



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **102 56 980.0**
 (22) Anmeldetag: **05.12.2002**
 (43) Offenlegungstag: **17.07.2003**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.11.2011**

(51) Int Cl.: **H01L 41/24 (2011.01)**
H01L 41/083 (2011.01)
H01G 4/30 (2011.01)

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

(30) Unionspriorität:
2001/373008 06.12.2001 JP

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

(74) Vertreter:
TBK, 80336, München, DE

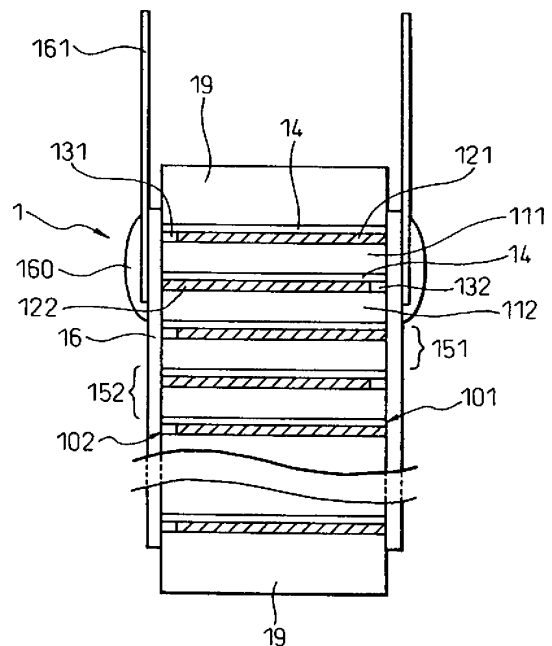
(72) Erfinder:
Iwase, Akio, Kariya, Aichi, JP; Takeuchi, Yukihisa, Kariya, Aichi, JP; Ito, Tetuji, Kariya, Aichi, JP

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

US	2001 / 0 006 451	A1
US	3 521 090	A
JP	5 308 700	A
JP	7 094 795	A
JP	9 106 925	A
JP	6 164 009	A

(54) Bezeichnung: **Herstellverfahren für einen gestapelten keramischen Körper**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen eines gestapelten keramischen Körpers (1) durch ein Stapeln einer vorbestimmten Anzahl an Lageneinheiten (151, 152), wobei jede Lageneinheit (151, 152) eine keramische Lage (111, 112), eine an zumindest einem Abschnitt einer Oberfläche der keramischen Lage (111, 112) gestapelte Innenelektrodenlage (121, 122), einen Abstandshalter (131, 132), der an einer Oberfläche der keramischen Lage (111, 112) gestapelt ist, an der die Innenelektrodenlage (121, 122) nicht ausgebildet ist, und die gleiche Dicke wie die Innenelektrodenlage (121, 122) hat, und eine Haftlage (14) aufweist, die an einer Oberfläche der Innenelektrodenlage (121, 122) und an einer Oberfläche des Abstandshalters (131, 132) gestapelt ist, und wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Vorbereiten eines Breis für eine keramische Lage, der ein keramisches Material und ein Bindemittel enthält, eines Breis für eine Innenelektrodenlage, der ein Elektrodenmaterial und ein Bindemittel enthält, eines Breis für einen Abstandshalter, der ein Abstandsmaterial und ein Bindemittel enthält, und...



Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf ein Herstellungsverfahren für einen gestapelten keramischen Körper, der keramische Lagen und Innenelektrodenlagen hat, die abwechselnd zueinander gestapelt sind, wobei er als eine piezoelektrische Vorrichtung oder als ein gestapelter keramischer Kondensator genutzt werden kann.

[0002] Ein gestapelter keramischer Körper, der durch abwechselndes Stapeln von keramischen Lagen, die ein piezoelektrisches Material und ein dielektrisches Material enthalten, und Innenelektrodenlagen, die ein Elektrodenmaterial enthalten, hergestellt wird, kann weitgehend als eine piezoelektrische Vorrichtung und ein gestapelter keramischer Kondensator genutzt werden.

[0003] [Fig. 19](#) der beigefügten Zeichnungen zeigt ein Beispiel eines der Anmelderin bekannten gestapelten keramischen Körpers. Keramische Lagen **91** und **93** und Innenelektrodenlagen **92** und **94** sind abwechselnd zueinander gemäß der Zeichnung gestapelt. Bei diesem gestapelten keramischen Körper **9** sind eine rechte und eine linke Endfläche **920** und **940** der Innenelektrodenlagen **92** und **94** jeweils an der rechten und linken Seitenfläche **901** und **902** freigelegt. Leerlagen **99** sind jeweils an dem oberen und unteren Ende in der Stapelrichtung gestapelt.

[0004] Der gestapelte keramische Körper **9** hat eine Oberflächenelektrode **941** an der rechten Seite, die mit der Innenelektrodenlage **92** elektrisch verbunden ist und die an der rechten Seitenfläche **901** freigelegt ist, und einen Leitungsdraht **95**, der mit der Oberflächenelektrode **941** an der rechten Seite über eine elektrisch leitfähige Paste **950** verbunden ist. Der gestapelte keramische Körper **9** hat außerdem eine Oberflächenelektrode **942** an der linken Seite, die mit der Innenelektrodenlage **94** elektrisch verbunden ist und die an der Oberfläche **902** an der linken Seite freigelegt ist, und einen Leitungsdraht **94**, der mit der Oberflächenelektrode **902** an der linken Seite über die leitfähige Paste **950** verbunden ist. Wenn die Leitungsdrähte **95** mit einer (in der Zeichnung nicht gezeigten) externen Antriebsquelle verbunden sind, werden Spannungen an der jeweiligen keramischen Lage **91** und **93** angelegt.

[0005] Der vorstehend beschriebene gestapelte keramische Körper **9** wird in der folgenden Weise hergestellt.

[0006] Ein Druckabschnitt für die Innenelektrodenlage wird auf einem Rohblatt für die keramische Lage entweder nach rechts gerichtet (wobei der rechte Endabschnitt an der rechten Seitenfläche nach dem Stapeln freigelegt ist) oder nach links gerichtet (wobei der linke Endabschnitt an der linken Seitenfläche

nach dem Stapeln freigelegt ist) gedruckt. Eine vorbestimmte Anzahl an Rohblättern wird gestapelt, um einen nicht gesinterten gestapelten Körper zu ergeben.

[0007] Der nicht gesinterte gestapelte Körper wird in eine Pressverbindungsspanneinrichtung eingeführt und wird bei 80°C erwärmt, um eine Pressverbindung des Rohblattes für die keramische Lage und mit dem Druckabschnitt für die Innenelektrodenlage zu errichten. Danach werden ein Entfetten, ein Sintern, ein Bearbeiten zu einer vorbestimmten Größe, ein Einpassen der Seitenflächenelektroden, eine Isolierung und dergleichen ausgeführt, so dass sich der in [Fig. 19](#) gezeigte gestapelte keramische Körper **9** ergibt.

[0008] Bei einem Mehrfachstapelkeramikörper mit hunderten von gestapelten Lagen ergibt sich jedoch eine Dickendifferenz, die einige Millimeter erreicht, in einigen Fällen zwischen jedem Abschnitt Y, an dem die keramischen Lagen **91** und **93** benachbart zueinander in der Stapelrichtung sind, und einem Abschnitt X, an dem die keramischen Lagen **91** und **93** benachbart zueinander über die Innenelektrodenlagen **92** und **94** sind, wie dies in [Fig. 9](#) gezeigt ist.

[0009] Es wird angenommen, dass die Anzahl der keramischen Lagen **91** und **93** 500 beträgt und dass die Dicke der Innenelektrodenlagen **92** und **94** 5 µm beträgt, wobei die Differenz der Dicke zwischen dem Abschnitt X und dem Abschnitt Y in der Größe von 2, 5 mm ist.

[0010] Die Dickendifferenz zwischen dem Abschnitt X und dem Abschnitt Y ist in der Vergangenheit absorbiert worden, indem das Rohblatt und der Druckabschnitt zum Zeitpunkt des nicht gesinterten gestapelten Körpers einem Zwischenlagendruckverbinden unterzogen werden. Wenn jedoch die Anzahl der keramischen Lagen einige 100 beträgt, kann es sein, dass das Zwischenlagendruckverbinden die Differenz nicht ausreichend absorbiert.

[0011] Bei dem gestapelten keramischen Körper, der gesintert wird, während das Zwischenlagenanhaften des Rohblattes und des Druckabschnittes unzureichend ist, tritt wahrscheinlich eine Delamination (ein Zwischenlagenablösen) auf.

[0012] Insbesondere in dem Fall eines dünnen gestapelten keramischen Körpers mit hunderten dünnen keramischen Lagen, die übereinander gestapelt sind, tritt häufig eine Delamination wie beispielsweise ein Aufspalten der keramischen Lagen von den Seitenflächen des gestapelten keramischen Körpers auf.

[0013] Es ist möglich, ein Verfahren anzuwenden, bei dem der Druck bei dem Druckverbindungsverfahren des ungesinterten gestapelten Körpers erhöht wird, um eine Delamination zu verhindern, jedoch ist

eine Beschädigung des Rohblattes wahrscheinlich. Wenn der ungesinterte gestapelte Körper, der das beschädigte Rohblatt enthält, gesintert wird, können Risse sich innerhalb des gestapelten keramischen Körpers entwickeln.

[0014] Alternativ ist es möglich, ein Verfahren wie in der JP 06-164009 A oder der US 3 521 090 A anzuwenden, bei dem die keramische Lagen und die Innenelektrodenlagen nicht abwechselnd aufeinander gestapelt sind, sondern jede keramische Lage auf beiden Seiten mit einer Innenelektrodenlage versehen wird, und diese Lageneinheiten jeweils durch eine Haftlage verbunden werden. Die Haftlage wird an den Enden der Innenelektrodenlagen dicker ausgebildet, um die Dickendifferenz zwischen den Abschnitten, auf denen die Innenelektrodenlage ausgebildet ist, und den Abschnitten, auf denen die Innenelektrodenlage fehlt, auszugleichen.

[0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Herstellungsverfahren für einen gestapelten keramischen Körper zur Verfügung zu stellen, bei dem eine Delamination (ein Auftrennen oder Ablösen zwischen den Lagen) nicht ohne weiteres auftritt, mit kurzer Entfettungs- und Sinterzeit.

[0016] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0017] Bei dem gemäß der Erfindung hergestellten gestapelten keramischen Körper werden die Innenelektrodenlage und der Abstandshalter, der im Wesentlichen die gleiche Dicke hat, an der keramischen Lage gestapelt, und die Haftlagen werden an sowohl den Innenelektrodenlagen als auch den Abstandshaltern gestapelt. Andere keramische Lagen werden dann über die Haftlagen gestapelt.

[0018] Daher hat der gestapelte keramische Körper eine gleichmäßige Dicke als Ganzes und eine Teildickendifferenz tritt nicht ohne weiteres auf. Die Haftlage sichert ein Verbinden zwischen den keramischen Lagen. Die Haftlage kann außerdem die Dickendifferenz zwischen der Innenelektrodenlage und dem Abstandshalter absorbieren.

[0019] Der ungesinterte gestapelte Körper wird bei dem Herstellungsverfahren gemäß der Erfindung aus ungesinterten Einheiten hergestellt, die jeweils die Druckabschnitte für die Innenelektrodenlage für den Abstandshalter und die Haftlage haben, die an dem Rohblatt ausgebildet sind. Der ungesinterte gestapelte Körper wird druckverbunden und dann gesintert. Alternativ wird der ungesinterte gestapelte Körper aus den ungesinterten Einheiten hergestellt und danach gesintert. Bei dieser Erfindung werden der Stapelvorgang und der Druckverbindungsprozess der ungesinterten Einheiten gleichzeitig mit dem Stanzvorgang ausgeführt.

[0020] Bei dem Herstellungsverfahren der Erfindung werden der Druckabschnitt für die Innenelektrodenlage und der Druckabschnitt für den Abstandshalter an dem Rohblatt als die keramische Lage ausgebildet, und die Druckabschnitte für die Haftlage werden an diesen beiden gestapelt. Der Bindemittelgehalt in dem Brei für die Haftlage ist höher als der Bindemittelgehalt in dem Brei für die keramische Lage. Daher kann das Rohblatt als die keramische Lage fest an dem Druckabschnitt für die Innenelektrodenlage und an dem Druckabschnitt für den Abstandshalter verbunden werden. Der Druckabschnitt für die Haftlage kann die Dickendifferenz zwischen dem Druckabschnitt für die Innenelektrodenlage und dem Druckabschnitt für den Abstandshalter absorbieren.

[0021] Daher hat bei dem durch das Herstellungsverfahren erhaltenen gestapelten keramischen Körper dieser gestapelte keramische Körper eine gleichmäßige Dicke als Ganzes und eine Teildickendifferenz tritt nicht ohne weiteres auf. Die Haftlage verbindet in starkem Maße die keramischen Lagen.

[0022] Da der Brei für die Haftlage die Verbindungsfestigkeit sichert, ist es nicht erforderlich, die Verbindungsfestigkeit des Rohblattes an sich als die keramische Lage zu erhöhen, indem die Menge an Bindemittel des Breis für die keramische Lage erhöht wird. Anders ausgedrückt kann die Menge an Bindemittel verringert werden. Darüber hinaus kann die Entfettungszeit und die Sinterzeit verkürzt werden, da ein ausreichendes Entfetten nicht durchgeführt werden muss, indem die Temperaturanstiegsrate während des Entfettens vor dem Sintern des ungesinterten gestapelten Körpers oder des Entfettens zum Zeitpunkt des Sinterns verringert wird.

[0023] Durch die Erfindung ergibt sich ein gestapelter keramischer Körper, bei dem eine Delamination (ein Zwischenlagenablösen) nicht ohne weiteres auftritt.

[0024] [Fig. 1](#) zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines gestapelten keramischen Körpers in einer Stapelrichtung hergestellt nach einem Ausführungsbeispiel 1.

[0025] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des gestapelten keramischen Körpers des Ausführungsbeispiels 1.

[0026] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht auf eine keramische Lage, bei der eine rechte Endfläche einer Innenelektrodenlage bei dem Ausführungsbeispiel 1 freigelegt ist.

[0027] [Fig. 4](#) zeigt eine Draufsicht auf eine keramische Lage von Ausführungsbeispiel 1, bei der eine linke Endfläche einer Innenelektrodenlage freigelegt ist.

[0028] **Fig. 5** zeigt eine perspektivische Ansicht eines großen Rohblattes bei dem Ausführungsbeispiel 1.

[0029] **Fig. 6** zeigt eine erläuternde Ansicht eines Druckabschnittes für einen Abstandshalter bei dem Ausführungsbeispiel 1.

[0030] **Fig. 7** zeigt eine erläuternde Ansicht von einem Druckabschnitt für eine Innenelektrodenlage bei dem Ausführungsbeispiel 1.

[0031] **Fig. 8** zeigt eine erläuternde Ansicht eines Druckabschnittes für eine Haftlage bei dem Ausführungsbeispiel 1.

[0032] **Fig. 9** zeigt eine schematische Ansicht zur Erläuterung eines großen Rohblattes für Abstandshalter, Innenelektrodenlagen und Verbindungslagen bei dem Ausführungsbeispiel 1.

[0033] **Fig. 10** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines ungesinterten gestapelten Körpers in der Stapelrichtung bei dem Ausführungsbeispiel 1.

[0034] **Fig. 11** zeigt eine erläuternde Ansicht, wobei ein Stapeln gleichzeitig mit einem Stanzen an ungesinterten Einheiten bei dem Ausführungsbeispiel 1 ausgeführt wird.

[0035] **Fig. 12** zeigt eine perspektivische Ansicht eines gestapelten keramischen Körpers mit viereckigen keramischen Lagen bei dem Ausführungsbeispiel 1.

[0036] **Fig. 13** zeigt eine perspektivische Ansicht eines großen Rohblattes bei einem Ausführungsbeispiel 2.

[0037] **Fig. 14** zeigt eine erläuternde Ansicht eines Druckabschnittes für einen Abstandshalter bei dem Ausführungsbeispiel 2.

[0038] **Fig. 15** zeigt eine erläuternde Ansicht eines Druckabschnittes für eine Innenelektrodenlage bei dem Ausführungsbeispiel 2.

[0039] **Fig. 16** zeigt eine erläuternde Ansicht eines Druckabschnittes für eine Haftlage bei dem Ausführungsbeispiel 2.

[0040] **Fig. 17** zeigt eine schematische Ansicht zur Erläuterung eines großen Rohblattes, bei dem Druckabschnitte für Abstandshalter und für Haftlagen bei einem Ausführungsbeispiel 3 einstückig ausgebildet sind.

[0041] **Fig. 18** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines ungesinterten gestapelten Körpers in einer Stapelrichtung bei dem Ausführungsbeispiel 3.

[0042] **Fig. 19** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines gestapelten keramischen Körpers in einer Stapelrichtung gemäß dem Stand der Technik.

[0043] Bei dem keramischen gestapelten Körper ist eine Oberfläche einer keramischen Lage vorzugsweise als Ganzes mit einer Innenelektrodenlage und einem Abstandshalter bedeckt. Die Oberfläche der Innenelektrodenlage und die Oberfläche des Abstandshalters sind vorzugsweise als Ganzes mit einer Haftlage bedeckt. Gemäß diesem Aufbau wird eine Stapelhöhe eines gestapelten keramischen Körpers gleichmäßig und eine Delamination tritt nicht ohne weiteres auf.

[0044] Selbst wenn die Höhe der Innenelektrodenlage nicht genau derjenigen des Abstandshalters gleich ist, kann ein Betrieb und eine Wirkung der Erfindung unter der Voraussetzung erzielt werden, dass die Differenz bei einer Höhe derart verbleibt, dass die Haftlage die Differenz in Bezug auf die Höhe zwischen ihnen absorbieren kann.

[0045] Die Haftlage hat vorzugsweise die gleiche Zusammensetzung wie die keramische Lage. In diesem Fall kann eine Rissbildung und eine Delamination, die aus der Differenz des Thermoschrumpfverhältnisses der verschiedenen Materialarten herrühren, verhindert werden.

[0046] Alternativ kann aus dem gleichen Grund der Abstandshalter die gleiche Zusammensetzung wie die keramische Lage haben.

[0047] Bei dem Herstellverfahren der Erfindung ist ein in 100 Gewichtsprozent an Brei für die Haftlage enthaltener Bindemittelgehalt vorzugsweise zwischen 6 bis 18 Gewichtsprozent.

[0048] Wenn diese Bedingung erfüllt ist, ist es möglich, eine starke Verbindungsfestigkeit für ein ausreichendes Verbinden der Lagen vorzusehen und ein leichtes Auftreten eines Abschälens während des Sinterns eines ungesinterten gestapelten Körpers (inklusive des Entfettens, wenn ein Entfetten ausgemacht wird) zu verhindern. Wenn die Bindemittelmenge geeignet ist, wird verhindert, dass die Sinterzeit (inklusive der Entfettungszeit, wenn ein Entfetten angewendet wird) verlängert wird.

[0049] Wenn der Bindemittelgehalt geringer als 6 Gewichtsprozent ist, ist es wahrscheinlich, dass ein Abschälen oder Auftrennen während des Sinterns auftritt, und wenn der Bindemittelgehalt 18 Gewichtsprozent überschreitet, ist die Sinterzeit länger.

[0050] Der Gehalt an in 100 Gewichtsprozent des Breies für die keramische Lage enthaltenen Bindemittel beträgt vorzugsweise 3,5–8 Gewichtsprozent.

[0051] Wenn diese Bedingung erfüllt ist, kann eine starke Verbindungsfestigkeit für ein ausreichendes Verbinden der Lagen sichergestellt werden und ein Auftrennen tritt kaum auf, wenn der ungesinterte gestapelte Körper gesintert wird (inklusive des Entfettens, wenn ein Entfetten angewendet wird). Wenn die Menge an Bindemittel geeignet ist, wird verhindert, dass die Sinterzeit (inklusive der Entfettungszeit, wenn ein Entfetten angewendet wird) länger wird.

[0052] Wenn der Gehalt an Bindemittel geringer als 3,5 Gewichtsprozent beträgt, ist es wahrscheinlich, dass während des Sinterns ein Auftrennen oder Abschälen auftritt, und wenn der Gehalt an Bindemittel 8 Gewichtsprozent überschreitet, wird die Sinterzeit verlängert.

[0053] Entweder der Druckabschnitt für den Abstandshalter oder der Druckabschnitt für die Innenelektrodenlage bei dem Rohblatt für die keramische Lage oder dem großen Blatt kann zuerst gedruckt werden.

[0054] Wenn der Druckabschnitt für den Abstandshalter an dem Rohblatt für die keramische Lage oder an dem großen Blatt vorgesehen wird, kann ein Vielzahl an Druckabschnitten gemeinsam gedruckt werden. Das gemeinsame Drucken kann auch bei den Druckabschnitten für die Innenelektrodenlage und bei den Druckabschnitten für die Haftlage ausgeführt werden (siehe die [Fig. 14–Fig. 16](#)).

[0055] Die vorstehend beschriebenen Druckabschnitte können zu der gleichen Form und der gleichen Größe, die für den ungesinterten gestapelten Körper erforderlich sind, gedruckt werden. Jedoch kann das Drucken auf eine Größe ausgeführt werden, die geringfügig größer als die erforderliche Größe ist, und die nicht erforderlichen Abschnitte können später entfernt werden, oder der nicht erforderliche Abschnitt wird abgetrennt (siehe [Fig. 9](#)).

[0056] Es ist möglich, den Druckabschnitt für die Haftlage nach dem Ausbilden des Druckabschnittes das für die Innenelektrodenlage oder des Druckabschnittes für den Abstandshalter auszubilden, bevor diese beiden Druckabschnitte getrocknet sind, und andere ungesinterte Einheiten zu stapeln, bevor der Druckabschnitt für die Haftlage getrocknet ist.

[0057] Da jeder Druckabschnitt vor dem Trocknen ein Haftvermögen oder eine Adhäsion hat, können die Druckabschnitte für die Innenelektrodenlage für den Abstandshalter und für die keramische Lage angeheftet werden und stärker gestapelt werden.

[0058] Der vorstehend beschriebene Pressverbindungsprozess des ungesinterten gestapelten Körpers wird vorzugsweise bei 50–500 g/cm² ausgeführt.

[0059] Der Stapelverbindungsprozess der ungesinterten Einheiten wird vorzugsweise bei 50–500 g/cm² ausgeführt.

[0060] Wenn der ungesinterte Stapelkörper unter die ungesinterte Einheit bei dem Druck innerhalb des vorstehend beschriebenen Bereiches gepresst wird, treten in dem Brei für die Haftlage enthaltene Partikel für das Haftlagenmaterial in die Druckabschnitte für die keramische Lage und für die Innenelektrodenlagen und verbessern die Verbindungsfestigkeit zwischen ihnen.

[0061] Wenn der Druck des Druckverbindungsprozesses und des Stapelverbindungsprozesses geringer als 500 g/cm² ist, ist die Einfangkraft der Partikel für das Haftlagenmaterial nicht ausreichend, und es ist wahrscheinlich, dass die gegenseitige Verbindungsfestigkeit abfällt. Wenn der Druck 500 g/cm² überschreitet, wird wahrscheinlich die ungesinterte Einheit und der ungesinterte gestapelte Körper eine Verformung erleiden.

[0062] Der durchschnittliche Partikeldurchmesser des vorstehend beschriebenen keramischen Materials ist vorzugsweise von 0,3–2 µm.

[0063] In diesem Fall ist es möglich, einen gestapelten keramischen Körper mit einer ausreichend hohen mechanischen Festigkeit zu erlangen.

[0064] Wenn der durchschnittliche Partikeldurchmesser des keramischen Materials geringer als 0,3 µm ist, fällt wahrscheinlich die Abgabe einer piezoelektrischen Vorrichtung ab, wenn der gestapelte keramische Körper als piezoelektrische Vorrichtung verwendet wird. Wenn der durchschnittliche Partikeldurchmesser 2 µm überschreitet, verschlechtern sich wahrscheinlich die mechanischen Eigenschaften des gestapelten keramischen Körpers.

[0065] Der durchschnittliche Partikeldurchmesser des Materials für die Haftlage beträgt vorzugsweise von 0,3–3 µm.

[0066] Wenn diese Bedingung erfüllt ist, schneiden die Partikel des Materials für die Haftlage, die in der Haftlage enthalten sind, in die ungesinterte Einheit oder den ungesinterten gestapelten Körper bei dessen Stapelprozess und Verbindungsprozess oder bei dessen Pressprozess und Verbindungsprozess, und eine ausreichende mechanische Festigkeit kann nach dem Sintern erzielt werden.

[0067] Wenn der durchschnittliche Partikeldurchmesser des Materials für die Haftlage geringer als 0,3 µm oder größer als 3 µm ist, ist das Schneiden der Partikel des Haftlagenmaterials nicht ausreichend, und die Verbindungsfestigkeit der Haftlage fällt wahrscheinlich ab.

[0068] Bei dem Herstellverfahren der vorliegenden Erfindung kann der Brei für den Abstandshalter aus dem gleichen Brei wie der Brei für die Haftlage hergestellt werden, und der Druckabschnitt für den Abschnittshalter und der Druckabschnitt für die Haftlage können einstückig miteinander unter Verwendung des Breis ausgebildet werden.

[0069] Da der Druckabschnitt für die Haftlage und der Druckabschnitt für den Abstandshalter gleichzeitig in dieser Weise gedruckt werden können, kann die Anzahl an Herstellschritten um einen verringert werden, und es kann Energie und Arbeit eingespart werden. Da die Haftlage und der Abstandshalter miteinander einstückig sind und einstückig die Innenelektrodenlage bedecken, tritt eine Delamination nicht ohne weiteres an der Grenze zu der Innenelektrodenlage auf.

[0070] Nachstehend sind Beispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert.

[0071] Zunächst ist ein Beispiel 1 beschrieben.

[0072] Ein gestapelter keramischer Körper und ein Herstellverfahren für diesen sind unter Bezugnahme auf die [Fig. 1–Fig. 12](#) erläutert.

[0073] Wie dies in [Fig. 1](#) gezeigt ist, hat dieses Beispiel eine vorbestimmte Anzahl an Lageneinheiten **151** und **152**, die gestapelt sind. Jede Lageneinheit **151** und **152** hat keramische Lagen **111** und **112**, Innenelektrodenlage **121** bzw. **122**, die zumindest einem Teil der Oberfläche der keramischen Lage **111** und **112** gestapelt sind, einen Abstandshalter **131** bzw. **132**, der an der Oberfläche der keramischen Lage **111** und **112** gestapelt ist, an der die Innenelektrodenlage **121** bzw. **122** nicht ausgebildet ist, und der im wesentlichen die gleiche Dicke wie die Innenelektrodenlagen **121** bzw. **122** hat, und Haftlagen **14** die an der Oberfläche der Innenelektrodenlager **121** bzw. **122** und an der Oberfläche des Abstandshalters **131** bzw. **132** gestapelt sind.

[0074] Bei dem Herstellverfahren für den gestapelten keramischen Körper von diesem Beispiel werden eine Brei für eine keramische Lage, der ein keramisches Material und ein Bindemittel enthält, ein Brei für eine Innenelektrodenlage, der ein Elektrodenmaterial und ein Bindemittel enthält, ein Brei für einen Abstandshalter, der ein Abstandsmaterial und ein Bindemittel enthält, und einen Brei für eine Haftlage, der eine Haftmittellage und ein Bindemittel enthält, zunächst vorbereitet.

[0075] Der Bindemittelgehalt bei dem Brei für die Haftlage ist höher als der Bindemittelgehalt in dem Brei für die keramische Lage.

[0076] Ein großes Rohblatt **20**, das zu einem Vorsehen einer Vielzahl an Rohblättern für die keramische Lage in der Lage ist, wird aus dem Brei für die vorstehend beschriebene keramische Lage vorbereitet, wie diese in [Fig. 5](#) gezeigt ist. Druckabschnitte **22** für die Innenelektrodenlage werden an dem großen Rohblatt **20** unter Verwendung des Breis für die Innenelektrodenlage ausgebildet, und Druckabschnitt **23** für den Abschnittshalter werden unter Verwendung des Breis für den Abstandshalter ausgebildet, wie dies in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt ist.

[0077] Anschließend werden, wie dies in [Fig. 8](#) gezeigt ist, Druckabschnitte **24** für die Haftlage und die Verwendung des Breis für die Haftlage in einer derartigen Weise ausgebildet, das diese an den Druckabschnitten **29** und **23** für die Innenelektrodenlage und für den Abstandshalter gestapelt werden. Das Rohblatt **20** wird dann gestanzt, so dass sich die ungesinterte **25** ergibt, wie das in [Fig. 11](#) gezeigt ist. Die ungesinterte Einheit **25** wird an einer anderen ungesinterten Einheit **25** gestapelt und gleichzeitig mit den Stanzen pressverbunden. Dieser Prozess wird wiederholt, um einen ungesinterten gestapelten Körper **2** zu erhalten.

[0078] Schließlich wird der ungesinterte gestapelte Körper **2** gesintert, so dass sich der gestapelte keramische Körper **1** ergibt.

[0079] Nachstehend sind weiter Einzelheiten erläutert.

[0080] Der gestapelte keramische Körper **1** von diesem Beispiel wird als eine piezoelektrische Vorrichtung für ein piezoelektrisches Betätigungsglied verwendet, während positive und negative Spannungen von den Innenelektrodenlagen **121** und **122** an den piezoelektrischen keramischen Lagen **111** und **112** angelegt werden, um eine Dehnung und ein Zusammenziehen der keramischen Lagen **111** und **112** zu bewirken.

[0081] Wie dies in den [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist, ist der gestapelte keramische Körper **1** von diesem Beispiel so aufgebaut, dass abwechselnd eine große Anzahl an Lageneinheiten **151** und **151** gestapelt sind, die jeweils die keramische Lage **111**, **112**, die Innenelektrodenlage **121**, **122** und den Abstandshalter **131** und **132** haben, die an der Oberfläche der keramischen Lage **111** und **112** ausgebildet sind und die Haftlagen **14**, die an den Oberflächen der Innenelektrodenlagen **121** bzw. **122** und dem Abstandshalter **131** bzw. **132** aufgebracht sind.

[0082] Die keramische Lage **111** und **112** hat eine in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigte Form (d. h. eine Form, die durch ein Abtrennen der beiden Seiten eines Kreises ausgebildet wird). Der Abstandshalter **131** und **132** hat eine ringartige Form, von dem ein Bogenab-

schnitt abgetrennt worden ist. Die Innenelektrodenlage **121** und **122** hat eine Form, die den Innenumfang des Abstandshalters **131** und **132** füllt.

[0083] Ein Seitenrand **125** der Innenelektrodenlage **121**, der an der keramischen Lage **111** angeordnet ist, ist gegenüber einer ebenen Oberfläche **102** an der rechten Seite von dem gestapelten keramischen Körper **1** freigelegt. Ein Seitenrand **125** der Innenelektrodenlage **122**, die an der keramischen Lage **112** vorgesehen ist, ist zu einer ebenen Oberfläche **102** an der linken Seite des gestapelten keramischen Körpers **1** freigelegt. Ein Seitenrand **135** des Abstandshalters **131** und **132** ist an einer gekrümmten Seitenfläche **105** des gestapelten keramischen Körpers **1** freigelegt.

[0084] Leerlagen **19** sind an beiden Endabschnitten des gestapelten keramischen Körpers **1** in der Stapelrichtung angeordnet. Die beiden Oberflächen von jeder Leerlage **19** in der Stapelrichtung sind nicht zwischen den Innenelektrodenlagen **121** und **122** sandwichartig angeordnet und können keine Dehnung und kein Zusammenziehen erfahren, wenn die Spannungen an den Innenelektrodenlagen **121** und **122** angelegt sind.

[0085] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen schematische Ansichten, bei denen die Anzahl an keramischen Lagen **111** und **112** geringer ist und die Dicke geringer als die tatsächliche Dicke ist, um so die Darstellung zu vereinfachen.

[0086] Die Innenelektrodenlage **121** ist an der Seitenfläche **101** des gestapelten keramischen Körpers **1** freigelegt. Eine -Seitenflächenelektrode **16** ist so verbunden, dass die Innenelektrodenlage **121** elektrisch verbunden ist. Ein Herausführleitungsdraht **161** ist oberhalb der Seitenelektrodenfläche **16** über eine elektrisch leitfähige Paste angeordnet. Dies gilt auch für die Seitenfläche **102**.

[0087] Der Herausführleitungsdraht **161** ist mit einer in der Zeichnung nicht gezeigten externen Antriebsquelle verbunden. Wenn Spannungen von der externen Antriebsquelle an den Innenelektrodenlagen **121** und **122** angelegt werden, werden die Spannungen an den keramischen Lagen **111** und **112** angelegt. Folglich erfährt der gestapelte keramische Körper **1** eine Ausdehnung und ein Zusammenziehen in der Stapelrichtung.

[0088] Die keramischen Lagen **111** und **112** von diesem Beispiel sind aus PZT (Bleizirkonat-Titanat) ausgebildet und die Innenelektrodenlagen **121** und **122** enthalten Ag und Pd. Die Abstandshalter **131** und **132** und die Haftlagen **14** sind aus PZT (Bleizirkonat-Titanat) ausgebildet.

[0089] Nachstehend ist ein Herstellverfahren des gestapelten keramischen Körpers **1** von diesem Beispiel erläutert.

[0090] Zunächst werden 100 g eines keramischen Materials, das aus PZT besteht und eine durchschnittlichen Partikeldurchmesser von 0,5 µm hat, vorbereitet. Danach werden 40 g eines aus PVB (Polyvinyl-Butyral) ausgebildeten Bindemittels hinzugefügt, um einen Brei für die keramische Lage zu erhalten.

[0091] Der somit erhaltene Brei wird durch ein Rakel-Klingen-Verfahren geformt, so dass sich ein großes Rohblatt **20** mit einer Dicke von 100 µm und einer Größe von 100 mm mal 110 mm ergibt, wie es in [Fig. 5](#) gezeigt ist.

[0092] Anschließend werden 1000 g eines Elektrodenmaterials vorbereitet, das aus Pd und Ag besteht und einen durchschnittlichen Partikeldurchmesser von 0,5 µm hat. Zu diesem Elektrodenmaterial werden 40 g eines aus PVB bestehenden Bindemittels hinzugefügt, um einen Brei für die Innenelektrodenlage zu erhalten.

[0093] Andererseits werden 100 g aus PTZ (das gleiche wie für den Brei der keramischen Lage) bestehenden Abstandsmaterials mit einem durchschnittlichen Partikeldurchmesser von 0,5 µm vorbereitet. Zu diesem Abstandsmaterial werden 8 g eines aus PVB bestehenden Bindemittels zugefügt, um einen Brei für den Abstandshalter zu erhalten.

[0094] Darüber hinaus werden 100 g eines Materials für die Haftlage vorbereitet, das aus PZT (das gleiche wie für den Brei der keramischen Lage) besteht und einen durchschnittlichen Partikeldurchmesser von 0,6 µm hat. Zu diesem Abstandsmaterial werden 12 g eines aus PVB bestehenden Bindemittels hinzugefügt, um eine Brei für die Haftlage zu erhalten.

[0095] Ringartige Druckabschnitte **23** für den Abstandshalter werden aus dem Brei für den Abstandshalter an dem großen Rohblatt **20** in einer Reihe in der Längsrichtung des großen Rohblattes **20** angeordnet wie dies in [Fig. 6](#) gezeigt ist.

[0096] Die Druckabschnitte **23** für den Abstandshalter werden zu einer Größe geformt, die größer als die ungesinterte Einheit **25** ist, so dass ein überschüssiger Abschnitt entfernt werden kann.

[0097] Danach wird der Brei für die Innenelektrodenlage in den Innenumfang des Ringes des Druckabschnittes **23** für den Abstandshalter gefüllt, wie dies in [Fig. 7](#) gezeigt ist, wobei ein Druckabschnitt **22** für die Innenelektrodenlage ausgebildet wird. Im Übrigen ist die Dicke von beiden Druckabschnitten **22** und **23** im Wesentlichen gleich und beträgt 5 µm.

[0098] Danach wird der Druckabschnitt **24** für die Haftlage in einer Dicke von 5 µm unter Verwendung des Breis für die Haftlage in einer derartigen Weise angeordnet, dass die Oberflächen der beiden Druckabschnitte **22** und **23** bedeckt sind.

[0099] **Fig. 9** zeigt die Querschnittsform zu diesem Zeitpunkt. Der Innenbereich, der durch gestrichelte Linien a und b oder c und d gezeigt ist, ist die jeweilige ungesinterte Einheit **25**.

[0100] Das bei der ungesinterten Einheit **25** in **Fig. 10** gezeigte Bezugszeichen **21** zeigt ein Rohblatt für eine keramische Lage **111** bzw. **112**.

[0101] Danach wird jede ungesinterte Einheit **25** aus dem großen Rohblatt **20** an der durchstrichelten Linie a und b oder c und d gezeigten Positionen herausgestanzt, wie dies in **Fig. 11** gezeigt ist.

[0102] Die ungesinterte Einheit **25** wird in ein Positionierloch **320** einer unterhalb des großen Rohblattes **20** angeordneten Einspanneinrichtung **33** gleichzeitig mit dem herausstanzen der ungesinterten Einheit **25** eingesetzt und wird an anderen ungesinterten Einheiten **25**, die bereits herausgestanzt worden sind, gestapelt und mit diesen verbunden.

[0103] Im Übrigen wird die zuerst herausgestanzte ungesinterte Einheit **25** an einem Rohblatt **29** für die Leerlage gestapelt und mit diesen verbunden.

[0104] Nachstehend wird der Herausstanzvorgang oder Stanzvorgang erläutert.

[0105] Der Stanzvorgang wird an der Position ausgeführt, an der ein Stanzabschnitt **31**, der mit einer Presse verbunden ist, einem Stapeltisch **33** für ein Stapeln der ungesinterten Einheiten **25** über die Einspanneinrichtung **32** mit dem Positionierloch **320** gegenübersteht.

[0106] Das Positionierloch **320** der Einspanneinrichtung **32**, der Herausstanzabschnitt **31**, der Stapeltisch **33** und die ungesinterte Einheit **25** vor dem Stanzen werden in einer Reihe angeordnet.

[0107] Der Stanzabschnitt **31** wird in der Darstellung nach unten gedrückt und eine der ungesinterten Einheiten **25** des großen Rohblattes **20** wird durch das Positionierloch **320** herausgestanzt. Die ungesinterte Einheit **25** wird dazu gebracht, dass sie zu dem Stapeltisch **33** im Wesentlichen gleichzeitig zu ihrem Herausstanzen fällt, und sie wird mit den ungesinterten Einheiten **25**, die bereits herausgestanzt wurden und an dem Stapeltisch **33** gestapelt sind, verbunden und gestapelt.

[0108] Im Übrigen wird das Rohblatt für die Leerlage mit einer Dicke von 200 µm zuvor vor dem Her-

ausstanzen der ersten ungesinterten Einheit **25** eingesetzt.

[0109] Dieser Herausstanzvorgang wird fortlaufend ausgeführt, während der Herausstanzabschnitt **31** die Einspanneinrichtung **32** und der Stapeltisch **33** in Bezug auf das große Rohblatt **20** bei der miteinander verbundenen Anordnung bewegt werden.

[0110] Nachdem eine erforderliche Anzahl an ungesinterten Einheiten **25** herausgestanzt worden ist, wird das Rohblatt für die Leerlage mit einer Dicke von 200 µm verbunden.

[0111] Nachdem die vorstehend beschriebenen Prozessschritte vollendet worden sind, kann der ungesinterte gestapelte Körper **2** erhalten werden, wie dies in **Fig. 10** gezeigt ist.

[0112] Anschließend wird der ungesinterte gestapelte Körper **2** in eine Einspanneinrichtung gesetzt, wird auf 80°C erwärmt und wird unter Verwendung einer Presse gepresst und verbunden. Der Druck beträgt 20×10^4 Pa zu diesem Zeitpunkt.

[0113] Ein Entfetten wird dann ausgeführt und der ungesinterte gestapelte Körper **2** wird bei 1100°C innerhalb eines Sinterofens gesintert.

[0114] Nach dem Sintern wird die Außenumfangsfläche und die obere und die untere Fläche einem Flächenschleifen ausgesetzt. Danach werden die Seitenflächen **101** und **102**, an denen die Seitenelektroden **16** anzuordnen sind, einem Flächenschleifen ausgesetzt. Die Seitenflächenelektroden **16** werden eingesetzt und danach werden die Herausführungsdrähte **161** mit den Seitenflächenelektroden verbunden. In dieser Weise wird der gestapelte keramische Körper **1** von diesem Beispiel erhalten.

[0115] Die Außenseite des gestapelten keramischen Körpers **1** von diesem Beispiel, der durch das vorstehend beschriebene Herstellverfahren erhalten wurde, wurde untersucht. Danach wurde der gestapelte keramische Körper **1** abgetrennt und sein Querschnitt wurde ebenfalls untersucht. Es wurde aus diesen beiden Untersuchungen herausgefunden, dass eine Delamination und Risse bei dem gestapelten keramischen Körper **1** von diesem Beispiel nicht auftreten und dass der Stapelzustand außerordentlich gut war.

[0116] Nachstehend ist der Betrieb und die Wirkung des gestapelten keramischen Körpers von diesem Beispiel erläutert.

[0117] Bei dem gestapelten keramischen Körper **1** von diesem Beispiel werden die Innenelektrodenlager **121** und **122**, die im Wesentlichen die gleiche Dicke wie die keramische Lage **111** und **112** und der

Abstandshalter **130** **132** haben, an der keramischen Lage **111** und **112** gestapelt, und die Kraftlage **14** wird des weiteren sowohl der Innenelektrodenlage **121** und **122** als auch dem Abstandshalter **131** und **132** verbunden.

[0118] Die Außenkeramiklagen **111** und **112** werden über die Haftlagen **14** gestapelt.

[0119] Daher hat der gestapelte keramische Körper **1** eine gleichmäßige Dicke als Ganzes und der Dickenunterschied tritt nicht auf. Die Haftlagen **14** stellen zuverlässiger ein Verbinden zwischen den keramischen Lagen **111** und **112** sicher. Darüber hinaus können die Haftlagen **14** die Dickendifferenz zwischen der Innenelektrodenlage **121** und **122** und dem Abstandshalter **131** und **132** absorbieren.

[0120] Wenn das Herstellungsverfahren gemäß diesem Beispiel genutzt wird, kann ein Drucken des Druckabschnittes **24** für die Haftlage die Dickendifferenz zwischen dem Druckabschnitt **22** für die Innenelektrodenlage und dem Druckabschnitt **23** für den Abstandshalter absorbieren. Daher kann die Dicke des ungesinterten gestapelten Körpers und schließlich die Dicke des gestapelten keramischen Körpers **1** in der Stapelrichtung gleichmäßig gestaltet werden. Die Haftlagen **14** können die keramischen Lagen **111** und **112** fest verbinden.

[0121] Da der Brei für die Haftlage die Verbindungsfestigkeit der keramischen Lagen **111** und **112** sicherstellt, ist die Menge an Bindemittel des Breis für die keramische Lage in günstiger Weise gering. Daher kann die Entfettungszeit und die Sinterzeit des ungesinterten gestapelten Körpers **2** verkürzt werden.

[0122] Da insbesondere der Herausstanzvorgang der ungesinterten Einheiten **25** und das Ausbilden des ungesinterten gestapelten Körpers durch ein Stapeln und Verbinden der ungesinterten Einheiten gleichzeitig ausgeführt werden, kann eine hohe Produktionseffizienz erzielt werden.

[0123] Wie dies vorstehend beschrieben ist, kann dieses Beispiel den gestapelten keramischen Körper, bei dem eine Delamination (ein Innenlagenabschälen) nicht ohne weiteres auftritt, und ein Herstellungsverfahren für diesen vorsehen.

[0124] Die keramischen Lagen **111** und **112** des gestapelten keramischen Körpers **1** von diesem Beispiel haben eine Zylinderform. Jedoch können die keramischen Lagen **111** und **112** eine rechteckige Form haben, wie dies in [Fig. 12](#) gezeigt ist.

[0125] Andere Einzelheiten sind die gleichen wie bei dem vorstehend beschriebenen zylinderförmigen gestapelten keramischen Körpers **1**, und der gleiche

Vorgang und die gleiche Wirkung können erzielt werden.

[0126] Nachstehend ist ein Beispiel 2 beschrieben.

[0127] Ein Herstellungsverfahren eines gestapelten keramischen Körpers von diesem Beispiel bildet gemeinschaftlich jeden Druckabschnitt **225**, **235**, **245** an einem großen Rohblatt **20**, wie dies in den [Fig. 13](#) bis [Fig. 16](#) gezeigt ist.

[0128] Zunächst wird ein großes Rohblatt **20** vorbereitet, das zu einem Vorsehen einer großen Anzahl an ungesinterten Einheiten in der Lage ist. Anders als bei dem Beispiel 1 hat das Rohblatt **20** eine Größe, die zu einem Vorsehen einer Vielzahl an ungesinterten Einheiten sowohl in der Längsrichtung als auch in der Querrichtung in der Lage ist.

[0129] Anschließend wird ein Druckabschnitt **225** für den Abstandshalter gemeinsam an dem großen Rohblatt **20** gedruckt, wie dies in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Die Form des Druckabschnittes **225** für den Abstandshalter ist der Form des großen Rohblattes **20** ähnlich. Der Druckabschnitt **225** hat eine große Anzahl an Vertiefungen **226**, in denen Druckabschnitte **235** für die Innenelektrodenlage angeordnet sind.

[0130] Eine Paste für die Innenelektrodenlage wird in die Vertiefungen **226** eingefüllt, und Druckabschnitte **235** für die Innenelektrodenlage werden dann angeordnet, wie dies in [Fig. 15](#) gezeigt ist.

[0131] Danach wird ein Druckabschnitt **145** für die Haftlage in einer derartigen Weise angeordnet, dass die Druckabschnitte **235** für die Innenelektrodenlage gänzlich bedeckt sind, wie dies in [Fig. 16](#) gezeigt ist.

[0132] Einzelne ungesinterte Einheiten werden durch Anwenden des in Beispiel 1 genutzten Stanzvorgangs erzielt. Die ungesinterten Einheiten werden gestapelt und verbunden, um einen ungesinterten gestapelten Körper zu ergeben.

[0133] Alternativ ist es möglich, einzelne Einheiten herauszustanzen, um eine große Anzahl an ungesinterten Einheiten zu erzielen, um diese ungesinterten Einheiten bei einem separaten Prozessschritt zu stapeln, um einen ungesinterten gestapelten Körper zu erhalten, und dann den ungesinterten gestapelten Körper zu pressen und zu verbinden, um die ungesinterten Einheiten miteinander zu verbinden.

[0134] Der in dieser Weise erhaltene ungesinterte gestapelte Körper wird dann entfettet und gesintert, so dass sich ein gestapelter keramischer Körper ergibt.

[0135] Die restlichen Einzelheiten sind die gleichen wie bei dem Beispiel 1 und es können der gleiche

Vorgang und Betrieb und die gleiche Wirkung wie bei dem Beispiel 1 erzielt werden.

[0136] Nachstehend ist ein Beispiel 3 beschrieben, das das Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 6 verdeutlichen soll.

[0137] Bei diesem Beispiel ist ein ungesinterter gestapelter Körper, bei dem der Abstandshalter und die Haftlage miteinander einstückig sind, unter Bezugnahme auf die [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) erläutert.

[0138] Bei diesem Beispiel ist ein Druckabschnitt **22** für die Innenelektrodenlage an einem großen Rohblatt **20** gemäß [Fig. 17](#) vorgesehen, und ein Druckabschnitt **26** für sowohl einen Abstandshalter als auch einer Haftlage wird in einer derartigen Weise ausgebildet, dass der Druckabschnitt **22** bedeckt wird.

[0139] Einzelne ungesinterte Einheiten werden dann erhalten, indem der Stanzvorgang in der gleichen Weise wie bei dem Beispiel 1 angewendet wird, und sie werden dann gestapelt und verbunden, so dass sich ein ungesinterter gestapelter Körper **2** gemäß [Fig. 18](#) ergibt.

[0140] Alternativ ist es möglich, einzelne ungesinterte Einheiten herauszustanzen, um eine große Anzahl an ungesinterten Einheiten zu erhalten, diese ungesinterten Einheiten bei einem separaten Prozessschritt zu stapeln, um einen ungesinterten gestapelten Körper **2** gemäß [Fig. 18](#) zu erhalten, und dann den ungesinterten gestapelten Körper zu pressen und zu verbinden, um die ungesinterten Einheiten miteinander zu verbinden.

[0141] Der in dieser Weise erhaltene ungesinterte gestapelte Körper **2** wird dann entfettet und gesintert, so dass sich ein gestapelter keramischer Körper ergibt.

[0142] Die restlichen Einzelheiten sind die gleiche wie bei dem vorstehend beschriebenen Beispiel 1.

[0143] Gemäß dem Herstellungsverfahren von diesem Beispiel können die Haftlage und der Abstandshalter gleichzeitig ausgebildet werden. Daher kann die Anzahl an Herstellschritten um einen Schritt verringert werden, und Energie und Arbeit können eingespart werden.

[0144] Da die Haftlage und der Abstandshalter miteinander einstückig ausgebildet werden, bedecken der Abstandshalter und die Haftlage einstückig die Innenelektrodenlage. Daher tritt eine Delamination nicht ohne weiteres an der Grenze zu der Innenelektrodenlage auf.

[0145] Der gleiche Vorgang und die gleiche Wirkung können wie bei dem Beispiel 1 erhalten werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines gestapelten keramischen Körpers (**1**) durch ein Stapeln einer vorbestimmten Anzahl an Lageneinheiten (**151**, **152**), wobei jede Lageneinheit (**151**, **152**) eine keramische Lage (**111**, **112**), eine an zumindest einem Abschnitt einer Oberfläche der keramischen Lage (**111**, **112**) gestapelte Innenelektrodenlage (**121**, **122**), einen Abstandshalter (**131**, **132**), der an einer Oberfläche der keramischen Lage (**111**, **112**) gestapelt ist, an der die Innenelektrodenlage (**121**, **122**) nicht ausgebildet ist, und die gleiche Dicke wie die Innenelektrodenlage (**121**, **122**) hat, und eine Haftlage (**14**) aufweist, die an einer Oberfläche der Innenelektrodenlage (**121**, **122**) und an einer Oberfläche des Abstandshalters (**131**, **132**) gestapelt ist, und wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Vorbereiten eines Breis für eine keramische Lage, der ein keramisches Material und ein Bindemittel enthält, eines Breis für eine Innenelektrodenlage, der ein Elektrodenmaterial und ein Bindemittel enthält, eines Breis für einen Abstandshalter, der ein Abstandsmaterial und ein Bindemittel enthält, und eines Breis für eine Haftlage, der ein Haftlagenmaterial und ein Bindemittel enthält, wobei der Gehalt an Bindemittel im Brei für die Haftlage höher als ein Gehalt eines Bindemittels in dem Brei für die keramische Lage ist;

Ausbilden eines Rohblattes (**20**) für eine keramische Lage aus dem Brei für die keramische Lage;

Ausbilden eines Druckabschnitts (**22**) für die Innenelektrodenlage an dem Rohblatt (**20**) für die keramische Lage unter Verwendung des Breis für die Innenelektrodenlage;

Ausbilden eines Druckabschnitts (**23**) für den Abstandshalter an dem Rohblatt (**20**) für die keramische Lage unter Verwendung des Breis für den Abstandshalter;

Ausbilden und Stapeln eines Druckabschnitts (**24**) für die Haftlage an den Druckabschnitten (**22**, **23**) für die Innenelektrodenlage und für den Abstandshalter unter Verwendung des Breis für die Haftlage, so dass sich eine ungesinterte Einheit (**25**) ergibt; und

Ausbilden eines ungesinterten gestapelten Körpers (**2**) aus einer vorbestimmten Anzahl der ungesinterten Einheiten (**25**) und dann Sintern des ungesinterten gestapelten Körpers (**2**), wobei vor dem Sintern entweder ein Pressen und Verbinden des ungesinterten gestapelten Körpers (**2**) erfolgt oder ein Stanzen eines großen Rohblatts für die keramische Lage erfolgt, an dem eine Vielzahl der Druckabschnitte (**22**, **23**) für die Innenelektrodenlage und für den Abstandshalter ausgebildet werden, damit sich eine Vielzahl der ungesinterten Einheiten (**25**) ergibt, ein Druckverbinden der ungesinterten Einheit (**25**) mit einer anderen ungesinterten Einheit (**25**) erfolgt und dieser Prozess wiederholt wird, bis sich der ungesinterte gesta-

pelte Körper **(2)** ergibt, wobei das Stanzen gleichzeitig mit dem Stapeln und Druckverbinden der ungesinterten Einheit **(25)** mit der anderen ungesinterten Einheit **(25)** erfolgt.

2. Verfahren zum Herstellen eines gestapelten keramischen Körpers **(1)** gemäß Anspruch 1, wobei das Pressen und Verbinden des ungesinterten gestapelten Körpers **(2)** bei 50 bis 500 g/cm² ausgeführt werden.

3. Verfahren zum Herstellen eines gestapelten keramischen Körpers **(1)** gemäß Anspruch 1, wobei das Druckverbinden der ungesinterten Einheiten **(25)** bei 50 bis 500 g/cm² ausgeführt wird.

4. Verfahren zum Herstellen eines gestapelten keramischen Körpers **(1)** gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein durchschnittlicher Partikeldurchmesser des keramischen Materials von 0,3 bis 2 µm beträgt.

5. Verfahren zum Herstellen eines gestapelten keramischen Körpers **(1)** gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein durchschnittlicher Partikeldurchmesser des Haftlagenmaterials von 0,3 bis 3 µm beträgt.

6. Verfahren zum Herstellen eines gestapelten keramischen Körpers **(1)** gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Brei für den Abstandshalter und der Brei für die Haftlage der gleiche Brei sind und der Druckabschnitt **(22)** für den Abstandshalter und der Druckabschnitt **(23)** für die Haftlage einstückig unter Verwendung des gleichen Breis ausgebildet werden.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Fig.1

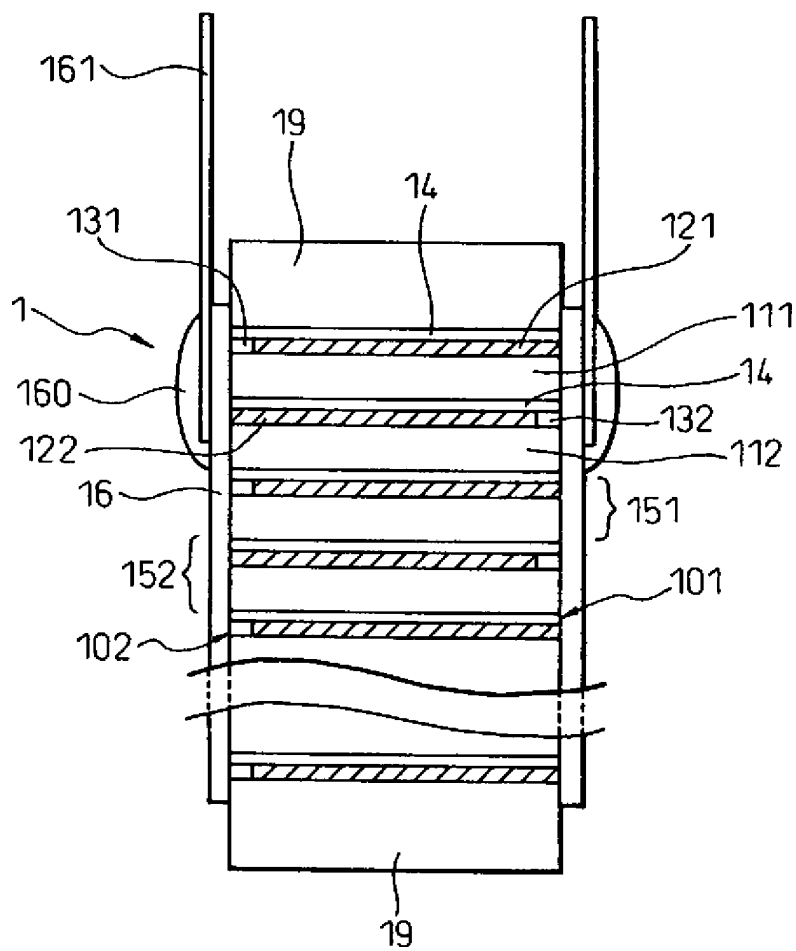


Fig.2

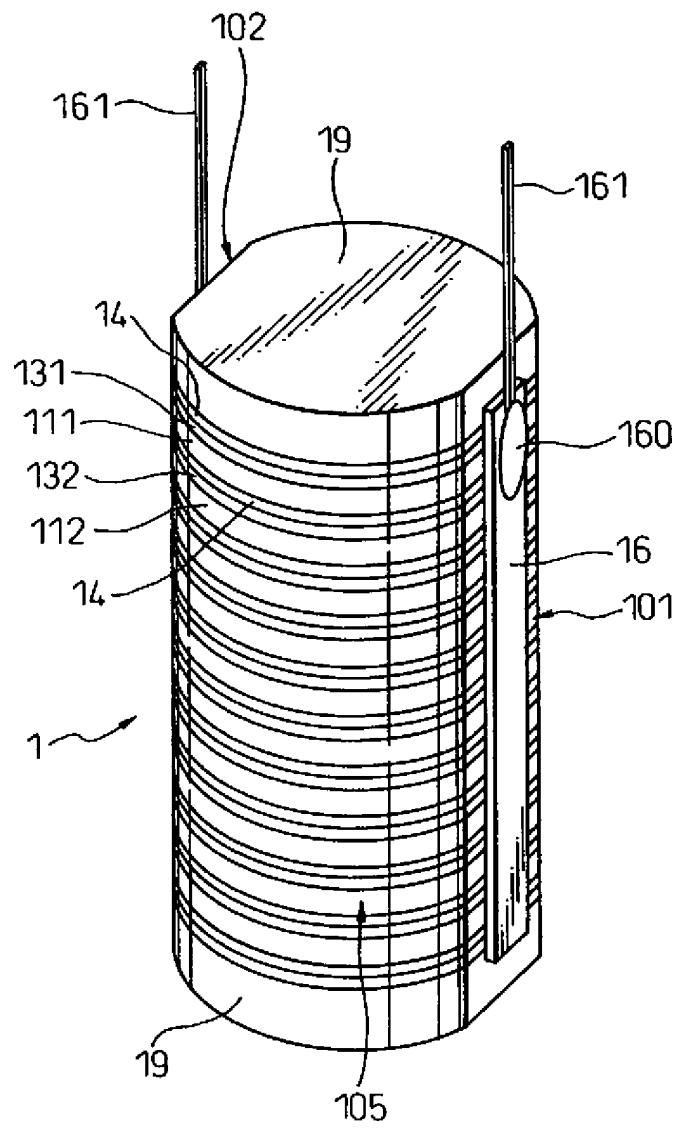


Fig. 3

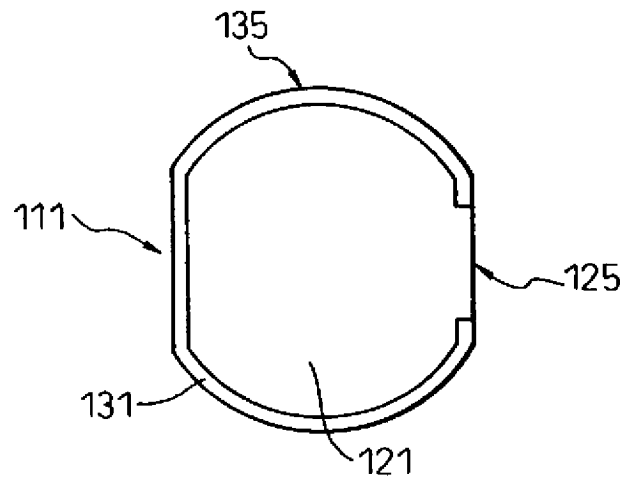


Fig. 4

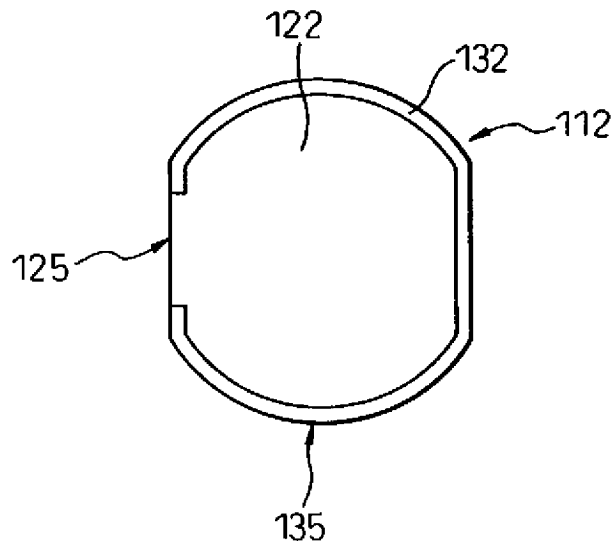


Fig.5

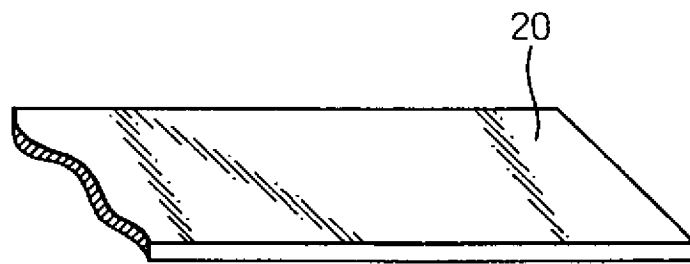


Fig.6

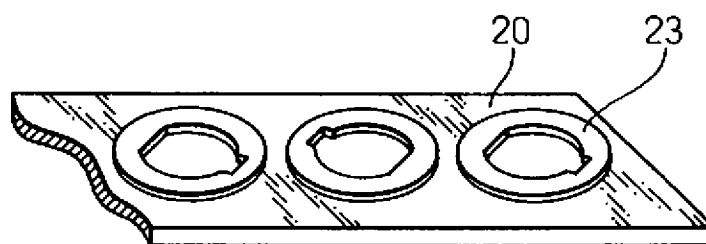


Fig.7

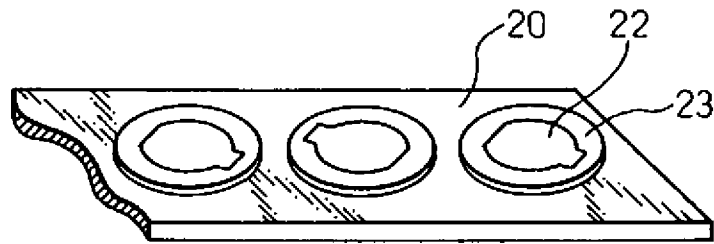


Fig.8

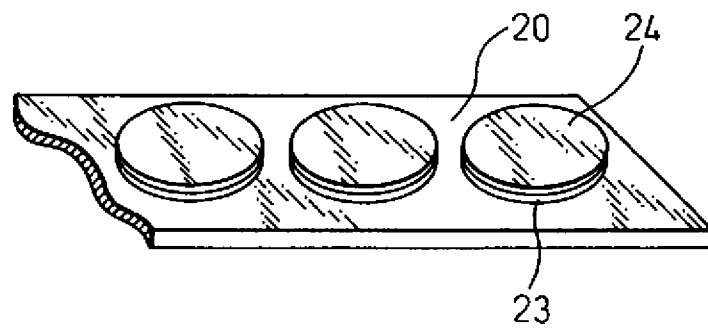


Fig.9

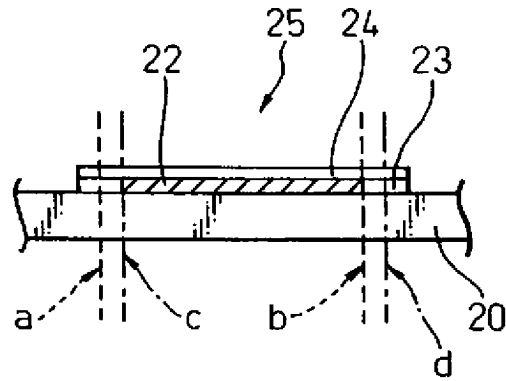


Fig.10

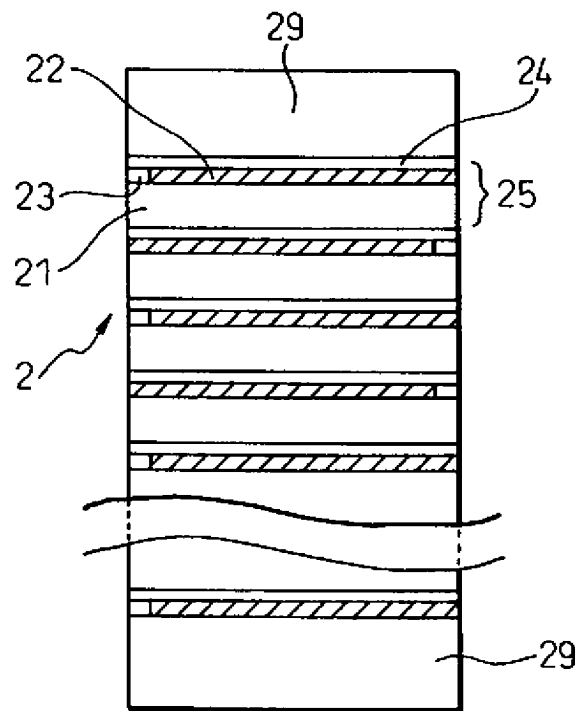


Fig.11

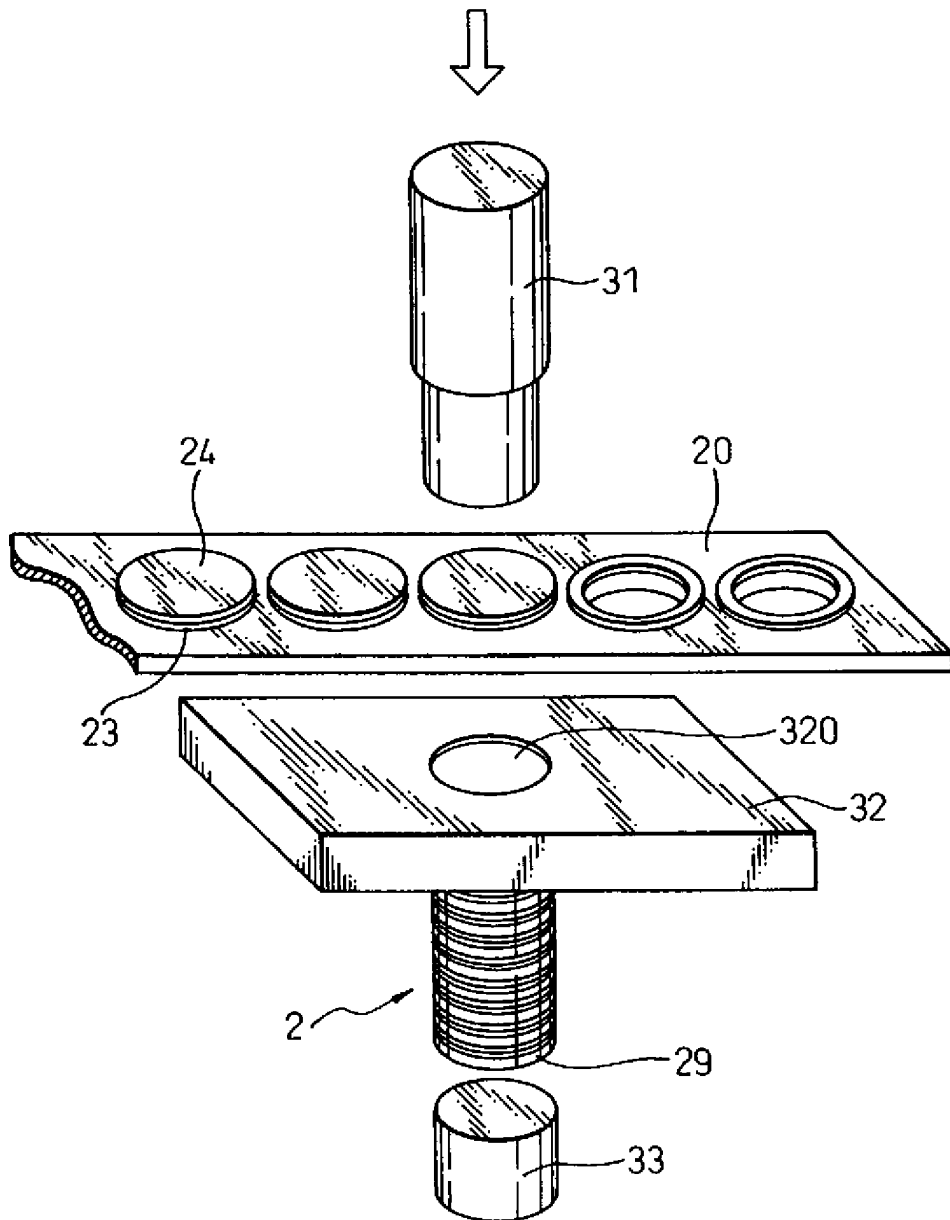


Fig.12

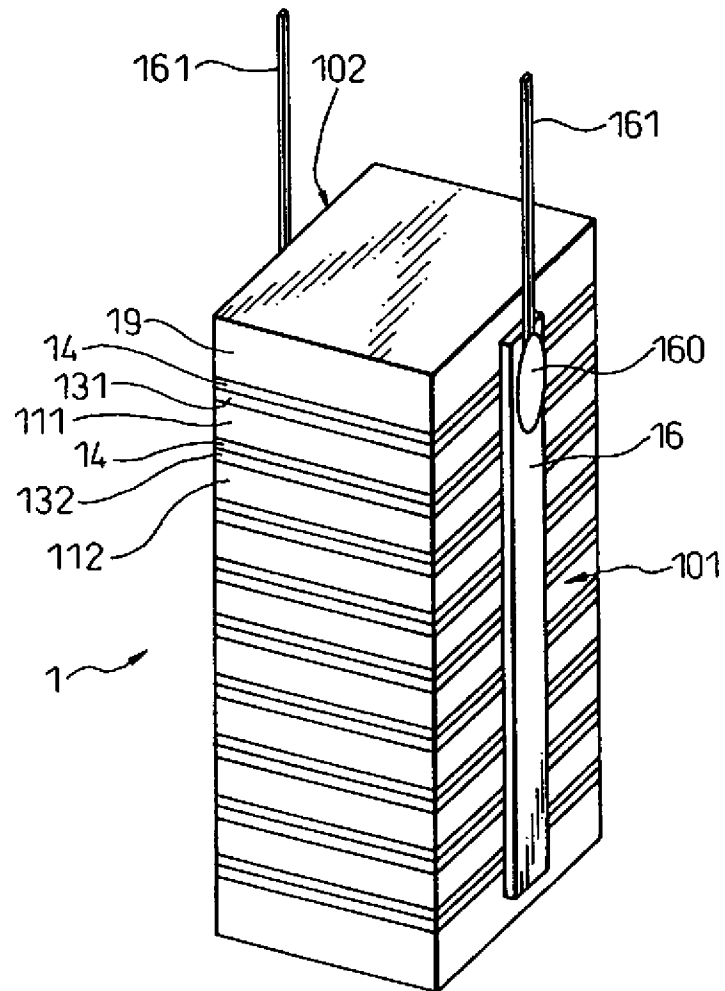


Fig.13

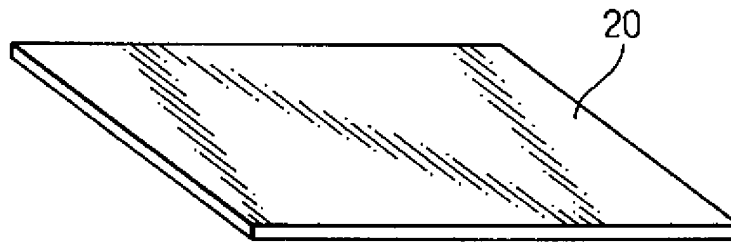


Fig.14

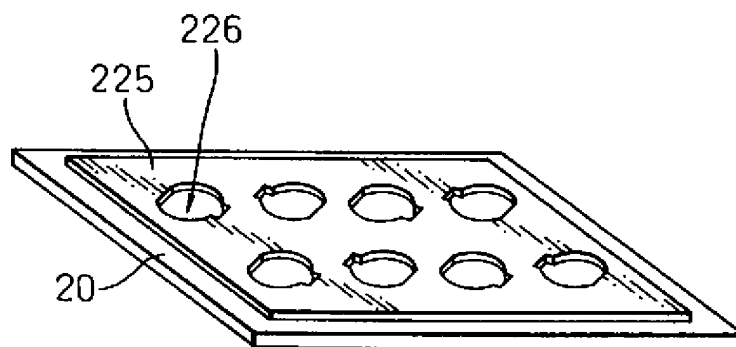


Fig.15

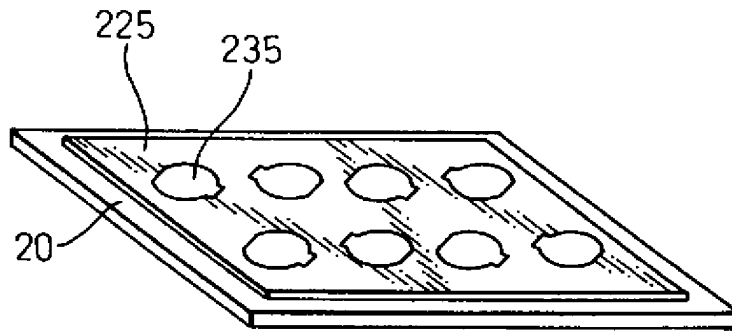


Fig.16

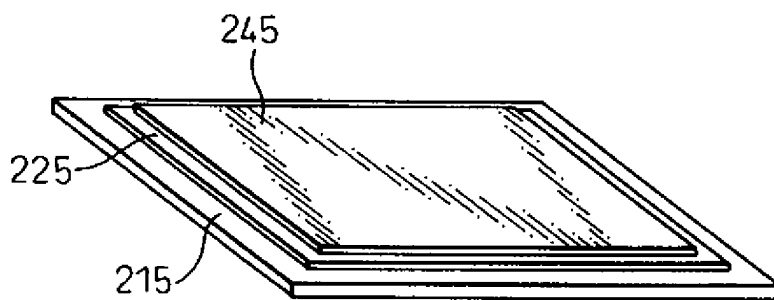


Fig.17

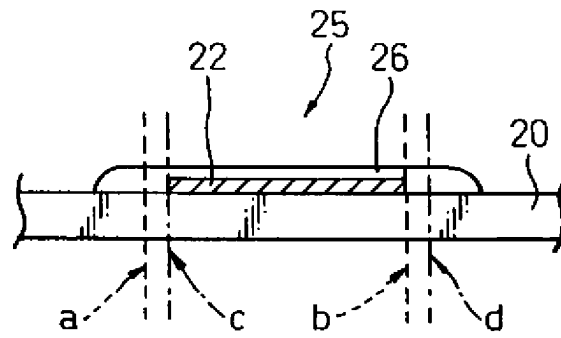


Fig.18

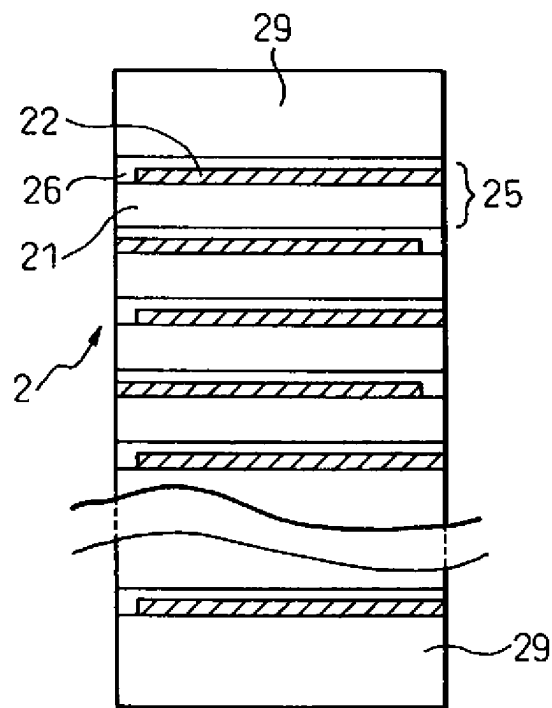


Fig.19

STAND DER TECHNIK

