Da die Maße aller Schichten nicht gleich sind, wegen des Unterschieds der thermischen Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Schichten, kann das keramische Multilayersubstrat

bei einem äußeren Schlag oder dergleichen leicht beschädigt werden. Die Bezeichnung „Leiterbahn“ wird allgemein für Schaltkreisleiterbahn verwendet.

[0012] **Fig. 6** stellt ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Außenelektroden dar. Dabei wird ein Durchgangslöcher mit der Form eines Viertelkreises auf der Ecke aller Schichten gebildet, sodass es an der inneren Leiterbahn **2c** anliegt. Dann wird ein keramisches Multilayersubstrat **3** durch Aufschichten einer Mehrzahl der keramischen Schichten gebildet, und Außenelektroden **4c** werden gleichzeitig in den mehreren Durchgangslöchern durch Auftragen gebildet. Dieses Verfahren wird allgemein beim Herstellen von Außenelektroden bei einem herkömmlichen keramischen Multilayersubstrat benutzt, das bei niedriger Temperatur gemeinsam gebrannt wird. Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, da die Durchgangslöcher des keramischen Multilayersubstrats **3** nicht präzise zueinander ausgerichtet sind, wird das Material zum Herstellen der Außenelektroden nicht gleichmäßig in jedem Durchgangslöcher aufgetragen und die Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und den Außenelektroden ist schlecht.

[0013] **Fig. 7** stellt ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Außenelektroden dar, das ähnlich dem in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. Hei 8-37251 ist. Zunächst wird eine Mehrzahl von keramischen Grünlingen vertikal aufgeschichtet, um das keramische Multilayersubstrat **3** zu bilden. Anschließend wird ein Durchgangslöcher auf einer Ecke des keramischen Multilayersubstrats **3** gebildet und eine Außenelektrode **4d** wird in dem Durchgangslöcher **4** durch Beschichten gebildet. In diesem Fall, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, liegen die inneren Leiterbahnen **2d** nicht an den Durchgangslöchern in dem Verfahrensschritt des Herstellens der Durchgangslöcher an, wodurch dasselbe Problem erzeugt wird, dass sie nicht an die Außenelektrode **4d** angeschlossen sind.

[0014] Daher ist ein Verfahren erforderlich, um gleichzeitig Durchgangslöcher auf jeder Lage des keramischen Multilayersubstrats durch ein Stanzverfahren herzustellen, um das Herstellungsverfahren des keramischen Multilayersubstrats zu vereinfachen und die Verbindung zwischen inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode zu verbessern.

Aufgabenstellung

Zusammenfassung der Erfindung

[0015] Dementsprechend wurde die vorliegende Erfindung im Hinblick auf die oben genannten Probleme gemacht, und es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein keramisches Multilayersubstrat zu schaffen, bei dem die Verbindung zwischen inneren Leiterbahnen und einer Außenelektrode aufrechterhalten wird, auch in dem Fall, wenn eine Mehrzahl von kera-

mischen Grünlingen, die mit inneren Leiterbahnen versehen sind, vertikal gestapelt wird und wenn ein Durchgangsloch auf einer Fläche für die Außenelektrode des keramischen Multilayersubstrats erzeugt wird, ebenso wird ein Verfahren zur Herstellung des Substrats angegeben.

[0016] Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein keramisches Multilayersubstrat zu schaffen, bei dem eine Mehrzahl von keramischen Grünlingen vertikal geschichtet ist und bei dem ein Durchgangsloch auf dem keramischen Multilayersubstrat gebildet ist, um eine Außenelektrode zu bilden, wodurch das Herstellungsverfahren des Multilayersubstrats vereinfacht und die Qualität des Multilayersubstrats verbessert wird, ebenso wird ein Verfahren zur Herstellung des Substrats angegeben.

[0017] Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung werden die oben genannten und weitere Ziele erreicht durch ein keramisches Multilayersubstrat, umfassend: eine Mehrzahl von keramischen Schichten, Leiterbahnen, die auf einigen oder allen keramischen Schichten ausgebildet sind und Schaltkreiselemente bilden, mindestens eine Aussparung an mindestens einer Seitenfläche des keramischen Multilayersubstrats, in der eine Außenelektrode ausgebildet ist, mindestens eine Leiterbahn, die zu der mindestens einen Außenelektrode führt und mit dieser verbunden ist.

[0018] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats vorgeschlagen, umfassend die folgenden Schritte: Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten mit einer festgelegten Dicke; Ausbilden von Leiterbahnen auf Oberflächen der keramischen Schichten um Schaltkreiselemente auszubilden; Ausbilden von Durchgangslöchern in vertikaler Richtung der keramischen Schichten innerhalb eines Teils der keramischen Schichten, der bis zu den Seitenflächen der keramischen Schichten reicht, benachbart zu den Seitenflächen; Ausbilden von Verbindungsstäben durch Füllen der Durchgangslöcher in den keramischen Schichten mit einem elektrisch leitfähigen Material, so dass die Verbindungsstäbe mit den Leiterbahnen elektrisch verbunden sind; Stapeln der Mehrzahl der keramischen Schichten; Ausbilden wenigstens einer die Verbindungsstäbe freilegenden Aussparung an Seitenflächen der gestapelten keramischen Schichten; und Ausbilden wenigstens einer Außenelektrode in der Aussparung durch ein Beschichtungsverfahren.

[0019] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats angegeben, umfassend die folgenden Schritte: Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten mit einer fest-

gelegten Dicke; Ausbilden von Durchgangslöchern in vertikaler Richtung der keramischen Schichten innerhalb eines Teils der keramischen Schichten, der zu den Seitenflächen der keramischen Schichten benachbart ist; Ausbilden von Verbindungsstäben durch Füllen der Durchgangslöcher mit einem elektrisch leitfähigen Material; Ausbilden von Leiterbahnen auf Oberflächen der keramischen Schichten um derart Schaltkreiselemente auszubilden, dass die Verbindungsstäbe innerhalb des Teils der Leiterbahnen angeordnet sind, der bis zu den Seitenflächen der keramischen Schicht reicht; Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten; Ausbilden wenigstens eines Durchgangslochs in vertikaler Richtung auf den Seitenflächen der gestapelten keramischen Schichten, so dass die Verbindungsstäbe an der Außenseite freiliegen; und Ausbilden wenigstens einer Außenelektrode in der Aussparung durch ein Beschichtungsverfahren.

[0020] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats angegeben, umfassend die folgenden Schritte: Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten, die jeweils mit Anreißlinien versehen sind, sodass sie in eine Mehrzahl von keramischen Schichten geschnitten werden können und eine festgelegte Dicke besitzen; Herstellen einer Mehrzahl von gleichen Leiterbahnen auf Oberflächen der keramischen Schichten, um Schaltkreiselemente auszubilden; Ausbilden von Durchgangslöchern in vertikaler Richtung der keramischen Schichten innerhalb eines Teils der Leiterbahnen, der bis zu den Anreißlinien der keramischen Schichten reicht, benachbart zu den Anreißlinien; Ausbilden von Verbindungsstäben durch Füllen der Durchgangslöcher mit einem elektrisch leitfähigen Material, so dass die Verbindungsstäbe mit den Leiterbahnen verbunden sind; Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten; Ausbilden von Aussparungen in vertikaler Richtung auf den Anreißlinien der gestapelten keramischen Schichten, so dass die Verbindungsstäbe an der Außenseite freiliegen; Ausbilden von Außenelektroden in den Aussparungen durch ein Beschichtungsverfahren; und Zerschneiden der gestapelten keramischen Schichten entlang der Anreißlinien in eine Mehrzahl von keramischen Multilayersubstraten.

[0021] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats offenbart, umfassend die folgenden Schritte: Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten, die jeweils mit Anreißlinien versehen sind, sodass sie in eine Mehrzahl von keramischen Schichten mit einer festgelegten Dicke geschnitten werden können; Ausbilden von Durchgangslöchern in vertikaler Richtung der keramischen Schichten, benachbart zu den Anreißlinien; Ausbilden von Verbindungsstäben durch Füllen der

Durchgangslöcher mit einem elektrisch leitfähigem Material; Ausbilden einer Mehrzahl von gleichen Leiterbahnen auf Oberflächen der keramischen Schichten, um Schaltkreiselemente zu bilden, derart, dass die Verbindungsstäbe innerhalb eines Teils der Leiterbahnen angeordnet sind, der sich bis zu den Anreißlinien der keramischen Schichten erstreckt; Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten; Ausbilden von Aussparungen in vertikaler Richtung der gestapelten keramischen Schichten auf den Anreißlinien, so dass die Verbindungsstäbe an der Außenseite freiliegen; Ausbilden von Außenelektroden in den Aussparungen durch ein Beschichtungsverfahren; und Zerschneiden der gestapelten keramischen Schichten entlang der Anreißlinien in eine Mehrzahl von keramischen Mehrschichtsubstraten.

[0022] Eine Schichtstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung wird gebildet durch Stapeln einer Mehrzahl von Schichten, wodurch ein Gehäuse hergestellt wird. Die Schichten werden passend ausgewählt aus Materialien mit bestimmten elektrischen, dielektrischen und magnetischen Eigenschaften. Insbesondere wird für die Schicht ein keramischer Grünling mit einer festgelegten Dicke benutzt. Eine Leiterbahn wird mit einer festgelegten Form auf den Grünlingen durch Beschichten eines Metalls auf dem Grünling erzeugt und dient als Schaltungselement, wenn die Grünlinge gestapelt werden. Die Leiterbahnen sind aus Metallen wie Silber, Kupfer oder dergleichen hergestellt. Die mehreren keramischen Schichten werden gestapelt und bei einer niedrigen Temperatur gebrannt, dadurch entsteht eine Schichtstruktur, die als bei niedriger Temperatur gemeinsam gebranntes keramisches Multilayersubstrat bezeichnet wird.

Ausführungsbeispiel

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0023] Die oben genannten und weitere Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert, in denen:

[0024] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht eines herkömmlichen Multilayersubstrats nach dem Schneiden, sodass die äußeren Anschlüsse zur Außenseite freiliegen;

[0025] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht des herkömmlichen Multilayersubstrats von [Fig. 1](#) vor dem Zerschneiden, sodass die äußeren Anschlüsse zur Außenseite freiliegen;

[0026] [Fig. 3](#) ist eine schematische Ansicht und zeigt Probleme, die bei der Herstellung des Multilayersubstrats von [Fig. 1](#) entstehen;

[0027] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht und zeigt ein Multilayersubstrat, das einen äußeren Anschluss umfasst, der nach einem herkömmlichen Verfahren ausgebildet wurde;

[0028] [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht und zeigt ein Multilayersubstrat, umfassend einen äußeren Anschluss, hergestellt durch ein weiteres herkömmliches Verfahren;

[0029] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht und zeigt ein Multilayersubstrat, umfassend einen äußeren Anschluss, hergestellt durch ein weiteres herkömmliches Verfahren;

[0030] [Fig. 7](#) ist eine perspektivische Ansicht und zeigt ein Multilayersubstrat, umfassend einen äußeren Anschluss, hergestellt durch ein weiteres herkömmliches Verfahren;

[0031] [Fig. 8](#) ist eine geschnittene Ansicht eines erfindungsgemäßen Multilayersubstrats;

[0032] [Fig. 9](#) ist eine Draufsicht eines keramischen Substrats des erfindungsgemäßen Multilayersubstrats;

[0033] [Fig. 10](#) ist eine perspektivische Ansicht des Multilayersubstrats von [Fig. 8](#);

[0034] [Fig. 11](#) ist eine geschnittene Ansicht des erfindungsgemäßen Multilayersubstrats;

[0035] [Fig. 12A–Fig. 12G](#) zeigen ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Multilayer substrats gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0036] [Fig. 13A–Fig. 13G](#) zeigen ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Multilayer substrats gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0037] [Fig. 14A–Fig. 14H](#) zeigen ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Multilayersubstrats gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und

[0038] [Fig. 15A–Fig. 15H](#) zeigen ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Multilayersubstrats gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0039] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung detailliert unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. [Fig. 8](#) ist eine geschnittene Ansicht eines Multilayersubstrats gemäß der vorliegenden Erfindung, und

[Fig. 9](#) ist eine Draufsicht eines keramischen Substrats des Multilayersubstrats gemäß der vorliegenden Erfindung. [Fig. 10](#) ist eine perspektivische Ansicht des Multilayersubstrats von [Fig. 8](#).

[0040] Wie in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) gezeigt ist, ist eine Leiterbahn **102** mit einem festgelegtem Muster auf allen keramischen Schichten **103** ausgebildet. Ein Ende der Leiterbahn **102** erstreckt sich bis zu einer Kante der keramischen Schicht **103**, um Signale mit der Außenseite auszutauschen. Es ist nicht erforderlich, dieses Muster für den Signalaustausch auf allen keramischen Schichten **103** auszubilden. Dementsprechend kann das Signale austauschende Muster auf Teilen der keramischen Schichten **103** nicht ausgebildet sein. Die vorliegende Erfindung verwendet die keramische Schicht **103**, die mit einer Aussparung **105** mit einer Halbkreisform versehen ist. Die Aussparung **105** bildet einen Freiraum zum Ausbilden einer Außenelektrode **104** in dem Freiraum. In dem Fall, wenn eine Schichtstruktur durch Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten **103**, die aus einer keramischen Substratlage bestehen, gebildet wird, werden die Aussparungen **105** im Inneren der Schichtstruktur ausgebildet, bevor die Schichtstruktur in eine Mehrzahl von keramischen Mehrschichtsubstraten zerschnitten wird, sodass die Außenelektrode einfach hergestellt wird. Die kreisförmige Aussparung **105** wird zwischen zwei benachbarten Schichten **103** ausgebildet und anschließend in eine Halbkreisform gebracht, sodass sie zur Außenseite hin offen ist, indem die Schichtstruktur in die mehreren Multilayersubstrate geschnitten wird.

[0041] Ein Verbindungsstab **110** wird in der keramischen Schicht **103** ausgebildet durch Füllen eines Durchgangslochs, das zwischen der Leiterbahn **102** und der Aussparung **105** angeordnet ist. Eine Seite des Verbindungsstabs **110** berührt die Aussparung **105**, sodass er an der Innenseite der Aussparung frei liegt, und die andere Seite des Verbindungsstabs **110** berührt die Leiterbahn **102**. Anders als die Leiterbahn **102** ist der Verbindungsstab **110** in vertikaler Richtung der keramischen Schicht **103** ausgebildet und berührt die Außenelektrode **104** direkt. Die Außenelektrode **104** ist auf der Innenwand der Aussparung **105** ausgebildet, und an die Leiterbahn **102** und den Verbindungsstab **110** angeschlossen, sie dient dazu, Signale von außen an die Leiterbahn zu übertragen.

[0042] [Fig. 10](#) zeigt das Multilayersubstrat, bei dem die Verbindungsstäbe **110** benutzt werden, bei dem die Außenelektrode **104** sowohl an die inneren Leiterbahnen **102** als auch an die Verbindungsstäbe **110** angeschlossen ist.

[0043] Die Leiterbahn **102** ist aus einem metallischen Beschichtungsfilm hergestellt, und der Verbindungsstab **110** ist durch Füllen des Durchgangslochs (nicht gezeigt) mit einem metallischen elektrisch leit-

fähigen Material gebildet, sodass er elektrisch an die Leiterbahn **102** angeschlossen wird. Vorzugsweise hat der Verbindungsstab **110** eine Kreisform. Der Verbindungsstab **110** kann jedoch in unterschiedlichen Formen ausgebildet werden, sodass er an der Wandfläche der Aussparung **105** frei liegt.

[0044] Vorzugsweise läuft der äußere Umfang des Durchgangslochs durch die Mitte des Verbindungsstabs **110**, und der Durchmesser des Verbindungsstabs **110** ist kleiner als die Breite der Leiterbahnen **102**. Da der Verbindungsstab **110** in vertikaler Richtung des Substrats ausgebildet ist und das Durchgangsloch einen großen Durchmesser hat, ist die Festigkeit des Substrats verringert und die Menge des metallischen Leiters, der das Durchgangsloch auffüllt, ist erhöht, wodurch die Herstellungskosten ebenfalls erhöht sind, was dazu führt, dass die Herstellung des Substrats erschwert ist. Um die obigen Probleme zu lösen, wird es bevorzugt, das Durchgangsloch innerhalb der Fläche der Leiterbahn **102** auszubilden.

[0045] Wie oben beschrieben wurde, wird der Grad der elektrischen Verbindung zwischen der Außenelektrode **104** und der inneren Leiterbahn **102** verbessert, wenn die Außenelektrode **104** elektrisch über den Verbindungsstab **110** an die Leiterbahn **102** angeschlossen ist. Da die Leiterbahn lediglich auf der oberen Fläche des Substrats ausgebildet ist, wird die Verbindung zwischen der Außenelektrode und den inneren Leiterbahnen herkömmlich durch einen Linienkontakt erreicht. Da die Kontaktfläche zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode bei der vorliegenden Erfindung, die die Verbindungsstäbe umfasst, vergrößert ist, und da die Verbindung zwischen dem Verbindungsstab und der Außenelektrode durch einen Flächenkontakt erhalten wird, ist der Grad der Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode verbessert.

[0046] Im Vergleich zu dem Stand der Technik verbessert die Ausbildung des Verbindungsstabs das Verfahren zur Herstellung des Multilayersubstrats. Im Folgenden wird gemeinsam mit der Beschreibung der verbesserten Wirkung des Verfahrens ein Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats durch Stapeln einer Mehrzahl von keramischen Schichten gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf die [Fig. 12A](#) bis [Fig. 12G](#) beschrieben.

A) Eine keramische Schicht **203** mit einer festgelegten Dicke wird hergestellt.

B) Eine Leiterbahn **202** zum Ausbilden von Schaltelementen wird auf der keramischen Schicht **203** ausgebildet. Die mehreren Leiterbahnen **202** der vertikal gestapelten keramischen Schichten **203** bilden verschiedene Schaltelemente. Die Leiterbahn **202** ist aus einem Metallfilm hergestellt.

C) Durchgangslöcher **211** sind an einem Ende der Leiterbahn **202** ausgebildet, die sich bis zu einer Seitenfläche der keramischen Schicht **203** erstreckt, um Signale mit der Außenseite auszutauschen. Das Durchgangsloch **211** ist vertikal zu der keramischen Schicht **203** ausgebildet, benachbart zu der Seitenfläche der keramischen Schicht **203**. Vorzugsweise ist der Durchmesser des Durchgangslochs **211** etwas kleiner als die Breite der Leiterbahn **202**. Das Durchgangsloch **211** ist lediglich in einem Teil der Leiterbahn **202** bis zur Kante der keramischen Schicht **203** reichend ausgebildet, um Signale mit der Außenseite auszutauschen, und andere nicht gezeigte Durchgangslöcher sind so ausgebildet, dass sie Signale mit anderen inneren Leiterbahnen der keramischen Schicht **203** austauschen. Da die Durchgangslöcher **211** gleichzeitig mit anderen Durchgangslöchern zum Verbinden der auf der oberen und unteren Fläche des keramischen Substrats ausgebildeten Leiterbahnen ausgebildet werden, kann das Durchgangsloch **211** einfach hergestellt werden, ohne die Anzahl der Herstellungsschritte zu erhöhen. Vorzugsweise hat das Durchgangsloch **211** denselben Durchmesser wie die Durchgangslöcher zum Anschließen der Leiterbahnen, die auf den oberen und unteren Flächen des keramischen Substrats ausgebildet sind.

D) Das Durchgangsloch **211** ist mit einem Material gefüllt, um elektrisch mit der freiliegenden Leiterbahn **202** verbunden zu werden, wodurch der Verbindungsstab **210** gebildet wird. Der Verbindungsstab **210** ist aus einem metallischen leitenden Material hergestellt, um elektrisch mit der Leiterbahn **202** verbunden zu werden.

E) Eine Mehrzahl von keramischen Schichten **203**, die durch die vorgenannten Schritte hergestellt worden sind, wird vertikal gestapelt. Teile oder alle der gestapelten keramischen Schichten **203** umfassen den Verbindungsstab **210**, der durch Füllen des Durchgangslochs **211** gebildet wurde, und der Verbindungsstab **210** ist an die inneren Leiterbahnen der entsprechenden keramischen Schicht **203** angeschlossen.

F) Eine Aussparung **205** ist in Längsrichtung auf der Kante der gestapelten keramischen Schichten **203** ausgebildet, um die Leiterbahnen **202** und die Verbindungsstäbe **210** freizulegen. Die Aussparung **205** hat eine Halbkreisform, sodass es nach außen offen ist, und läuft durch die Verbindungsstäbe **210**. Daher liegen die Verbindungsstäbe **210** an der Innenwand der Aussparung **205** frei. Vorzugsweise läuft der Außenumfang der Aussparung **205** durch die Mitte des Verbindungsstabs **210**.

G) Eine Außenelektrode **204** ist auf dem inneren Umfang der Aussparung **205** ausgebildet. Die Außenelektrode **204** ist ausgebildet durch Beschichten des inneren Umfangs der Aussparung **205** mit einem Metall, und sie ist an die Leiterbahnen **202**

und die Verbindungsstäbe **210** angeschlossen.

[0047] Da die Aussparung in der gestapelten Struktur ausgebildet ist, die durch Stapeln der mehreren keramischen Schichten gebildet ist, wird die Außenelektrode durch das oben beschriebene Herstellungsverfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel gleichmäßig erzeugt. Da der metallische Verbindungsstab auf der an die Außenseite angeschlossenen Leiterbahn ausgebildet ist, liegt der Verbindungsstab immer noch frei durch die in dem Stanzverfahren erzeugten Schubspannungen, wodurch eine schlechte Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode wegen der Verformung des keramischen Substrats verhindert wird. Die große Verbindungsfläche zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode verbessert den Grad der Verbindung dazwischen.

[0048] Das Verfahren zur Herstellung des Multilayersubstrats der vorliegenden Erfindung kann wie folgt modifiziert werden. Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann der Schritt des Ausbildens des Durchgangslochs vor dem Schritt des Ausbildens der Musterschicht durchgeführt werden. Die [Fig. 13A](#) bis [Fig. 13G](#) zeigen ein Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

A) Eine keramische Schicht **303** mit einer festgelegten Dicke wird hergestellt.

B) In Übereinstimmung mit dem Schritt C des ersten Ausführungsbeispiels werden Durchgangslöcher **311** in der keramischen Schicht **303** ausgebildet. Die Position des Durchgangslochs **311** ist so gewählt, dass das Durchgangsloch **311** innerhalb einer später gebildeten Leiterbahn angeordnet ist, und die Anzahl der Durchgangslöcher **311** wird passend festgelegt, sodass die Durchgangslöcher **311** zum Austauschen von Signalen mit der Außenseite innerhalb der Musterschicht angeordnet sind.

C) Die Durchgangslöcher **311** sind mit einem metallischen Leiter gefüllt, wodurch sie als Verbindungsstäbe **310** ausgebildet werden. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist der Verbindungsstab **310** in Längsrichtung innerhalb der keramischen Schicht **303** ausgebildet.

D) Eine Leiterbahn **302** ist auf der keramischen Schicht **303** ausgebildet, sodass die Verbindungsstäbe **310** innerhalb einer Fläche der Leiterbahn **302** angeordnet sind.

E) bis G) In Übereinstimmung mit dem ersten Ausführungsbeispiel wird eine Mehrzahl der keramischen Schichten **303**, die durch die vorgenannten Schritte ausgebildet worden sind, vertikal gestapelt, eine Aussparung **305** wird in Längsrichtung auf der Kante der gestapelten keramischen Schichten **303** ausgebildet, und eine Außenelektrode **304** wird an der inneren Kreislinie des Durch-

gangslochs **305** ausgebildet.

[0049] Die vorliegende Erfindung schlägt ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats vor, bei dem eine Multilayersubstratplatte hergestellt und dann in mehrere Multilayersubstrate geschnitten wird, sodass eine Massenproduktion von Multilayersubstratprodukten stattfindet. Dieses Verfahren wird durch ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwirklicht, dass nun detailliert unter Bezugnahme auf die [Fig. 14A](#) bis [Fig. 14H](#) beschrieben wird.

A) Eine keramische Schicht **403** mit einer bestimmten Dicke wird hergestellt. Die keramische Schicht **403** ist mit Anreißlinien **408** versehen, um in eine Mehrzahl von keramischen Substraten geschnitten zu werden.

B) Eine Mehrzahl von denselben Leiterbahnen **402**, die Schaltkreiselemente bilden, ist auf der keramischen Schicht **403** ausgebildet. Die mehreren Leiterbahnen **402** der vertikal gestapelten keramischen Schicht **403** bilden verschiedene Schaltkreiselemente. Die Leiterbahnen **402** sind aus einem Metallfilm hergestellt.

C) Durchgangslöcher **411** sind innerhalb der Leiterbahnen **402** ausgebildet und erstrecken sich bis zu den Anreißlinien **408** der keramischen Schicht **403**, um Signale mit der Außenseite auszutauschen. Die Durchgangslöcher **411** sind in Längsrichtung auf der keramischen Schicht **403** benachbart zu den Anreißlinien **408** der keramischen Schicht **403** ausgebildet. Vorzugsweise ist der Durchmesser des Durchgangslochs **411** etwas kleiner als die Breite der Leiterbahn **402**. Das Durchgangsloch **411** ist lediglich in dem Teil der Leiterbahn **402** ausgebildet, der sich bis zu den Anreißlinien **408** der keramischen Schicht **403** erstreckt, um Signale mit der Außenseite auszutauschen, und andere Durchgangslöcher (nicht gezeigt) sind ausgebildet, um Signale mit anderen inneren Leiterbahnen der keramischen Schicht **403** auszutauschen. Da die Durchgangslöcher **411** gleichzeitig mit anderen Durchgangslöchern ausgebildet sind, um die Muster, die auf der oberen und der unteren Fläche der keramischen Schicht **403** miteinander zu verbinden, kann das Durchgangsloch **411** einfach ausgebildet werden, ohne die Anzahl der Herstellungsschritte zu erhöhen. Vorzugsweise hat das Durchgangsloch **411** den gleichen Durchmesser wie die Durchgangslöcher zum Verbinden der oberen und unteren Muster.

D) Die Durchgangslöcher **411** sind mit einem Material gefüllt, um elektrisch mit den freiliegenden Leiterbahnen **402** verbunden zu werden, wodurch sie als Verbindungsstäbe **410** ausgebildet werden. Die Verbindungsstäbe **410** sind aus einem metallischen Leiter hergestellt, sodass sie elektrisch mit den Leiterbahnen **402** verbunden werden.

E) Eine Mehrzahl der keramischen Schichten **403**, die durch die vorgenannten Schritte hergestellt sind, wird vertikal gestapelt. Ein Teil oder alle der gestapelten keramischen Schichten **403** umfassen den Verbindungsstab **410**, der durch Füllen des Durchgangslochs **411** gebildet ist, und der Verbindungsstab **410** ist an die inneren Leiterbahnen der entsprechenden keramischen Schicht **403** angeschlossen.

F) Aussparungen **405** sind in Längsrichtung auf den Anreißlinien **408** der gestapelten keramischen Schichten **403** ausgebildet, um die Leiterbahnen **402** und die Verbindungsstäbe **410** freizulegen. Die Aussparung **405** hat eine Zylinderform und läuft durch die Verbindungsstäbe **410**. Die Verbindungsstäbe **410** liegen an der Innenwand der Aussparung **405** frei. Vorzugsweise läuft der äußere Umfang der Aussparung **405** durch die Mitte des Verbindungsstabs **410**.

G) Außenelektroden **404** sind auf inneren Kreislinien der Aussparungen **405** ausgebildet. Die Außenelektroden **404** sind ausgebildet durch Auftragen eines Metalls auf den inneren Kreislinien der Aussparungen **405** und sie sind an die Leiterbahnen **402** und die Verbindungsstäbe **410** angeschlossen.

H) Die gestapelten keramischen Schichten **403** werden entlang der Anreißlinien **408** in eine Mehrzahl von keramischen Multilayersubstraten **404** geschnitten, die jeweils eine gewünschte Größe haben.

[0050] Da ein Durchgangsloch bei der gestapelten Struktur durch Stapeln einer Mehrzahl von Schichten gebildet wird, wird ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel durch dieses Herstellungsverfahren gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel die Außenelektrode gleichmäßig ausgebildet. Da der metallische Verbindungsstab auf der mit der Außenseite verbundenen Leiterbahn ausgebildet ist, liegt der Verbindungsstab immer noch frei zur Außenseite infolge von Schubspannungen, die bei dem Stanzverfahren erzeugt werden, somit wird eine schlechte Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode durch die Verformung des keramischen Substrats vermieden. Ferner verbessert ein großer Verbindungsbereich zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode den Grad der Verbindung. Darüber hinaus werden bei dem Herstellungsverfahren des dritten Ausführungsbeispiels die Schritte zum Ausbilden der Verbindungsstäbe und der Durchgangslöcher bei einer Massenproduktion der Multilayersubstrate angewendet, wodurch eine Massenproduktion eines bei niedriger Temperatur gemeinsam gebrannten keramischen Multilayersubstratprodukts mit den vorgenannten Wirkungen durchgeführt wird.

[0051] Das Verfahren zur Herstellung des Multilayersubstrats des dritten Ausführungsbeispiels kann

wie folgt modifiziert werden. Gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird der Schritt des Ausbildens der Durchgangslöcher vor dem Schritt des Ausbildens der Leiterbahnen durchgeführt. Die [Fig. 15A](#) bis [Fig. 15H](#) stellen das Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dar. Ähnlich wie in dem zweiten Ausführungsbeispiel werden bei dem Herstellungsverfahren gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel zuerst die Verbindungsstäbe ausgebildet, anschließend werden die Leiterbahnen ausgebildet.

A) In Übereinstimmung mit dem dritten Ausführungsbeispiel wird eine keramische Schicht **503** mit einer festgelegten Dicke hergestellt und mit Anreißlinien **508** versehen, sodass sie in eine Mehrzahl von keramischen Substraten geschnitten werden kann.

B) In Übereinstimmung mit dem Schritt C des dritten Ausführungsbeispiels werden Durchgangslöcher **511** in der keramischen Schicht **503** ausgebildet. Die Positionen der Durchgangslöcher **511** sind so festgelegt, dass die Durchgangslöcher **511** innerhalb der später ausgebildeten Leiterbahnen angeordnet sind, und die Anzahl der Durchgangslöcher **511** ist vorher passend festgelegt, sodass die Durchgangslöcher **511** innerhalb der Leiterbahnen zum Austausch von Signalen mit der Außenseite angeordnet sind.

C) Die Durchgangslöcher **511** werden mit einem metallischen Leiter gefüllt, wodurch sie als Verbindungsstäbe **510** ausgebildet werden. In Übereinstimmung mit dem dritten Ausführungsbeispiel sind die Verbindungsstäbe **510** in Längsrichtung der keramischen Schicht **503** ausgebildet.

D) Leiterbahnen **502** sind auf der keramischen Schicht **503** ausgebildet, sodass die Verbindungsstäbe **510** innerhalb der Flächen der Leiterbahnen **502** angeordnet sind.

E) bis G) In Übereinstimmung mit dem dritten Ausführungsbeispiel wird eine Mehrzahl der keramischen Schichten **503**, die durch die zuvor erwähnten Schritte hergestellt worden sind, vertikal gestapelt, Aussparungen **505** sind in Längsrichtung auf den Anreißlinien **508** der gestapelten keramischen Schichten **503** ausgebildet, und Außenelektroden **504** sind auf inneren Kreislinien der Aussparungen **505** ausgebildet.

[0052] In Übereinstimmung mit den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung werden Multilayersubstrate hergestellt, bei denen die Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und den Außenelektroden stabil ist. Im Stand der Technik wurde kein Verfahren zur Herstellung eines Durchgangslochs nach dem Stapeln der keramischen Substrate wegen der erwähnten Probleme benutzt. Wie jedoch in [Fig. 11](#) gezeigt ist, liegt bei dem Verfahren zur Herstellung der Multilayersubstrate der Verbindungsstab **110**, der innerhalb der inneren Lei-

terbahn **102** ausgebildet ist, immer noch an der Wand der Aussparung frei, wodurch er an die Außenelektrode **104**, die in der Aussparung ausgebildet ist, angeschlossen wird. Darüber hinaus ist die innere Leiterbahn **102** mit dem Verbindungsstab **110** verbunden, wodurch sie stabil elektrisch mit der Außenelektrode **104** verbunden wird.

[0053] Aus der obigen Beschreibung ist ersichtlich, dass die Außenelektrode gleichmäßig auf dem keramischen Multilayersubstrat ausgebildet wird, da ein Durchgangsloch auf der Stapelstruktur ausgebildet wird, die durch Stapeln einer Mehrzahl von mit Musterschichten versehenen Schichten gebildet wird. Darüber hinaus, da ein metallischer Verbindungsstab auf der mit der Außenseite verbundenen Leiterbahn gebildet ist, liegt der Verbindungsstab immer noch nach außen hin frei wegen der Schubspannung, die in dem Verfahrensschritt des Ausstanzens der Aussparung erzeugt wird, wodurch eine schlechte Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode wegen der Verformung des keramischen Substrats verhindert wird. Darüber hinaus verbessert ein großer Verbindungsbereich zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode den Grad der Verbindung.

[0054] Ferner werden bei dem Verfahren zur Herstellung der Multilayersubstrate die Schritte des Ausbildens der Verbindungsstäbe und der Durchgangslöcher bei einer Massenproduktion der Multilayersubstrate angewendet, sodass eine Massenproduktion von bei niedriger Temperatur gemeinsam gebrannten keramischen Multilayersubstratprodukten mit den zuvor beschriebenen Wirkungen durchgeführt wird.

[0055] Ein bei niedriger Temperatur gemeinsam gebranntes keramisches Multilayersubstrat verbindet die inneren Leiterbahnen mit der Außenelektrode über den auf jeder keramischen Schicht ausgebildeten Verbindungsstab, wodurch der Grad der elektrischen Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode verbessert wird. Im Stand der Technik wird die Verbindung zwischen der Außenelektrode und den inneren Leiterbahnen durch einen Linienkontakt erzielt, da die Leiterbahn lediglich auf der oberen Fläche des Substrats ausgebildet ist. Da die Kontaktfläche zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode bei der vorliegenden Erfindung, die die Verbindungsstäbe aufweist, vergrößert ist und die Verbindung zwischen dem Verbindungsstab und der Außenelektrode durch einen Flächenkontakt realisiert ist, ist der Grad der Verbindung zwischen den inneren Leiterbahnen und der Außenelektrode verbessert.

Patentansprüche

1. Keramisches Multilayersubstrat, umfassend:
 - a) eine Mehrzahl von keramischen Schichten (**103**),

- b) Leiterbahnen (**102**), die auf einigen oder allen keramischen Schichten (**103**) ausgebildet sind und Schaltkreiselemente bilden,
- c) mindestens eine Aussparung (**105**) an mindestens einer Seitenfläche des keramischen Multilayersubstrats, in der eine Außenelektrode (**104**) ausgebildet ist,
- d) mindestens eine Leiterbahn (**102**), die zu der mindestens einen Außenelektrode (**104**) führt und mit dieser verbunden ist,
- dadurch gekennzeichnet**, dass
- e) ein – als mit einem elektrisch leitenden Material gefülltes Durchgangsloch ausgebildeter – Verbindungsstab (**110**) an der Verbindungsstelle der Leiterbahn (**102**) mit der Außenelektrode (**104**) in mindestens einer der keramischen Schichten (**103**) vorhanden ist.

2. Keramisches Multilayersubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnen (**102**) aus einer Metallfolie und die Verbindungsstäbe (**110**) durch Füllen von in den keramischen Schichten (**103**) ausgebildeter Durchgangslöcher mit einem elektrisch leitfähigen Material ausgebildet sind, sodass sie elektrisch mit den Leiterbahnen (**102**) verbunden sind.

3. Keramisches Multilayersubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Umfanglinie des Durchgangslochs durch die Mitte des Verbindungsstabs (**110**) läuft.

4. Keramisches Multilayersubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Verbindungsstabs (**110**) nicht größer als die Breite der Leiterbahn (**102**) ist, die bis zu der Seitenfläche der keramischen Schicht (**103**) reicht.

5. Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats gemäß Patentanspruch 1, umfassend die folgenden Schritte:

- Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten (**203**) mit einer festgelegten Dicke;
- Ausbilden von Leiterbahnen (**202**) auf Oberflächen der keramischen Schichten (**203**) um Schaltkreiselemente auszubilden;
- Ausbilden von Durchgangslöchern (**211**) in vertikaler Richtung der keramischen Schichten (**203**) innerhalb eines Teils der keramischen Schichten (**203**), der bis zu den Seitenflächen der keramischen Schichten (**203**) reicht, benachbart zu den Seitenflächen;
- Ausbilden von Verbindungsstäben (**210**) durch Füllen der Durchgangslöcher (**211**) in den keramischen Schichten (**203**) mit einem elektrisch leitfähigen Material, so dass die Verbindungsstäbe (**210**) mit den Leiterbahnen (**202**) elektrisch verbunden sind;
- Stapeln der Mehrzahl der keramischen Schichten (**203**);
- Ausbilden wenigstens einer die Verbindungsstäbe (**210**) freilegenden Aussparung (**205**) an Seitenflä-

chen der gestapelten keramischen Schichten (**203**); und

- Ausbilden wenigstens einer Außenelektrode (**204**) in der Aussparung (**205**) durch ein Beschichtungsverfahren.

6. Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats gemäß Patentanspruch 1, umfassend die folgenden Schritte:

- Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten (**303**) mit einer festgelegten Dicke;
- Ausbilden von Durchgangslöchern (**311**) in vertikaler Richtung der keramischen Schichten (**303**) innerhalb eines Teils der keramischen Schichten (**303**), der zu den Seitenflächen der keramischen Schichten (**303**) benachbart ist;
- Ausbilden von Verbindungsstäben (**310**) durch Füllen der Durchgangslöcher (**311**) mit einem elektrisch leitfähigen Material;
- Ausbilden von Leiterbahnen (**302**) auf Oberflächen der keramischen Schichten (**303**) um derart Schaltkreiselemente auszubilden, dass die Verbindungsstäbe (**310**) innerhalb des Teils der Leiterbahnen (**302**) angeordnet sind, der bis zu den Seitenflächen der keramischen Schicht (**303**) reicht,
- Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten (**303**);
- Ausbilden wenigstens eines Durchgangslochs (**311**) in vertikaler Richtung auf den Seitenflächen der gestapelten keramischen Schichten (**303**), so dass die Verbindungsstäbe (**310**) an der Außenseite freiliegen; und
- Ausbilden wenigstens einer Außenelektrode (**304**) in der Aussparung (**305**) durch ein Beschichtungsverfahren.

7. Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnen (**202**, **302**) aus einer Metallfolie und die Verbindungsstäbe (**210**, **310**) durch Füllen der Durchgangslöcher (**211**, **311**) mit einem elektrisch leitfähigen Material ausgebildet werden, sodass die Verbindungsstäbe (**210**, **310**) mit den Leiterbahnen (**202**, **302**) elektrisch verbunden werden.

8. Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstäbe (**210**, **310**) zylinderförmig ausgebildet werden und die Umfanglinie der Durchgangslöcher (**211**, **311**) durch die Mitte des Verbindungsstabs (**210**, **310**) läuft.

9. Verfahren zur Herstellung eines Multilayersubstrats nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Verbindungsstabs (**210**, **310**) nicht größer als die Breite der Leiterbahn (**202**, **302**) ist, die bis zur Kante der keramischen Schicht (**203**, **303**) reicht.

10. Verfahren zur Herstellung eines Multilayer-

substrats gemäß Patentanspruch 1, umfassend die folgenden Schritte:

- Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten (403), die jeweils mit Anreißlinien (408) versehen sind, sodass sie in eine Mehrzahl von keramischen Schichten (403) geschnitten werden können und eine festgelegte Dicke besitzen;
- Herstellen einer Mehrzahl von gleichen Leiterbahnen (402) auf Oberflächen der keramischen Schichten (403), um Schaltkreiselemente auszubilden;
- Ausbilden von Durchgangslöchern (411) in vertikaler Richtung der keramischen Schichten (403) innerhalb eines Teils der Leiterbahnen (402), der bis zu den Anreißlinien (408) der keramischen Schichten (403) reicht, benachbart zu den Anreißlinien (408);
- Ausbilden von Verbindungsstäben (410) durch Füllen der Durchgangslöcher (411) mit einem elektrisch leitfähigen Material, so dass die Verbindungsstäbe (410) mit den Leiterbahnen (402) verbunden sind;
- Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten (403);
- Ausbilden von Aussparungen (405) in vertikaler Richtung auf den Anreißlinien (408) der gestapelten keramischen Schichten (403), so dass die Verbindungsstäbe (410) an der Außenseite freiliegen;
- Ausbilden von Außenelektroden (404) in den Aussparungen (405) durch ein Beschichtungsverfahren; und
- Zerschneiden der gestapelten keramischen Schichten (403) entlang der Anreißlinien (408) in eine Mehrzahl von keramischen Multilayersubstraten.

11. Verfahren zur Herstellung eines Multilayer-substrats gemäß Patentanspruch 1, umfassend die folgenden Schritte:

- Herstellen einer Mehrzahl von keramischen Schichten (503), die jeweils mit Anreißlinien (508) versehen sind, sodass sie in eine Mehrzahl von keramischen Schichten (503) mit einer festgelegten Dicke geschnitten werden können;
- Ausbilden von Durchgangslöchern (511) in vertikaler Richtung der keramischen Schichten (503), benachbart zu den Anreißlinien (508);
- Ausbilden von Verbindungsstäben (510) durch Füllen der Durchgangslöcher (511) mit einem elektrisch leitfähigem Material;
- Ausbilden einer Mehrzahl von gleichen Leiterbahnen (502) auf Oberflächen der keramischen Schichten (503), um Schaltkreiselemente zu bilden, derart, dass die Verbindungsstäbe (510) innerhalb eines Teils der Leiterbahnen (502) angeordnet sind, der sich bis zu den Anreißlinien (508) der keramischen Schichten (503) erstreckt;
- Stapeln einer Mehrzahl der keramischen Schichten (503);
- Ausbilden von Aussparungen (505) in vertikaler Richtung der gestapelten keramischen Schichten (503) auf den Anreißlinien (508), so dass die Verbindungsstäbe (510) an der Außenseite freiliegen;
- Ausbilden von Außenelektroden (504) in den Aussparungen (505) durch ein Beschichtungsverfahren;

und

- Zerschneiden der gestapelten keramischen Schichten (503) entlang der Anreißlinien (508) in eine Mehrzahl von keramischen Mehrschichtsubstraten.

12. Verfahren zur Herstellung eines Multilayer-substrats nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnen (402, 502) aus einem Metallfilm hergestellt und die Verbindungsstäbe (410, 510) durch Füllen der Durchgangslöcher (411, 511) mit einem elektrisch leitfähigen Material ausgebildet werden, so dass die Verbindungsstäbe (410, 510) mit den Leiterbahnen (402, 502) verbunden werden.

13. Verfahren zur Herstellung eines Multilayer-substrats nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstäbe (410, 510) zylinderförmig ausgebildet werden und die Umfangslinie der Durchgangslöcher (411, 511) durch die Mitte der Verbindungsstäbe (410, 510) läuft.

14. Verfahren zur Herstellung eines Multilayer-substrats nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Verbindungsstäbe (410, 510) nicht größer als die Breite der Leiterbahn (402, 502) ist, die bis zur Seitenfläche der keramischen Schicht (403, 503) reicht.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

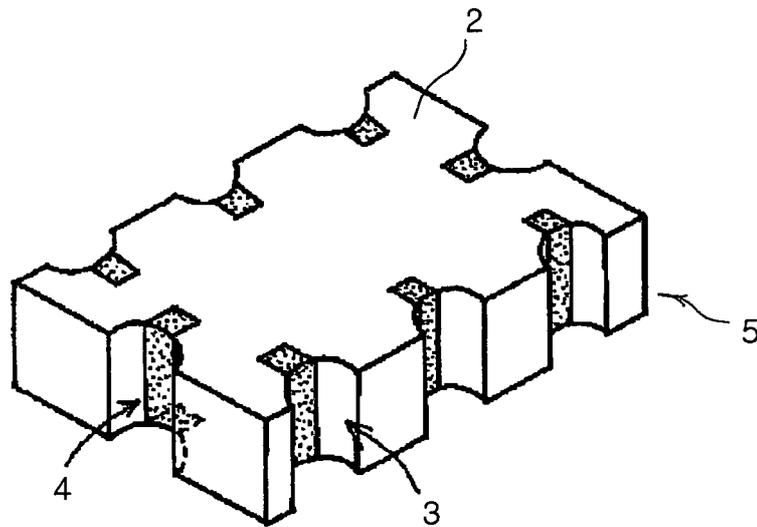


FIG. 1

Stand der Technik

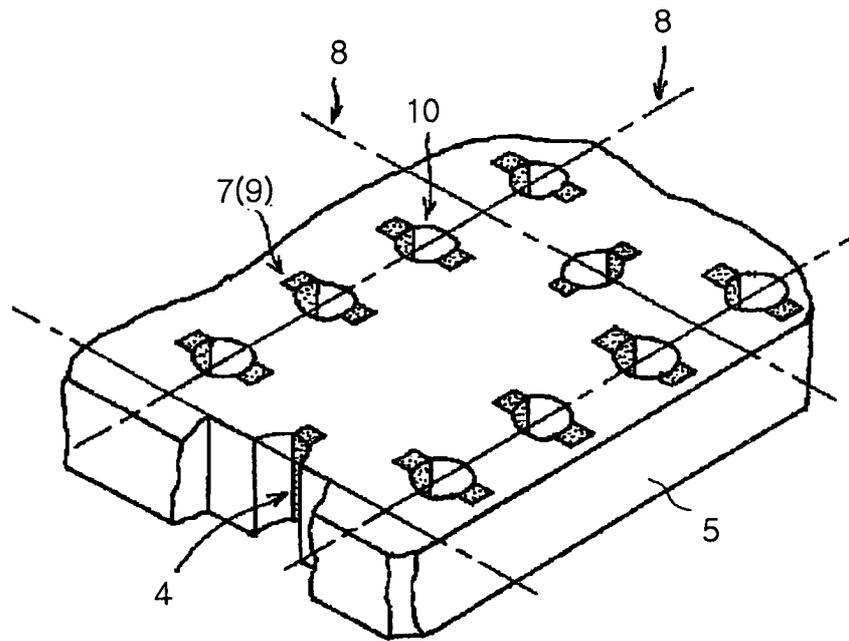


FIG. 2

Stand der Technik

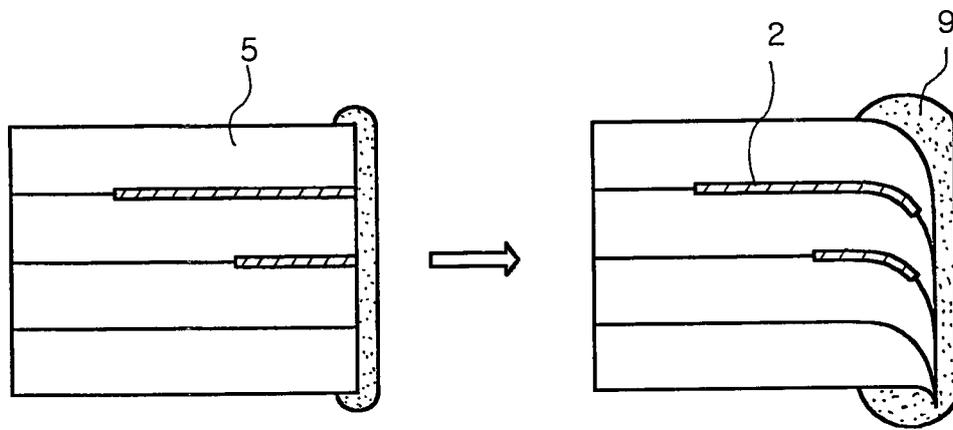


FIG. 3

Stand der Technik

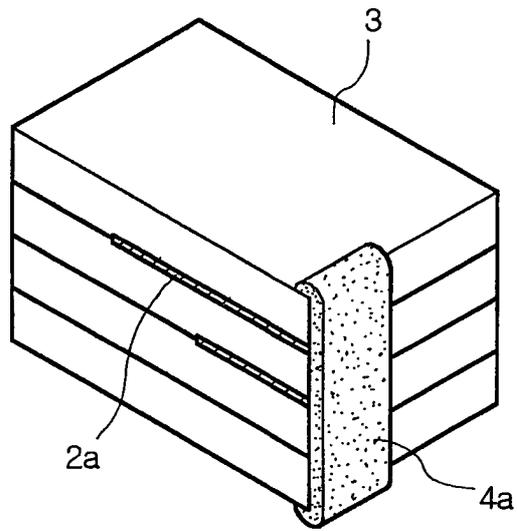


FIG. 4

Stand der Technik

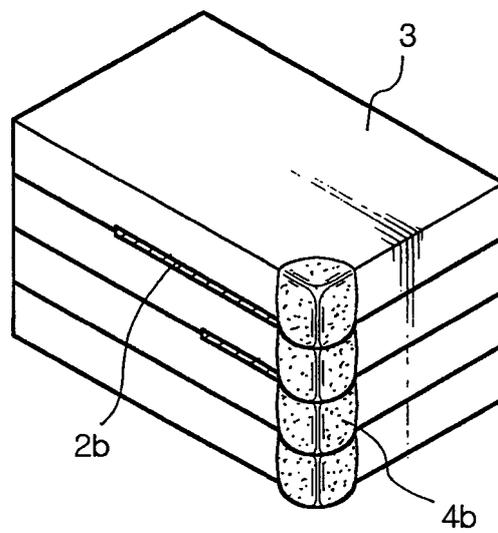


FIG. 5

Stand der Technik

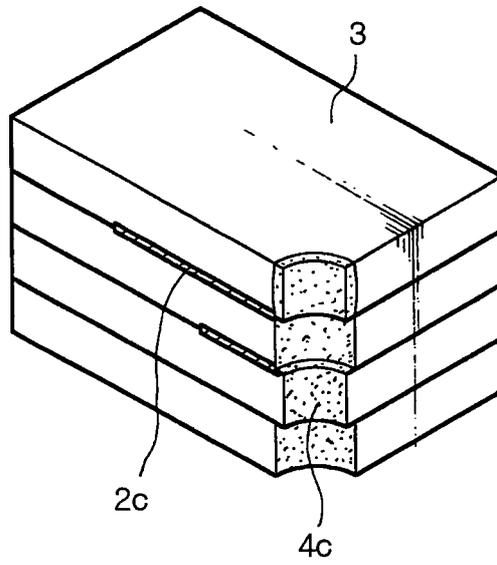


FIG. 6

Stand der Technik

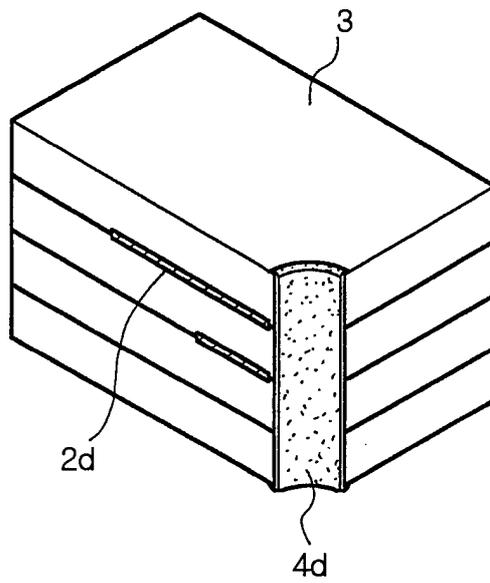


FIG. 7

Stand der Technik

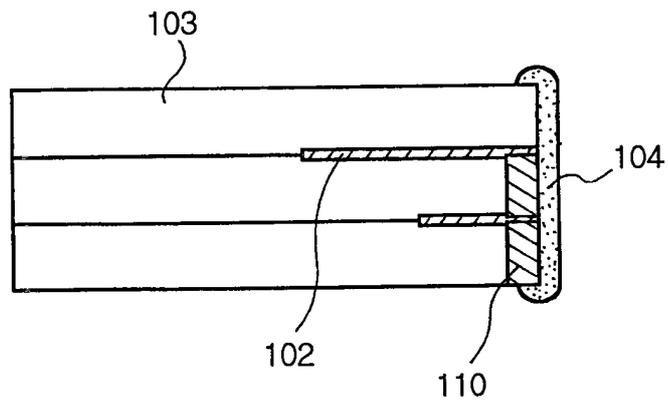


FIG. 8

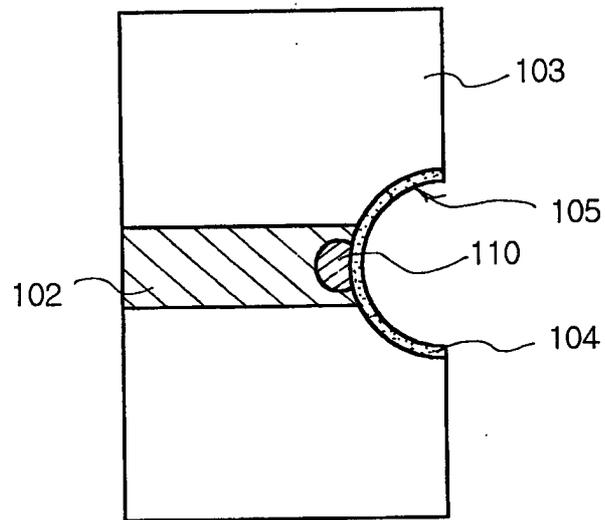


FIG. 9

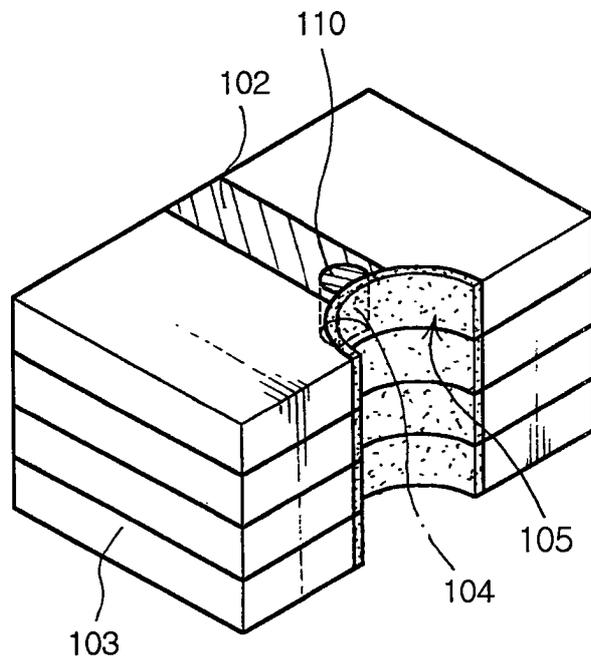


FIG. 10

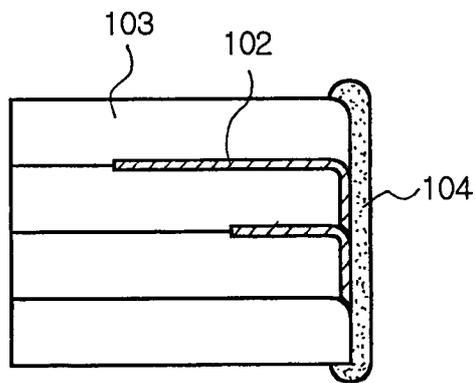


FIG. 11

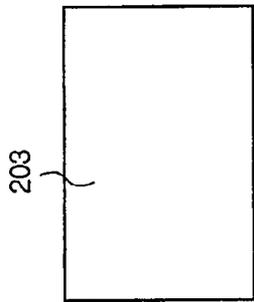


FIG. 12a

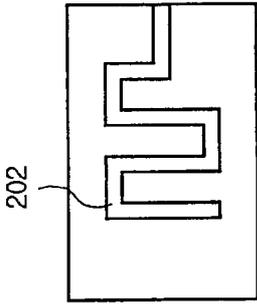


FIG. 12b

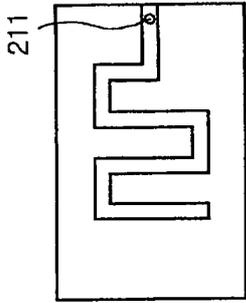


FIG. 12c

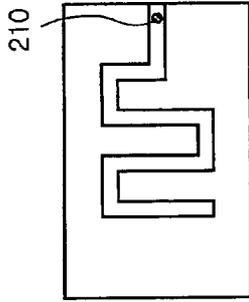


FIG. 12d

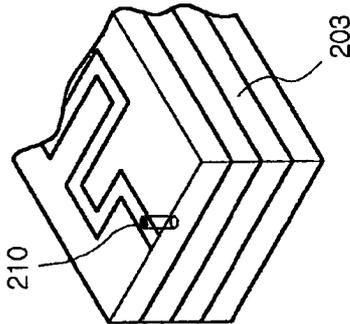


FIG. 12e

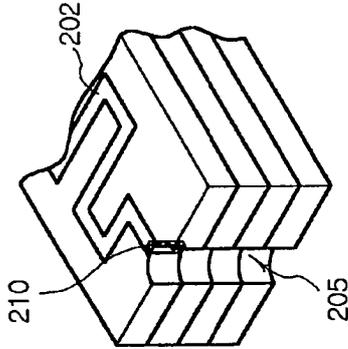


FIG. 12f

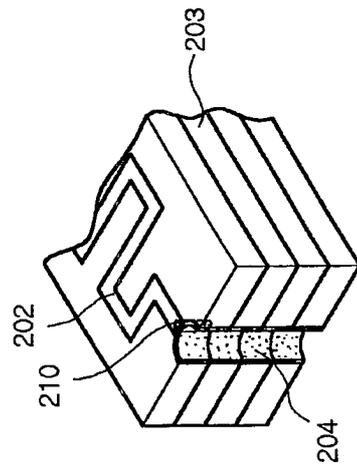


FIG. 12g

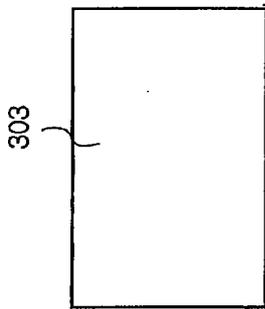


FIG. 13a

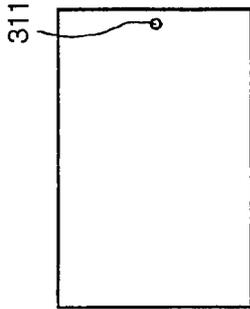


FIG. 13b

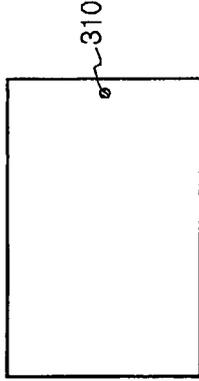


FIG. 13c

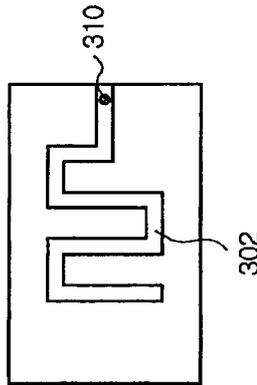


FIG. 13d

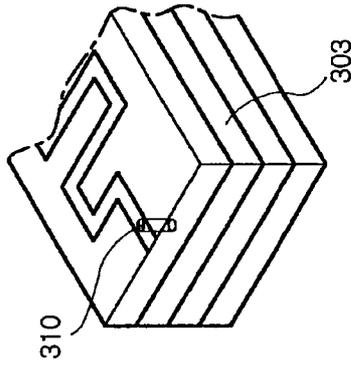


FIG. 13e

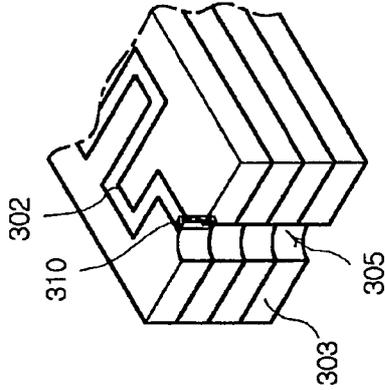


FIG. 13f

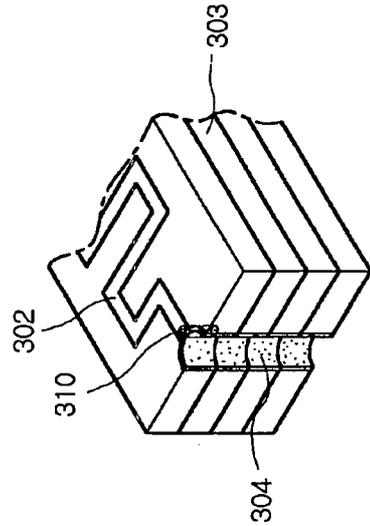


FIG. 13g

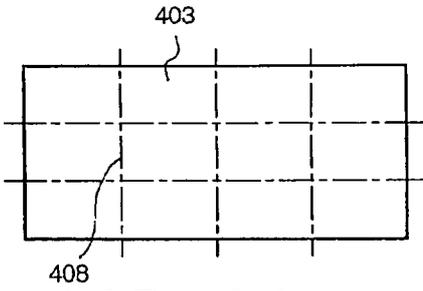


FIG. 14a

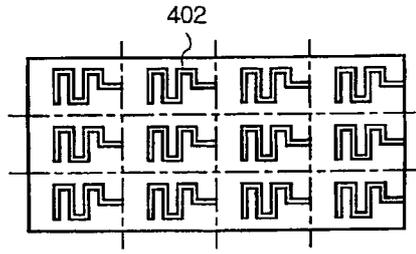


FIG. 14b

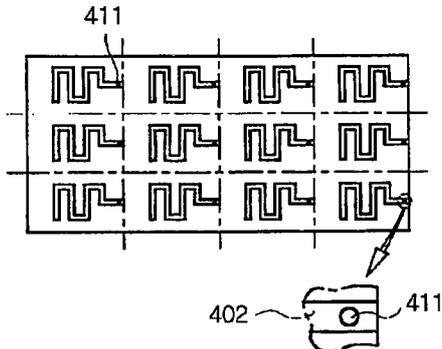


FIG. 14c

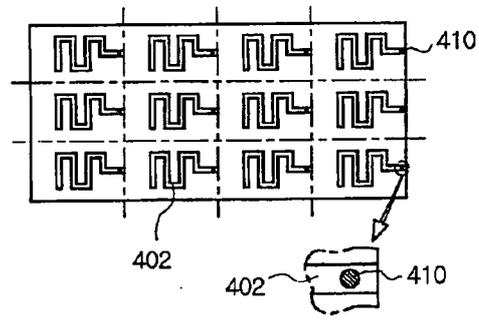


FIG. 14d

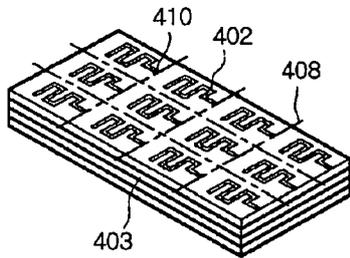


FIG. 14e

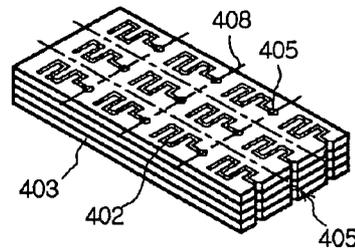


FIG. 14f

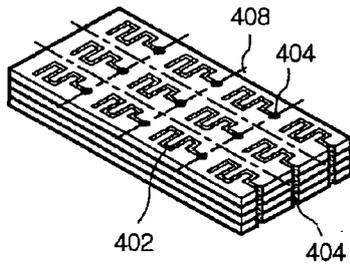


FIG. 14g

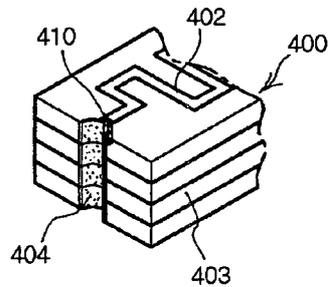


FIG. 14h

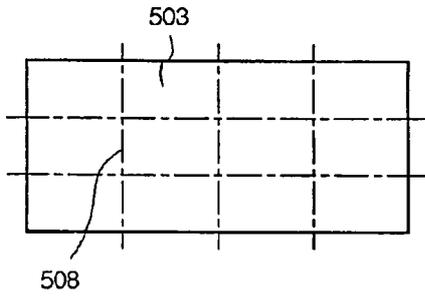


FIG. 15a

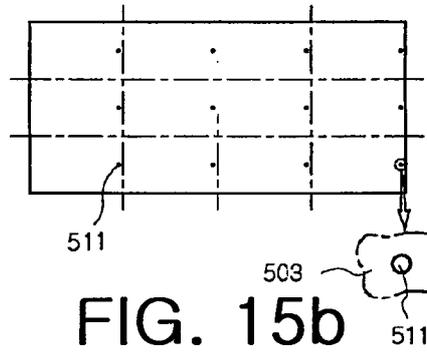


FIG. 15b

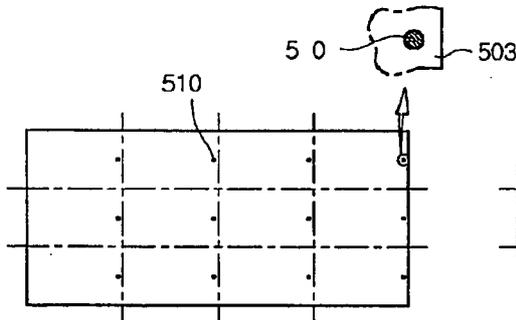


FIG. 15c

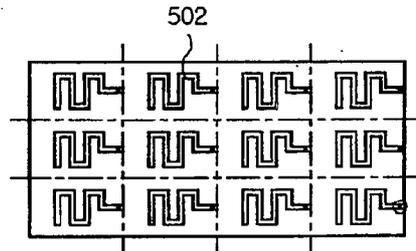


FIG. 15d

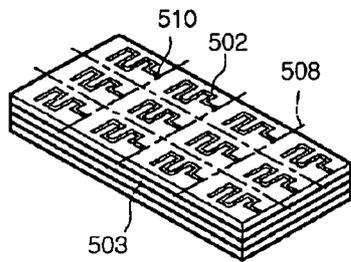


FIG. 15e

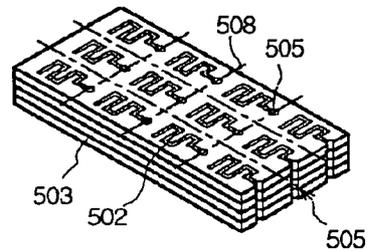


FIG. 15f

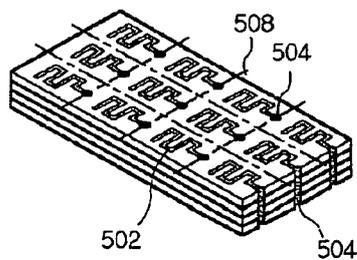


FIG. 15g

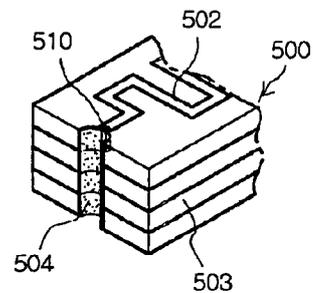


FIG. 15h