



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 692 32 606 T2 2004.08.05**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 501 361 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **692 32 606.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **92 103 028.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.02.1992**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.09.1992**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.05.2002**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.08.2004**

(51) Int Cl.7: **H01L 21/48**
H01L 23/498

(30) Unionspriorität:

5390591 **25.02.1991** **JP**

6909091 **09.03.1991** **JP**

8759791 **26.03.1991** **JP**

9163891 **28.03.1991** **JP**

(73) Patentinhaber:

Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP; Sumitomo Metal Industries, Ltd., Osaka, JP

(74) Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL

(72) Erfinder:

Sakaki, Takashi, Ohta-ku, Tokyo 146, JP;

Yoshizawa, Tetsuo, Ohta-ku, Tokyo 146, JP;

Miyazaki, Toyohide, Ohta-ku, Tokyo 146, JP;

Kondo, Hiroshi, Ohta-ku, Tokyo 146, JP;

Terayama, Yoshimi, Ohta-ku, Tokyo 146, JP;

Ikegami, Yuichi, Osaka-shi, Osaka, JP;

Okabayashi, Takahiro, Chiyoda-ku, Tokyo, JP;

Kondo, Kazuo, Chiyoda-ku, Tokyo, JP; Tamura,

Yoichi, Chiyoda-ku, Tokyo, JP; Nakatsuka, Yasuo,

Chiyoda-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Elektrischer Verbindungskörper und Herstellungsverfahren dafür**

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

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen Verbindungskörper, der verwendet wird, wenn Teile eines Stromkreises elektrisch miteinander verbunden werden sollen und ein Verfahren zur Herstellung desselben.

Stand der Technik

[0002] Als Verfahren, um Teile eines Stromkreises miteinander elektrisch zu verbinden, sind hier das Verfahren der Drahtverbindung und das TAB (tape automated bonding = automatisches Gurten) Verfahren bekannt. Jedoch treten bei diesen Verfahren Schwierigkeiten auf, dass sie nicht einen Anstieg bei der Anzahl der Verbindungspunkte zwischen den Teilen des Stromkreises gewachsen sind und dass sie kostspielig sind. Um diese Schwierigkeiten zu bewältigen, ist es bekannt, Teile des Stromkreises miteinander elektrisch zu verbinden, indem ein elektrischer Verbindungskörper einer Konstruktion verwendet wird, die eine Vielzahl an elektrisch leitenden Elementen aufweist, die einen gegenseitig isolierten Zustand in einem isolierten Halteelement zur Verfügung stellen (japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 63-222437, japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 63-222435, etc.).

[0003] **Fig. 1** der begleitenden Zeichnungen ist eine schematische Ansicht, die die elektrische Verbindung der Teile des Stromkreises zeigt, der einem derartigen elektrischen Verbindungskörper verwendet wird. In **Fig. 1** bezeichnet die Bezugszahl **31** einen elektrischen Verbindungskörper und die Bezugszahlen **32** und **33** bezeichnen Teile des Stromkreises, die miteinander verbunden sind. Der elektrische Verbindungskörper **31** weist eine Vielzahl an elektrisch leitenden Elementen **34** auf, die aus einem Metall oder einer Legierung gebildet sind, die elektrisch von einander isoliert sind und auf einem Halteelement **35** zur Verfügung gestellt werden, das aus einem elektrisch isolierendem Material gebildet ist und ein Ende **38** von jedem elektrisch leitenden Element **34** wird auf der Seite eines Teils **32** des Stromkreises exponiert und das andere Ende **39** von jedem elektrisch leitenden Element **34** ist auf der Seite des anderen Teils **33** des Stromkreises (**Fig. 1(a)**) exponiert.

[0004] Der Verbindungsbereich **36** von dem einen Teil **32** des Stromkreises und ein Ende **38** von jedem elektrisch leitenden Element **34**, das auf der Seite **32** des Stromkreises exponiert ist, sind in einer Legierung hergestellt, um dadurch die zwei miteinander zu verbinden und der Verbindungsbereich **37** von dem Teil **33** des Stromkreises und das andere Ende **39** von jedem elektrisch leitenden Element **34**, das auf der Seite des Teils **33** des Stromkreises exponiert ist, sind in einer Legierung gemacht, um dadurch die zwei miteinander zu verbinden und so werden die Teile **32** und **33** des Stromkreises elektrisch miteinander verbunden (**Fig. 1B**).

[0005] Ein derartiges elektrisches Verbindungselement hat die folgenden Vorteile:

- (1) Indem die Größe der elektrisch leitenden Elemente sehr klein gemacht wird, können die Verbindungsbereiche der Teile des Stromkreises klein gemacht werden und dadurch kann die Anzahl der Verbindungspunkte gesteigert werden und demgemäß ist eine dichtere Verbindung der Teile des Stromkreises möglich.
- (2) Selbst in dem Fall von Teilen des Stromkreises, die in der Dicke von einander abweichen, wird es möglich die Höhe der Teile des Stromkreises immer konstant zu halten, indem die Dicke des elektrischen Verbindungskörpers geändert wird und so eine vielschichtige Verbindung leicht bewerkstelligt werden kann und eine dichtere Montage möglich ist.
- (3) In dem die Höhe des Vorsprungs der elektrisch leitenden Elemente, die mit den Verbindungsbereichen der Teile des Stromkreises groß gemacht wird, wird es möglich eine stabile Verbindung zu schaffen, selbst wenn die Verbindungsbereiche der Teile des Stromkreises auf der Oberfläche davon absinken und ist es möglich sie leicht miteinander zu verbinden, selbst, wenn die Teile des Stromkreises von komplizierter Form sind.

[0006] Ein Verfahren zur Herstellung des oben beschriebenen elektrischen Verbindungskörpers, um eine elektrische Verbindung mit vielen Punkten der Teile des Stromkreises zu verwirklichen, wird in der japanischen offengelegten Patentanmeldung Nr. 2-49385 beschrieben. Diese Verfahren wird hierin später kurz unter Bezugnahme auf **Fig. 2** der begleitenden Zeichnungen beschrieben, die schematisch die Schritte davon zeigen.

[0007] Ein Basiskörper **51**, der einen Metallbogen, wie eine Kupferplatte enthält, wird zuerst hergestellt und ein lichtempfindliches Harz **52** vom negativen Typ wird auf diesem Basiskörper **51** mittels einer Lackschleuder aufgebracht und ein Vortrocknen wird bei einer Temperatur von ungefähr 100°C (**Fig. 2A**) durchgeführt. Licht wird auf das lichtempfindliche Harz **52** über eine Photomaske (nicht gezeigt) gestrahlt, um ein vorbestimmtes Muster zu bilden, wonach Entwicklungsflüssigkeit auf das lichtempfindliche Harz injiziert wird oder das lichtempfindliche Harz wird in die Entwicklungsflüssigkeit getaucht, um dadurch die Entwicklung durchzuführen.

Das lichtempfindliche Harz **52** verbleibt auf den Bereichen, die dem Licht ausgesetzt sind und das lichtempfindliche Harz **52** wird von den Bereichen entfernt, die nicht dem Licht während dem Entwicklungsverfahren ausgesetzt waren, wodurch eine Vielzahl von Öffnungen **53** gebildet werden (**Fig. 2B**). Die Temperatur wird auf 200–400°C gesteigert, um das lichtempfindliche Harz **52** zu härten, wonach ein Ätzen mit dem Basiskörper **51** durchgeführt wird, der in eine Ätzflüssigkeit getaucht wird, wodurch die Vertiefungen **54** auf dem Basiskörper **51** (**Fig. 2C**) gebildet werden, die mit den Öffnungen **53** in Verbindung stehen. Eine Goldplattierung wird dann auf den Basiskörper **51** als allgemeine Elektrode aufgebracht, um dadurch die Öffnungen **53** und die Vertiefungen **54** mit Gold **55** zu füllen und das Goldplattieren wird fortgesetzt bis Erhebungen gebildet sind (**Fig. 2D**). Schließlich wird der Basiskörper **51** mittels Ätzens entfernt, wodurch dort ein elektrischer Verbindungskörper **31** (**Fig. 2E**) gebildet wird.

[0008] **Fig. 3** der begleitenden Zeichnungen ist eine schematische Ansicht, die den Zustand des Elektroplattierschritts in einem derartigen Verfahren zeigt. In **Fig. 3** bezeichnet die Bezugszahl **61** ein Plattiergefäß. Eine Maschen-ähnliche Anode **62** wird in dem unteren Bereich des Plattiergefäßes **61** angeordnet und eine Kathode **63** wird in einem obereren Bereich des Plattiergefäßes im entgegengesetzter Richtung mit der Anode **62** angeordnet. Ein Zwischenelement **64**, wie in **Fig. 2C**, wird auf der Kathode **63** angeordnet und Plattierflüssigkeit **65**, die eine niedrige Goldkonzentration aufweist, wird veranlaßt mit einer niedrigen Geschwindigkeit von unten in Richtung nach oben zu fließen, um dadurch ein sogenanntes Vordeck-Plattieren (strike plating) aufzubringen und die Oberflächen der Vertiefungen **54** wird mit Gold zu beschichten, wonach ein sogenanntes Verdickungsplattieren (thickening plating) angewendet wird, indem eine Plattierflüssigkeit mit hoher Goldkonzentration verwendet wird, um dadurch die Vertiefungen **54** und Öffnungen **53** mit Gold zu füllen, und so die elektrischen Verbindungskörper **34** zu bilden.

[0009] Bei dem elektrischen Verbindungskörper **31**, der in dieser Weise hergestellt wird, bildet das Gold **55** die elektrisch leitenden Elemente **34** und das lichtempfindliche Harz **52** bildet das Halteelement **35**. Was die Dimensionen der jeweiligen Bereiche des elektrischen Verbindungskörpers **31** betrifft, beträgt die Dicke des lichtempfindlichen Harzes **52** (das Halteelement **35**) ungefähr 10 µm, der Durchmesser und der Abstand der Öffnungen **53** (die elektrisch leitenden Elemente **34**) beträgt ungefähr jeweils 20 µm und ungefähr 40 µm und die Höhen des Vorsprungs der elektrisch leitenden Elemente **34** auf der Vorderseite und Rückseite sind in der Größenordnung von einigen µm.

[0010] Die Zuverlässigkeit des oben beschriebenen elektrischen Verbindungskörpers wird durch Erhebungen von einheitlicher Form und einer einheitlichen Höhe des Vorsprungs, die bereitgestellt werden, erreicht.

[0011] Jedoch der übliche Entwicklungsschritt und der darauf folgende Elektroplattierschritt litten an den folgenden Problemen.

[0012] Zuerst bei dem Entwicklungsschritt, aufgrund da die Entwicklungsflüssigkeit in das lichtempfindliche Harz **52** eindringt, wird das lichtempfindliche Harz **52** dazu gebracht mit der Entwicklungsflüssigkeit zu fließen oder wird bei dem Verfahren beim Belassen des lichtempfindlichen Harzes **52** aufgelöst, wie es nach dem Entwicklungsschritt ist oder bei dem Verfahren der Härtung des lichtempfindlichen Harzes **52** nach dem Entwicklungsschritt. Demgemäß wie in **Fig. 4** der begleitenden Zeichnungen gezeigt, die den Zustand vor der Bildung der Vertiefungen **54** in einem vergrößerten Maßstab zeigt, sind die gebildeten Öffnungen **53** bei **53a** verjüngt oder das Muster davon verzieht sich und die Form der Öffnungen **53** werden unregelmäßig. Dies führt zu dem Problem, dass bei dem hergestellten elektrischen Verbindungskörper **31** die Form der elektrischen leitenden Elemente nicht stabil ist.

[0013] Da gibt es weiter ein Problem eines Harz-ähnlichen Rests. Wie in **Fig. 2B** gezeigt, wird das lichtempfindliche Harz **52** Licht ausgesetzt und entwickelt, um dadurch den Boden der Öffnungen **53** zu bilden durch die die Oberfläche des Metallbogens belichtet wird, wie in **Fig. 5** der begleitenden Zeichnungen gezeigt, wobei unentwickelte Teile **56** an dem Boden der Öffnungen **53** auf dem lichtempfindlichen Harz verbleiben können und ein Harz-ähnlicher Rest kann in einigen Fällen zurückbleiben. Die Anwesenheit der unentwickelten Teile **56** wird als verantwortlich für einen Fall angesehen, an dem der Stillstand der Entwicklungsflüssigkeit auftritt und die Entwicklung an dem Boden wird unzureichend oder ein Fall, in dem die Kraft eines engen Kontakts zwischen dem lichtempfindlichen Harz **52** und dem Metallbogen **51** groß ist und es daher schwierig ist, dass die Entwicklung eintritt oder ein Fall, in dem diese zwei Fälle zusammen auftreten.

[0014] Auf der anderen Seite wird das Auftreten des Harzähnlichen Restes bemerkbar falls das Längenverhältnis (Schichtdicke/Durchmesser der Öffnung) der Öffnungen **53** groß ist oder falls die Bedingungen der Belichtung und Entwicklung ungeeignet sind, oder falls gebeugtes Licht und/oder reflektiertes Licht die Teile des lichtempfindlichen Harzes bestrahlt, die nicht dem Licht ausgesetzt werden sollen. Die Anwesenheit von einem derartigen Harz-ähnlichen Rest führt zu dem Problem, dass es die Belichtung auf der Oberfläche des Metallbogens **51** am Boden der Öffnungen **53** behindert und wie in **Fig. 5B** gezeigt, wird die Form der Vertiefungen **54** bei dem Ätzverfahren der Oberfläche des Metallbogens **51** unregelmäßig gemacht und wie in **Fig. 5C** gezeigt, ist die Form der Erhebungen nicht konstant und die elektrische Eigenschaft ist nicht stabil.

[0015] Also bei dem Goldplattierschritt gibt es das Problem der Form (zum Beispiel Durchmesser und Höhe des Vorsprungs), der Golderhebung, die nicht einheitlich in Abhängigkeit von den Bedingungen der Goldelekt-

roplattierung werden, zum Beispiel die Reynoldszahl des Flüssigkeitsflusses, die der Plattierflüssigkeit zu eigen ist, der Stromdichte, der Menge der Additive der Plattierflüssigkeit.

[0016] Wenn die Verteilung der Stromdichte als ein Beispiel genommen wird, ist die Menge der Plattierungsabscheidung, unter dem Einfluß der Verteilung der Stromdichte, in dem zentralen Teil größer als in den Randteilen und daher bei einem elektrischen Verbindungskörper, die Höhe des Vorsprungs der elektrisch leitenden Elementen, die im zentralen Teil anwesend sind, größer wird als die Höhe des Vorsprungs der elektrisch leitenden Elemente in dem Randteil und so ist es nicht leicht den Durchmesser des Vorsprungs und die Höhe des Vorsprungs der elektrisch leitenden Elemente gleich zu machen. **Fig. 6** der begleitenden Zeichnungen ist eine Draufsicht auf einen elektrischen Verbindungskörper, der vier elektrisch leitende Elemente **34** aufweist und **Fig. 7** der begleitenden Zeichnungen ist eine Draufsicht auf einen elektrischen Verbindungskörper, der sieben elektrisch leitende Elemente **34** aufweist. Bei dem Beispiel, das in **Fig. 6** gezeigt wird, worin vier elektrisch leitende Elemente **34** an den Spitzen einer Raute angeordnet sind, wobei der Betrag des Vorsprung von zwei elektrisch leitenden Elementen **34** an den Spitzen der Diagonale, die kürzer ist, größer ist als der der anderen zwei elektrisch leitenden Elementen **34**. Auch in dem Beispiel, das in **Fig. 7** gezeigt wird, worin sechs elektrisch leitende Elemente **34** so angeordnet sind, das sie ein elektrisch leitendes Element **34** umschließen, wobei das zentral gelegene größer in dem Betrag ist als die sechs anderen. Des weiteren zeigt **Fig. 8** der begleitenden Zeichnungen eine Teil-Draufsicht auf einen elektrischen Verbindungskörper **31**, der ein Muster bildet, bei dem eine Anzahl an Reihen von sieben elektrisch leitenden Elementen **34** jeweils angeordnet sind. In jeder Reihe ist der Betrag des Vorsprungs in der Randlage geringer als in dem zentralen Teil. Dies wird so zu sein gesehen, weil der kombinierte Effekt der Dichte des elektrischen Stroms höher in dem zentralen Teil als in dem Randteil ist. Dies führt zu dem Problem, dass die Deformation der Erhebung während des Druckes, der mit dem elektrischen Verbindungskörper auftritt, in dem Fall groß wird, in dem der Betrag des Vorsprungs groß ist und dies verursacht einen Kurzschluß.

[0017] Auch ist es notwendig die Form der gebildeten Goldvorsprünge konstant zu machen, so dass eine schlechte Verbindung bei dem oben beschriebenen TAB nicht auftritt und verschiedene Verfahren zur Bildung von Goldvorsprüngen von stabiler Form durch Goldplattieren sind vordem vorgeschlagen worden. Diese Verfahren schließen, zum Beispiel, ein Verfahren zur Entfernung der Grundmetallschicht gerade unterhalb der Goldvorsprünge (japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 61-141157) ein, ein Verfahren des Belassens des Resists in dem Zentrum des Bereichs der Öffnung (japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 62-252951), ein Verfahren der Wiederholung des Schrittes der Photolithographie und des Schrittes des Goldplattierens (japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 63-175446), etc.

[0018] Jedoch leiden die Herstellungsverfahren wie oben beschriebenen an derartigen Problemen, wie sie unten beschrieben werden. Bei dem Verfahren der Entfernung der Grundmetallschicht gerade unter den Goldvorsprüngen, wobei der Entfernungsschritt mühsam ist und falls die Grundmetallschicht in ihrer flüssigen Phase entfernt wird, verbleibt die Ätzflüssigkeit und diese verbleibende Flüssigkeit ist in der Lage sich mit der Goldplattierflüssigkeit zu vermischen, um eine schlechte Form zu verursachen. Auch bei dem Verfahren des Belassens des Resists an dem Zentrum des Öffnungsteils, wobei die Fläche des Kontakts mit der Grundmetallschicht gering ist und daher die Eigenschaft des engen Kontakts unzureichend ist und so ist dieses Verfahren in der Lage eine Reduktion bei der Zähigkeit der Vorsprünge während des Formgebens zu verursachen. Des weiteren erfordert das Verfahren der Wiederholung des Schrittes der Photolithographie und des Goldplattierverfahrens allgemein eine lange Zeit bei den Schritten und das Abgleichen des Schrittes der Photolithographie ist schwierig und dies führt zu dem Problem, dass die Kontrolle der Höhe des Goldplattierens in jedem Schritt schwierig ist.

[0019] EP-A-0344720 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von elektrischen Verbindungskörpern, die Stand der Technik zu denen der vorliegenden Erfindung sind. Nach dem Entwickeln eines lichtempfindlichen Harzes, um Löcher darin zu bilden, wird das Harz bei einer erhöhten Temperatur gehärtet.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0020] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen elektrischen Verbindungskörper zur Verfügung zu stellen, der in der Lage ist, Teile eines Stromkreises elektrisch gut miteinander zu verbinden und ein Verfahren zur Herstellung desselben.

[0021] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen elektrischen Verbindungskörper zur Verfügung zu stellen, der durch einen Entwicklungsschritt und einen Schritt des Gold-Elektroplattierens hergestellt wurde, um Golderhebungen von einheitlicher Form und ein Verfahren zur Herstellung derselben zur Verfügung zu stellen.

[0022] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen elektrischen Verbindungskörper zur Verfügung zu stellen, bei dem der Verbleib von unentwickelten Teilen an den Öffnungen verhindert wird und ein Harz-ähnlicher Rest wirksam entfernt wird, um dadurch die Form der Vertiefungen einheitlich zu gestalten, die auf einem Basiskörper gebildet werden und die Unregelmäßigkeit der Form der Erhebungen zu besei-

tigen und so die Stabilisierung der Eigenschaft und eine Verbesserung bei der Ausbeute, und ein Verfahren zur Herstellung derselben zu erreichen.

[0023] Es ist noch eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen elektrischen Verbindungskörper, bei dem ein Zwischenelement nach dem Schritt der Entwicklung in einer erwärmten Atmosphäre und einer Atmosphäre des Unterdrucks für eine vorbestimmte Zeit, oder einer Atmosphäre des Unterdrucks für eine vorbestimmte Zeit gelassen wird und danach wird erwärmt und gehärtet, um dadurch die Probleme, wie oben erwähnt, zu lösen und eine Anzahl der Öffnungen einer vorbestimmten Form kann auf einem lichtempfindlichen Harz gebildet werden und die Form aller elektrisch leitenden Elemente ist einheitlich, und ein Verfahren der Herstellung derselben zur Verfügung zu stellen.

[0024] Es ist weiter eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, um Goldvorsprünge zu bilden, wobei dieses Verfahren die Bedingungen des Goldelektroplattierens limitieren kann, um dadurch leicht Goldvorsprünge zu bilden, die eine stabile Form haben.

[0025] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen elektrischen Verbindungskörper zur Verfügung zu stellen, der gemacht ist, um eine einheitliche Höhe des Vorsprungs aufzuweisen, indem die Temperatur der Plattierflüssigkeit, die Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit und die Dichte des Stromkreises bei dem Plattierschritt zur Bildung von Erhebungen eingestellt wird und das in der Lage ist eine hohe Verbindungsdichte bereitzustellen und ein Verfahren zur Herstellung desselben zur Verfügung zu stellen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] Die **Fig. 1A** und **1B** sind schematische Ansichten, die ein Beispiel des Gebrauchs eines elektrischen Verbindungskörper zeigen.

[0027] Die **Fig. 2A–2E** sind schematische Schnittansichten, die die Schritte eines Verfahrens der Herstellung nach dem Stand der Technik zeigen.

[0028] **Fig. 3** ist eine schematische Ansicht, die einen Zustand zeigt, bei das Plattierverfahren ausgeführt wird.

[0029] **Fig. 4** ist eine schematische Schnittansicht, die einen Teil des Herstellungsschrittes zur Darstellung des Problems zeigt, das besonders zu dem Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik ist.

[0030] Die **Fig. 5A–5C** sind schematische Schnittansichten, die Fälle zeigen, in denen das Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik ungeeignet ist.

[0031] **Fig. 6** ist eine schematische Ansicht zur Darstellung von Problemen bei dem Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik

[0032] **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht zur Darstellung von Problemen bei dem Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik.

[0033] **Fig. 8** ist eine schematische Ansicht zur Darstellung von Problemen bei dem Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik.

[0034] Die **Fig. 9A–9E** sind schematische Schnittansichten, die die wesentliche Schritte eines Herstellungsverfahrens gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigen.

[0035] **Fig. 10** ist eine schematische Ansicht, die eine Entwicklungsweise bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt.

[0036] Die **Fig. 11A** und **11B** sind teilvergrößerte Schnittansichten, die die Zustände jeweils während des Einspritzens der Entwicklungsflüssigkeit und während der Beendigung des Einspritzens der Entwicklungsflüssigkeit zeigen.

[0037] **Fig. 12** ist ein Zeitdiagramm, das jeweils die Muster während des Einspritzens der Entwicklungsflüssigkeit und während der Beendigung des Einspritzens der Entwicklungsflüssigkeit zeigt.

[0038] **Fig. 13** ist eine schematische Ansicht, die eine andere Entwicklungsweise zeigt, die bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform verwendet wird.

[0039] **Fig. 14** ist eine teilvergrößerte Schnittansicht der Oberfläche einer Kupferplatte **1**, die in **Fig. 13** gezeigt wird.

[0040] **Fig. 15** ist eine schematische Schnittansicht, die noch eine andere Entwicklungsweise zeigt, die bei einer erfindungsgemäßen Ausführungsform verwendet wird.

[0041] **Fig. 16** ist eine schematische Ansicht, die noch eine andere Entwicklungsweise zeigt, die bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform verwendet wird.

[0042] **Fig. 17** ist eine schematische Ansicht, die eine weitere Entwicklungsweise zeigt, die bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform verwendet wird.

[0043] **Fig. 18** ist eine graphische Darstellung eines Beispiel der Weise einer erwärmten Atmosphäre und einer Atmosphäre des Unterdrucks, oder einer Atmosphäre des Unterdrucks bei dem Herstellungsverfahren gemäß der erfindungsgemäßen Ausführungsform.

[0044] **Fig. 20** ist eine graphische Darstellung, die noch ein anderes Beispiel der Weise einer erwärmten Atmosphäre und einer Atmosphäre eines Unterdrucks bei dem Herstellungsverfahren gemäß der erfindungsgemäßen

mäßigen Ausführungsform zeigt.

[0045] Die **Fig. 21A–21C** sind schematische Ansichten, die die Form eines Goldvorsprungs zeigen, der gebildet worden ist.

[0046] **Fig. 22** ist eine schematische Draufsicht der elektrisch leitenden Elementen in einem elektrischen Verbindungskörper, die über ein Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik hergestellt werden.

[0047] **Fig. 23** ist eine schematische Draufsicht der elektrisch leitenden Elemente in einem elektrischen Verbindungskörper, der mittels eines Herstellungsverfahrens gemäß der erfindungsgemäßen Ausführungsform hergestellt wird.

[0048] **Fig. 24** ist eine schematische Draufsicht der elektrisch leitenden Elemente in einem elektrischen Verbindungskörper, die mittels eines Herstellungsverfahrens gemäß der erfindungsgemäßen Ausführungsform hergestellt werden.

[0049] **Fig. 25** ist eine schematische Draufsicht der elektrisch leitenden Elemente in einem elektrischen Verbindungskörper, die mittels eines Herstellungsverfahrens gemäß der erfindungsgemäßen Ausführungsform hergestellt werden.

[0050] **Fig. 26** ist eine schematische Draufsicht der elektrisch leitenden Elementen in einem elektrischen Verbindungskörper, die über ein Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik hergestellt werden.

[0051] **Fig. 27** ist eine schematische Draufsicht der elektrisch leitenden Elemente in einem elektrischen Verbindungskörper, die mittels eines Herstellungsverfahrens gemäß der erfindungsgemäßen Ausführungsform hergestellt werden.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0052] Die vorliegende Erfindung wird hierin im folgenden speziell unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, die eine Ausführungsform davon zeigen, beschrieben.

[0053] **Fig. 9A–9B** sind schematische Schnittansichten, die die Herstellungsschritte gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigen. Ein negativer Typ des Polyimidharzes **102**, das das lichtempfindliche Harz ist, wird zuerst auf eine Kupferplatte **101**, die der Basiskörper ist, mittels einer Lackschleuder aufgebracht und dann vorgetrocknet, wonach Licht (nicht gezeigt) auf das Polyimidharz **102** durch eine Photomaske **103** gestrahlt wird, um ein vorbestimmtes Muster (**Fig. 9A**) zu bilden. Die Schichtdicke des aufgetragenen Polyimidharzes **102** wird größer gemacht als die gewünschte Schichtdicke des Halteelements in einem elektrischen Verbindungskörper, der hergestellt wird, mit einer Abnahme beim Härten und Schrumpfen des Harzes, das in Betracht gezogen wird.

[0054] Demgemäß wird Entwicklungsflüssigkeit auf das Polyimidharz gespritzt oder das Polyimidharz wird in Entwicklungsflüssigkeit eingetaucht, um dadurch die Entwicklung zu bewirken.

[0055] **Fig. 10** ist eine schematische Ansicht, die eine Entwicklungsweise bei der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Die Kupferplatte **101**, die der Basiskörper (der zusammen mit dem lichtempfindlichen Harz **102** dem Licht ausgesetzt wird) wird auf einem Drehteller **210** angeordnet und Entwicklungsflüssigkeit intermittierend auf die Oberfläche der Kupferplatte **101** aus einer Spritzdüse **211** für die Entwicklungsflüssigkeit gespritzt, die darüber angeordnet ist und in entgegengesetzter Richtung zu dem Drehteller steht, während der Drehteller **210** sich kontinuierlich mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit dreht, wodurch die Entwicklung bewirkt wird.

[0056] **Fig. 11A** ist eine teil-vergrößerte Ansicht, die den Zustand während des Einspritzens der Entwicklungsflüssigkeit zeigt und **Fig. 11B** ist eine teilvergrößerte Ansicht, die den Zustand während der Beendigung des Einspritzens der Entwicklungsflüssigkeit zeigt. Bei dem Einspritzverfahren der Entwicklungsflüssigkeit sammelt sich die Entwicklungsflüssigkeit und verbleibt in den Öffnungen **104**, die durch die Entwicklung gebildet werden, aber bei dem Einspritzstillstandsverfahren der Entwicklungsflüssigkeit, wird die Entwicklungsflüssigkeit aus den Öffnungen **104** mit einem Rest durch zentrifugale Kräfte entfernt und die Entwicklung durch Einspritzens von frischer Entwicklungsflüssigkeit durchgeführt.

[0057] Unter Bezugnahme auf **Fig. 12**, die ein Zeitdiagramm ist, das die Einspritzzeit der Entwicklungsflüssigkeit zeigt, wobei die horizontale Achse die Zeit wiedergibt und die vertikale Achse den Einspritzzustand und den Zustand der beendeten Einspritzung der Entwicklungsflüssigkeit wiedergibt. Wie es aus dem Zeitdiagramm offensichtlich ist, werden ungefähr 60 Sekunden kontinuierlichem Einspritzens der Entwicklungsflüssigkeit und 5 Sekunden Stillstand des Einspritzens wiederholt und außerdem werden 30 Sekunden Einspritzens und 3 Sekunden Stillstand des Einspritzens wiederholt, wobei in dieser Weise die Einspritzzeit und die Zeit des Einspritzstillstands, wie benötigt, festgesetzt werden, um dadurch das Einspritzen und den Stillstand alternierend zu gewährleisten.

[0058] **Fig. 13** ist eine schematische Ansicht, die eine andere Entwicklungsweise zeigt, das bei der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird und **Fig. 14** ist eine teilvergrößerte Schnittansicht der Oberfläche der Kupferplatte **101**. Die obere Platte **101** ist auf dem Drehteller **210** angeordnet, der sich mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit dreht und die Entwicklungsflüssigkeit wird kontinuierlich aus der Einspritzdüse **211**, die darüber angeordnet ist, eingespritzt und in entgegengesetzter Richtung zu dem Drehteller ist eine Luftdüse **212**

seitlich an dem Drehteller **210** in der Nähe zu und parallel zu der Oberfläche des Drehtellers **210** angeordnet und die Luft wird entlang der Oberfläche der Kupferplatte **101** aus der Luftdüse **212** unter Druck in der Größenordnung von 0–10 kgf/cm² ausgestoßen.

[0059] So dass wie in **Fig. 14** gezeigt, ein Unterdruck an den Öffnungen **104** aufgrund der Saugwirkung der Luft entsteht und die Entwicklungsflüssigkeit und der Entwicklungsrückstand in den Öffnungen **104** wird angesaugt und entfernt. Die Entwicklungsflüssigkeit wird kontinuierlich oder intermittierend aus der Einspritzdüse **211** eingespritzt.

[0060] **Fig. 15** ist eine schematische Ansicht, die noch eine andere Entwicklungsweise zeigt, die bei der vorliegenden Ausführungsform gezeigt wird. Eine Luftdüse **213** ist irgendwo schiefwinklig seitlich der Einspritzdüse **211** für die Entwicklungsflüssigkeit angeordnet.

[0061] So wird Luft direkt in Richtung des Inneren der Öffnungen **104** geblasen und die Entfernung der Entwicklungsflüssigkeit und des Rückstands in den tiefen Öffnungen **104**, aus denen das Herausaugen schwierig ist, kann wirksamer vollbracht werden. Die Entwicklungsflüssigkeit wird kontinuierlich oder intermittierend aus der Einspritzdüse **211** für die Entwicklungsflüssigkeit gespritzt werden.

[0062] **Fig. 16** ist eine schematische Ansicht, die noch eine andere Entwicklungsweise zeigt, die bei der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. Ultraschallvibratoren **214** von zum Beispiel 20 KHz bis 10 MHz mit einer einzelne oder eine Vielzahl von Frequenzenarten sind an der Unterseite des Drehtellers **210** angebracht. Bei einem derartigen Entwicklungsverfahren werden der Drehteller **210** und die Kupferplatte **101** mit einer hohen Geschwindigkeit vibriert, wobei die Zirkulation der Entwicklungsflüssigkeit in den Öffnungen beschleunigt wird und die Entfernung des Rückstands kann wirksam erreicht werden. Die Entwicklungsflüssigkeit wird kontinuierlich oder intermittierend aus der Einspritzdüse **211** für die Entwicklungsflüssigkeit eingespritzt.

[0063] **Fig. 17** ist eine schematische Ansicht, die weiter eine Entwicklungsweise zeigt, das bei der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. Der Drehteller **210** ist so angeordnet, dass er nach unten zeigt und die Kupferplatte **101** ist an ihrer Unterseite mittels einer Befestigung befestigt, nicht gezeigt, und eine Einspritzdüse **215** für die Entwicklungsflüssigkeit ist unten und entgegengesetzt zur Richtung mit dem Drehteller **210** angeordnet.

[0064] Bei einer derartigen Konstruktion sammelt sich die Entwicklungsflüssigkeit, die in die Öffnungen **104** eingespritzt worden ist, nicht in den Öffnungen **104**, kann aber automatisch mit dem Rückstand entfernt werden und die Effizienz der Zirkulation der Entwicklungsflüssigkeit in den Öffnungen **104** wird verbessert. Die Entwicklungsflüssigkeit wird kontinuierlich oder intermittierend aus der Einspritzdüse **215** gespritzt.

[0065] Da bei den oben beschriebenen Ausführungsformen die Entwicklungsweisen, die in den **Fig. 10, 13, 15, 16** und **17** gezeigt werden als einzeln angewendet beschrieben worden sind, kann eine geeignete Kombination von zwei oder drei oder mehr von diesen Verfahren natürlich ausgeführt werden.

[0066] Das Polyimidharz **102** verbleibt in den Teilen, die dem Licht ausgesetzt werden und das Polyimidharz **102** wird aus den Teilen entfernt, die nicht dem Licht beim Entwicklungsverfahren ausgesetzt worden sind, wodurch eine Vielzahl an Öffnungen **104** in dem Polyimidharz **102** (**Fig. 9B**) gebildet wird. Zu dieser Zeit sickert die Entwicklungsflüssigkeit in das Polyimidharz **102**, das sich so ein wenig ausdehnt und der Durchmesser der Öffnungen **104**, die in dem Polyimidharz **102** gebildet werden, wird geringer als das vorbestimmte Muster der Photomaske **103** und die Form der gebildeten Öffnungen **104** ist nicht konstant.

[0067] Dann bevor der Zusammenbruch oder die Änderung der Form des Musters geschieht, wird das Zwischenelement **110** nach dem Entwicklungsschritt in einer erwärmten und Unterdruck-Atmosphäre oder in einer Unterdruck-Atmosphäre für eine vorbestimmte Zeit belassen, um dadurch die Entwicklungsflüssigkeit zu verdampfen, die in das Polyimidharz **102** eingesickert ist. **Fig. 18** zeigt ein Beispiel der Atmosphäre in diesem Fall (ein Fall, indem der Siedepunkt der Entwicklungsflüssigkeit bei 200°C liegt). Die Beendigung der Zeit für die das Zwischenelement in einer derartigen Atmosphäre belassen wird, kann an einem Zeitpunkt, bei dem das Gewicht des Zwischenelements **110** sich kaum ändert, nachdem es sehr durch die Verdampfung der Entwicklungsflüssigkeit abgenommen hat, beurteilt werden. Auch um die Verdampfung der Entwicklungsflüssigkeit zu beschleunigen ist es besser das Zwischenelement **110** in dieser Atmosphäre zu belassen, während die Behandlung des Verdampfens durchgeführt wird. Falls das Zwischenelement in einer derartigen Atmosphäre belassen wird, wird die Entwicklungsflüssigkeit, die in das Polyimidharz **102** eingesickert ist, entfernt, um dadurch eine Vielzahl an Öffnungen **104** zu bilden, die die Form eines einheitlichen Musters aufweisen, das keinen Kegel gebildet hat. (**Fig. 9C**).

[0068] Demgemäß steigt die Erwärmungstemperatur auf 200–400°C um dadurch das Polyimidharz **102** zu härten, wonach die Kupferplatte **101** in eine Ätzlösung getaucht wird, um dadurch das Ätzen auf der Kupferplatte **101** zu veranlassen und die Teile der Kupferplatte **101** durch Ätzen zu entfernen, die nahe der Öffnungen **104** sind, um dadurch auf der Kupferplatte **101** Vertiefungen **105** zu bilden, die mit den Öffnungen **104** (**Fig. 9D**) in Verbindung stehen. Es ist zu verstehen, dass der Durchmesser der Vertiefungen **105** zu dieser Zeit größer als der Durchmesser der Öffnungen **104** und geringer als die Hälfte der Entfernung zum äußeren Umfang der aneinanderliegenden Öffnung **104** ist. Bei der Größe der Vertiefungen **105**, die so kontrolliert werden, kann hier ein elektrischer Verbindungskörper hergestellt werden, bei dem aneinanderliegende elektrisch leitenden

de Elemente nicht leiten und darüber hinaus die elektrischen leitenden Elemente nicht auseinander gleiten.

[0069] Bei der oben beschriebenen Ausführungsform, falls die Entwicklungsflüssigkeit entfernt wird, die in das Polyimidharz **102** eingesickert ist, wird das Zwischenelement **110** in einer erwärmten und Unterdruck-Atmosphäre belassen, aber alternativ kann das Zwischenelement in einer Unterdruckatmosphäre belassen werden. Beispiele der Atmosphäre in einem derartigen Fall (einem Fall, indem der Siedepunkt der Entwicklungsflüssigkeit 200°C beträgt) werden in den **Fig. 19** und **20** gezeigt. **Fig. 19** gibt ein Beispiel der normalen Temperatur und Unterdruck-Atmosphäre wieder und **Fig. 20** gibt ein Beispiel einer erwärmten und erhöhten Druckatmosphäre wieder. In jedem Fall wie bei der zuvor erwähnten Ausführungsform, kann hier eine Vielzahl an Öffnungen **104** ein einheitliches Muster bilden. Bei der vorliegenden Erfindung bedeutet "Unterdruck" einen Druck unter dem atmosphärischen Druck.

[0070] Eine Beschreibung wird nun über den Plattierschritt gemäß der erfindungsgemäßen Ausführungsform gemacht. Gold wird in Öffnungen durch Elektroplattieren, um dadurch Goldvorsprünge zu bilden, wachsen gelassen, die mittels Photoresist auf einem vorbestimmten Muster gebildet sind. Um ein Plattierexperiment reproduzierbar zu machen, wird eine sich drehende Scheibenelektrode (R. D. E. = rotatable disk electrode) als Elektrode verwendet. Die Reynolds-Zahl (N_{Re}) des Flüssigkeitsflusses wird in diesem Fall durch die folgende Formel (1) wiedergegeben:

$$NRE = \Omega \gamma^2 / \eta, \quad (1)$$

wiedergegen, wobei Ω die Anzahl der Umdrehungen, γ der Drehradius und η der Koeffizient der kinematischen Viskosität ist.

[0071] Um die Fließbedingung einheitlich zu gestalten, werden Goldvorsprünge an Orten von 8 mm vom Zentrum der rotierenden Welle gebildet und Goldplattierflüssigkeit der Sulfitlinie wird als Goldplattierflüssigkeit verwendet.

[0072] Die Form der Goldvorsprünge, die so gebildet werden, wird mittels eines Elektronenmikroskops vom Abtasttyp beobachtet. Die **Fig. 21A–21C** sind Schnittansichten, die die Form eines gebildeten Goldvorsprungs zeigen. Bei **Fig. 21** bezeichnet das Bezugszeichen **102** den Photoresist, der als Halteelement dient und eine Öffnung **104**, die Gold-plattiert wird, wird mittels des Photoresists **102** eines vorbestimmten Musters zur Verfügung gestellt und ein Goldvorsprung **106** wird an der Öffnung **104** gebildet. d bezeichnet den Durchmesser der Öffnung **104**.

[0073] Die Form des gebildeten Goldvorsprungs kann in drei Arten eingeteilt werden, wie in **Fig. 21** gezeigt. **Fig. 21A** zeigt eine ideale Form, die eine nach oben gerichtete konvexe Form zeigt und auf eine derartige Form wird hierin später als A bezug genommen. **Fig. 21B** zeigt eine schlechte Form, die eine Vertiefung aufweist, die in dem zentralen Teil des Vorsprungs gebildet ist und auf eine derartige Form wird hierin später als B bezug genommen. **Fig. 21C** zeigt eine schlechte Gestalt, die eine seitliche Ausdehnung aufweist, die zu dem Randteil des Vorsprungs gebildet wird und auf eine derartige Form wird hierin im späteren als C bezug genommen. Eine Beschreibung wird nun speziell für ein Experimentbeispiel gemacht, bei dem die Goldvorsprünge **106** unter geänderten Bedingungen des Elektroplattierens gebildet wurden.

[Reynoldszahl, Durchmesser der Öffnungen, Stromdichte und die Form der Goldvorsprünge]

[0074] Der Photoresist wurde gemustert, so dass der Durchmesser d der Öffnungen **104** 10 μm , 15 μm , 30 μm , 50 μm , 80 μm und 100 μm sein kann und Goldvorsprünge **106** wurden in bezug auf die Öffnungen **104** mit der Reynoldszahl (N_{Re}) der Plattierflüssigkeit von 0, 10, 30, 50, 100 und 200 gebildet. 30 ppm an T1 wurden zu der Plattierflüssigkeit hinzugefügt und ein Betrag der Elektrizität von 25 C/cm² wurde mit der Stromdichte von 4 mA/cm² übertragen. Die gebildeten Goldvorsprünge **106** wurden mittels eines Elektronen- Mikroskops vom Abtasttyp beobachtet. Das Ergebnis dieser Beobachtung wird in Tabelle 1 unten gezeigt.

Tabelle 1

		Reynoldszahl (N_{Re})						
		0	10	30	50	100	200	450
Durch- messer d (μm) von Öffnu- ngen 10	200	C	C	B	B	B	B	B
	150	C	C	B	A	A	A	A
	100	C	C	B	A	A	A	A
	80	C	C	B	A	A	A	A
	50	C	C	B	A	A	A	A
	30	C	C	B	A	A	A	A
	15	C	B	A	A	A	A	A
	10	C	B	A	A	A	A	A

[0075] Falls die Reynoldszahl (N_{Re}) **30** beträgt, wird eine schlechte Form gebildet, falls der Durchmesser d der Öffnungen **104 30 μm** oder größer ist. Auf der anderen Seite, falls N_{Re} ein laminarer Fluß von 50 bis 450 ist, wird eine Form zur Verfügung gestellt, die in jedem Punkt ideal ist.

[0076] In Tabelle 1 ist die Stromdichte konstant bei 4 mA/cm^2 , aber als nächstes wurde ein Experiment ähnlich zu Tabelle 1 mit der Stromdichte ausgeführt, die bis zu 1 mA/cm^2 , 2 mA/cm^2 , 3 mA/cm^2 , 4 mA/cm^2 , 5 mA/cm^2 , 6 mA/cm^2 und 8 mA/cm^2 variiert. Das Ergebnis der Beobachtung in diesem Fall wird in Tabelle 2 unten gezeigt.

Tabelle 2

Stromdichte (mA/cm^2)						
1	2	3	4	5	6	8
A	A	A	A	A	B	C

[0077] Falls die Stromdichte 6 mA/cm^2 oder größer ist, wird die Form vom Typ A Null in allen Bereichen der Reynoldszahl 0 bis 450 und der Durchmesser der Öffnungen von $10 \mu\text{m}$ bis $200 \mu\text{m}$ in Tabelle 1 und die schlechten Formen der Typen B und C werden gebildet. Demgemäß kann aus Tabelle 1 und 2 gesehen werden, dass es bevorzugt ist, dass der Durchmesser d der Öffnungen gleich zu oder größer als $10 \mu\text{m}$ und gleich zu oder weniger als $150 \mu\text{m}$ ist, wobei die Reynoldszahl N_{Re} der Plattierflüssigkeit ein laminarer Fluß gleich zu oder größer als 50 und gleich zu oder weniger als 450 und die Stromdichte gleich zu oder größer als 1 mA/cm^2 und gleich zu oder weniger als 5 mA/cm^2 ist.

[Additiv und Form der Goldvorsprünge]

[0078] Unter den Bedingungen zum Erhalten der guten Form der Goldvorsprünge aus den Ergebnissen, die in den Tabellen 1 und 2 oben gezeigt werden, das heißt die Bedingungen, dass der Durchmesser d der Öffnungen gleich zu oder größer als $10 \mu\text{m}$ und gleich zu oder weniger als $150 \mu\text{m}$, die Reynoldszahl N_{Re} der Plattierflüssigkeit ist ein laminarer Fluß gleich zu oder größer als 50 und gleich zu oder weniger als 450 und die Stromdichte gleich zu oder größer als 1 mA/cm^2 und gleich zu oder weniger als 5 mA/cm^2 ist, wurden weitere Experimente unter dem Einfluß an einem Additiv, das zu der Plattierflüssigkeit hinzugefügt wurde, ausgeführt.

[0079] Unter den zuvor beschriebenen Bedingungen zum Erhalten der guten Form der Goldvorsprünge, der Menge an T1, das zu der Plattierflüssigkeit hinzugefügt wurde, wurde variiert auf 0 ppm, 10 ppm, 30 ppm, 60 ppm, 90 ppm, 100 ppm, 500 ppm und 1000 ppm, um dadurch Goldvorsprünge zu bilden. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3 unten gezeigt.

Tabelle 3

Menge an hinzugefügtem T1 (ppm)							
0	10	30	60	90	100	500	1000
C	C	A	A	A	A	B	B

[0080] Aus der Tabelle oben kann gesehen werden, dass falls der Durchmesser d der Öffnungen gleich zu oder größer als $10\ \mu\text{m}$ und gleich zu oder weniger als $150\ \mu\text{m}$ und die Reynoldszahl N_{Re} der Plattierflüssigkeit ein laminarer Fluß ist, der gleich zu oder größer als 50 und gleich zu oder weniger als 450 und die Stromdichte gleich zu oder größer als $1\ \text{mA}/\text{cm}^2$ ist und gleich zu oder weniger als $5\ \text{mA}/\text{cm}^2$ ist, wobei die gute Form der Goldvorsprünge erhalten wird, wenn 30 ppm bis 100 ppm an T1 zu der Plattierflüssigkeit hinzugefügt wird.

[0081] Des Weiteren wurden ähnliche Experimente mit As ausgeführt, das als ein Additiv anstelle von T1 verwendet wird. Das Ergebnis wird in Tabelle 4 unten gezeigt.

Tabelle 4

Menge an hinzugefügtem As (ppm)							
0	10	30	60	90	100	500	1000
C	B	A	A	A	A	A	B

[0082] Aus Tabelle 4 oben kann gesehen werden, dass falls der Durchmesser d der Öffnungen gleich zu oder größer als $10\ \mu\text{m}$ und gleich zu oder weniger als $150\ \mu\text{m}$ ist und die Reynoldszahl N_{Re} der Plattierflüssigkeit ein laminarer Fluß ist, der gleich zu oder größer als 50 und gleich zu oder weniger als 450 und die Stromdichte gleich zu oder größer als $1\ \text{mA}/\text{cm}^2$ und gleich zu oder weniger als $5\ \text{mA}/\text{cm}^2$ ist, wobei die gute Form der Goldvorsprünge erhalten wird, wenn 30 ppm bis 100 ppm an T1 zu der Plattierflüssigkeit hinzugefügt wird.

[0083] Die Beschreibung wird jetzt auf einer anderen Weise des Plattierschritts gemacht, der einen Goldvorsprünge **106** von guter Form realisiert, insbesondere die Einheitlichkeit des Betrags des Vorsprungs. Bei dem Plattierschritt wird die Temperatur der Plattierflüssigkeit auf Raumtemperatur ($0\text{--}40^\circ\text{C}$) gehalten und die Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit und die Stromdichte werden in Übereinstimmung mit dem Wachstums der Plattierung variiert. Nicht alle diese Bedingungen müssen befriedigt werden, hängen aber von der Anzahl und dem Anordnungsmuster der elektrisch leitenden Elemente in einem elektrischen Verbindungskörper ab, der hergestellt werden soll, wobei die Vereinheitlichung von dem Betrag des Vorsprungs von den elektrisch leitenden Elementen mittels einer einzigen Bedingung oder einer Kombination von einigen Bedingungen realisiert werden kann.

[0084] Die Beschreibung wird nun von Beispielen gemacht, bei denen die elektrischen Verbindungskörper mit elektrisch leitende Elementen versehen werden, die verschiedene Anordnungsmuster bilden, wurden mittels des Gebrauchs eines Herstellungsverfahrens der vorliegenden Ausführungsform und einem Herstellungsverfahren des Standes der Technik hergestellt.

[0085] (1) Der Fall, indem die elektrisch leitenden Elemente ein Muster von fünf oder mehr Reihen bilden
Herstellungsbedingungen: Die gleichen Bedingungen für sowohl die vorliegende Ausführungsform als auch den Stand der Technik

Der Durchmesser der Vertiefungen **105**: $22\ \mu\text{m}$,

die Tiefe der Vertiefungen **105**: $5\ \mu\text{m}$,

der Durchmesser der Öffnungen **104**: $15\ \mu\text{m}$,

die Tiefe der Öffnungen **104** (die Dicke des Polyimidharzes **102**): $9\ \mu\text{m}$,

der Abstand der aneinanderliegenden Öffnungen **104**: $55\ \mu\text{m}$

(Stand der Technik Beispiel)

Plattierflüssigkeit; Neutronex 210N hergestellt von EEJA

Plattierbedingungen:

Temperatur der Plattierflüssigkeit: 65°C , Stromdichte: $0,4\ \text{A}/\text{dm}^2$, Plattierzeit: 90 Minuten, Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit: $7\ \text{m}/\text{min}$. (konstant) (Vorliegende Ausführungsform) Plattierflüssigkeit: Neutronex 210N hergestellt von EEJA

Plattierbedingungen:

Temperatur der Plattierflüssigkeit: 23°C , Stromdichte: $0,4\ \text{A}/\text{dm}^2$, Plattierzeit: 90 Minuten, Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit: $7\ \text{m}/\text{min}$. (konstant)

[0086] Die Draufsicht-Formen der elektrisch leitenden Elemente in dem Beispiel nach dem Stand der Technik und der vorliegenden Ausführungsform des Falls (1) werden schematisch jeweils in den **Fig. 22** und **23** ge-

zeigt. In dem Beispiel nach dem Stand der Technik unterscheidet sich der Betrag des Vorsprungs der elektrisch leitenden Elemente zwischen dem zentralen Teil und dem Randteil, wobei bei der vorliegenden Ausführungsform in **Fig. 23** die elektrisch leitenden Elemente einheitlich im Betrag des Vorsprungs sind, der über die gesamte Fläche gebildet wird. Ähnlich diesem kann ein Muster von fünf oder mehr Reihen, ein einheitlicher Betrag der Plattierabscheidung von Gold einfach erreicht werden, indem die Temperatur der Plattierflüssigkeit eingestellt wird.

[0087] (2) Ein Fall, indem die elektrisch leitenden Elemente ein Muster von drei oder weniger Reihen bilden
Herstellungsbedingungen: Die gleichen Bedingungen für sowohl die vorliegende Ausführungsform als auch den Stand der Technik

Der Durchmesser der Vertiefungen **105**: 22 μm ,

die Tiefe der Öffnungen **105**: 5 μm ,

der Durchmesser der Öffnungen **104**: 15 μm ,

die Tiefe der Öffnungen **104** (die Dicke des Polyimidharzes): 9 μm ,

der Abstand der aneinanderliegenden Öffnungen **104**: 40 μm

(Stand der Technik Beispiel)

Plattierflüssigkeit; Neutronex 210N hergestellt von EEJA

Plattierbedingungen:

Temperatur der Plattierflüssigkeit: 65°C, Stromdichte: 0,4 A/dm², Plattierzeit: 90 Minuten, Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit: 7 m/min. (konstant) (Vorliegende Ausführungsform) Plattierflüssigkeit: Neutronex 210N hergestellt von EEJA

Plattierbedingungen:

Temperatur der Plattierflüssigkeit: 23°C, Stromdichte: 0,4 A/dm², Plattierzeit: 90 Minuten, Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit: 3 m/min. (während der ersten Hälfte 45 min) 0,6 m/min (während der zweiten Hälfte 45 min).

[0088] Die Draufsicht-Formen der elektrisch leitenden Elemente in dem Beispiel nach dem Stand der Technik und der vorliegenden Ausführungsform des Falls (2) werden schematisch jeweils in den **Fig. 24** und **25** gezeigt. In dem Beispiel nach dem Stand der Technik in **Fig. 24** werden wenige der elektrisch leitenden Elemente gebildet, wobei bei der vorliegenden Ausführungsform in **Fig. 25** die elektrisch leitenden Elemente einheitlich im Betrag des Vorsprungs sind, der über die gesamte Fläche gebildet wird. Ähnlich diesem kann ein Muster von drei oder weniger Reihen, wobei ein einheitlicher Betrag der Plattierabscheidung von Gold erreicht werden kann, indem die Temperatur der Plattierflüssigkeit und die Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit eingestellt wird.

[0089] (3) Fall indem vier elektrisch leitende Elemente eine rautenförmige Anordnung eines Musters (**Fig. 6**) bilden

Herstellungsbedingungen: Die gleichen Bedingungen für sowohl die vorliegende Ausführungsform als auch für das Beispiel nach dem Stand der Technik

Der Durchmesser der Vertiefungen **105**: 22 μm ,

die Tiefe der Öffnungen **105**: 5 μm ,

der Durchmesser der Öffnungen **104**: 15 μm ,

die Tiefe der Öffnungen **104** (die Dicke des Polyimidharzes **102**): 9 μm ,

der Abstand der nebeneinanderliegenden Öffnungen **104**: 40 μm

(Stand der Technik Beispiel)

Plattierflüssigkeit: Neutronex 210N hergestellt von EEJA

Plattierbedingungen:

Temperatur der Plattierflüssigkeit: 65°C, Stromdichte: 0,4 A/dm², Plattierzeit: 90 Minuten, Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit: 7 m/min. (konstant) (Vorliegende Ausführungsform) Plattierflüssigkeit: Neutronex 210N hergestellt von EEJA

(während der ersten Hälfte 45 Minuten), „Fine Form“ (gute Qualität) hergestellt von EEJA (während der zweiten Hälfte 60 Minuten)

Plattierbedingungen:

Temperatur der Plattierflüssigkeit: 23°C, Stromdichte: 0,4 A/dm² (während der ersten Hälfte 45 Minuten), 0,6 A/dm² (während der ersten Hälfte 60 Minuten) Plattierzeit: 105 Minuten, Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit: 3 m/min. (während der ersten Hälfte 45 min) 0 m/min (während der zweiten Hälfte 60 min).

[0090] Die Draufsicht-Formen der elektrisch leitenden Elemente in dem Beispiel nach dem Stand der Technik und der vorliegenden Ausführungsform des Falls (3) werden jeweils in den **Fig. 26** und **27** gezeigt. In dem Beispiel nach dem Stand der Technik in **Fig. 26** unterscheidet sich jedes der zwei elektrisch leitenden Elemente, wobei jedes verschieden im Betrag des Vorsprungs ist, während bei der vorliegenden Ausführungsform in **Fig. 27** alle vier elektrisch leitenden Elemente einheitlich im Betrag des Vorsprungs sind. Ähnlich zu diesem kann bei einem Muster von wenigen Elementen eine einheitliche Höhe der Plattierabscheidung von Gold erreicht werden, indem die Art der Plattierflüssigkeit, die Temperatur der Plattierflüssigkeit, die Fließgeschwin-

digkeit und die Stromdichte eingestellt werden. Auch bei der vorliegenden Ausführungsform betrug die Temperatur der Plattierflüssigkeit 23°C, aber ein ähnlicher Effekt wurde erhalten, wenn die Temperatur der Plattierflüssigkeit 0°C bis 40°C betrug.

[0091] Des weiteren bei dem Fall eines Musters, das sieben elektrisch leitende Elemente (**Fig. 7**) aufweist, wobei die Höhe des Vorsprungs der sieben elektrisch leitenden Elemente einheitlich gemacht werden konnte, indem eine ähnliche Einstellung beim Herstellungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform verwendet wurde.

[0092] Demgemäß sind die Öffnungen **104** und Vertiefungen **105** mit Gold **106** mittels Elektroplattierens gefüllt (**Fig. 9**). Zum Beispiel bei der Verwendung der Vorrichtung aus **Fig. 3**, werden die Vertiefungen **105** und Öffnungen **104** mit Gold **106** gefüllt bis sich Erhebungen bilden. Schließlich wird die Kupferplatte **101** aufgelöst und unter Verwendung der Ätzflüssigkeit entfernt, die das Kupfer ätzt, aber nicht Gold und Polyimidharz ätzt, wodurch ein elektrischer Verbindungskörper **31** (**Fig. 2E**) hergestellt wird. Bei dem elektrischen Verbindungskörper **31**, der in dieser Weise hergestellt wurde, bildet das Gold **106** die elektrisch leitenden Elemente **34** (**Fig. 2E**) und das Polyimidharz **102** bildet das Halteelement **35** (**Fig. 2E**).

[0093] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird das Polyimidharz als lichtempfindliches Harz verwendet, das das Halteelement zur Verfügung stellt, aber Gebrauch kann auch von jedem anderen lichtempfindlichen Harz gemacht werden, wie Epoxyharz oder Siliconharz. Des weiteren wird die Kupferplatte **101** als Basiskörper verwendet, wobei dies nicht beschränkt ist, aber auch ein anderes Metall oder eine Legierung kann auch verwendet werden. Jedoch, da bei dem Endschrift nur der Basiskörper selektiv durch Ätzen entfernt wird, ist es notwendig das Material der elektrisch leitenden Elemente **34** und das Material des Basiskörpers von jedem anderen verschieden zu machen.

[0094] Auch bei der vorliegenden Erfindung wird lichtempfindliches Harz wie Polyimidharz als Halteelement verwendet, wobei dies nicht darauf beschränkt ist, aber es kann jedes lichtempfindliche Harz verwendet werden. Auch ein oder mehrere anorganische Materialien, Metallmaterialien und Materialien aus Legierungen in einer gewünschten Form aus Pulver, Faser, einem Platten-ähnlichen Körper, einem Stabähnlichen Körper, einem Kugelkörper oder ähnlichem kann in einem lichtempfindlichen Harz dispergiert werden und enthalten sein. Als Metallmaterial und Metall aus einer Legierung, die enthalten sein kann, kann Au, Ag, Cu, Al, Be, Ca, Mg, Mo, Fe, Ni, Co, Mn, W, Cr, Nb, Zr, Ti, Ta, Zn, Sn, Pb-Sn erwähnt werden, und als anorganische Materialien, die enthalten sind, können Keramiken wie SiO₂, B₂O₃, Al₂O₃, Na₂O, K₂O, CaO, ZnO, BaO, PbO, Sb₂O₃, As₂O₃, La₂O₃, ZrO₂, P₂O₅, TiO₂, MgO, SiC, BeO, BP, BN, AlN, B₄C, TaC, TiB₂, CrB₂, TiN, Si₃N₄ und Ta₂O₅, Diamant, Glas, Kohle, Bor etc. erwähnt werden.

[0095] Des weiteren wird Gold als Material für die elektrisch leitenden Elemente (**106**) verwendet, aber anstelle von Gold kann auch eine metallisch einfache Substanz wie, Cu, Ag, Be, Ca, Mg, Mo, Ni, W, Fe, Ti, In, Ta, Zn, Al, Sn oder Pb-Sn oder eine Legierung von diesen. Die Querschnitts-Form der elektrisch leitenden Elemente (**106**) kann kreisförmig, quadratisch oder von anderer Form sein, aber um eine übermäßige Konzentration an Belastung zu vermeiden, sind runde Formen erwünscht.

[0096] Die elektrisch leitenden Elemente **106** brauchen nicht senkrecht auf dem Halteelement angeordnet werden, können aber schief von einer Oberflächenseite des Halteelements auf die andere Oberflächenseite des Halteelements stehen.

[0097] Wie oben beschrieben kann das Herstellungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform die Zirkulation der Entwicklungsflüssigkeit in den Öffnungen beschleunigen und wirksam den Rückstand in den Öffnungen entfernen und so kann die Form der Öffnungen vereinheitlicht werden und die exponierte Form der Oberfläche des Basiskörpers, der über die Öffnungen exponiert ist und kann so die Vereinheitlichung der Form der Vertiefungen, die in dem Basiskörper gebildet sind und weiter die Form der elektrisch leitenden Elemente erreichen, wodurch ausgezeichnete Wirkungen wie die Stabilisierung der Eigenschaft einer verbesserten Ausbeute des Produkts zu erreichen.

[0098] Wie im Detail oben beschrieben, läßt das Herstellungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform das Zwischenelement nach dem Entwicklungsschritt in einer erwärmten Atmosphäre und einer Unterdruckatmosphäre oder in einer Unterdruckatmosphäre für eine vorbestimmte Zeit und erwärmt und härtet nach der Entfernung durch Verdampfung der Entwicklungsflüssigkeit, die in das lichtempfindliche Harz eingedrungen ist und kann daher eine Anzahl von Öffnungen bilden, wobei jede eine vorbestimmte Form in dem lichtempfindlichen Harz bildet, um so einen elektrischen Verbindungskörper herzustellen, bei dem die Form aller elektrisch leitenden Elemente einheitlich ist. Als Ergebnis erreicht das Herstellungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform eine ausgezeichnete Wirkungen, wie die Fähigkeit der Herstellung eines elektrischen Verbindungskörpers, der elektrisch leitende Elemente aufweist, die darin mit einer hohen Dichte zur Verfügung gestellt werden und die Möglichkeit von einer Verbindung von Teilen eines Stromkreises mit hoher Dichte.

[0099] Wie oben bei dem Bildungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform des Goldvorsprungs beschrieben, kann eine schlechte Form vermieden werden, die aus einer Vertiefung in dem zentralen Teil von jedem Vorsprung oder der seitlichen Ausdehnung auf den Randteil zu von jedem Vorsprung resultiert und daher können hier Goldvorsprünge von einer sehr guten Form gebildet werden.

[0100] Wie oben im Detail beim Herstellungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform beschrieben, werden die Temperatur der Plattierflüssigkeit, die Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit und die Stromdichte bei dem Elektroplattierschritt eingestellt und daher kann hier ein elektrischer Verbindungskörper hergestellt werden, bei dem der Einfluß der Stromdichteverteilung verhindert wird und das eine Vielzahl an elektrisch leitenden Elementen aufweist, die den gleichen Betrag des Vorsprungs aufweisen, die über die gesamte Fläche zur Verfügung gestellt werden und als ein Ergebnis kann hier eine ausgezeichnete Wirkung, wie die Fähigkeit von einer großen Verbesserung der Herstellungseffizienz, erreicht werden.

[0101] So dass erfindungsgemäß ein elektrischer Verbindungskörper zur Verfügung gestellt wird, der in der Lage ist, Teile des Stromkreises gut miteinander zusammen zu verbinden und ein Verfahren zur Herstellung derselben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Verbindungskörpers, der ein Halteelement, das aus einem elektrisch isoliertem Material gebildet ist und eine Vielzahl an elektrisch leitenden Elementen aufweist, die in einem gegenseitig isoliertem Zustand in diesem Halteelement zur Verfügung gestellt werden, wobei ein Ende von jedem dieser elektrisch leitenden Elemente auf einer Oberfläche des Halteelements exponiert ist und das andere Ende von jedem dieser elektrisch leitenden Elemente auf der anderen Oberfläche des Halteelements exponiert ist, wobei dieses Verfahren die folgenden Schritte einschließt:

- a) zur Verfügung stellen eines lichtempfindlichen Harzes (**102**), das dieses Halteelement auf einem Basiskörper (**101**) zur Verfügung stellt;
- b) Bestrahlen dieses lichtempfindliche Harz durch eine Photomaske mit Licht, wobei ein vorbestimmtes Muster gebildet wird, um dadurch diese lichtempfindliche Harz dem Licht auszusetzen;
- c) Entwickeln des lichtempfindlichen Harzes mit einer Entwicklungsflüssigkeit, um eine Vielzahl von Öffnungen (**104**) in diesem lichtempfindlichen Harz zu bilden, wodurch dieser Basiskörper belichtet wird, um so ein Zwischenelement (**110**) zu bilden;
- d) Belassen dieses Zwischenelements, das dieses lichtempfindliche Harz aufweist, über das dieser Basiskörper in
 - einer erwärmten Atmosphäre und einer Atmosphäre mit Unterdruck für eine vorbestimmte Zeit, oder
 - in einer Atmosphäre mit Unterdruck für eine vorbestimmte Zeit, belichtet worden ist, um dadurch die Entwicklungsflüssigkeit zu verdampfen, die in dieses lichtempfindliche Harz eingedrungen ist, bis das Gewicht von diesem Zwischenelement sich kaum noch nach dem Verdampfen von der Entwicklungsflüssigkeit ändert;
- e) Härten des lichtempfindlichen Harzes;
- f) Ätzen der belichteten Teile von diesem Basiskörper, um dadurch die Vertiefungen (**105**) zu bilden, die mit diesen Öffnungen in Verbindung stehen;
- g) Füllen dieser Öffnungen und Vertiefungen mit einem elektrisch leitenden Material (**106**), was die elektrisch leitenden Elemente zur Verfügung stellt; und
- h) Entfernen der verbleibenden Teile von dem Basiskörper.

2. Verfahren nach Anspruch 1, worin die elektrisch leitenden Elemente elektrische Verbindungsteile bilden, um mit den Verbindungsteilen der Teile eines elektrischen Kreises verbunden zu werden und die Verbindungsteile und elektrischen Verbindungsteile metallurgisch miteinander verbunden sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1, worin ein Verdrahtungs-Muster auf einem oder jeder der Oberflächen von diesem Halteelement gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, worin der Schritt des Füllens der Öffnungen und Vertiefungen mit dem elektrisch leitenden Material der Schritt des Elektroplattierens dieses elektrisch leitenden Materials mit dem Durchmesser von diesen Öffnungen gleich oder größer als 10 μm und gleich oder weniger als 150 μm ist, die Reynoldszahl des Flüssigflusses, die der Plattierflüssigkeit zu eigen ist, ein laminarer Fluß gleich oder größer als 50 und gleich oder weniger als 450 ist, und die Stromdichte, die zwischen zwei Elektroden übertragen wird, gleich oder größer als 1 mA/cm^2 und gleich oder weniger als 5 mA/cm^2 ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, worin der Schritt des Füllens dieser Öffnungen und Vertiefungen mit dem elektrisch leitenden Material der Schritt des Elektroplattierens des elektrisch leitenden Materials mittels der Verwendung der Plattierflüssigkeit ist, die 30 ppm bis 100 ppm an T1 oder 30 ppm bis 500 ppm an As aufweist, das als Additiv dazu hinzugefügt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, worin der Schritt des Füllens dieser Öffnungen und Vertiefungen mit dem

elektrisch leitenden Material ein Schritt ist, der zumindest eine Bedingung erfüllt, dass die Plattierflüssigkeit bei 0°C bis 40°C sein soll, die Bedingung, dass die Fließgeschwindigkeit der Plattierflüssigkeit in Übereinstimmung mit dem Wachstum von dem elektrisch leitenden Material durch die Plattierflüssigkeit variabel gemacht werden soll; und die Bedingung, dass die Stromdichte der Plattierflüssigkeit in Übereinstimmung mit dem Wachstum von diesem elektrisch leitenden Material durch das Plattieren variabel gemacht werden soll.

7. Verfahren nach Anspruch 1, worin Schritt c) und Schritt d) umfaßt:
intermittierendes Injizieren der Entwicklungsflüssigkeit auf die Oberfläche von dem lichtempfindlichen Harz, während das lichtempfindliche Harz dreht und/oder kreist, um dadurch eine Vielzahl von Öffnungen zu bilden, durch die die Oberfläche von dem Basiskörper belichtet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, worin Schritt c) und Schritt d) umfaßt:
Injizieren der Entwicklungsflüssigkeit und von Gas auf die Oberfläche von dem lichtempfindlichen Harz gleichzeitig oder alternierend, um dadurch eine Vielzahl an Öffnungen zu bilden, durch die die Oberfläche von dem Basiskörper belichtet wird.

9. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin Schritt c) und Schritt d) umfaßt:
Ausbreiten einer Ultraschallwelle durch das lichtempfindliche Harz, während Entwicklungsflüssigkeit auf die Oberfläche von dem lichtempfindlichen Harz injiziert wird, um dadurch eine Vielzahl von Öffnungen zu bilden, durch die die Oberfläche von dem Basiskörper belichtet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, worin die Ultraschallwelle gleich oder größer als 20 kHz und gleich oder weniger als 10 MHz ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9, worin die Oberfläche des belichteten lichtempfindlichen Harzes nach unten zeigt und die Entwicklungsflüssigkeit von unten in das lichtempfindliche Harz injiziert wird.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

FIG.1A

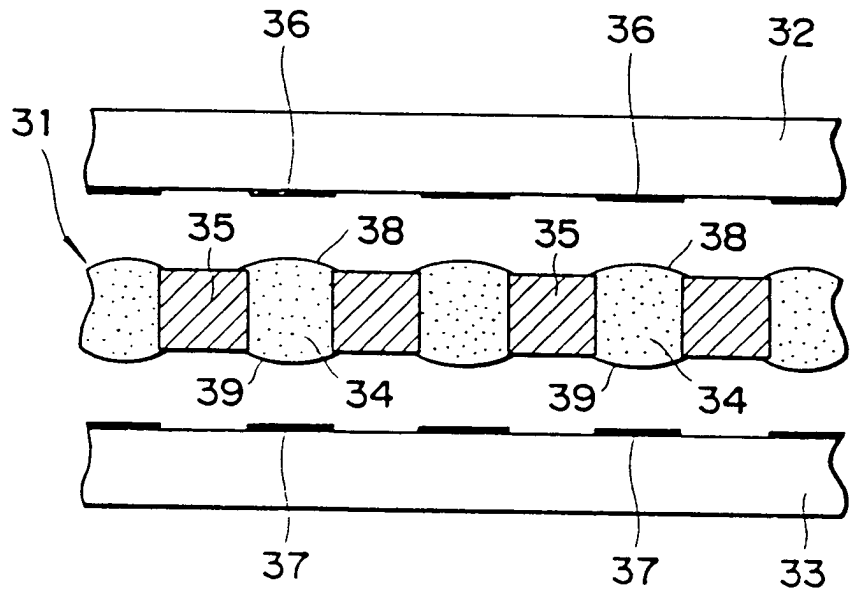
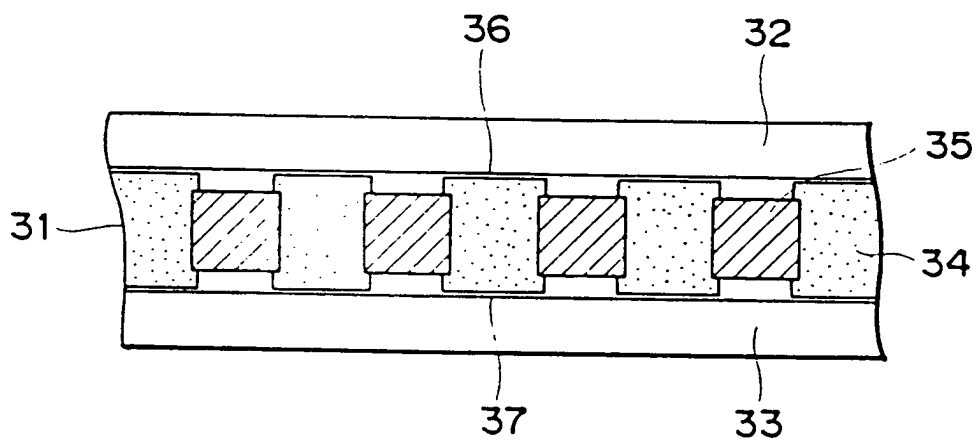


FIG.1B



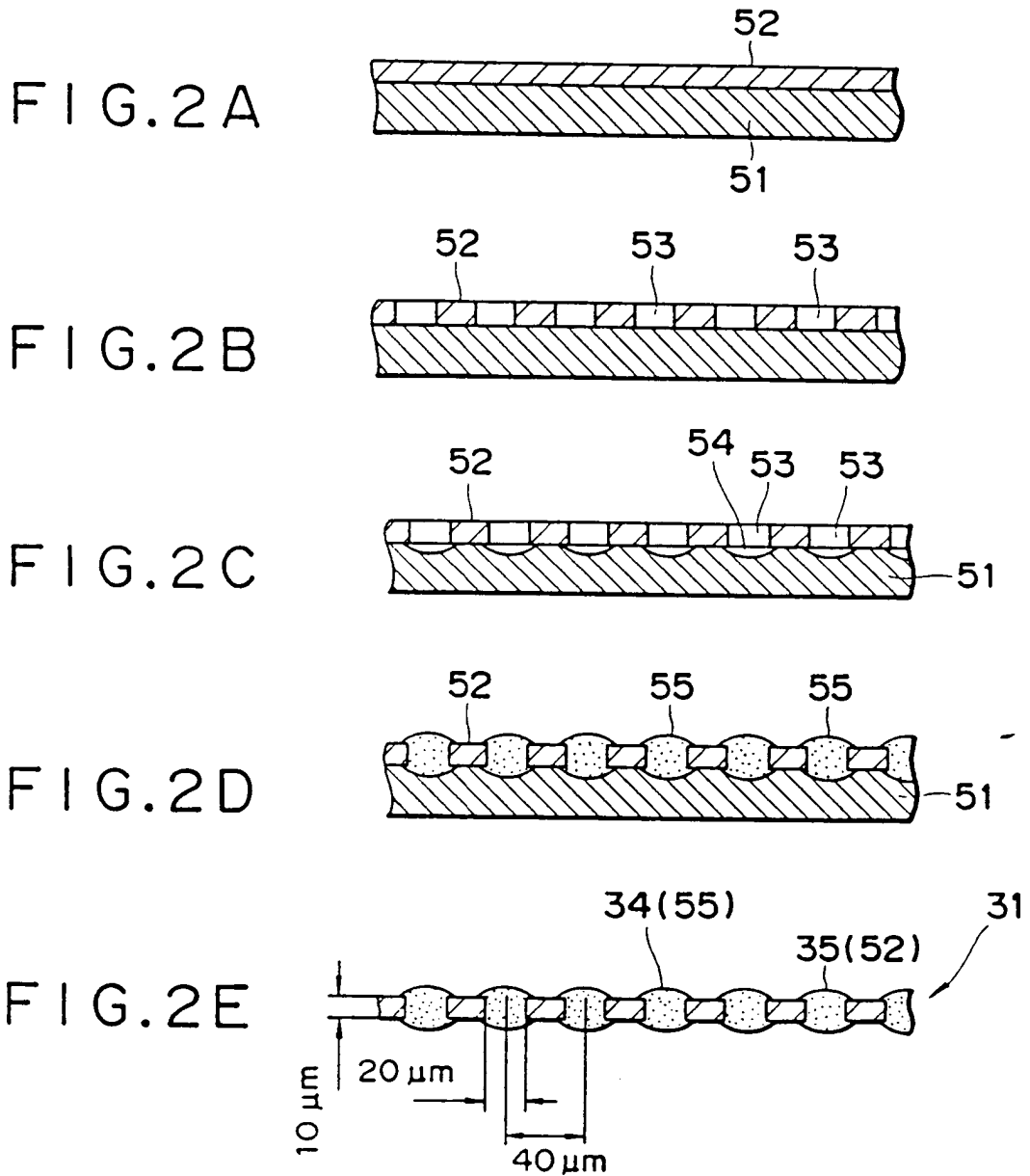


FIG.3

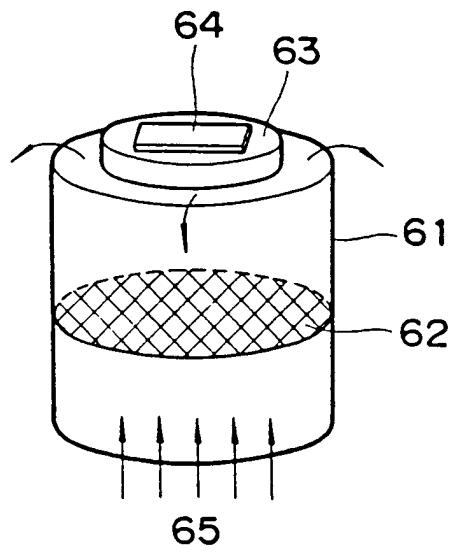


FIG.4

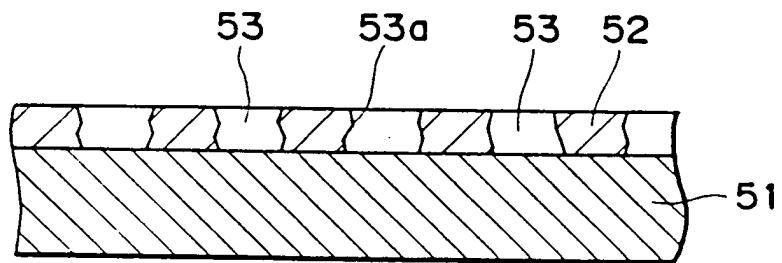


FIG.5A

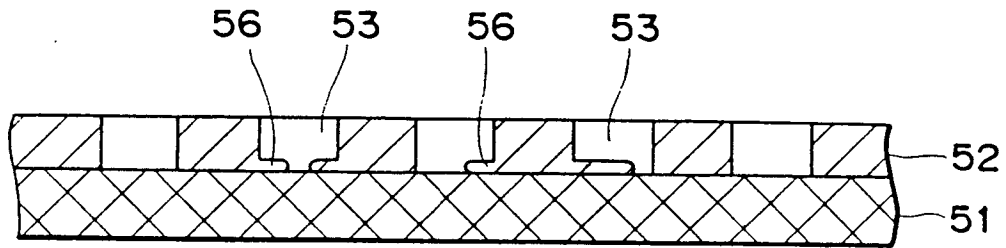


FIG.5B

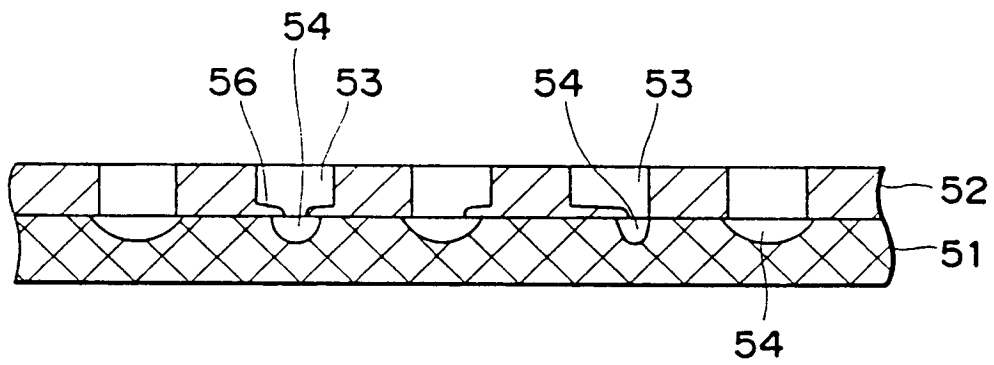


FIG.5C

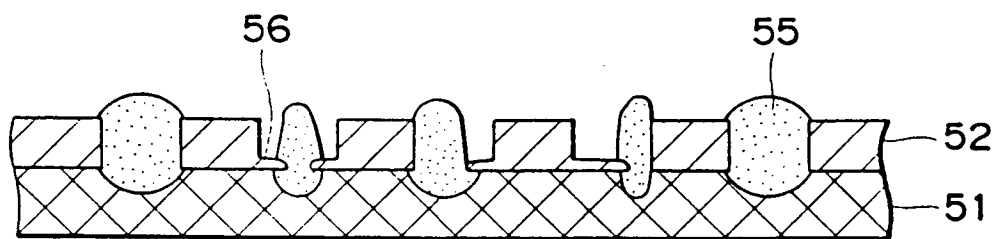


FIG.6

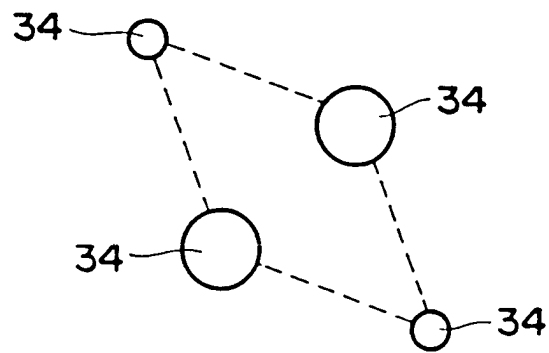


FIG.7

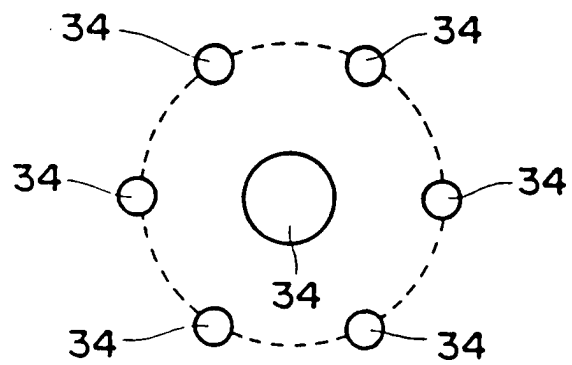
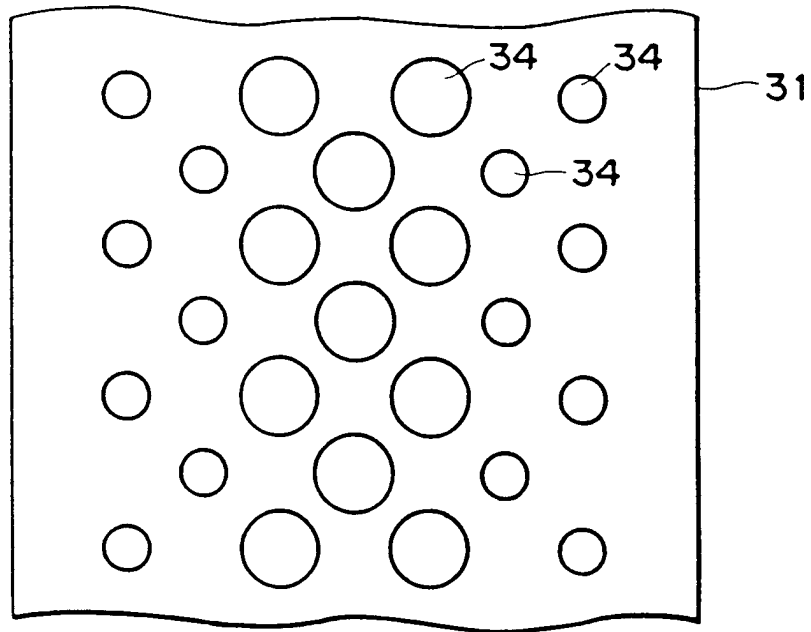


FIG.8



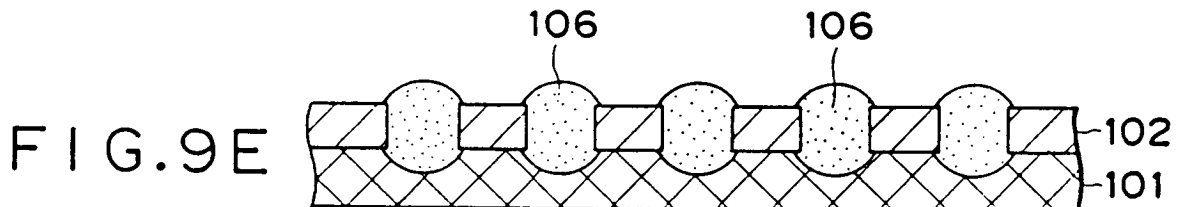
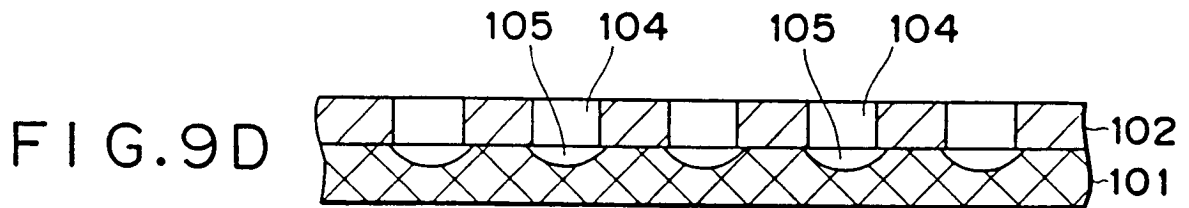
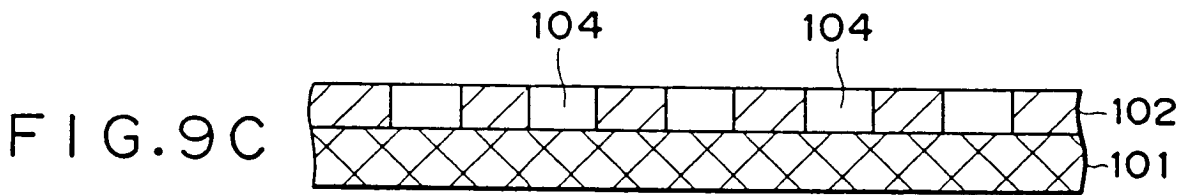
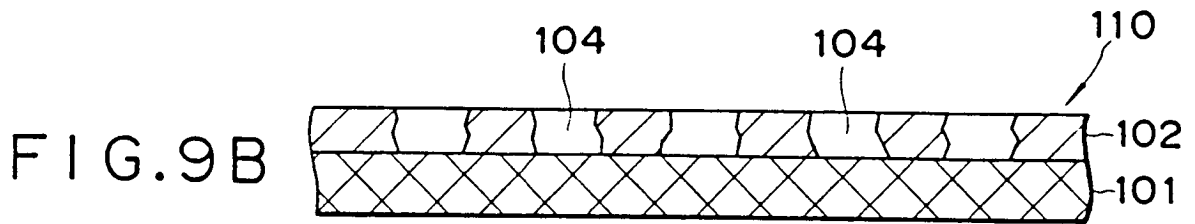
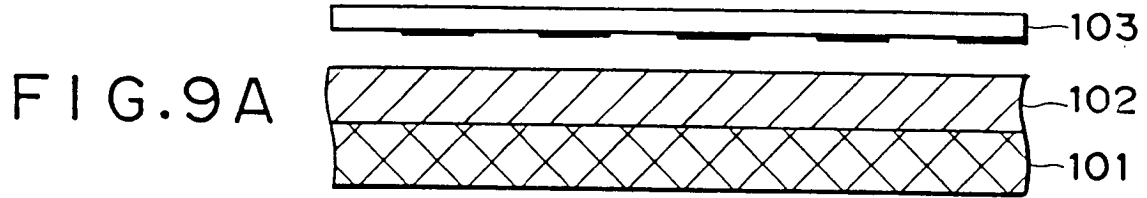


FIG.10

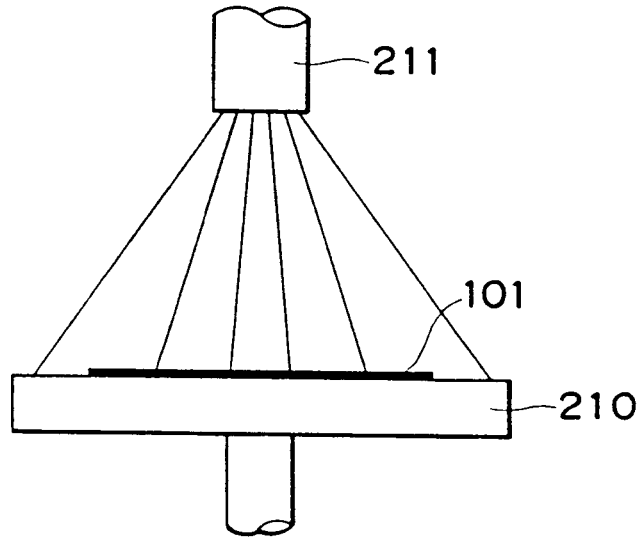


FIG.11A

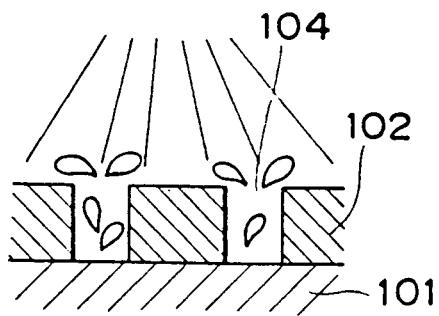


FIG.11B

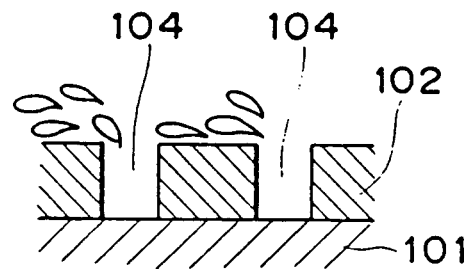


FIG.12

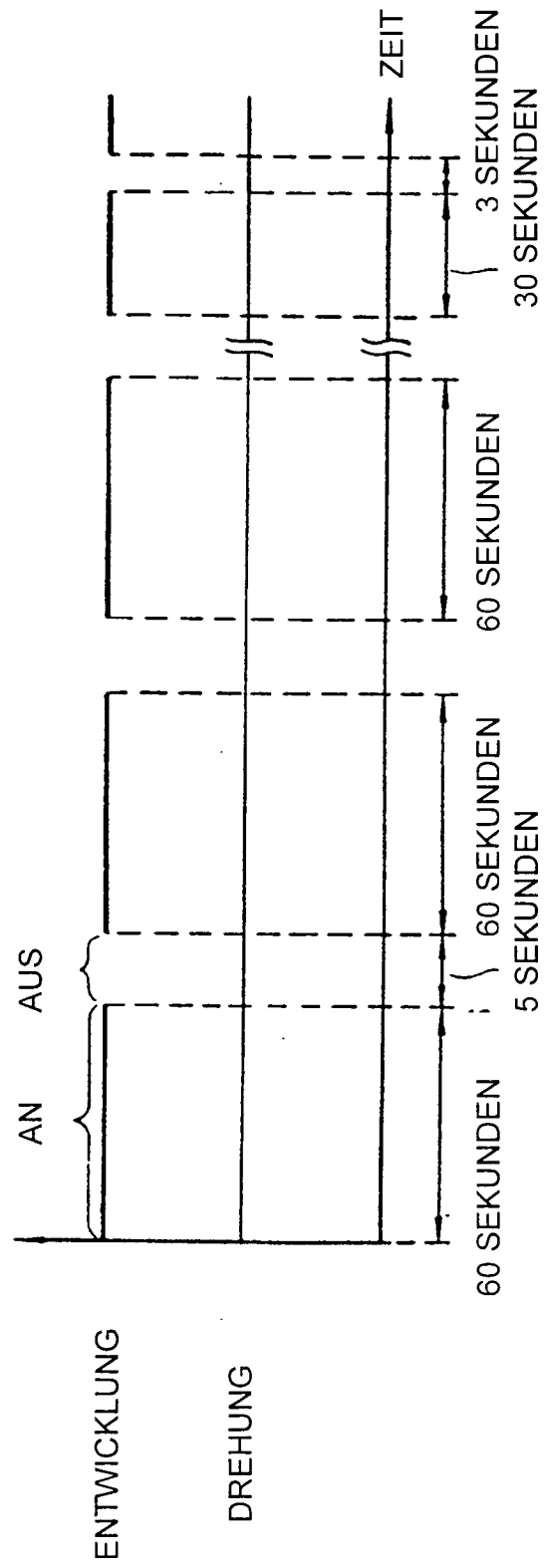


FIG.13

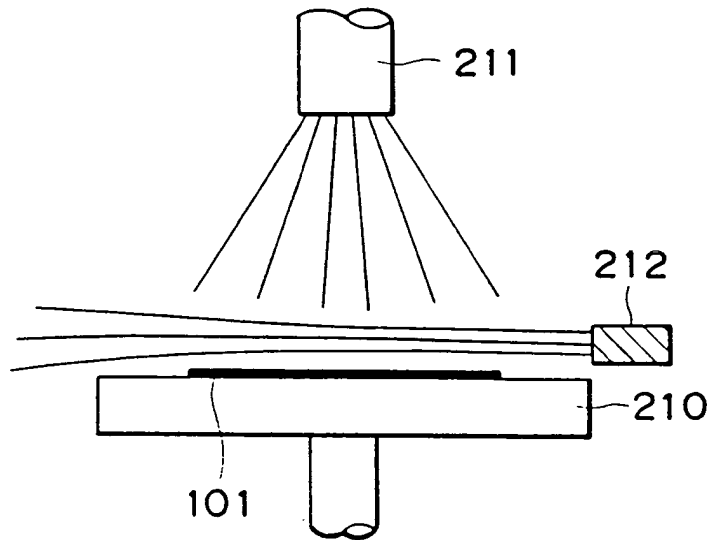


FIG.14

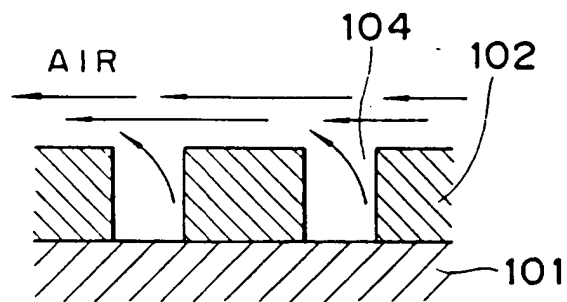


FIG.15

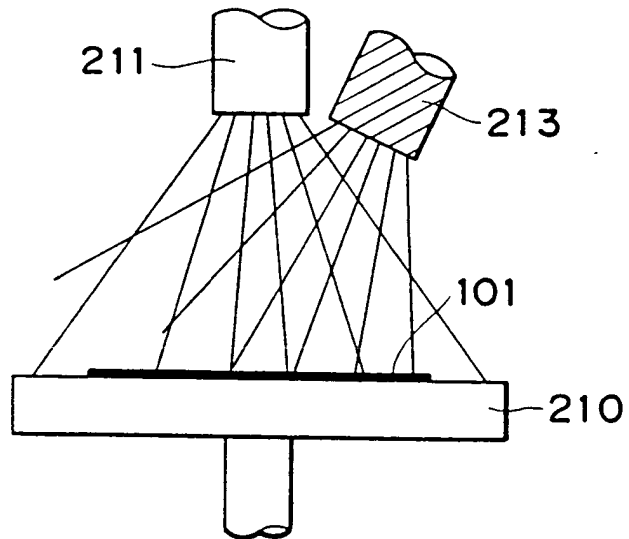


FIG.16

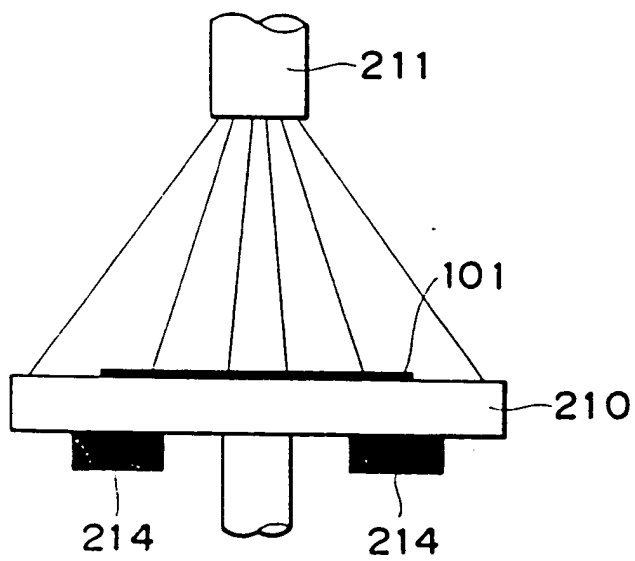


FIG.17

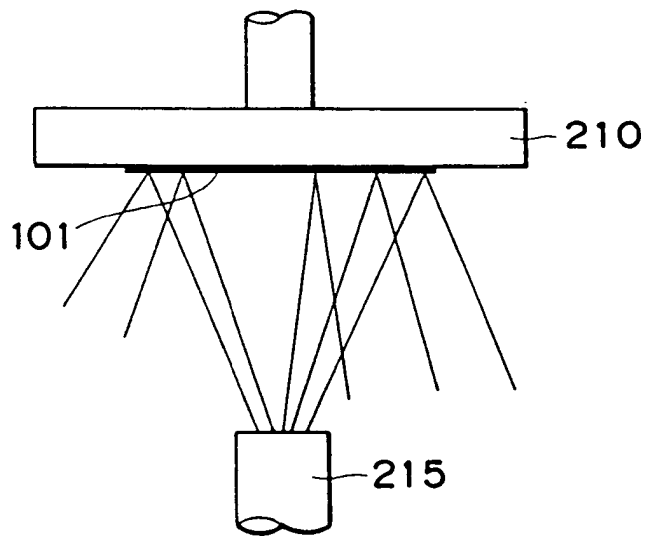


FIG.18

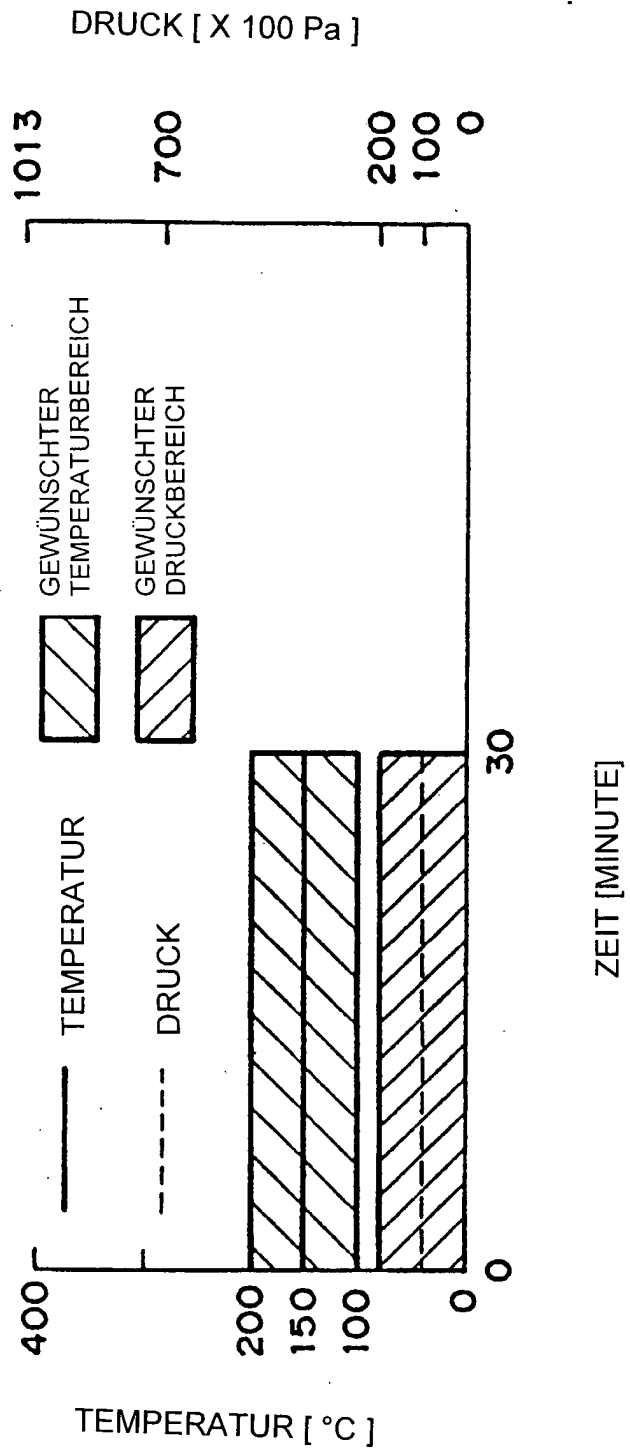


FIG.19

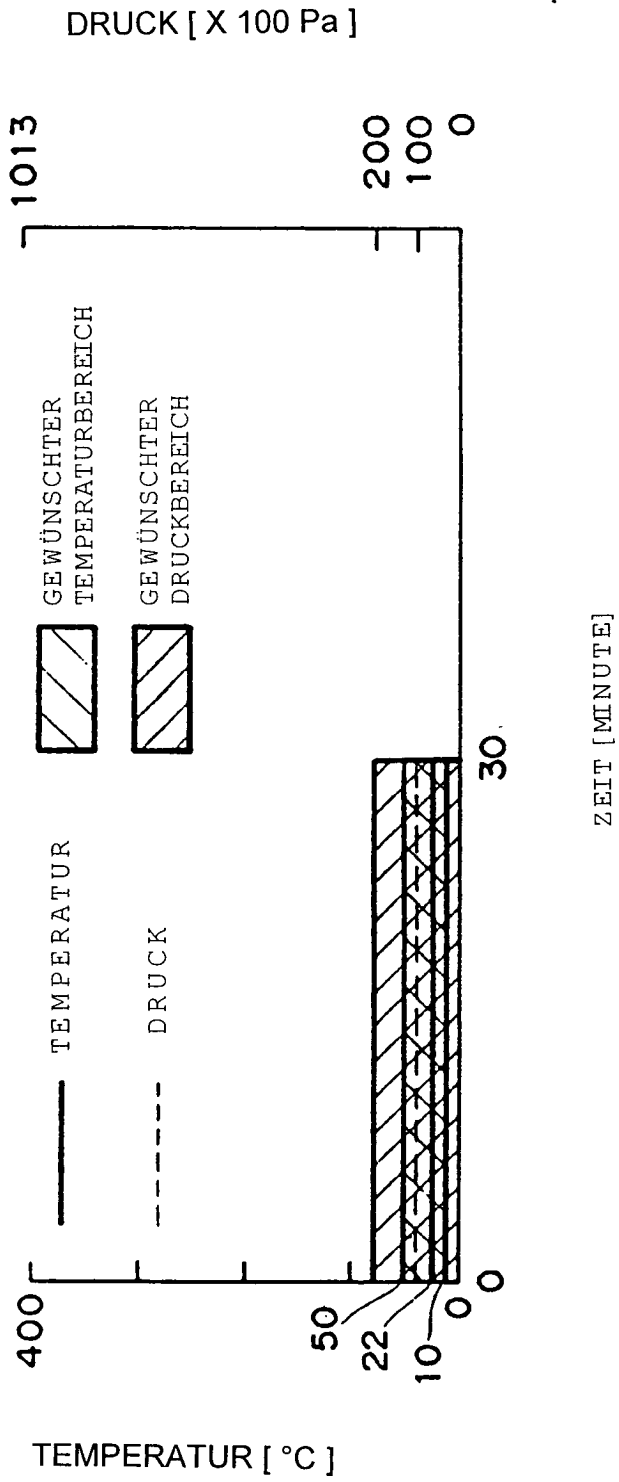


FIG.20

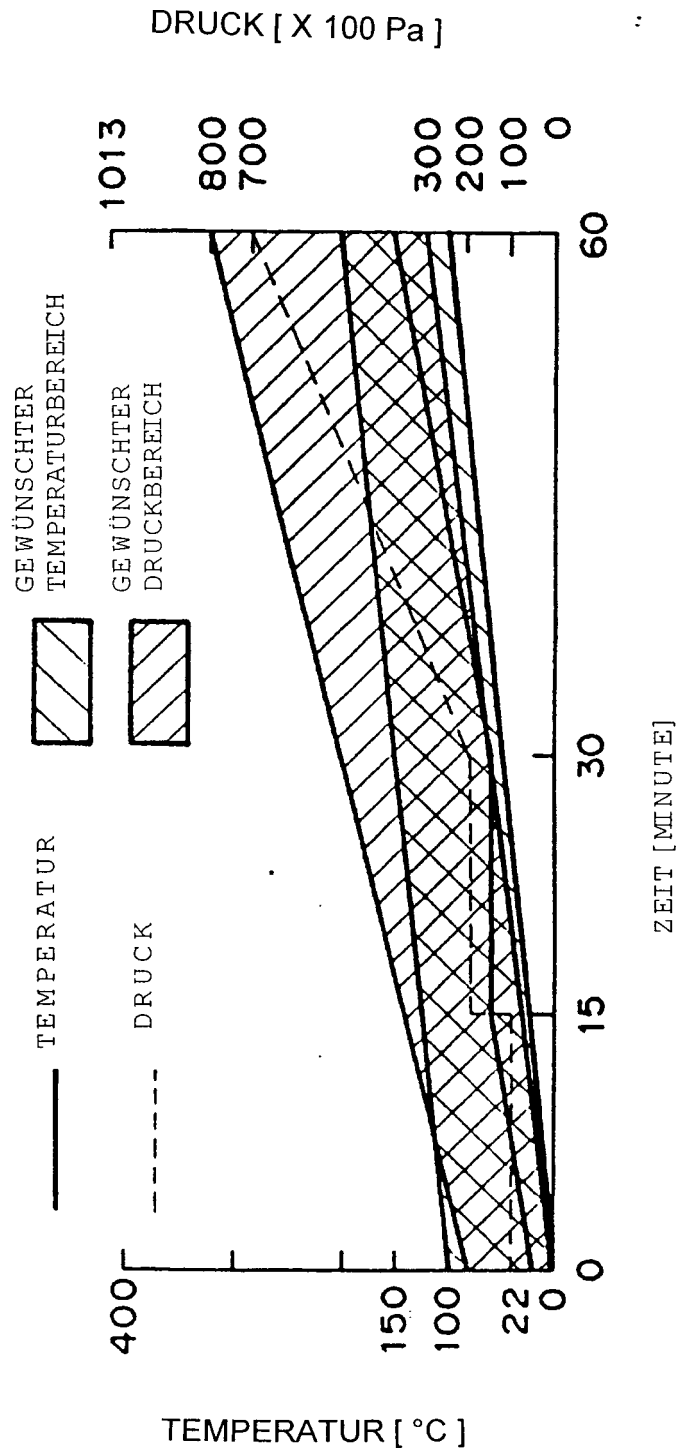


FIG.21 A

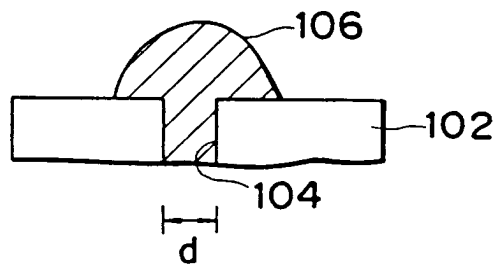


FIG.21 B

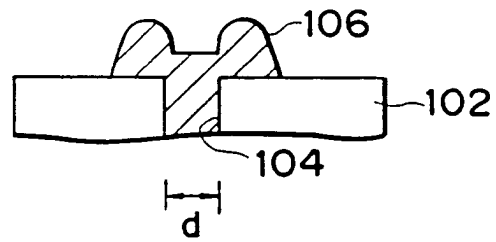


FIG.21 C

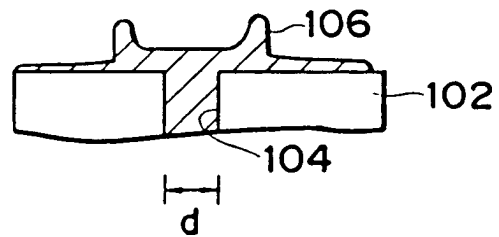
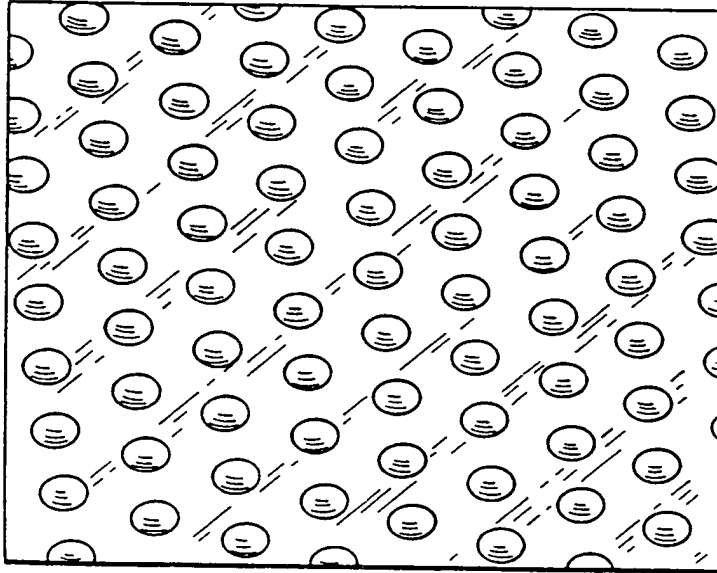
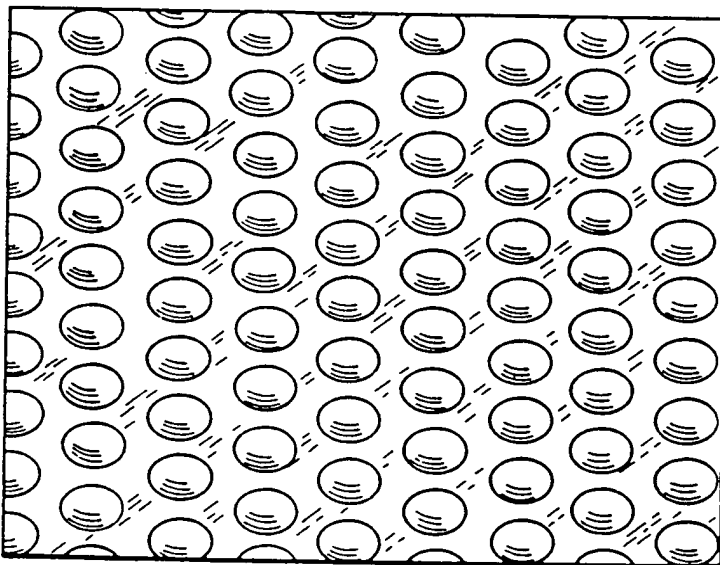


FIG. 22



20 μm

FIG. 23



20 μm

FIG. 24

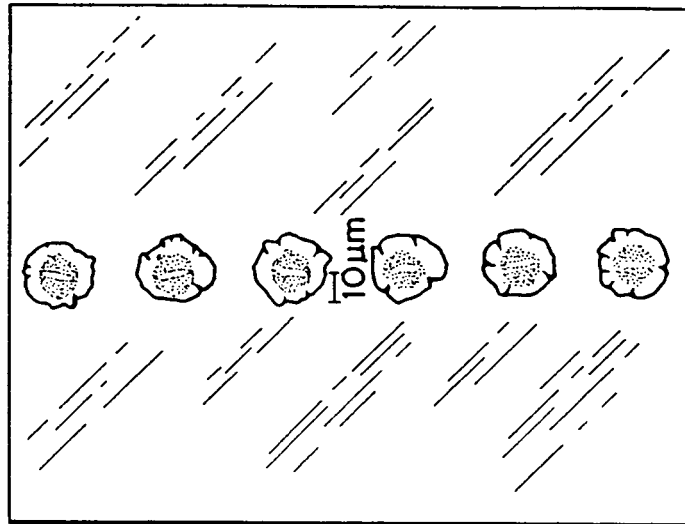


FIG. 25

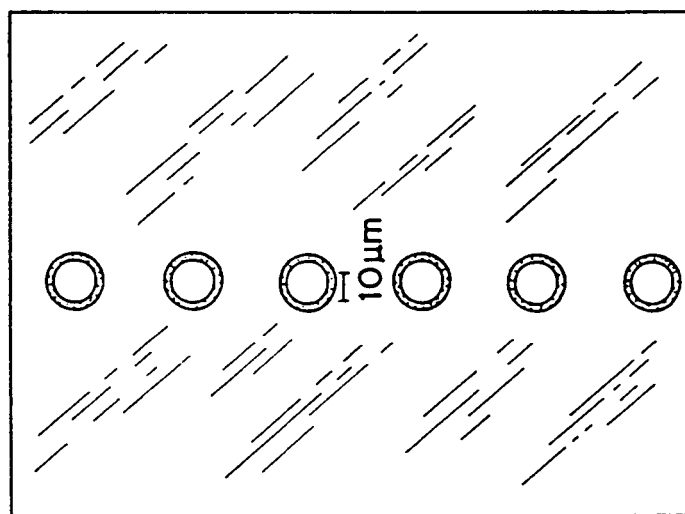


FIG.26

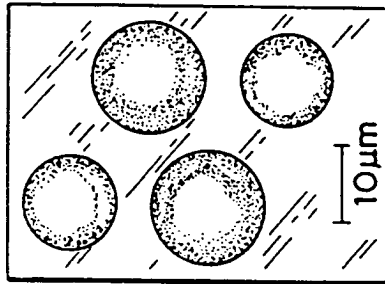


FIG.27

