



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 37 151 T2 2008.03.13**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 632 797 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 37 151.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 025 821.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **13.09.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.03.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 6/12 (2006.01)**

H01L 23/498 (2006.01)

H05K 3/46 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

26232899 16.09.1999 JP

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Toshiba, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITL, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**Hiraoka, Toshiro, 1-chome Minato-ku Tokyo
105-8001, JP; Asakawa, Koji, 1-chome Minato-ku
Tokyo 105-8001, JP; Hotta, Yasuyuki, 1-chome
Minato-ku Tokyo 105-8001, JP**

(54) Bezeichnung: **Dreidimensionale Struktur 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen photonischen Kristall, der in einem Lichtfunktionselement verwendet wird, eine Mehrfach-Schicht-Verdrahtungsplatte und eine sterische Verdrahtungsplatte, die unabdinglich für ein Montieren mit einer hohen Dichte in einer tragbaren Ausrüstung ist und ein Verfahren eines Herstellens dergleichen.

[0002] Eine dreidimensionale Struktur mit einer Struktur von mehreren μm bis Hunderten von μm kann auf einen photonischen Kristall angewendet werden, der in einem Lichtfunktionselement verwendet wird, wie zum Beispiel einem abzweigenden Filter, einem optischen Wellenleiter, einem Lichtverzögerungselement oder einem Laser und auf eine sterische Verdrahtung, die zum Beispiel in einer aufgebauten Verdrahtungsplatte verwendet wird. In dem photonischen Kristall ist es erforderlich, dass eine reguläre periodische Struktur aus Substanzen gebildet wird, die sich untereinander in dem Brechungsindex unterscheiden.

[0003] Ein photonischer Kristall ist besonders ausgezeichnet in seinen optischen Eigenschaften. Zum Beispiel ist es möglich, einen Wellenlängenbereich zu erzeugen, der als photonische Bandlücke bezeichnet wird, in dem Licht in keiner Richtung übertragen wird (E. Yablonovitch, Phys. Rev. Lett. 58 (20), 2059 (1987)). Ebenso weist der photonische Kristall eine sehr große optische Anisotropie oder Dispersibilität auf. Daher sind ein optischer Wellenleiter, ein Polarisator und ein Abzweigefilter, die ein Steuern der natürlichen Lichtemission zulassen und einen sehr kleinen Krümmungsradius einer gekrümmten Ecke aufweisen, bis heute vorgeschlagen worden und es wird für diese Geräte stark angenommen, in eine praktische Verwendung gestellt zu werden.

[0004] Eine dreidimensionale Struktur mit einer Verteilung eines Brechungsindex, wie zum Beispiel ein photonischer Kristall, kann zum Beispiel durch ein Verfahren eines Laminierens von Kügelchen aus Silica oder einem Polymer, ein Verfahren unter Verwendung einer selbst-organisierten Struktur, wie zum Beispiel einem Polymer, ein Selbst-Croning-Verfahren unter Verwendung eines CVD-Verfahrens, ein Verfahren eines dreidimensionalen Trockenätzens eines Halbleiters in drei Richtungen, ein Verfahren eines Laminierens von Scheiben (Wafer), ein Verfahren eines Laminierens von polykristallinen Silizium-Schichten (Polysilizium), ein Verfahren eines Bildens einer Verteilung einer Zusammenstellung eines photosensitiven Agens, das ein Medium Photo-polymerisiert, das aus zwei Arten eines photosensitiven Agens besteht und ein Licht-formenden Verfahren für ein dreidimensionales Photo-Setting eines polymerisierbaren Monomers gebildet werden. In jedem dieser Verfahren ist die Form, die gebildet werden kann, begrenzt. Bei dem Verfahren zum Beispiel eines Laminierens von Kügelchen oder bei dem Verfahren eines Verwendens einer selbst-organisierten Struktur, wie zum Beispiel ein Polymer, ist die dreidimensionale Struktur begrenzt, die gebildet werden kann. In dem Fall des Selbst-Croning-Verfahrens, des Trockenätz-Verfahrens, des Wafer-schmelzenden Verfahrens oder des Polysilizium-schichtlaminierenden Verfahrens ist ein relativ kostspieliges Halbleiterverfahren erforderlich. Zusätzlich ist die Breite der Materialauswahl eng. Bei dem Verfahren eines Bildens einer Zusammensetzungsverteilung ist es schwierig, ein großes Brechungsindexverhältnis unter Bereichen zu erhalten, die sich voneinander in dem Brechungsindex unterscheiden, mit dem Ergebnis, dass die verwendeten Materialien auf Polymer-Materialien begrenzt sind. Ähnlich sind die verwendeten Materialien in dem Lichtbildenden Verfahren auf Polymer-Materialien begrenzt. Ebenso ist es unmöglich, isolierte Bereiche zu bilden, wie zum Beispiel losgelöste Gebiete, was es notwendig macht, alle der Bereiche kontinuierlich zu bilden.

[0005] Andererseits ist das sterische Verdrahten unabdinglich für ein Montieren mit einer hohen Dichte und unterschiedliche Verfahren werden zur Bildung des sterischen Verdrahtens vorgeschlagen. Im Allgemeinen sind diese sterischen Verdrahtungen eine mehrfach-geschichtete Struktur, wie zum Beispiel eine aufgebaute Verdrahtungsplatte, die durch Laminieren zweidimensionaler, gedruckter Verdrahtungsplatten erstellt wird und eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte. Es ist schwierig, eine sterische Verdrahtung zu bilden, die eine freie dreidimensionale Form aufweist. Die aufgebaute Verdrahtungsplatte oder die mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte weisen eine Struktur auf, dass benachbarte Verdrahtungsschichten miteinander über eine leitende Säule, genannt Via (Durchgangsleitung) verbunden sind. Der Via wird durch ein Verarbeiten einer beschichteten, isolierenden Schicht durch ein Photolithografieverfahren unter Verwendung eines photosensitiven Polyimids oder Photolacks gebildet. Zum Bilden eines Vias durch ein derartiges Verfahren ist es notwendig, eine Vielzahl von Malen die Schritte eines Photolackbeschichtens, eines Belichtens und Ätzens zu wiederholen, was die Via-Bildung höchst arbeitsaufwendig macht. Zusätzlich ist es schwierig, die Ausbeute zu erhöhen.

[0006] Es ist ebenso möglich, den Via durch Bilden eines Durchgangsloches (Via-Loches) einer vorbestimmten Größe in einem isolierenden Substrat zu bilden, das eine gedruckte Verdrahtungsplatte bildet, durch Verwenden eines Bohrers oder eines CO_2 -Lasers, gefolgt vom Anwenden einer Metallisierung auf das Durchgangsloch oder durch Füllen des Durchgangsloches mit einer leitenden Paste. In diesen Verfahren ist es je-

doch schwierig, frei einen dünnen Via zu bilden, der eine Größe von zahlreichen Mikron oder weniger an einer gewünschten Position aufweist.

[0007] Als ein Verfahren eines Bildens einer leitenden Säule, ohne ein Via-Loch in einem isolierenden Substrat zu bilden, wird ein anisotropischer leitender Film vorgeschlagen, der durch Bilden einer leitenden Säule durch ein stromloses Metallisieren in einer Dickenrichtung eines dreidimensionalen porösen Films erzeugt wird, wie zum Beispiel PTFE, wie zum Beispiel offenbart in der Japanischen Patenveröffentlichung (Kokai) Nr. 55-161306, der Japanischen Patenveröffentlichung Nr. 7-207450, dem U.S.-Patent Nr. 5,498,467 und der Japanischen Patenveröffentlichung Nr. 11-25755. Bei diesem Verfahren ist es möglich, eine leitende Säule zu bilden, die sich in der Dickenrichtung des Films erstreckt, ohne ein Via-Loch an einer vorbestimmten Position zu bilden.

[0008] Dort wo der anisotrope leitende Film, der eine darin gebildete leitende Säule aufweist, in der Via-Schicht einer mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatte nicht als ein anisotroper, leitender Einzelschichtfilm verwendet wird, ist es notwendig, gute elektrische und mechanische Verbindungseigenschaften zwischen der Via-Endfläche und einem Stück der Verdrahtung, gute Verbindungseigenschaften mit der Verdrahtungsschicht, in der eine Verdrahtung gebildet ist, in dem isolierenden Schichtteil, eine hohe mechanische Festigkeit der isolierenden Schicht und gute elektrische isolierende Eigenschaften sicherzustellen. Da jedoch eine offene Pore innerhalb des Films gebildet wird, hat die Verminderung in den isolierenden Eigenschaften, die durch die Oberflächenleitfähigkeit an der inneren Wand der Pore verursacht wird, die von der Feuchtigkeitsabsorption abgeleitet wird, ein Problem in dem Falle eines Verwendens des Films in der Via-Schicht (d.h. ein isolierendes Substrat mit einem Via, der darin gebildet ist) des mehrfach-geschichteten Verdrahtungssubstrats zur Folge. Ebenso ist es unmöglich, eine ausreichend hohe mechanische Festigkeit sicherzustellen. In der herkömmlichen Technologie, die oben herausgestellt wird, wird der poröse Film nach der Via-Bildung mit zum Beispiel einem heiß-härtenden Harz imprägniert, um so den porösen Teil fest zu machen, um so die benötigte Adhäsivität sicherzustellen. Falls jedoch das Harz nach der Via-Bildung imprägniert wird, wird die Endfläche des Via mit dem heiß-härtenden Harz bedeckt, was zu einer schlechten Verbindung und einem erhöhten Kontaktwiderstand führt. Zum Entfernen der Harzschicht, die die Endfläche des Via bedeckt, ist ein störender Extraschritt erforderlich.

[0009] Ebenso wird ein Verfahren eines Bildens eines anisotropischen leitenden Blattes vorgeschlagen, in dem der Via-Teil allein porös ist und andere Teile als der Via-Teil in der Form eines festen Films vorliegen. In diesem Verfahren wird ein vorbestimmter Bereich eines Polysilan-Blattes belichtet, um so eine Photo-Oxidation zur Folge zu haben und daher den belichteten Teil in Polysiloxan umzuwandeln, wodurch das Blatt porös gemacht wird. Dann wird der poröse Teil mit einer leitenden Substanz durch zum Beispiel eine metallisierende Technologie geladen, um so eine leitende Säule zu bilden. Bei dieser Technologie ist das verwendete isolierende Material auf Polysilan begrenzt. Es sollte erwähnt werden, dass Polysilan dazu tendiert, von einer sauren Substanz durch eine oxidierende Reaktion, usw. verschlechtert zu werden. Ebenso weist Polysilan im Allgemeinen keine Adhäsivität auf. Daher ist in dem Fall eines Verwendens eines anisotropen leitenden Blattes, das aus Polysilan gebildet ist, als eine Via-Schicht eines mehrfach-geschichteten Brettes eine adhäsive Schicht zum Verbinden benachbarter Schichten neu erforderlich. Was erwähnt werden sollte, ist, dass die Endfläche des Via dazu tendiert, mit der neuen adhäsiven Schicht bedeckt zu werden.

[0010] Ein poröser Film, der durch Verlängern eines gleichförmigen Films, wie zum Beispiel PTFE erzeugt wird, wird als dreidimensionaler poröser Film verwendet, in dem eine Verdrahtung oder ein Via gebildet ist. Insbesondere dort wo der Film durch eine Verlängerung porös gemacht ist, tendiert eine irreguläre dreidimensionale Struktur einschließlich relativ großer knotenartiger Strukturen und eine faserartige Struktur, die wechselseitig diese knotenartigen Strukturen verbindet, dazu gebildet zu werden. Der poröse Film, der aus einer derartigen irregulären dreidimensionalen Struktur besteht, tendiert dazu nicht gleichförmig innerhalb einer Filmebene durch die Änderung in einer Temperatur und durch das Eintauchen in ein Lösungsmittel zu schrumpfen, was es schwierig macht, eine hohe dimensionale Genauigkeit aufrechtzuerhalten. Selbst falls ebenso ein leitendes Muster durch Belichtung gebildet wird, wird der belichtende Strahl durch die nicht gleichförmige Struktur gestreut, was es schwierig macht, ein zufrieden stellendes Belichtungsmuster zu bilden. Weiter wird in der leitenden Säule, die in einem derartigen porösen Film gebildet wird, eine kontinuierliche Phase des leitenden Materials innerhalb der Pore in einer irregulären Form gebildet, was in einem Versagen resultiert, eine ausreichende Leitfähigkeit zu erhalten. Um es der leitfähigen Säule zu erlauben, eine ausreichende Leitfähigkeit aufzuweisen, ist es für das leitende Material, wie z.B. Kupfer, das in die Pore geladen wird, notwendig, innerhalb der Pore kontinuierlich mit einer hohen Laderate geladen zu werden. Zum Erzielen eines derartigen Ladestandes ist es für die Poren des dreidimensionalen porösen Films erforderlich, eine reguläre Form aufzuweisen und in dem Porendurchmesser gleichförmig zu sein. Es ist ebenso für den dreidimensionalen porösen Film notwen-

dig, keine Hindernisstruktur einzuschließen, wie zum Beispiel eine knotenartige Struktur und für die Poren, homogen innerhalb des Films gebildet zu sein.

[0011] Im Allgemeinen wird eine mehrfach-geschichtete Platte durch Bilden einer leitenden Schicht, die aus zum Beispiel Kupfer besteht, auf jeder Oberfläche eines isolierenden Blattes erzeugt, das einen darin gebildeten Via aufweist, gefolgt von einer Musterung der leitenden Schicht, um ein doppelseitige Verdrahtungsplatte mit einem elektrischen Schaltkreis zu erhalten, der an jeder Oberfläche gebildet ist und einem nachfolgenden Laminieren einer Vielzahl derartiger doppelseitiger Verdrahtungsplatten. In diesem Fall jedoch wird die Oberfläche des isolierenden Blattes irregulär gemacht, da der Verdrahtungsteil mit einer bestimmten Dicke selektiv auf der Oberfläche des isolierenden Blattes gebildet wird. Die Irregularität, die zwischen dem Verdrahtungsteil und dem Nicht-Verdrahtungsteil gebildet wird, verursacht ein Problem, wenn doppelseitige Verdrahtungsplatten aufeinander laminiert werden. Das Problem ist dort besonders ernst, wo die isolierende Schicht dünn gebildet ist, was es notwendig macht, die Irregularität durch irgendeine Vorrichtung abzuflachen. Als eine Vorrichtung zum Abflachen der Irregularität wird im Allgemeinen eine Faserplatte, die mit einem heiß härtenden Kunststoff imprägniert ist, im Allgemeinen als ein isolierendes Blatt verwendet und das heiß-härtende Harz wird in die Irregularität bei dem laminierenden Schritt geladen. Bei diesem Verfahren jedoch ist es notwendig, die isolierende Schicht ausreichend dicker als die Verdrahtungsschicht zu machen, um es so schwierig zu machen, die Dicke des isolierenden Blattes ausreichend zu vermindern. Dort wo das isolierende Blatt dick ist, ist es unmöglich, das Seitenverhältnis des Vias (das heißt, ein Verhältnis der Höhe zu dem Durchmesser des Vias) ausreichend groß zu machen und daher kann der Via-Durchmesser nicht vermindert werden. Es erfolgt, dass es ebenso unmöglich ist, den Verdrahtungsabstand zu vermindern und es daher schwierig ist, ein dünnes Verdrahtungsmuster zu bilden.

[0012] Wo weiter eine mehrfach-geschichtete Platte erzeugt wird, wird eine leitende Schicht aus zum Beispiel Kupfer zuerst auf eine Via-Schicht mit einem Via gebildet. Dann wird die leitende Schicht mit einem Muster versehen, um eine Verdrahtung zu bilden und daher eine Via-Schicht und eine Verdrahtungsschicht, gefolgt von einem Laminieren der Verdrahtungsschichten, um so eine mehrfach-geschichtete Platte zu erzeugen. Was erwähnt werden sollte ist, dass ein nachfolgender Prozess erforderlich ist, so dass ein Schaltkreis nach einer Bildung der Via-Schicht gebildet wird. Es ist unmöglich, Verdrahtungsschichten und Via-Schichten gemeinsam zu laminieren, die getrennt gebildet werden, da es sehr schwierig ist, unabhängig eine Verdrahtungsschicht zu bilden, ohne ein isolierendes Substrat zu verwenden, das eine Via-Bildung erfordert und die unabhängige Verdrahtungsschicht für eine Laminierung zu halten und zu übertragen.

[0013] Eine Technik zu Überwinden des oben erwähnten Problems ist in der Japanischen Patentveröffentlichung Nr. 10-321989 offenbart. Insbesondere ist offenbart, dass ein Schaltkreis auf einem Bienenwaben-förmigen porösen Blatt gebildet wird, wie zum Beispiel einer Netz-förmigen Folie oder einem Lochblatt, so dass die Folie von dem Schaltkreis umfasst ist. Gemäß dieser Technik wird der Schaltkreis von dem Netz gehalten und der leitfähige Teil des Schaltkreises wird der Außenseite ausgesetzt, was es möglich macht, eine mehrfach-geschichtete Struktur zu bilden wie diese ist. Da jedoch die Folie in der Form eines ebenen Gewebes einer Faser ist, ist es relativ schwierig, die Stabilität der Form und der Größe sicherzustellen. Da es ebenso notwendig ist, den Faserdurchmesser auf zahlreiche μm in einer Größenordnung zu erhöhen, um eine ausreichende mechanische Festigkeit sicherzustellen, ist die im Stand der Technik offenbarte, oben zitierte Technik nicht geeignet für eine Bildung einer dünnen Schaltkreisverdrahtung, die nicht größer als ungefähr zahlreiche der oben zitierten ist, und nicht geeignet für eine Bildung einer dünnen Schaltkreisverdrahtung nicht größer als zahlreiche μm . Weiter ist es in dem Fall eines Verwendens eines wabenförmigen Blattes notwendig, eine leitende Schicht auf jeder der oberen und unteren Oberflächen des Blattes zu bilden, um eine Leitung in der seitlichen Richtung zu erzielen. Die Bildung der leitenden Schicht verursacht natürlich eine Irregularität. Um die Irregularität der Verdrahtung zu beseitigen, ist es notwendig, eine isolierende Schicht zu bilden, die im Wesentlichen in einer Dicke gleich zu der Verdrahtung in dem nicht-leitenden Teil ist. Ebenso ist zum Beispiel in der Japanischen Patentveröffentlichung Nr. 55-161306 eine Technik eines Bildens eines gestreiften leitenden Bereichs in einem dreidimensionalen porösen Film offenbart. Jedoch ist die laminierte Struktur eines derartigen dreidimensionalen porösen Films nicht in dem Stand der Technik weder offenbart oder vorgeschlagen.

[0014] Bei dem Verfahren eines Erzeugens einer mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatte durch Laminieren einer Vielzahl von Blättern, die alle ein Verdrahtungsmuster oder einen darin gebildeten Via aufweisen, verursacht die Positionsabweichung bei dem laminierenden Schritt ein Problem. Diese Tendenz wird bedeutend, wenn die Feinheit der Verdrahtung voranschreitet. Insbesondere in dem Fall eines Laminierens des dreidimensionalen, oben beschriebenen porösen Films ist die Positionsausrichtungsgenauigkeit nicht hoch, da der dreidimensionale poröse Film in der dimensional Genauigkeit, mechanischen Stärke, usw. unter einem gewöhnlichen festen Film liegt.

[0015] Wie zuvor beschrieben, ist beim Bilden einer dreidimensionalen Struktur, die den Brechungsindex verteilt in einer dreidimensionalen Richtung aufweist, wie zum Beispiel ein photonischer Kristall, das herkömmliche Verfahren dadurch unbrauchbar, dass die gebildete Form begrenzt ist und dass es unmöglich war, einen großen Unterschied in dem Brechungsindex zu erhalten. Ebenso war die Auswahlbreite von Materialien klein bei dem herkömmlichen Verfahren.

[0016] Dort, wo eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte beim Bilden einer sterischen Verdrahtung verwendet wird, sind störende Schritte beim Laminieren von Blättern erforderlich, die alle eine darin gebildete Verdrahtung aufweisen oder beim Bilden eines Vias. Ebenso in dem Fall eines Verwendens eines Blattes, das eine leitfähige Säule aufweist, die innerhalb eines porösen Films gebildet ist, tendieren die mechanische Festigkeit und elektrische, isolierende Eigenschaften dazu, vermindert zu werden, da das Blatt porös ist. Es ist bestimmt möglich, die mechanische Festigkeit und die elektrischen, isolierenden Eigenschaften durch Imprägnieren des porösen Blattes mit einer darin gebildeten leitenden Säule mit Harz zu verbessern. In diesem Fall jedoch wird die Endfläche der leitenden Säule mit dem imprägnierten Harz bedeckt, so dass die elektrischen Eigenschaften vermindert werden. Weiter ist es schwierig, die Dicke der Verdrahtungsplatte zu vermindern, da es notwendig ist, die Irregularität der Verdrahtung beim Bilden der mehrfach-geschichteten Platte abzuflachen. Daher war es unmöglich, den Via-Durchmesser zu vermindern, was in einem Versagen resultiert, eine dünne Verdrahtung zu bilden. Ebenso wird der Herstellungsprozess schwierig gestaltet, da es notwendig ist, einen Schaltkreis auf einem isolierenden Blatt zu bilden, das einen darin gebildeten Via aufweist. Dort wo eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte durch Laminieren einer Vielzahl von Blättern erzeugt wird, ist es schwierig, die Blätter genau auszurichten, was das Problem verursacht, dass es schwierig ist, die Verdrahtung und den Via dünn zu machen.

[0017] Wie oben beschrieben, war es schwierig, einen photonischen Kristall, der eine sich in unterschiedlichen Weisen ändernde Kristallstruktur aufweist, durch die Kombination von Substanzen leicht mit niedrigem Kostenaufwand herzustellen, die sich ausreichend voneinander in dem Brechungsindex unterscheiden. Ebenso war es in der mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatte unmöglich, einen dünnen Via frei und mit einer hohen Genauigkeit zu bilden und in der Platte eine sterische Verdrahtung in einem gewünschten Muster zu bilden, die in einer dreidimensionalen Richtung angeordnet ist. Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist, eine dreidimensionale Struktur mit einem dreidimensionalen Brechungsindex bereitzustellen, wobei die dreidimensionale Struktur einen großen Unterschied eines Brechungsindex aufweist.

[0018] Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung ist eine dreidimensionale Struktur bereitzustellen, die geeignet als mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte oder als sterische Verdrahtungsplatte verwendet wird, die einen hohen Freiheitsgrad in der Schaltkreisgestaltung aufweist und eine dünne Verdrahtung aufweist.

[0019] Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung ist es eine dreidimensionale Struktur bereitzustellen, die eine dünne Verdrahtung und einen Via aufweist und die ausgezeichnet in ihren elektrischen Eigenschaften ist.

[0020] Noch ein anderes weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren eines Herstellens der bestimmten dreidimensionalen Struktur bereitzustellen.

[0021] Gemäß einem unabhängigen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein dreidimensionale Struktur bereitgestellt, die gekennzeichnet ist durch ein Umfassen von:
 einen co-kontinuierlichen porösen Körper mit offenen Poren, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind; und
 ein dreidimensionales Verdrahtungsmuster, das durch ein leitendes Material gebildet ist, das in die offenen Poren des co-kontinuierlichen porösen Körpers gefüllt ist;
 wobei das dreidimensionale Verdrahtungsmuster mindestens drei erste Schichten, die jeweils ein zweidimensionales Verdrahtungsmuster aufweisen und in einer Richtung senkrecht zur Ebene des zweidimensionalen Verdrahtungsmusters angeordnet sind, und
 mindestens zwei zweite Schichten einschließt, die zwischen zwei benachbarten ersten Schichten eingefügt sind und Verbindungsteile zum Verbinden des zweidimensionalen Verdrahtungsmusters der ersten Verdrahtungsschicht aufweisen, die zwischen diesen zwei zweiten Schichten eingefügt ist.

[0022] Vorzugsweise in der dreidimensionalen Struktur der vorliegenden Erfindung wird das dreidimensionale Verdrahtungsmuster aus einem leitenden Material gebildet, das in einem porösen Körper geladen wird, der kontinuierlich Durchgangslöcher in einer dreidimensionalen Richtung aufweist. Da daher die Verdrahtung von dem porösen Körper unterstützt wird, ist es unwahrscheinlich, dass eine Schwierigkeit, wie zum Beispiel ein Abschälen stattfindet. Ebenso hat es die vorliegende Erfindung ermöglicht, eine dreidimensionale Struktur zu

erhalten, die eine dreidimensionale, freie Form und eine sterische Verdrahtung einer hohen Dichte aufweist und die angepasst zur Verwendung als eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur ist. Da zusätzlich der poröse Körper, der in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, sich von dem Typ eines ebenen Gewebes einer Faser unterscheidet, wie zum Beispiel einer Netz-förmigen Folie, ist es möglich, eine Stabilität in der Form und Größe der dreidimensionalen Struktur sicherzustellen.

[0023] Gemäß einem weiteren unabhängigen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine dreidimensionale Struktur bereitgestellt, die gekennzeichnet ist durch ein Umfassen von:
 einem plattenartigen ersten co-kontinuierlichen porösen Körper mit einem darin gebildeten zweidimensionalen Verdrahtungsmuster, wobei der plattenartige erste co-kontinuierliche poröse Körper offene Poren hat, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind; und
 einem plattenartigen zweiten co-kontinuierlichen porösen Körper, der auf den ersten co-kontinuierlichen porösen Körper laminiert ist und damit integriert ist, wobei der plattenartige zweite co-kontinuierliche poröse Körper offene Poren hat, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind;
 wobei der zweite co-kontinuierliche poröse Körper einen Verbindungsteil hat, der mit dem zweidimensionalen Verdrahtungsmuster verbunden ist, das in die offenen Poren des ersten co-kontinuierlichen porösen Körpers gefüllt ist, wobei der Verbindungsteil ein leitendes Material umfasst, das in die offenen Poren des zweiten co-kontinuierlichen porösen Körpers gefüllt ist.

[0024] In der dreidimensionalen Struktur der vorliegenden Erfindung kann das zweidimensionale Verdrahtungsmuster von dem blattförmigen ersten porösen Körper unterstützt werden und daher ist es unwahrscheinlich, dass Schwierigkeiten, wie zum Beispiel ein Abschälen, auftreten. Ebenso hat es die vorliegende Erfindung zum ersten Mal ermöglicht, ein dünnes Verdrahtungsmuster und einen Via mit einer hohen dimensional Genauigkeit zu bilden. Zusätzlich kann ein derartiges dünnes Verdrahtungsmuster und Via leicht gebildet werden. Eine derartige dreidimensionale Struktur kann zur Verwendung als eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur angewendet werden.

[0025] Gemäß einem weiteren unabhängigen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren eines Herstellens einer dreidimensionalen Struktur bereitgestellt, gekennzeichnet durch ein Umfassen der folgenden Schritte:
 selektives Aussetzen eines co-kontinuierlichen porösen Körpers mit offenen Poren, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind, einem Strahl in einem dreidimensionalen Verdrahtungsmuster, das eine Mehrzahl von zweidimensionalen Mustern in der Einfallrichtung des Strahls hat; und
 selektives Einfüllen eines leitenden Materials oder eines Vorläufers davon in die offenen Poren des ausgesetzten oder nicht-ausgesetzten Teils des co-kontinuierlichen porösen Körpers nach der Bestrahlung.

[0026] Bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer dreidimensionalen Struktur, kann ein dimensionales Aussetzen mit dem Ergebnis verwendet werden, dass eine Positionsabweichung wie in der herkömmlichen mehrfach-geschichteten Verdrahtung, die durch Laminiere einer Vielzahl von Blättern erzeugt wird, überhaupt nicht stattfindet. Weiter tritt überhaupt keine fehlerhafte Verbindung zwischen der Verdrahtung und dem Via statt. Es folgt, dass das Verfahren der vorliegenden Erfindung es ermöglicht, leicht eine dünne und komplexe sterische Verdrahtungsstruktur herzustellen.

[0027] Weiter wird gemäß einem weiteren unabhängigen Aspekt der vorliegenden Erfindung eine dreidimensionale Struktur bereitgestellt, die eine poröse Struktur umfasst, die von einer Mikrophasen-Separationsstruktur gebildet wird und einem leitfähigen Bereich, der durch Laden eines leitenden Materials in einem vorbestimmten Bereich des porösen Körpers gebildet wird, wobei der poröse Körper durch Entfernen von zumindest einer Art der Phase gebildet wird, die eine Mikrophasen-Separationsstruktur bildet.

[0028] In dem porösen Körper, der in der Mikrophasen-Separationsstruktur gebildet wird, die in der dreidimensionalen Struktur der vorliegenden Erfindung eingeschlossen ist, können die Poren homogen und regulär gebildet werden. Zusätzlich ist die Kontinuität der Poren ausreichend. Als ein Ergebnis ist die dimensionale Stabilität hervorragend und die Leitung des leitenden Bereichs kann verglichen mit dem Fall eines Verwendens eines herkömmlichen porösen Körpers verbessert werden, der zum Beispiel durch eine Verlängerung erzeugt wird. Da es ebenso möglich ist, Poren einer Submikron-Größenordnung homogen zu bilden, ist es möglich, eine dünne Verdrahtung und einen dünnen Via zu bilden. Da weiter die Breite und Dicke des leitenden Bereichs gleichförmig gemacht werden können, werden die Impedanzeigenschaften verbessert. Was ebenso erwähnt werden sollte ist, dass, da die Lichtstreuung in dem Belichtungsschritt vermindert werden kann, ein dünnes Muster mit einer hohen Genauigkeit gebildet werden kann.

- [0029] Diese Zusammenfassung der Erfindung beschreibt nicht notwendigerweise alle notwendigen Merkmale, so dass die Erfindung ebenso eine Unterkombination dieser beschriebenen Merkmale sein kann.
- [0030] Die Erfindung kann vollständiger aus folgender detaillierter Beschreibung verstanden werden, wenn diese in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen genommen wird, in denen:
- [0031] [Fig. 1](#) schematisch eine dreidimensionale Struktur der vorliegenden Erfindung erläutert;
- [0032] [Fig. 2](#) schematisch ein anderes Beispiel der dreidimensionalen Struktur der vorliegenden Erfindung zeigt;
- [0033] [Fig. 3](#) eine Querschnittsansicht ist, die eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung zeigt;
- [0034] [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) Querschnittsansichten sind, die gemeinsam ein Verfahren der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur zeigen;
- [0035] [Fig. 5](#) eine Querschnittsansicht ist, die ein anderes Beispiel der dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung zeigt;
- [0036] [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6D](#) Querschnittsansichten sind, die gemeinsam ein anderes Verfahren der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur zeigen; und
- [0037] [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7B](#) Querschnittsansichten sind, die gemeinsam ein Verfahren der vorliegenden Erfindung zum Herstellen eines selektiven Leitteils darstellen.
- [0038] Die vorliegende Erfindung wird nun im Detail beschrieben.
- [0039] Eine dreidimensionale Struktur gemäß einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung kann durch Verwenden eines porösen Körpers hergestellt werden, der Poren aufweist, die zueinander kontinuierlich in einer dreidimensionalen Richtung sind. Der poröse Körper, der in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, unterscheidet sich von einem Bienenwaben-förmigen Blatt, das Poren aufweist, die sich lediglich in einer Richtung erstrecken. Insbesondere weist der poröse Körper Poren auf, die sich in irgendeiner Richtung im Raum erstrecken.
- [0040] Es ist für die kontinuierliche Pore, die in dem porösen Körper vorliegen, wünschenswert, regulär und homogen gebildet zu werden, da es unwahrscheinlich ist, dass Licht gestreut wird. Es ist für die kontinuierliche Pore in dem porösen Körper, der in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, erforderlich, offen zu der Außenseite des porösen Körpers zu sein und es ist für die Menge der geschlossenen Pore wünschenswert, die nicht offen zu der Außenseite ist, so klein wie möglich zu sein. Um ebenso den Unterschied in einem Brechungsindex innerhalb des photonischen Kristalls zu vergrößern, ist es für die Porösität wünschenswert hoch zu sein, so lange die mechanische Festigkeit des porösen Körpers aufrechterhalten werden kann. Um genauer zu sein, sollte die Porösität wünschenswerter Weise zumindest 40% betragen und hoch wünschenswert zumindest 60%. Die obere Grenze der Porösität, die in der vorliegenden Erfindung nicht besonders begrenzt ist, so lange die Struktur des porösen Körpers aufrechterhalten werden kann, beträgt im Allgemeinen ungefähr 99%.
- [0041] Bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung wird der innere Teil des porösen Körpers belichtet. Das heißt, um ein Streuen von Licht zu vermeiden, ist es für den Durchmesser der Pore wünschenswert, ausreichend klein in Bezug zu der Wellenlänge des Belichtungslichtes zu sein. Dort wo ebenso ein photonischer Kristall hergestellt wird, ist es für den Porendurchmesser erforderlich, ausreichend kleiner als die Wellenlänge des Signallichtes gesetzt zu sein, um zu verhindern, dass das Signallicht gestreut wird. Falls jedoch der Porendurchmesser übermäßig klein ist, ist es schwierig, das photosensitive Material in die Pore zu laden. Weiter ist es unwahrscheinlich, dass das photosensitive Material in dem belichteten Bereich oder dem nicht belichteten Bereich durch zum Beispiel die Ätztechnik entfernt wird. Unter diesen Umständen sollte der Porendurchmesser des porösen Körpers vorzugsweise innerhalb eines Bereichs zwischen 1 nm und 100 nm liegen, hoch vorzugsweise zwischen 5 nm und höchst vorzugsweise zwischen 10 nm und 30 nm.
- [0042] Der poröse Körper, der aus einer co-kontinuierlichen Struktur mit offenen Poren besteht, die gebildet sind, um sich in einer dreidimensionalen Richtung zu erstrecken, kann durch unterschiedliche Verfahren her-

gestellt werden. Zum Beispiel kann der poröse Körper durch Laminieren von Kügelchen aus Silica oder eines Polymers, usw. hergestellt werden. Der laminierte Körper der bestimmten Konstruktion umfasst einen synthetischen Opal, der ein laminiertes Körper aus Silicakügelchen ist und ein grünes Blatt (Green Sheet), das eine Anhäufung kleiner Keramikpartikel ist. Es ist ebenso möglich, den porösen Körper zu verwenden, der zum Beispiel von Y.Y. Vlasov et al. (Adv. Mater, 11, Nr. 2, 165, 1999) und S.A. Johnson et al. (Science Vol. 283, 963, 1999) berichtet wird. Diese porösen Körper werden durch Laden eines Harzes oder eines Metalloxid-Gels in die Leerräume des laminierten Körpers von Kügelchen hergestellt, gefolgt von einem Aushärten des geladenen Materials und nachfolgend Entfernen der Kügelchen. Weiter ist es ebenso möglich, eine poröse Struktur eines Polymers zu verwenden, die durch Verwenden eines laminierten Körpers von Luftblasen oder Flüssigkeitsblasen statt der Kügelchen als Gießform erzeugt wird, wie zum Beispiel berichtet von S.H. Park et al. (Adv. Mater 10, Nr. 13, 1045, 1998) oder S.A. Jenekhe et al. (Science Vol. 283, 372, 1999). Ebenso ist es wünschenswert, ein Silica-Aerogel zu verwenden, das eine Porösität von zumindest 90% und einen Porendurchmesser von ungefähr 100 nm oder weniger aufweist und das durch Unterziehen eines Silica-Sols einem überkritischen Trocknen erhalten wird, da das Silica-Aerogel eine hohe Porösität aufweist und ausgezeichnet in einer Transparenz ist.

[0043] Es ist ebenso möglich, einen porösen Körper zu verwenden, der durch Entfernen einer geeigneten Phase von einer Mikrophasen-Separationsstruktur gebildet wird, die zum Beispiel von einem Polymer aufgewiesen wird oder eine Phasen-Separationsstruktur, wie zum Beispiel eine co-kontinuierliche Phasen-Separationsstruktur, die durch spinodale Zerlegung einer Mischung gebildet wird, die ein Polymer, Silica, ein keramisches Material, usw. enthält. Es ist ebenso möglich einen porösen Körper, wie zum Beispiel ein Metalloxid oder ein Polymer zu verwenden, der durch ein Emulsions-Schablonenverfahren (Emulsion Templating Method) erzeugt wird. Weiter ist es möglich, einen porösen Körper zu verwenden, der von einem dreidimensionalen Licht-formenden Verfahren erzeugt wird, wie von zum Beispiel B.H. Cumpston et al. (Nature, vol. 398, 51, 1999) berichtet.

[0044] Insbesondere ist es wünschenswert, eine poröse Struktur von zum Beispiel einem Polymer zu verwenden, das durch Verwenden eines laminierten Körpers von Luftblasen oder Flüssigkeitsblasen als eine Gießform erzeugt wird, da ein poröser Körper mit regulären Poren mit einer hohen Porösität bei niedrigen Kosten erhalten werden kann. Es ist aus dem ähnlichen Grund ebenso wünschenswert, einen porösen Körper zu verwenden, der durch Entfernen einer geeigneten Phase aus einer Phasen-Separationsstruktur erzeugt wird, die zum Beispiel von einem Polymer aufgewiesen wird. Übrigens ist es höchst wünschenswert, einen porösen Körper aus einer Phasen-Separationsstruktur eines Polymers herzustellen, da der Porendurchmesser leicht gesteuert werden kann. Die Phasen-Separationsstruktur des Polymers ist nicht besonders begrenzt und umfasst zum Beispiel eine Phasen-Separationsstruktur, die zum Beispiel durch eine spinodale Zerlegung gebildet wird, die zum Beispiel eine Polymermischung aufweist und eine Mikrophasen-Separationsstruktur, die zum Beispiel ein Block-Copolymer oder ein Pfropf-Copolymer aufweist. Die Mikrophasen-Separationsstruktur, die das Block-Copolymer oder Pfropf-Copolymer aufweist, ist ausgezeichnet, da die bestimmte Mikrophasen-Separationsstruktur hochregelmäßig ist und die Größe des Bereichs durch das Molekulargewicht des Copolymers gesteuert werden kann.

[0045] Insbesondere ist die co-kontinuierliche Struktur aus dem Mikrophasen-Separations-Phänomen eine Phasen-Separationsstruktur, die aus zwei Phasen besteht, die kontinuierlich zueinander in einer dreidimensionalen Richtung sind und ein poröser Körper mit Poren, die kontinuierlich in einer dreidimensionalen Richtung sind, kann durch selektives Entfernen einer Phase gebildet werden. Eine OBDD-Struktur und eine Gyroid-Struktur sind unter der co-kontinuierlichen Struktur wünschenswert. Das Verfahren eines selektiven Entfernens einer Phase aus der Mikrophasen-Separationsstruktur ist nicht besonders begrenzt und unterschiedliche Verfahren können für die selektive Entfernung einer Phase verwendet werden. Zum Beispiel ist es möglich ein Verfahren eines chemischen Schneidens eines verbindenden Teils durch Verwenden eines Pfropf-Copolymers oder Block-Copolymers, das zwei Terekeric-Polymere verbindet, gekoppelt durch ein Entfernen eines der Terekeric-Polymere.

[0046] Es ist ebenso möglich, ein Verfahren eines Zerlegens und Entfernens einer Phase durch selektive Ozon-Oxidation und ein Entfernungungsverfahren durch ein Sauerstoffplasma oder eine photolytische Zerlegung zu verwenden. Es ist ebenso möglich selektiv eine Phase durch Bestrahlung mit einem Energiestrahle zu zerlegen und zu entfernen. Der Porendurchmesser des resultierenden porösen Körpers kann durch das Molekulargewicht der Polymerkette gesteuert werden, die die Phase bildet, die von der Mikrophasen-Separationsstruktur entfernt werden soll. Der Porendurchmesser kann ebenso durch Mischen zum Beispiel eines Homopolymers gesteuert werden, das mit einer derartigen Polymerkette kompatibel ist.

[0047] Die Polymermaterialien, die zum Erzeugen des porösen Körpers aus der Phasen-Separationsstruktur verwendet werden, sind nicht besonders begrenzt und ein optionales Polymermaterial kann verwendet werden. Insbesondere umfassen die verwendeten Polymermaterialien zum Beispiel ein Polyolefin, ein Polymer der Acrylserie, ein Polyäther, wie zum Beispiel ein Polyallyläther, ein Polyester, wie zum Beispiel ein Polyallylat, ein Polyamid, ein Polyamid und ein Polyäthersulfon. es ist ebenso möglich Polycyclohexan oder Polynorbornen zu verwenden.

[0048] Bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung wird zum Herstellen einer dreidimensionalen Struktur ein photosensitives Material zunächst in die Poren des porösen Materials geladen, das kontinuierliche Poren aufweist, die oben beschrieben sind. Das verwendete photosensitive Material umfasst zum Beispiel eine Zusammensetzung mit einem heißhärtenden Harz, wie zum Beispiel ein Harz-Monomer der Acrylserie und vorzugsweise einem Zwei-Photon-absorbierenden Lichthärtenden Katalysator. Ein derartiges photosensitives Material kann dadurch in die Poren des porösen Körpers geladen werden, dass zugelassen wird, dass der poröse Körper mit einer derartigen photosensitiven Zusammensetzung wie diese ist imprägniert wird oder einer Lösung eines derartigen photosensitiven Materials oder durch Verwenden eines CVD-Verfahrens und so weiter.

[0049] Der poröse Körper, der das geladene photosensitive Material in den Poren aufweist, wird in einer dreidimensionalen Richtung in einer derartigen Art und Weise belichtet, dass ein periodisches Strukturmuster ein photonisches Band bildet. Im Allgemeinen kann eine Quelle, wie zum Beispiel sichtbares Licht oder ultraviolette Strahlen, für die Belichtung zusätzlich zu β -Strahlen (Elektronenstrahlen), Röntgenstrahlen, usw. verwendet werden. Es ist höchst wünschenswert, sichtbares Licht oder ultraviolettes Licht zu verwenden, da der Belichtungsschritt einfach ist. Jedoch ist es ebenso wünschenswert β -Strahlen (Elektronenstrahlen) zu verwenden, die eine gute Durchdringungsfähigkeit in einer Dickenrichtung des Films aufweisen.

[0050] Beim Durchführen eines Belichtens in einer dreidimensionalen Richtung ist es möglich, die Technik von zum Beispiel eines Abtastens (Rastern) des Brennpunktes zu verwenden, auf dem ein Laserstrahl oder Ähnliches von einer Linse in einer dreidimensionalen Richtung innerhalb des porösen Körpers gesammelt wird. Es ist ebenso möglich, zwei Laserstrahlen zuzulassen, das heißt ein linearer Laserstrahl und ein blattförmiger Laserstrahl, um innerhalb des porösen Körpers einzufallen und die Kreuzung dieser zwei Strahlen in einer dreidimensionalen Richtung abzutasten. Alternativ ist es möglich, einen Interferenzrand innerhalb des porösen Körpers zu bilden. Mit anderen Worten genügt es, es einer Vielzahl von kollimierten Strahlen zu erlauben, einzufallen und miteinander innerhalb des porösen Körpers zu interferieren, um so ein Interferenzmuster zu bilden.

[0051] Nach der Belichtung wird das photosensitive Material in dem belichteten Teil oder nicht-belichteten Teil selektiv entfernt. Beim Entfernen des photosensitiven Materials innerhalb eines vorbestimmten Bereichs ist es möglich, ein nass-entwickelndes Verfahren zu verwenden, wie zum Beispiel ein Auswaschen mit einem Lösungsmittel, ein Gasphasen-Ätzen, wie zum Beispiel ein Sauerstoffplasma-Ätzen oder ein Verfahren einer thermischen Entwicklung, bei dem ein unerwünschter Teil durch ein Erhitzen verdampft wird. Durch Entfernen des photosensitiven Materials in dem vorbestimmten Bereich ist es möglich, einen Bereich zu bilden, in dem das photosensitive Material unentfernt bleibt und einen Bereich, aus dem das photosensitive Material entfernt worden ist, um so porös gemacht zu sein, wobei ein unentfernter Bereich und der entfernte Bereich sich voneinander in dem Brechungsindex unterscheiden. Da unterschiedliche Materialien als das photosensitive Material ausgewählt werden können, so lange das Material in die Poren geladen werden kann, ist es möglich den Unterschied in dem Brechungsindex frei zu ändern und zu vergrößern. Es ist möglich ein anderes zweites Material in den porösen Teil zu laden, aus dem das photosensitive Material entfernt worden ist. Alternativ ist es möglich die Poren nicht vollständig mit dem photosensitiven Material zu füllen, um so Leerstellen zu lassen und die Leerstellen zum Beispiel mit einem Metall durch eine Metallisierungsbehandlung zu laden. In diesem Fall kann der Unterschied in dem Brechungsindex weiter vergrößert werden.

[0052] In der dreidimensionalen Struktur der vorliegenden Erfindung wird ein Vielfaltsbereich innerhalb des porösen Körpers durch Laden eines Materials gebildet und die Bereiche werden bei einer durchschnittlichen Periode von 0.1 bis 2 μm angeordnet, um ein photonisches Band zu bilden. Die dreidimensionale Struktur der vorliegenden Erfindung wird in einem Bereich verwendet, der zwischen einem Bereich sichtbaren Lichtes und einem Bereich eines nahen Infrarots reicht. In der vorliegenden Erfindung ist es für den Bereich, in dem der poröse Körper mit einem Material geladen ist, notwendig, einen Teil mit einer durchschnittlichen Periode 0.1 bis 2 μm in Anbetracht der Wellenlänge des oben erwähnten Lichtes aufzuweisen.

[0053] [Fig. 1](#) erläutert schematisch die dreidimensionale Struktur der vorliegenden Erfindung. In der Struktur,

genannt photonischer Kristall, weist die Beziehung zwischen der Wellenzahl und der Frequenz, d.h. einer Photonenenergie, eines Lichts eine Bandstruktur aufgrund der periodischen Änderung in dem Brechungsindex auf wie die Energie von Elektronen innerhalb eines Halbleiters eine Bandstruktur aufgrund der periodischen Änderung in einem Potential aufweist. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, wird ein Vielfaltsbereich **2**, der ein Material geladen hat, in einem porösen Körper **1** gebildet und die Bereiche sind periodisch in einer derartigen Art und Weise angeordnet, dass ein photonisches Band gebildet wird. Sozusagen bilden Bereiche **2** einen photonischen Kristall. Übrigens ist es für die Periode des Bereiches, in dem der poröse Körper mit einem Material geladen ist, wünschenswert, ungefähr eine Hälfte der Wellenlänge des Lichtes zu betragen, das verwendet werden soll. Falls die Periode zum Beispiel $0.3 \mu\text{m}$ ist, beträgt die Wellenlänge des verwendeten Lichts $0.6 \mu\text{m}$, was ein Doppeltes der Periode von $0.3 \mu\text{m}$ ist, was es ermöglicht, ein photonisches Band eines sichtbaren Bereiches zu bilden. Es ist unnötig eine Bandkante mit der niedrigsten Energie zu verwenden und es ist möglich, eine Bandkante mit einer hohen Energie zu verwenden.

[0054] Die Materialien, die in die Bereiche geladen sind, die periodisch angeordnet sind, müssen nicht speziell auf unterschiedliche Polymere, keramische Materialien, wie zum Beispiel Metalloxide und Metalle beschränkt sein. Es ist für das geladene Material möglich, ein Flüssigkristall oder ein nicht-lineares optisches Material zu sein. Da der Unterschied in dem Brechungsindex zwischen dem geladenen Bereich und dem nicht geladenen Bereich wünschenswerter Weise groß sein sollte, ist es für das geladene Material wünschenswert, einen großen Brechungsindex aufzuweisen. Um genauer zu sein, werden Metalloxide, wie zum Beispiel Titanoxid und Aluminiumoxid und ein zusammengesetztes Material zwischen einem ultrafeinen Partikel dieser Metalloxide und einem Polymer als die geladenen Materialien verwendet. Der Teil außer den periodisch angeordneten Bereichen kann als poröser Teil mit Leerstellen gelassen werden. Alternativ ist es möglich, den Teil außer den periodisch angeordneten Bereichen mit einem anderen Material zu laden, wie zum Beispiel einem Licht-modulierenden Material, wie zum Beispiel einem Flüssigkristall oder einem Material, das in der Lage ist, einen Laserstrahl zu emittieren. Ebenso ist es möglich, ein Temperatur einstellendes Gerät, wie zum Beispiel piezoelektrisches Element, einen Heizer oder ein Peltier-Element, eine Elektrode zum Anlegen eines elektrischen Feldes oder ein Licht-emittierendes Element zur Lichtausstrahlung zu der dreidimensionalen Struktur der vorliegenden Erfindung zu weiterzugeben, um die periodische Struktur zu stören und die photonischen Bändeigenschaften zu modulieren.

[0055] In der dreidimensionalen Struktur der vorliegenden Erfindung, die wie oben hergestellt ist, kann, da die poröse Struktur Bereiche unterstützt, die den photonischen Kristall bilden und es möglich ist, die Struktur beizubehalten, die Anordnung der periodischen Bereiche frei festgelegt werden. Da zusätzlich das Material, das in die periodischen Bereiche oder den anderen Bereich als die periodischen Bereiche geladen werden soll, frei ausgewählt werden kann, ist es möglich, die Änderung in dem Brechungsindex zu vergrößern. Es folgt, dass es möglich ist, einen zufrieden stellenden photonischen Kristall zu bilden. Ebenso ist eine Größenstabilität gegen eine Änderung im Lauf der Zeit oder eine Temperaturänderung zufrieden stellend. Falls ebenso Störungen innerhalb der periodischen Struktur des photonischen Kristalls gebildet werden und diese Störungen in einer eindimensionalen Richtung zusammenhängend sind, kann der photonische Kristall als ein optischer Wellenleiter verwendet werden. Die Störung einer periodischen Struktur kann durch Entfernen eines Teils der periodisch vorliegenden Bereiche oder durch Anordnen eines anderen Bereiches als der periodisch angeordnete Bereich **2** in dem porösen Körper gebildet werden, wie in [Fig. 2](#) gezeigt. Weiter ist es möglich, durch die ähnliche Technik einen optischen Wellenleiterteil zu bilden, um es Signallicht zu erlauben, auf den photonischen Kristall einzufallen oder von diesem emittiert zu werden. Um genauer zu sein, wird der photonische Kristall selektiv in einem Muster eines optischen Wellenleiters belichtet, um einen Kernbereich zu bilden, der als ein optischer Wellenleiter agiert und einen Hüllbereich. Typischerweise kann ein optischer Wellenleiter durch Bilden zum Beispiel eines Bereiches erhalten werden, in dem ein Acrylharz-Monomer linear innerhalb des porösen Teils geladen wird. In diesem Fall ist es möglich, einen optischen Wellenleiter vom GI-Typ durch Verwenden einer Mischung einer Vielzahl unterschiedlicher Arten von Acrylharz-Monomeren zu bilden. Eine Verbesserung einer Effizienz und einer Miniaturisierung kann durch Bilden eines optischen Wellenleiters eines Signallichts in dem photonischen Kristall ermöglicht werden, wie oben beschrieben. Ebenso ist es möglich, das photonische Band durch Bilden eines Teils zu modulieren, der einen geänderten Brechungsindex zusätzlich zu der Gruppe von periodisch angeordneten Bereichen aufweist, die ein photonisches Band bilden. Ein derartiger Bereich zum Stören der periodischen Struktur funktioniert wie ein Störstellenlevel in einem Halbleiter. Als ein Ergebnis ist es möglich, einen Bereich zu bilden, durch den das Licht mit einer vorbestimmten Wellenlänge innerhalb der photonischen Bandlücke transmittiert werden kann. Zum Beispiel ist es möglich, einen Laser eines photonischen Kristall, der einen kleinen Oszillationsverlust aufweist, durch Dotieren eines Laserfarbstoffes in die dreidimensionale Struktur der vorliegenden Erfindung herzustellen, um so den Störstellenlevel mit dem Oszillationswellenlängenbereich des Laserfarbstoffes auszurichten.

[0056] Eine dreidimensionale Struktur gemäß einer zweiten Ausführung wird nun beschrieben. Die dreidimensionale Struktur gemäß der zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung kann eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur genannt werden.

[0057] Die dreidimensionale Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung kann durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung durch Verwenden eines porösen Körpers hergestellt werden, der gleichförmig gebildete Durchgangslöcher aufweist, die in einer dreidimensionalen Richtung kontinuierlich sind. Der verwendete poröse Körper in der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von einem Bienenwaben-förmigen Blatt, das Durchgangslöcher aufweist, die sich lediglich in einer Richtung erstrecken. Insbesondere weist der poröse Körper Durchgangslöcher auf, die sich in irgendeiner Richtung in einem Raum erstrecken.

[0058] Es ist für die kontinuierliche Pore, die in dem porösen Körper vorliegt, wünschenswert, regulär und homogen gebildet zu sein, da es unwahrscheinlich ist, dass ein derartiger poröser Körper das Licht streut. Es ist für die kontinuierliche Pore in dem porösen Körper, der in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, erforderlich, offen zu der Außenseite des porösen Körpers zu sein, und es ist ebenso für die Anzahl von geschlossenen Poren wünschenswert, die nicht zu der Außenseite des porösen Körpers offen sind, so klein wie möglich zu sein. Um ebenso die dielektrische Konstante der Verdrahtung zu verbessern, ist es für die Porosität wünschenswert, hoch zu sein, solange die mechanische Festigkeit des porösen Körpers aufrechterhalten werden kann. Um genauer zu sein, sollte die Porosität wünschenswert zumindest 40% betragen und hoch wünschenswert zumindest 60%. Die obere Grenze der Porosität, die nicht speziell in der vorliegenden Erfindung begrenzt ist, solange die Struktur des porösen Körpers aufrechterhalten werden kann, beträgt im Allgemeinen ungefähr 99%.

[0059] In der vorliegenden Erfindung wird der innere Bereich des porösen Körpers belichtet. Um daher das Streuen des Lichtes zu vermeiden, ist es für den Porendurchmesser wünschenswert, ausreichend klein im Vergleich zu der Wellenlänge des für die Belichtung verwendeten Lichtes zu sein. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass, falls der Porendurchmesser übermäßig klein ist, es schwierig ist, die Pore mit einem Metall durch die Metallisierungstechnik oder Ähnlichem zu laden. Insbesondere in dem Fall eines Bildens einer Verdrahtung ist es für das geladene Metall notwendig, kontinuierlich ausreichend innerhalb der Poren zu sein. Falls der Porendurchmesser übermäßig klein ist, tendiert das Metall dazu, selbst falls in die Poren durch die Metallisierungstechnik eingeführt, in der Form feiner Partikel vorzuliegen, die voneinander innerhalb der Pore getrennt sind. Um eine derartige Schwierigkeit zu vermeiden, ist es für den Porendurchmesser in dem porösen Körper, der in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, wünschenswert, innerhalb eines Bereiches von 30 nm und 2000 nm, hoch vorzugsweise zwischen 50 nm und 1000 nm und höchst vorzugsweise zwischen 100 nm und 500 nm zu liegen.

[0060] Selbst dort wo der Porendurchmesser versagt, innerhalb des oben erwähnten Bereiches zu liegen und größer als die Lichtwellenlänge ist, die für die Belichtung verwendet wird, ist es möglich, das Streuen des Lichtes bei dem Schritt der Belichtung zu vermeiden, falls ein flüssiges Material mit einem Brechungsindex nahe oder gleich zu demjenigen des porösen Körpers in die Poren zum Verhindern des Streuens des Lichtes geladen wird. Falls jedoch der Porendurchmesser übermäßig groß ist, ist es schwierig das Metall ausreichend innerhalb der Pore durch die Metallisierungstechnik oder Ähnliches zu laden und es ist ebenso schwierig die Verdrahtungsbreite auf etliche μm oder weniger zu vermindern. Ebenso tendiert ein Kurzschließen dazu, zwischen benachbarten Schichten in dem Falle eines Herstellens eines mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatte stattzufinden. Unter den Umständen ist es für den Porendurchmesser des porösen Körpers wünschenswert, auf 5 μm oder weniger gesetzt zu werden, selbst in dem Fall eines Verwendens eines flüssigen Materials zum Verhindern des Lichtstreuens in dem Belichtungsschritt.

[0061] Ein co-kontinuierlicher poröser Körper mit offenen Poren, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind, kann durch unterschiedliche Verfahren erzeugt werden, wie bereits in Verbindung mit der Herstellung der dreidimensionalen Struktur beschrieben. Zum Beispiel ist es möglich einen porösen Körper zu verwenden, der durch Laminieren von Kügelchen erzeugt wird, einen porösen Körper, der aus einem grünen Blatt (green sheet) gebildet wird, einen porösen Körper, der durch Verwenden einer laminierten Struktur von Kügelchen als eine Gießform erzeugt wird, einen porösen Körper, der durch Verwenden eines laminierten Körpers von Luftblasen oder Flüssigkeitsblasen als eine Gießform erzeugt wird, einen porösen Körper, der aus einer co-kontinuierlichen Struktur erzeugt wird, die durch die spinodale Zerlegung einer Mischung erzeugt wird, die ein Polymer, Silica, usw. enthält, einen porösen Körper, der durch ein Emulsions-Schablonen-Verfahren erzeugt wird und einen porösen Körper zu verwenden, der durch ein dreidimensionales Licht-formendes Verfahren erzeugt wird.

[0062] Insbesondere ist es wünschenswert, eine poröse Struktur aus zum Beispiel einem Polymer zu verwenden, das durch Verwenden eines laminierten Körpers von Luftblasen oder Flüssigkeitsblasen als eine Gießform erzeugt wird, da ein poröser Körper mit regulär angeordneten Poren und einer hohen Porosität bei niedrigen Herstellungskosten erzeugt werden kann. Ein poröser Körper, der durch Entfernen einer geeigneten Phase von einer Phasen-Separationsstruktur erzeugt wird, die von einem Polymer aufgewiesen wird, ist ebenso aus dem ähnlichen Grund wünschenswert. Übrigens ist es höchst wünschenswert, einen porösen Körper aus einer Phasen-Separationsstruktur eines Polymers herzustellen, da der Porendurchmesser leicht gesteuert werden kann und die Herstellungskosten vermindert werden können. Die Phasen-Separationsstruktur des Polymers ist nicht besonders begrenzt in der vorliegenden Erfindung. Zum Beispiel umfasst die Phasen-Separationsstruktur des Polymers, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, eine Phasen-Separationsstruktur, die durch eine spinodale Zerlegung gebildet wird, die von einer Polymermischung aufgewiesen wird und eine Mikrophasen-Separationsstruktur, die von einem Block-Copolymer oder einem Pfropf-Copolymer aufgewiesen wird. Es ist höchst wünschenswert, eine Mikrophasen-Separationsstruktur zu verwenden, die von einem Block-Copolymer oder einem Pfropf-Copolymer aufgewiesen wird, da es möglich ist, eine reguläre poröse Struktur mit Poren zu bilden, deren Durchmesser leicht gesteuert werden kann. Eine co-kontinuierliche Struktur ist als die Mikrophasenstruktur wünschenswert. Insbesondere sind zum Beispiel eine OBDD-Struktur und eine Gyroid-Struktur wünschenswert. Zum Bilden einer co-kontinuierlichen Struktur ist es wünschenswert, den Gewichtsanteil der Polymerkette, die den porösen Körper in dem Polymer bildet, derart einzustellen, dass dieser innerhalb eines Bereiches zwischen 30% und 70% liegt.

[0063] Es ist möglich, den Porendurchmesser des resultierenden porösen Körpers durch das Molekulargewicht der Polymerkette zu steuern, die die Phase bildet, die von der Phasen-Separationsstruktur entfernt wird. Es ist ebenso möglich, den Porendurchmesser des porösen Körpers durch Mischen eines Homopolymers zu steuern, das mit einer derartigen Polymerkette kompatibel ist. Obwohl es schwierig ist, einen porösen Körper mit einem Porendurchmesser von weniger als 100 nm durch Verwenden eines Copolymers alleine zu bilden, kann ein poröser Körper mit einem derartigen Porendurchmesser relativ leicht durch Verwenden der Technik eines Mischens eines Homopolymers erzeugt werden.

[0064] Dort wo ein poröser Körper als ein Substrat für die Verdrahtungsbildung verwendet wird, ist es wünschenswert, ein isolierendes Metalloxid oder ein Polymer zum Bilden eines porösen Körpers zu verwenden. Insbesondere ist es wünschenswert, ein hitzebeständiges Polymer, wie zum Beispiel Polyimid, Polyamid, Polyaryläther, Polyarylat und Polyäthersulfon zu verwenden. Ebenso ist es möglich ein Polymer zu verwenden, das durch Vernetzen eines Polymers mit einer Doppelbindung in der Seitenkette oder einer Hauptkette erzeugt wird und das durch polymerisieren konjugierter Dien-Monomere eines 1,2-Verbindungstyps oder eines 1,4-Verbindungstyps erzeugt wird, wie zum Beispiel Polybutadien. Es ist ebenso möglich, Polycyclohexan und Polynorbornen zu verwenden.

[0065] Ein poröser Körper aus Polyimid kann zum Beispiel wie folgt erzeugt werden. In dem ersten Schritt wird eine Polyamic-Säure, die ein Vorläufer (Precursor) von Polyimid ist, mit einem thermisch zerlegbaren Polymer gemischt, wie zum Beispiel Polyethylenoxid, Polypropylenoxid oder Poly(Methylmethacrylat). In diesem Schritt ist es möglich, eine Phasenseparation als ein Block-Copolymer oder einen Pfropf-Copolymer durchzuführen. Dann wird eine Wärmebehandlung angewendet, um so die Polyamic-Säure in Polyimid umzuwandeln und zur gleichen Zeit das thermisch zerlegbare Polymer durch ein Verdampfen zu entfernen.

[0066] Es ist wünschenswert, ein Block-Copolymer oder Pfropf-Copolymer in Anbetracht der Regularität der Struktur zu verwenden. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass in dem Fall eines Bildens von Poren mit einer Größe von zumindest 100 nm, es relativ schwierig ist, ein Block-Copolymer zu synthetisieren, da das Molekulargewicht der thermisch zerlegbaren Polymerkette ungefähr 100000 überschreitet. Daher ist es wünschenswert, eine Verbindungsgruppe an zum Beispiel dem Ende der thermisch zerlegbaren Polymerkette einzuführen, gefolgt von einem Synthetisieren eines Pfropf-Copolymers.

[0067] Um genauer zu sein, ist es in dem Fall eines Synthetisierens eines Pfropf-Copolymers zwischen zum Beispiel einer Polyamic-Säure und einem thermisch zerlegbaren Polymer, wie zum Beispiel Polyethylenoxid oder Polypropylenoxid, möglich, die unten beschriebene Technik zu verwenden. Insbesondere wird eine Aminogruppe zunächst in das Ende einer thermisch zerlegbaren Polymerkette als eine Verbindungsgruppe eingesetzt, das chemisch mit einer Seitenkette einer Polyamic-Säure verbunden ist, wie zum Beispiel einer Carboxyl-Gruppe. Dann wird ein Pfropf-Copolymer durch Mischen des thermisch zerlegbaren Polymers, das die Verbindungsgruppe darin eingesetzt aufweist und einer Polyamic-Säure synthetisiert. Ebenso ist es möglich, den Porendurchmesser des porösen Körpers durch Hinzufügen eines Homopolymers zu dem Block-Copolymer oder Pfropf-Copolymer zu steuern. Falls ein vernetzbarer Weichmacher, wie zum Beispiel Bis-Maleimide, in

diesem Schritt hinzugefügt wird, wird die Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur begünstigt und die Wärmebeständigkeit und die mechanische Festigkeit des porösen Körpers werden verbessert.

[0068] Es sollte erwähnt werden, dass Polybutadien vom 1,2-Verbindungstyp, das heißt Poly(Vinylethylen), in einer dreidimensionalen Richtung durch die Hinzufügung eines Radikal-Erzeugers oder eines vernetzenden Agens vernetzt wird, um so ein Ausgehärtetes Polymer zu bilden, das ausgezeichnet in einer Hitzebeständigkeit, in elektrischen Eigenschaften, einer Feuchtigkeitsbeständigkeit und mechanischen Eigenschaften ist. Zusätzlich ist, da Poly(Vinylethylen) in der Lage einer lebenden Polymerisation (living polymerization) ist, es möglich, ein Block-Copolymer mit einem hohen Molekulargewicht zu erhalten und das gleichförmig in einer Molekulargewichtsverteilung ist. Es folgt, dass in dem Fall eines Verwendens eines Block-Copolymers zwischen Poly(Vinylethylen) und einem Poly(Methacryl-Säureester), das durch Bestrahlung mit β -Strahlen zerlegt und entfernt werden kann oder eines thermisch zerlegbaren Polyethylenoxids oder Polypropylenoxids, es möglich ist, einen regulären porösen Körper zu bilden, der aus vernetztem Poly(Vinylethylen) besteht, das einen gewünschten Porendurchmesser aufweist. Es ist ebenso möglich, den Porendurchmesser des porösen Körpers durch Hinzufügen eines Homopolymers in diesem Falle zu steuern.

[0069] Das Radikal-erzeugende Agens, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, umfasst zum Beispiel organische Peroxide, wie zum Beispiel Dicumylperoxid und Azonitrile, wie zum Beispiel Azobis-Isobutyronitril. Insbesondere ist es wünschenswert, ein polyfunktionales Radikal-erzeugendes Agens zu verwenden, wie zum Beispiel 2,2-bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl)Propan, 3,3',4,4'-tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon, da das polyfunktionale Radikal-erzeugende Agens ebenso als ein vernetzendes Agens wirkt. Es ist wünschenswert, das Radikal-erzeugende Agens in einer Menge von 0.1 bis 20 Gewichtsprozent, hoch vorzugsweise 1 bis 5 Gewichtsprozent basierend auf der zu vernetzenden Polymerkette hinzuzufügen. Falls die Menge des Radikal-erzeugenden Agens übermäßig klein ist, wird die Dichte einer Vernetzung niedrig gemacht. Falls andererseits die Menge des Radikal-erzeugenden Agens übermäßig groß ist, wird das vernetzte Material porös gemacht oder die Mikrophasen-Separationsstruktur wird gestört.

[0070] Es ist wünschenswert, als das vernetzende Agent Bis-Maleimide zu verwenden, wie zum Beispiel Bis(4-Maleimidephenyl)Methan, Bis(4-Maleimidphenyl)Äther, 2,2'-Bis[4-(Para-Aminophenoxy)Phenyl]Propan und 2,2'-Bis[4-(Para-Aminophenoxy)Phenyl]Hexafluoropropan. Die Hinzufügungsmenge sollte innerhalb eines Bereiches von zwischen 0.1 und 20 Gewichtsprozent, vorzugsweise zwischen 1 und 5 Gewichtsprozent basierend auf der zu vernetzenden Polymerkette liegen. Falls die Hinzufügungsmenge des vernetzenden Agens übermäßig klein ist, ist die Dichte einer Vernetzung niedrig. Falls die Hinzufügungsmenge jedoch übermäßig groß ist, wird die Mikrophasen-Separationsstruktur gestört.

[0071] Falls die vernetzende Reaktion vor einer Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur voranschreitet, wird die Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur verschlechtert. Daher ist es für die vernetzende Reaktion wünschenswert, nach einer ausreichenden Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur gestartet zu werden. Eine Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur schreitet unter Temperaturen voran, die höher als die Glasübergangstemperatur jeder Polymerkette sind, die ein Copolymer bilden. Daher ist es für die Glasübergangstemperatur der Polymerkette wünschenswert, ausreichend tiefer als die Radikal-Erzeugungstemperatur des Radikal-erzeugenden Agens zu sein.

[0072] Ein Beispiel der höchst vorzuziehenden Zusammensetzung ist eine Zusammensetzung, die durch Hinzufügen von 2,2-Bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl)Propan oder 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon zu einem Diblock-Copolymer oder einem Triblock-Copolymer aus einer Poly(Vinylethylen)-Kette und einer Polyethylenoxid-Kette oder einer Polypropylenoxid-Kette in einer Menge von 1 bis 5 Gewichtsprozent basierend auf der Poly(Vinylethylen)-Kette erzeugt wird. Insbesondere ist es höchst wünschenswert, 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon als das Radikal-erzeugende Agens zu verwenden.

[0073] Poly(Vinylethylen) weist eine Glasübergangstemperatur von ungefähr 20°C auf. Ebenso weist Polyethylenoxid oder Polypropylenoxid eine ausreichend niedrige Glasübergangstemperatur von ungefähr 0°C oder tiefer auf. Andererseits sind die die thermischen Zersetzung initiiierenden Temperaturen von 2,2-Bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl) Propan und 3,3',4,4'-Tetra(-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon jeweils 139°C und 125°C, die ausreichend hoch liegen, wenn mit einer Heizrate von 4°C/min geheizt wird. Daher ist es wünschenswert, eine Mikrophasen-Separationsstruktur durch Erwärmen von Raumtemperatur auf ungefähr 50°C zu bilden, gefolgt von einem allmählichen Heizen der Zusammensetzung auf eine Temperatur, die nahe der thermischen Zersetzungstemperatur des Radikal-erzeugenden Agens liegt, um so ein Vernetzen und ein Erhärten zu erzielen. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass, falls die Zusammensetzung auf eine übermäßig hohen Temperatur geheizt wird, die Ordnungs-Unordnungs-Übergangstemperatur überschritten wird, be-

vor eine ausreichende Vernetzung erzielt wird, was in einem Schmelzen resultiert, um eine homogene Zusammensetzung zu bilden. In diesem Sinn ist 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon wünschenswert, da Radikale durch eine Bestrahlung mit einem ultravioletten Strahlen erzeugt werden, ohne auf der thermischen Zerlegung zu beruhen.

[0074] Wie oben beschrieben werden 2,2-Bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl)Propan oder 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon zu einem Diblock-Copolymer oder einem Triblock-Copolymer aus einer Poly(Vinylethylen)-Kette und einer Poly(Methylmethacrylat)-Kette in einer Menge von 1 bis 5 Gewichtsprozent basierend auf der Poly(Vinylethylen)-Kette hinzugefügt. In diesem Fall weist Poly(Methylmethacrylat) eine relativ hohe Glasübergangstemperatur vor ungefähr 105°C auf. Daher ist es wahrscheinlich, dass eine vernetzende Reaktion stattfindet, bevor die Mikrophasen-Separationsstruktur ausreichend gebildet ist. Es folgt, dass Poly(Methylmethacrylat), falls mit β -Strahlen bestrahlt, dazu tendiert, thermisch zerlegt und verdampft zu werden, was es möglich macht, eine poröse Struktur durch Waschen mit einem Lösungsmittel oder durch die Hitzebehandlung bei einer relativ niedrigen Temperatur zu bilden. Da die Glasübergangstemperatur von Poly(Methylmethacrylat) nahe der ein Vernetzen initiiierenden Temperatur von Poly(Methylmethacrylat) liegt, ist es wünschenswert, die Mikrophasen-Separationsstruktur durch langsames verdampfendes Lösungsmittel aus der Lösung zu bilden, um eine Abgussfolie zu bilden. In diesem Fall wird eine Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur nicht durch das Vernetzen verschlechtert, falls die Verdampfung des Lösungsmittels bei einer Temperatur durchgeführt wird, die ausreichend niedriger als die thermische Zerlegungstemperatur des Radikal-erzeugenden Agens ist. Ein derartiges Verfahren eines Bildens einer Abgussfolie benötigt jedoch eine lange Zeit und daher ist die Produktivität nicht ausreichend hoch. Dies ist ebenso der Fall bei der Verwendung von Poly(α -Methylstyren) statt Poly(Methylmethacrylat).

[0075] In dem Falle eines Verwendens von Poly(Methacryl-Säureester), in dem eine Alkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen ersetzt ist oder Poly(α -Methylstyren), in dem eine derartige Phenyl-Gruppe durch die Alkyl-Gruppe ersetzt ist, statt Poly(Methylmethacrylat) oder Poly(α -Methylstyren), ist die Glasübergangstemperatur vermindert, was es möglich macht, das oben erwähnte Problem zu vermeiden. Um genauer zu sein, kann eine Mikrophasen-Separationsstruktur umgehend durch Anwenden einer Hitzebehandlung auf den Copolymerfilm (oder einen gegossenen Körper) bei einer Temperatur gebildet werden, die höher als die Glasübergangstemperatur ist. Zum Beispiel weisen Poly(n-Propylmethacrylat) und Poly(n-Butylmethacrylat) eine niedrige Glasübergangstemperatur auf, das heißt, 35°C bzw. 25°C. Poly(α -Methylstyren), das die 4-Position butylisiert aufweist, weist ebenso eine niedrige Glasübergangstemperatur auf. Die Glasübergangstemperatur kann weiter vermindert werden, falls die Alkyl-Gruppe zumindest 6 Kohlenstoffatome aufweist. Jedoch tendiert zur gleichen Zeit eine vernetzende Reaktion dazu, leicht bei Bestrahlung mit β -Strahlen stattzufinden. Die Polymere, die sowohl die niedrige Glasübergangstemperatur erfüllen als auch die Begünstigung der Zerlegung durch Bestrahlung mit β -Strahlen umfassen zum Beispiel Poly(n-Propylmethacrylat), Poly(n-Butylmethacrylat) und Poly(s-Butylmethacrylat). Insbesondere ist es höchst wünschenswert, Poly(n-Butylmethacrylat) und Poly(s-Butylmethacrylat) zu verwenden.

[0076] Dort wo die Alkyl-Gruppe wie eine 2-Ethylhexyl-Gruppe verzweigt ist, ist es unwahrscheinlich, dass der Effekt eines Begünstigens der Zerlegung durch Bestrahlung mit β -Strahlen unterdrückt wird, und daher ist es wünschenswert, eine verzweigte Alkyl-Gruppe zu verwenden. Jedoch ist das Poly(Methacrylat) mit einer verzweigten Alkyl-Gruppe in der praktischen Verwendung schlechter als Poly(n-Butylmethacrylat) und Poly(s-Butylmethacrylat), da es schwierig ist, Monomere von Polymethacrylaten zu erhalten, die eine verzweigte Alkyl-Gruppe aufweisen.

[0077] Es ist ebenso möglich, Polyisobutylen und Polypropylen zusätzlich zu den oben beschriebenen Polymeren als eine Polymer-Kette zu verwenden, die sowohl die niedrige Glasübergangstemperatur als auch den Effekt eines Begünstigens einer Zerlegung durch Bestrahlung mit β -Strahlen erfüllen.

[0078] Die Strahlungsmenge mit β -Strahlen, die in der vorliegenden Erfindung nicht besonders beschränkt ist, sollte innerhalb eines Bereiches zwischen 100 Gy und 10 MGy, vorzugsweise zwischen 1 KGy und 1 MGy und höchst vorzugsweise zwischen 10 KGy und 200 KGy liegen. Falls die Strahlungsmenge unzulässig klein ist, ist es schwierig die zerlegbare Polymerkette ausreichend zu zerlegen. Falls andererseits die Strahlungsmenge übermäßig groß ist, tendiert das zerlegte Produkt der zerlegbaren Polymerkette dazu, in einer dreidimensionalen Richtung vernetzt zu werden, um so ausgehärtet zu werden. Weiter tendiert die Polymer-Kette für die es unwahrscheinlich ist, zerlegt zu werden, dazu, zerlegt zu werden. Die Beschleunigungsspannung, die von der Dicke des gegossenen Körpers des Copolymers abhängt, d.h. der Durchdringungslänge der β -Strahlen in dem gegossenen Körper, sollte vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von ungefähr 20 kV und 2 MV liegen, wenn diese auf einen Dünnsfilm treffen, der eine Dicke von ungefähr etlichen μm oder weniger

aufweist und sollte vorzugsweise innerhalb eines Bereichs zwischen ungefähr 500 kV und 10 MV liegen, wenn diese auf einen gegossenen Körper treffen, wie zum Beispiel einem Film oder eine Menge, die eine Dicke von zumindest 100 μm aufweist. Dort wo ein Metall-gegossener Körper in dem gegossenen Körper enthalten ist, ist es möglich, die Beschleunigungsspannung weiter zu erhöhen.

[0079] In dem Fall eines Verwendens der Bestrahlung mit β -Strahlen, wird die Poly(Vinylethylen)-Kette vernetzt und daher ist es möglich, den Betrag des Radikal-erzeugenden Agens zu vermindern oder es ist möglich, überhaupt kein Radikal-erzeugendes Agens hinzuzufügen. In diesem Fall ist es absolut nicht notwendig, die Glasübergangstemperatur zu vermindern. Ein vernetztes Poly(Vinylethylen) weist exzellente Eigenschaften auf und es wird daher versucht, das vernetzte Poly(Vinylethylen) in einer Verdrahtungsplatte zu verwenden, obwohl das vernetzte Polymer in der Adhäsivität zu Kupfer nicht ausreichend ist, das als ein Verdrahtungsmaterial verwendet wird. Jedoch kann diese Schwierigkeit in der vorliegenden Erfindung vermieden werden, da die Verdrahtung und der Via, die aus Kupfer bestehen, in der vorliegenden Erfindung integriert mit dem porösen Körper gebildet werden.

[0080] Eine dreidimensionale Struktur eines Metalls oder eines Metalloids, die als ein Mehrfach-Verdrahtungsplatte oder eine 3D-Verdrahtung verwendet werden kann, kann durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur gebildet werden. Es ist ebenso möglich, eine dreidimensionale Struktur, wie zum Beispiel Kohlenstoff oder Diamant, durch Verwenden des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur zu bilden. Eine derartige Struktur kann ebenso als ein photonischer Kristall verwendet werden. In dem Fall eines Herstellens eines photonischen Kristalls sollte der Porendurchmesser des verwendeten porösen Körpers wünschenswert innerhalb eines Bereichs zwischen 10 nm und 500 nm, hoch wünschenswert zwischen 20 nm und 100 nm und höchst wünschenswert zwischen 30 nm und 50 nm liegen. Eine Struktur eines Metalloids oder von Kohlenstoff kann als ein Kondensator oder Widerstand innerhalb der dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur verwendet werden.

[0081] Beim Herstellen einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung wird eine poröse Struktur, die oben beschriebene, kontinuierliche Durchgangslöcher aufweist, selektiv belichtet, um ein latentes Bild eines dreidimensionalen Musters zu bilden. Das oben erwähnte dreidimensionale Muster impliziert ein Muster mit einer Vielzahl von zweidimensionalen Mustern, die sich voneinander bezüglich der Einfallsrichtung des Lichtes unterscheiden. Als die Quelle für die Belichtung ist es möglich, β -Strahlen (Elektronstrahlen), Röntgenstrahlen, usw. zusätzlich zu den Quellen zu verwenden, wie zum Beispiel herkömmlichem, sichtbarem Licht oder ultravioletten Strahlen. Es ist höchst wünschenswert, sichtbares Licht oder ultraviolette Strahlen zu verwenden, da das Belichtungsverfahren einfach ist. Jedoch ist es ebenso wünschenswert, β -Strahlen mit guten durchdringenden Eigenschaften in der Dickenrichtung des Films zu verwenden.

[0082] Die Belichtung in einer dreidimensionalen Richtung kann durch Scannen in einer dreidimensionalen Richtung des Fokus durchgeführt werden, auf dem Strahlen durch eine Linse oder Ähnliches fokussiert werden. Alternativ ist es möglich, eine selektive Belichtung auf den Schnittpunkt zweier Strahlen anzuwenden. Es ist für zumindest einen dieser zwei Strahlen möglich, ein blattförmiger Strahl zu sein. In dem Fall einer derartigen dreidimensionalen Belichtung ist es für das photosensitive Material an der inneren Oberfläche der Pore möglich, zwei Photonen zu absorbieren und eine nicht-lineare Empfindlichkeit relativ zu der Intensität einer Bestrahlung aufzuweisen. Alternativ ist es für das photosensitive Material möglich, eine Empfindlichkeit aufzuweisen, wenn es gleichzeitig mit Strahlen mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen bestrahlt wird.

[0083] Durch Verwenden der dreidimensionalen Belichtung wird die innere Oberfläche der Pore innerhalb des belichteten Bereichs chemisch verändert. Es ist erlaubt, dass ein Metall oder ein Metalloid ausfällt und über den chemisch-veränderten Bereich wächst, der als Kern agiert, um es dem gewachsenen Metall oder Metalloid zu erlauben, in den inneren Raum der Pore geladen zu werden. Da ein Metall oder Metalloid selektiv in den belichteten Teil geladen wird, kann eine dreidimensionale Struktur des Metalls oder Metalloids innerhalb des porösen Körpers durch Verwenden der Belichtung in einer dreidimensionalen Richtung gebildet werden. Falls in diesem Fall die Ausfällung von einem Teil begonnen wird, der nahe der Oberfläche des porösen Körpers liegt, verschließt das ausgefällte Metall oder Ähnliches die Pore, um so die Ausfällung tief im Inneren des porösen Körpers zu verhindern. In einer derartigen Situation ist es wünschenswert, die Belichtungsmenge tief innerhalb des porösen Körpers größer als diejenige auf dem Teil zu machen, der nahe der Oberfläche des porösen Körpers liegt, um es so zu erlauben, dass die Ausfällung des Metalls oder Ähnlichem von einem Bereich begonnen wird, der tief innerhalb des porösen Körpers liegt.

[0084] Die innere Oberfläche der Pore, die durch die Belichtung verändert wird, kann die Oberfläche sein, zu

der der Teil ausgesetzt ist, der den porösen Körper bildet. Alternativ kann eine Oberfläche, die mit einem geeigneten Beschichtungsagens beschichtet ist, die Oberfläche sein, die von der Belichtung verändert wird. Die Oberfläche ist nicht besonders beschränkt, solange das Oberflächenteil von der Belichtung verändert wird, um so als katalytischer Kern bei dem Schritt eines Ausfällens eines Metalls oder Metalloxids zu agieren.

[0085] Dort, wo zum Beispiel eine Polyimid-Filmoberfläche, die mit einer wässrigen Lösung von Kupfersulfat benetzt ist, mit zum Beispiel einem ArF-Laserstrahl bestrahlt wird, werden die Kupferatome in die Oberfläche des Polyimidfilms genommen. Kupferatome agieren als ein katalytischer Kern, um es dem Kupfer oder Ähnlichem zu erlauben, selektiv auf dem bestrahlten Teil durch ein stromloses Metallisieren ausgefällt zu werden. Alternativ ist es, dort wo ein poröser Polyimid Körper im voraus in eine wässrige Lösung von Kupfersulfat getaucht wird, gefolgt von einem Anwenden einer dreidimensionalen Belichtung auf den porösen Körper, möglich, eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur, die aus Kupfer hergestellt ist, innerhalb des porösen Polyimid Körpers durch das ähnliche Prinzip zu bilden.

[0086] Ebenso ist es möglich, eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur innerhalb eines porösen Körpers durch die unten beschriebene Technik zu bilden. Insbesondere wird die innere Oberfläche der Pore des porösen Körpers durch eine Absorption oder Ähnliches mit einem Material beschichtet, das einen Katalysator eines stromlosen Metallisierens bildet, gefolgt von einem Anwenden einer dreidimensionalen Belichtung auf den porösen Körper. Dann wird der Katalysator in dem nicht-belichteten Teil selektiv entfernt, gefolgt von einem Anwenden einer stromlosen Metallisierung, um so eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur zu erhalten. Acetylacetonat-Komplexe vieler Metalle, die in der Lage einer Sublimierung sind, werden bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen zerlegt, um so ihre Fähigkeit einer Sublimierung zu verlieren. Nachdem die innere Oberfläche der Pore mit einer Zusammensetzung einer derartigen Komplex-Zusammensetzung beschichtet ist, wird eine dreidimensionale Belichtung auf den porösen Körper angewendet, gefolgt von einem Anwenden einer Hitzebehandlung innerhalb vorzugsweise eines Vakuums. Als ein Ergebnis kann das Komplexgemisch innerhalb des nicht-belichteten Teils selektiv entfernt werden, um so das photolytische Degradationsmaterial des Komplexgemisches innerhalb des belichteten Teils zu lassen, das einen katalytischen Kern der Metallisierung bereitstellt.

[0087] Falls die Oberfläche des porösen Körpers photosensitiv ist und eine Bindungsgruppe, die in der Lage ist, mit dem Material zu verbinden, das einen katalytischen Kern bereitstellt, gebildet wird, ist es möglich zu erlauben, dass das Material, das den katalytischen Kern bereitstellt, selektiv auf dem belichteten Teil adsorbiert wird. Falls zum Beispiel ein Fluor enthaltendes Harz, wie zum Beispiel PTFE, mit einem Excimer-Laser, wie zum Beispiel einem ArF-Laser, in Gegenwart von zum Beispiel Wasser bestrahlt wird, kann die Oberfläche des bestrahlten Teils hydrophil gemacht werden. Es ist möglich, eine selektive Metallisierung durch eine derartige photochemische Oberflächenveränderung durchzuführen.

[0088] Dort wie die innere Oberfläche der Pore aus Titan gebildet ist, ist es durch ein Hydrophil-Machen des belichteten Teils möglich, es einem katalytischen Material zu erlauben, in einem vorbestimmten Bereich adsorbiert zu werden. Ebenso dort, wo ein organisches Material an die Titanoberfläche angehängt ist, ist es durch Zerlegen des organischen Materials möglich, es einem katalytischen Material zu erlauben, in einem vorbestimmten Bereich adsorbiert zu werden. Dort wo zum Beispiel der belichtete Bereich hydrophil gemacht worden ist, kann ein katalytisches Material, falls hydrophil, selektiv in dem belichteten Teil adsorbiert werden. Dort wo andererseits das katalytische Material hydrophob ist, kann das katalytische Material selektiv in dem nicht-belichteten Bereich adsorbiert werden. Es ist ebenso möglich, den Katalysator selektiv in dem belichteten Bereich oder in den nicht-belichteten Bereich durch Zerlegen der Substanz anzuordnen, die auf der Titanschicht adsorbiert ist, um so die Sublimationsfähigkeit und Lösungsfähigkeit zu ändern. Dort wo der Katalysator nach der Belichtung adsorbiert wird, kann der Katalysator selektiv in dem nicht-belichteten Teil adsorbiert werden, falls das Material, das auf der Titanschicht adsorbiert ist, in der Lage ist, den Katalysator zu adsorbieren. Falls andererseits der Katalysator aus einem Material besteht, das selektiv auf der Oberfläche der Titanschicht adsorbiert werden kann, kann der Katalysator selektiv in dem belichteten Bereich adsorbiert werden.

[0089] Es sollte ebenso erwähnt werden, dass zum Beispiel Polysilan in der Lage ist, eine Edelmetallverbindung in das Edelmetall bei Kontakt mit der Edelmetallverbindung zu reduzieren, um so Edelmetall-Feinpartikel auszufällen, die einen Kern einer Metallisierung bereitstellen. Falls jedoch einer Photooxidation durch Belichtung zum Beispiel ultravioletten Strahlen unterzogen, versagt Polysilan, eine derartige Reaktion zu veranlassen. Es folgt, dass, falls der poröse Körper aus Polysilan gebildet ist oder die innere Oberfläche der Pore mit Polysilan beschichtet ist, es möglich ist, eine Ausfällung eines Metalls selektiv lediglich in dem belichteten Bereich durch eine stromlose Metallisierung zu erlauben.

[0090] Nachdem der Katalysatorbereich durch selektives Anordnen von katalytischen Kernen in dem belichteten Bereich oder dem nicht-belichteten Bereich des porösen Körpers gebildet ist, wie oben beschrieben, wird ein Metall, ein Metalloxid, Kohlenstoff, Diamant oder Ähnliches innerhalb des Katalysatorbereiches wachsgelassen, um so das gewachsene Material innerhalb der Pore zu laden. Beim Laden eines derartigen Materials innerhalb der Pore ist es möglich, zum Beispiel ein metallisierendes Verfahren wie zum Beispiel ein stromloses Metallisieren oder ein CVD-Verfahren zu verwenden. Da der poröse Körper Poren aufweist, die in einer dreidimensionalen Richtung kontinuierlich sind und zu der Außenseite des porösen Körpers hin offen sind, kann eine metallisierende Flüssigkeit oder Reaktionsgase leicht in den Katalysatorbereich eingeführt werden, der in dem belichteten Teil oder dem nicht-belichteten Teil gebildet ist. Da ebenso das Material, das in die kontinuierliche Pore geladen wird, wie zum Beispiel ein Metall, ein Metalloxid, Kohlenstoff oder Diamant, einen kontinuierlichen Körper bildet und daher führt das geladene Material, wie zum Beispiel ein Metall, eine ausreichende Funktion als eine Verdrahtung durch.

[0091] Bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur, wird die Oberfläche der Pore des porösen Materials belichtet, um so chemisch modifiziert zu werden und ein katalytischer Kern zum Metallisieren oder CVD wird selektiv angeordnet. Es genügt für das photosensitive Material, das bei Belichtung chemisch modifiziert wird, an der inneren Oberfläche der Pore belichtet zu werden. Mit anderen Worten muss nicht das gesamte poröse Material aus dem photosensitiven Material gebildet werden. Dort wo im Gegensatz der poröse Körper eine starke Absorption bei der Wellenlänge des zur Belichtung verwendeten Lichtes aufweist, ist es schwierig, den inneren Bereich des porösen Körpers zu belichten. Daher ist es für den porösen Körper wünschenswert, aus einem Material gebildet zu werden, das keine Absorption bei der Wellenlänge des zur Belichtung verwendeten Lichtes aufweist und für die innere Oberfläche der Pore allein, mit einer dünnen photosensitiven Materialschicht beschichtet zu werden. Es ist höchst wünschenswert für das photosensitive Material, an der inneren Oberfläche der Pore in der Form einer monomolekularen Schicht adsorbiert zu werden.

[0092] Es ist möglich, eine dreidimensionale Verdrahtung durch Anwenden einer dreidimensionalen Belichtung auf einem porösen Körper zu bilden, gefolgt von Eintauchen des porösen Mediums in ein stromloses Metallisierungsbad, um so selektiv ein Metall in dem belichteten Bereich oder dem nicht-belichteten Bereich auszufällen. Es ist für die Metallverdrahtung möglich, in einem des belichteten Teils oder des nicht-belichteten Teils ausgefällt zu werden.

[0093] Wie oben beschrieben, kann eine dünne, komplexe Verdrahtungsstruktur leicht durch Verwenden des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zum Herstellen einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur hergestellt werden, ohne eine Positionsabweichung oder eine schlechte Verbindung zwischen der Verdrahtung und dem Via zu verursachen, die bei der herkömmlichen mehrfach-geschichteten Verdrahtung auftreten, die durch Laminieren einer Vielzahl von Blättern erzeugt wird.

[0094] In der dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung wird eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsstruktur in einem porösen Körper gebildet, der Poren aufweist, die kontinuierlich zueinander in einer dreidimensionalen Richtung sind. [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht, die eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur **4** der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0095] In der dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur **4**, die in [Fig. 3](#) gezeigt ist, ist eine Vielzahl von zweidimensionalen Verdrahtungen **2** innerhalb eines porösen Körpers **1** gebildet. Wie in der Zeichnung gezeigt, werden zwei benachbarte zweidimensionale Verdrahtungen **2** miteinander über einen Via **3** verbunden. Es ist für die kontinuierliche Pore des porösen Körpers wünschenswert, mit einem imprägnierten Harz geladen zu werden, das aus einem heiß-härtenden Harz besteht, wie zum Beispiel einem Epoxid-Harz, Polyimid, BT-Harz, Benzocyclobuten-Harz oder einem vernetzten Polybutadien-Harz. Falls die kontinuierliche Pore als eine kontinuierliche Leerstelle gelassen wird, absorbiert die innere Oberfläche der Pore Feuchtigkeit, um so die elektrischen, isolierenden Eigenschaft zu verschlechtern. Die in die Pore geladenen Materialien sind nicht besonders beschränkt. Es ist möglich, zum Beispiel Harz und ein anorganisches Material, wie zum Beispiel Silica, das aus Silsesquioxan oder Polysilazan gebildet ist, als ein Material zu verwenden, das in die Pore geladen werden soll. Jedoch ist es höchst wünschenswert, ein imprägniertes Harz in Anbetracht der ladenden Fähigkeit, der Adhäsivität, usw. zu verwenden. Es ist hoch wünschenswert für das imprägnierte Harz, in einigen Fällen einen inorganischen Füllstoff einer Nanometer-Größenordnung zu enthalten. Der inorganische Füllstoff, der in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, umfasst Feinpartikel von zum Beispiel einem Metalloxid, wie zum Beispiel Silica oder Aluminiumoxid, ein Metallnitrid, wie zum Beispiel Siliziumnitrid oder Aluminiumnitrid und einem Metall, wie zum Beispiel Platin oder Palladium. Der inorganische Füllstoff wird mit dem imprägnierten Harz gemischt, um eine Mischung zu bilden und imprägniert. Alternativ ist es möglich, eine Imprägnierung einer Mi-

schung eines inorganischen Füllstoff-Precursors und eines imprägnierten Harzes durchzuführen, gefolgt von einem Bilden eines inorganischen Füllstoffes innerhalb der Pore. Silisequioxan oder Polysilazan werden zufrieden stellend als die anorganischen Füllstoff-Precursor verwendet.

[0096] Die dreidimensionale Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung kann ebenso durch ein anderes Verfahren als das Verfahren der dreidimensionalen Belichtung, das oben beschrieben wird, hergestellt werden. Zum Beispiel wird ein blattförmiger poröser Körper selektiv vorzugsweise einem parallelen Lichtfluss in einem zweidimensionalen Schaltkreismuster ausgesetzt, gefolgt von einem Anwenden einer stromlosen Metallisierung, wie zuvor beschrieben, um eine Verdrahtung eines Schaltkreismusters mit einer bestimmten Dicke in der Dickenrichtung innerhalb des porösen Körpers zu bilden, wodurch Verdrahtungsblätter **6a** und **6b** gebildet werden, wie in [Fig. 4A](#) gezeigt. Jedes dieser Verdrahtungsblätter **6a** und **6b** wird aus einem porösen Körper **8** hergestellt und ein Verdrahtungsmuster **7** wird in einem vorbestimmten Bereich des porösen Körpers **8** gebildet. In einigen Fällen ist es möglich, einen Via **10** in dem gleichen Blatt wie das Verdrahtungsmuster **7** wie das Verdrahtungsblatt **6b** zu bilden. Weiter wird ein Via-Blatt **9** durch das gleiche Verfahren gebildet, außer dass ein Via-Muster belichtet wird. Es ist für eine Endfläche des Vias des Via-Blattes **9** wünschenswert, einen spitzen Winkel wie ein spitzer Berg aufzuweisen, um so die Verbindung zwischen dem Via und der Verdrahtung zu ermöglichen. Es ist ebenso möglich, die Endfläche des Via mit Lötzinn zu beschichten. Der Via sollte in diesem Fall ebenso aus dem oben beschriebenen Grund eine spitze Endfläche aufweisen. Dort wo die Endfläche des Via flach ist, tendiert die Endfläche dazu, mit dem imprägnierten Harz bedeckt zu werden, mit dem Ergebnis, dass die elektrische Verbindung dazu tendiert, verschlechtert zu werden. Die scharfe, bergähnliche Struktur kann durch Anwenden einer nadelförmigen Metallisierung von zum Beispiel einem eutektischen Cu/Ni-System gebildet werden. Es ist ebenso wünschenswert, die Endfläche mit zum Beispiel Gold, Silber, Platin oder Lötzinn zu beschichten. Es ist in diesem Fall ebenso hoch wünschenswert, eine Struktur mit spitzem Winkel zu bilden. Falls die Endfläche des Via flach ist, tendiert die Endfläche dazu, mit dem imprägnierten Harz bedeckt zu werden, um so die elektrische Verbindung zu verschlechtern. Die scharfe, bergähnliche Struktur kann durch Anwenden eines nadelförmigen Metallisierens eines eutektischen Cu/Ni-Systems gebildet werden, wie zum Beispiel von Fujinami et al. (Theses for 5th Meeting of Academic Speeches, 1999, Printed Circuit Institute, pp. 109-110) berichtet. Es ist ebenso möglich, Nickel zum Bilden des Via des Via-Blattes zu verwenden und Kupfer zum Bilden der Verdrahtung des Verdrahtungsblattes zu verwenden. Da in diesem Fall Nickel fester als Kupfer ist, schneidet sich der Nickel-Via in die Kupferverdrahtung bei dem Schritt eines Laminierens des Via-Blattes und des Verdrahtungsblattes aufeinander, um so eine ausreichende Verbindung zu erhalten. Eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur **11**, die eine darin gebildete dreidimensionale Verdrahtung **12** aufweist, kann durch abwechselndes Laminieren der Verdrahtungsblätter **6a**, **6b** und des Via-Blattes **9** aufeinander erhalten werden, wie in [Fig. 4B](#) gezeigt.

[0097] Die Verdrahtungsblätter **6a**, **6b** und das Via-Blatt **9** können durch Komprimierung laminiert werden. Beim Durchführen der Komprimierung ist es möglich, eine Klebeschicht zwischen benachbarten Blättern einzusetzen. Falls weiter ein imprägniertes Harz, wie zum Beispiel Epoxid-Harz, Polyimid, BT-Harz oder Benzocyclobuten-Harz in den porösen Körper nach dem Komprimierungsschritt geladen wird und dann ausgehärtet wird, ist es möglich, eine festere mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte zu erhalten. Durch Verwenden der besonderen Technik kann ein innerer Via sehr leicht gebildet werden. Ebenso kann der Unterschied in einem Level zwischen dem Verdrahtungsteil und dem Nicht-Verdrahtungsteil sehr klein gemacht werden oder kann durch Bilden der Verdrahtung innerhalb des Films des porösen Körpers beseitigt werden, um so eine Laminierung sehr leicht zu erhalten. Es ist ebenso möglich, die Dicke der Schicht zu vermindern und die Anzahl von laminierten Schichten zu erhöhen. Diese Effekte werden insbesondere als hervorstehend wiedergegeben, wo die Dicke des Films des porösen Körpers so dünn wie mehrere μm gemacht wird. Da weiter das Verdrahtungsblatt und das Via-Blatt im Wesentlichen in dem gleichen Verfahrensschritt erzeugt werden können, kann der Herstellungsprozess vereinfacht werden.

[0098] In dem in [Fig. 4B](#) gezeigten Beispiel, werden das Verdrahtungsblatt und das Via-Blatt getrennt hergestellt. Jedoch ist es möglich, die Verdrahtung und den Via simultan in einem einzelnen porösen Blatt zu erzeugen. Sozusagen, kann die Anzahl von laminierten Schichten durch Bilden des Verdrahtungsmusters **15** und des Via-Musters **16** in einem einzelnen Blatt vermindert werden, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, um so den Herstellungsprozess zu vereinfachen. Zum Beispiel wird die Absorptionsfähigkeit des porösen Körperblattes relativ zu der Wellenlänge des zur Belichtung verwendeten Strahls derart eingestellt, um es zu erlauben, dass die Durchdringungslänge des Strahls für die Belichtung (oder eines Energiestrahls, wie zum Beispiel β -Strahlen) ungefähr die Hälfte der Dicke des Blattes beträgt. In diesem Fall wird das Verdrahtungsmuster von einer Oberfläche des porösen Körperblattes belichtet und der Via-Teil wird von der anderen Oberfläche belichtet. Dann wird ein stromloses Metallisieren angewendet, um so eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur **13** zu erhalten, die ein Verdrahtungsmuster **15** und ein Via-Muster **16** aufweist, wie in [Fig. 5](#) gezeigt.

[0099] Ebenso ist es beim Herstellen eines Verdrahtungsblattes, das jede Schicht eines darin gebildeten Schaltkreismusters aufweist, es möglich, ein poröses Körperblatt zu verwenden, das eine photosensitive Harzzusammensetzung, wie zum Beispiel ein Photolack, der in der Pore geladen ist. In diesem Fall wird ein poröses Körperblatt selektiv in einem Schaltkreismuster belichtet, gefolgt von einem Entfernen des Photolacks in dem Teil eines Bildens einer Verdrahtung, um so das Blatt selektiv porös zu machen. Dann wird ein stromloses Metallisieren oder Ähnliches angewendet, um so ein Metall in den porösen Teil zu laden, wodurch eine Verdrahtung gebildet wird. Übrigens kann das Metall-Laden zum Bilden der Verdrahtung durch ein elektrolytisches Metallisieren durch Anordnen einer geeigneten Elektrode durchgeführt werden. Nach einer Bildung eines Via-Blattes durch die ähnliche Technik, werden Verdrahtungsblätter und Via-Blätter alternativ aufeinander laminiert, um so eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur (mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte) zu erhalten, wie in [Fig. 4B](#) gezeigt. Es ist ebenso möglich, ein aufgebautes Brett durch Laminieren eines derartigen Verdrahtungsblattes und eines Via-Blattes auf einem Kern-Substrat herzustellen.

[0100] Bei dem Fall eines Verwendens des oben beschriebenen Verfahrens ist es wünschenswert, ein photosensitives Polyimid oder ein photosensitives Epoxid-Harz als photosensitive Harzzusammensetzung zu verwenden, da die photosensitive Zusammensetzung nach einer Bildung der Verdrahtung nicht entfernt werden muss und die photosensitive Zusammensetzung ebenso als ein Kleber bei dem Komprimierungsschritt agiert.

[0101] Eine Vielzahl von Verdrahtungsblättern, die zum Herstellen einer mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatte verwendet werden, können gemeinsam laminiert werden. Alternativ ist es möglich, eine mehrfach-geschichtete Verdrahtung durch Wiederholen des Verfahrens eines Überlagerns eines porösen Blattes, das darin noch keine gebildete Verdrahtung aufweist, auf einem Verdrahtungsblatt herzustellen, gefolgt von einem Anwenden einer Belichtung und einer Metallisierung.

[0102] Es ist ebenso möglich, eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur durch die in [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6D](#) gezeigten Verfahren herzustellen. Insbesondere bei dem ersten Schritt wird ein poröses Körperblatt **17**, das jede Schicht bildet, selektiv belichtet, um ein latentes Bild **18** zu bilden, das zum Beispiel aus einem katalytischen Kern für ein stromloses Metallisieren besteht, wie zum Beispiel in [Fig. 6A](#) gezeigt. Dann werden die porösen Körperblätter **17** aufeinander laminiert, wie in [Fig. 6B](#) gezeigt, gefolgt von einem gemeinsamen Anwenden einer stromlosen Metallisierung, um so ein Verdrahtungsmuster **19** zu bilden, wie in [Fig. 6C](#) gezeigt. Es ist möglich, das poröse Körperblatt mit einem Epoxid-Harz oder Polyimid **20** wie erforderlich zu imprägnieren, gefolgt von einem Anwenden eines Heizens, um so das Harz **20** auszuhärten und daher eine integrierte Struktur zu erzeugen, wie in [Fig. 6B](#) gezeigt. Die Harzprägnierung, nach einer Laminierung, wie oben beschrieben, ist wünschenswert, da die elektrische Verbindung zwischen den laminierten Blättern verbessert werden kann. In diesem Fall ist es wünschenswert, die Erdungsschicht **21** als Verdrahtungsmuster zu bilden, da die Bildung der Erdungsschicht **21** dazu dient, das elektromagnetische Rauschen innerhalb der inneren Verdrahtungsschicht zu vermindern.

[0103] Wie oben beschrieben werden ein dünner Via und eine Verdrahtung frei und genau in der dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung gebildet. Es ist ebenso möglich, ein Abschälen eines Via oder einer Verdrahtung zu unterdrücken. Ebenso ist die dreidimensionale Verdrahtungsstruktur in mechanischen Eigenschaften und elektrischen Eigenschaften ausgezeichnet. Es ist unnötig zu erwähnen, da eine Verdrahtungsschicht innerhalb des porösen Körpers gebildet wird, um so zumindest drei Schichten bereitzustellen, die Verdrahtungsdichte erhöht werden kann und daher die dreidimensionale Verdrahtungsstruktur der vorliegenden Erfindung für eine Montierung mit hoher Dichte angepasst ist. Weiter kann das elektromagnetische Rauschen der inneren Verdrahtungsschicht merklicher Weise durch Verwenden zumindest einer Schicht unterdrückt werden, vorzugsweise den zwei Oberflächenschichten oder zumindest einer andere Schicht als die Oberflächenschichten als Erdungsverdrahtung.

[0104] Es ist absolut notwendig, das Verfahren der vorliegenden Erfindung, in dem eine dreidimensionale Belichtung verwendet wird und eine Vielzahl von porösen Filmen aufeinander laminiert werden, zum Herstellen einer mehrfach-geschichteten dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur zu verwenden, die zumindest drei Verdrahtungsstrukturen einschließt.

[0105] Eine dreidimensionale Struktur gemäß einer dritten Ausführung der vorliegenden Erfindung wird nun beschrieben. Die dreidimensionale Struktur gemäß der dritten Ausführung der vorliegenden Erfindung kann ein selektives, leitendes Teil genannt werden.

[0106] In dem selektiven, leitenden Teil der vorliegenden Erfindung, wird eine poröse Struktur verwendet, die eine kontinuierliche Pore aufweist, die durch selektives Entfernen bei zumindest einer Phasenart erzeugt wird,

die aus der Mikrophasen-Separationsstruktur ausgewählt ist, die von einem Block-Copolymer oder einem Pfropf-Copolymer aufgewiesen wird. Die poröse Struktur, die in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, unterscheidet sich von einem bienenwabenförmigen Blatt, das Poren aufweist, die sich lediglich in einer Richtung erstrecken. Insbesondere weist die poröse Struktur Poren auf, die sich in jeder Richtung in einem Raum erstrecken. Ein leitendes Material wird in die Pore innerhalb eines vorbestimmten Bereiches der porösen Struktur geladen, um so einen leitenden Bereich oder eine Verdrahtung zu bilden. Das selektive, leitende Teil kann zum Beispiel auf einen Anisotropen leitenden Film, eine gedruckte Schaltkreisplatte oder eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte angewendet werden. Es ist vernünftig zu behaupten, dass die poröse Struktur in dem selektiven, leitenden Teil der vorliegenden Erfindung durch zumindest eine Art und nicht mehr als (N-1) Arten von Phasen der Mikro-Separationsstruktur gebildet, die aus N-Arten von Phasen besteht.

[0107] Die Mikrophasen-Separationsstruktur, die von einem Block-Copolymer oder einem Pfropf-Copolymer aufgewiesen wird, ist hoch regelmäßig. Es ist möglich, die Größe des Bereichs durch das Molekulargewicht des Copolymers zu steuern. Insbesondere ist eine co-kontinuierliche Struktur aus dem Mikrophasen-Separations-Phänomen eine Phasen-Separationsstruktur, die aus zwei Phasen besteht, die in einer dreidimensionalen Richtung kontinuierlich sind. Es ist möglich, eine poröse Struktur mit kontinuierlichen Poren in einer dreidimensionalen Richtung durch selektives Entfernen einer dieser zwei Phasen zu bilden. Unter einer derartigen co-kontinuierlichen Struktur sind eine OBDD-Struktur und eine Gyroid-Struktur besonders bevorzugt. Ein dreidimensionaler poröser Körper, der aus einer co-kontinuierlichen Struktur hergestellt ist, weist kontinuierliche Poren auf, die eine relative Entfernung in Bezug auf irgendeines von $2\sqrt{3}$ Mal und 4-Mal des Radius einer Gyration eines Querschnitts der Mikrobereichs aufweisen, der eine dreidimensionale poröse Struktur bildet. Dies kann durch ein Kleinwinkel-Röntgenstreuverfahren oder ein Lichtstreuverfahren bestätigt werden. Übrigens impliziert, eine relative Entfernung aufzuweisen, dass, wenn eine Wahrscheinlichkeit eines Vorliegens einer Umgebungsbereichs relativ zu einer Entfernung r von dem Mittelpunkt einer vorbestimmten Domäne gemessen wird, d.h. eine Wahrscheinlichkeit eines Ladens eines Bereichs an einem Punkt einer Entfernung r , dass der bestimmte Punkt keine Pore ist, sondern einen Bereich bildet, es eine Entfernung gibt, die das Maximum der Wahrscheinlichkeit eines Vorliegens bezeichnet.

[0108] Das Verfahren eines selektiven Entfernens einer Phase aus der Mikrophasen-Separationsstruktur ist nicht besonders beschränkt und unterschiedliche Verfahren können verwendet werden, einschließlich zum Beispiel eines Verfahrens, dass, nachdem ein Verbindungspunkt chemisch durch Verwenden eines Block-Copolymers oder eines Pfropf-Copolymers mit zwei Terekeric-Polymers geschnitten wird, eine Polymer-Kette geätzt wird. Es ist ebenso möglich, das Verfahren eines selektiven Ozon-Oxidierens einer Phase zu verwenden, um so die bestimmte Phase zu zerlegen und zu entfernen oder das entfernende Verfahren durch ein Sauerstoffplasma oder eine photolytische Degradation. Weiter ist es ebenso möglich, selektiv eine Phase durch Bestrahlen mit einem Energiestrahle, wie zum Beispiel β -Strahlen (Elektronenstrahlen) und usw. zu zerlegen und zu entfernen.

[0109] Der Porendurchmesser des resultierenden porösen Körpers kann durch das Molekulargewicht der Polymer-Kette gesteuert werden, die die Phase bildet, die von der Mikrophasen-Separationsstruktur entfernt wird. Ebenso ist es möglich, den Porendurchmesser durch Mischen eines Homopolymers zu steuern, das mit der Polymer-Kette kompatibel ist.

[0110] Das Polymermaterial zum Herstellen eines porösen Körpers aus der Phasen-Separationsstruktur ist nicht besonders beschränkt und ein beliebiges Polymermaterial kann verwendet werden.

[0111] Insbesondere ist es wünschenswert, ein hitzebeständiges Polymer, wie zum Beispiel ein Polyimid, ein Polyamid, ein Polyaryläther, ein Polyarylat oder ein Polyäthersulfon zu verwenden. Es ist ebenso möglich, ein vernetztes Polymer zu verwenden, das durch Vernetzen eines Polymers erzeugt wird, das eine Doppelbindung in der Seitenkette oder der Rückgratkette aufweist, wobei das Polymer durch polymerisieren eines konjugierten Dien-Monomers erhalten wird, wie zum Beispiel Polybutadien vom 1,2-Bindungstyp oder 1,4-Bindungstyp. Weiter ist es möglich, Polycyclohexan oder Polynorbornen zu verwenden.

[0112] Ein poröser Körper eines Polyimids kann wie folgt erzeugt werden. Im ersten Schritt wird eine Polyamic-Säure, die ein Precursor von Polyimid ist, mit einem thermisch zerlegbaren Polymer gemischt, wie zum Beispiel Polyethylenoxid, Polypropylenoxid oder Poly(Methylmethacrylat). In diesem Fall ist es möglich, die Phasenseparation als ein Block-Copolymer oder ein Pfropf-Copolymer auszuführen. Dann wird eine Hitzebehandlung angewendet, um so die Polyamic-Säure in Polyimid umzuwandeln und zur gleichen Zeit durch Verdampfen das thermisch zerlegbare Polymer zu entfernen.

[0113] In Anbetracht der Regularität der Struktur ist es wünschenswert, ein Block-Copolymer oder ein Pfropf-Copolymer zu verwenden. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass in dem Fall eines Bildens von Poren, die eine Größe von 100 nm oder mehr aufweisen, das Molekulargewicht der thermisch zerlegbaren Polymer-Kette ungefähr 100000 überschreitet, was es etwas schwierig gestaltet, ein Block-Copolymer zu synthetisieren. Daher ist es wünschenswert, ein Pfropf-Copolymer durch Einführen eines thermisch zerlegbaren Polymers zu erhalten, das eine End-verbindende Gruppe als eine Pfropfkette zu einem Polyimid oder einer Polyamic-Säure aufweist.

[0114] Um genauer zu sein, kann in dem Falle eines Synthetisierens eines Pfropf-Copolymers zwischen zum Beispiel einer Polyamic-Säure und einem thermisch zerlegbaren Polymer, wie zum Beispiel Polyethylenoxid oder Polypropylenoxid, die folgende Technik verwendet werden. In einem ersten Schritt wird eine Aminogruppe oder Ähnliches als eine verbindende Gruppe eingeführt, die eine chemische Bindung mit einer Seitenkette der Polyamic-Säure, wie zum Beispiel einer Carboxyl-Gruppe, mit dem Ende einer thermisch zerlegbaren Polymer-Kette bildet. Dann wird das thermisch zerlegbare Polymer, das die darin eingeführte verbindende Gruppe aufweist, mit der Polyamic-Säure gemischt, um so ein Pfropf-Copolymer zu synthetisieren.

[0115] Es ist ebenso möglich, den Porendurchmesser durch Hinzufügen eines Homopolymers zu dem Block-Copolymer oder Pfropf-Copolymer zu steuern. Falls ein vernetzbarer Weichmacher, wie zum Beispiel Bismaleimid, in diesem Schritt hinzugefügt werden, wird eine Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur begünstigt und die Hitzebeständigkeit und mechanische Festigkeit des porösen Körpers kann verbessert werden.

[0116] Es sollte ebenso erwähnt werden, dass ein Polybutadien vom 1,2-Verbindungstyp, d.h. Poly(Vinylethylen) in einer dreidimensionalen Richtung durch das Hinzufügen eines Radikal-Erzeugers oder eines vernetzenden Agens vernetzt wird, um so ein ausgehärtetes Polymer bereitzustellen, das ausgezeichnet in einer Hitzebeständigkeit, elektrischen Eigenschaften, Feuchtigkeitsbeständigkeit und mechanischen Eigenschaften ist. Da zusätzlich Poly(Vinylethylen) in der Lage einer lebenden Polymerisation ist, ist es möglich, ein Block-Copolymer mit einem hohen Molekulargewicht und einer gleichförmigen Molekulargewichtsverteilung zu erhalten. Es folgt, dass in dem Fall eines Verwendens eines Block-Copolymers zwischen Poly(Vinylethylen) und einem Poly(Methacryl-Säureester), das durch Bestrahlung mit β -Strahlen zerlegt und entfernt werden kann oder eines thermisch zerlegbaren Polyethylenoxids oder Polypropylenoxids, es möglich ist, einen regulären porösen Körper zu bilden, der aus einem vernetzten Polyvinylethylen besteht, das einen gewünschten Porendurchmesser aufweist. Es ist ebenso möglich, den Porendurchmesser des porösen Körpers durch Hinzufügen eines Homopolymers in diesem Fall zu steuern.

[0117] Das Radikal-erzeugende Agens, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, umfasst zum Beispiel organisches Peroxid wie zum Beispiel Dicumylperoxid und Azonitril wie zum Beispiel Azobis-Isobutyronitril. Insbesondere ist es wünschenswert, ein polyfunktionales Radikal-erzeugendes Agens, wie zum Beispiel 2,2-Bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl)Propan, 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon zu verwenden, da das polyfunktionale Radikal-erzeugende Agens ebenso als ein vernetzendes Agens wirkt. Es ist wünschenswert, das Radikal-erzeugende Agens in einer Menge von 0.1 bis 20 Gewichtsprozent, hoch vorzugsweise von 1 bis 5 Gewichtsprozent basierend auf der zu vernetzenden Polymer-Kette hinzuzufügen. Falls die Menge des Radikal-erzeugenden Agens übermäßig klein ist, wird die Dichte einer Vernetzung niedrig gemacht. Falls andererseits die Menge des Radikal-erzeugenden Agens übermäßig groß ist, wird das vernetzte Material porös gemacht oder die Mikrophasen-Separationsstruktur wird gestört.

[0118] Es ist wünschenswert, als das vernetzende Agens Bis-Maleimide zu verwenden, wie zum Beispiel Bis(4-Maleimidphenyl)Methan, Bis(4-Maleimidphenyl)Äther, 2,2'-Bis[4-(Para-Aminophenoxy)Phenyl]Propan und 2,2'-Bis[4-(Para-Aminophenoxy)Phenyl]Hexafluoropropan. Die Hinzufügungsmenge sollte innerhalb eines Bereichs zwischen 0.1 und 20 Gewichtsprozent liegen, vorzugsweise zwischen 1 und 5 Gewichtsprozent, basierend auf der zu vernetzenden Polymer-Kette. Falls die Hinzufügungsmenge des vernetzenden Agens übermäßig klein ist, ist die Dichte der Vernetzung niedrig. Falls jedoch die Hinzufügungsmenge übermäßig große ist, wird die Mikrophasen-Separationsstruktur gestört. Falls die vernetzende Reaktion vor einer Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur voranschreitet, wird die Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur verschlechtert. Daher ist es für die vernetzende Reaktion wünschenswert, nach einer ausreichenden Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur gestartet zu werden. Eine Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur schreitet unter Temperaturen voran, die höher als die Glasübergangstemperatur jeder Polymer-Kette sind, die ein Copolymer bilden. Daher ist es für die Glasübergangstemperatur der Polymer-Kette wünschenswert, ausreichend niedriger als die Radikal-Erzeugungstemperatur des Radikal-erzeugenden Agens zu sein.

[0119] Ein Beispiel der höchst vorgezogenen Zusammensetzung ist eine Zusammensetzung, die durch Hin-

zufügen von 2,2-Bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl)Propan oder 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon zu einem Diblock-Copolymer oder Triblock-Copolymer aus einer Poly(Vinylethylen)-Kette und einer Polyethylenoxid-Kette oder Polypropylenoxid-Kette in einem Betrag von 1 bis 5 Gewichtsprozent, basierend auf der Poly(Vinylethylen)-Kette erzeugt wird. Insbesondere ist es höchst wünschenswert 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon als das Radikal-erzeugende Agens zu verwenden.

[0120] Poly(Vinylethylen) weist eine Glasübergangstemperatur von ungefähr 20°C auf. Ebenso weist Polyethylenoxid oder Polypropylenoxid eine ausreichend niedrige Glasübergangstemperatur von ungefähr 0°C oder niedriger auf. Andererseits sind die thermische Zerlegung initiiierenden Temperaturen von 2,2-Bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl)Propan und 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon 139°C bzw. 125°C, die ausreichend hoch sind, wenn mit einer Heizrate von 4°C/min geheizt wird. Daher ist es wünschenswert, eine Mikrophasen-Separationsstruktur durch Heizen von Raumtemperatur an auf ungefähr 50°C zu bilden, gefolgt von einem allmählichen Heizen der Zusammensetzung auf eine Temperatur, die nahe der thermischen Zersetzungstemperatur des Radikal-erzeugenden Agens liegt, um so ein Vernetzen und Aushärten zu erzielen. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass, falls die Zusammensetzung auf eine unzulässig hohe Temperatur geheizt wird, die Ordnungs- Unordnungs-Übergangstemperatur vor einem Erreichen einer ausreichenden Vernetzung überschritten wird, was in einem Schmelzen resultiert, um eine homogene Zusammensetzung zu bilden. In diesem Sinn ist 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl) Benzophenon wünschenswert, da Radikale durch Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen erzeugt werden, ohne auf der thermischen Zerlegung zu beruhen.

[0121] Wie oben beschrieben, wird 2,2-Bis(4,4-di-t-Butylperoxycyclohexyl)Propan oder 3,3',4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl) Benzophenon zu einem Diblock-Copolymer oder Triblock-Copolymer aus einer Poly(Vinylethylen)-Kette und Poly(Methylmethacrylat)-Kette in einer Menge von 1 bis 5 Gewichtsprozent, basierend auf der Poly(Vinylethylen)-Kette erzeugt. In diesem Fall weist ein Poly(Methylmethacrylat) eine relativ hohe Glasübergangstemperatur von ungefähr 105°C auf. Daher ist es wahrscheinlich, dass eine vernetzende Reaktion stattfindet, bevor die Mikrophasen-Separationsstruktur ausreichend gebildet ist. Es folgt, dass Poly(Methylmethacrylat), falls mit β -Strahlen bestrahlt, dazu tendiert, thermisch zerlegt und verdampft zu werden, was es möglich macht, eine poröse Struktur durch Waschen mit einem Lösungsmittel oder durch die Hitzebehandlung bei einer relativ niedrigen Temperatur zu bilden. Da die Glasübergangstemperatur von Poly(Methylmethacrylat) nahe der die Vernetzung initiiierenden Temperatur von Poly(Methylmethacrylat) liegt, ist es wünschenswert, die Mikrophasen-Separationsstruktur durch ein langsames Verdampfen des Lösungsmittels aus der Lösung zu bilden, um einen Gießfolie zu bilden. In diesem Fall wird eine Bildung der Mikrophasen-Separationsstruktur nicht durch das Vernetzen verschlechtert, falls die Verdampfung des Lösungsmittels bei einer Temperatur durchgeführt wird, die ausreichend niedriger als die thermische Zerlegungstemperatur des Radikal-erzeugenden Agens ist. Jedoch nimmt ein derartiges Verfahren eines Bildens eines Gießfolie eine relativ lange Zeit in Anspruch und daher ist die Produktivität nicht ausreichend hoch. Dies ist ebenso der Fall bei der Verwendung von Poly(α -Methylstyren) anstelle von Poly(Methylmethacrylat).

[0122] In dem Fall eines Verwendens von Polymethacryl-Säureestern, in denen eine Alkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen ersetzt ist oder von Poly(α -Methylstyrenen), in denen eine Phenyl-Gruppe durch die Alkyl-Gruppe ersetzt ist, anstelle von Poly(Methylmethacrylat) oder Poly(α -Methylstyren), wird die Glasübergangstemperatur vermindert, was es ermöglicht, das oben bezeichnete Problem zu vermeiden. Um genauer zu sein, kann eine Mikrophasen-Separationsstruktur direkt durch Anwenden einer Hitzebehandlung auf dem Copolymerfilm (oder einem gegossenen Körper) bei einer Temperatur gebildet werden, die höher als die Glasübergangstemperatur ist. Zum Beispiel weisen Poly(n-Propylmethacrylat) und Poly(n-Butylmethacrylat) niedrige Glasübergangstemperaturen auf, d.h. 35°C bzw. 25°C. Poly(α -Methylstyren), das die 4-Position butyliert aufweist, weist ebenso eine niedrige Glasübergangstemperatur auf. Die Glasübergangstemperatur kann weiter vermindert werden, falls die Alkyl-Gruppe zumindest 6 Kohlenstoffatome aufweist. Jedoch tendiert zur gleichen Zeit eine vernetzende Reaktion dazu, leicht auf Bestrahlung mit β -Strahlen hin stattzufinden. Die Polymere, die sowohl die niedrige Glasübergangstemperatur als auch die Begünstigung der Zerlegung durch Bestrahlung mit β -Strahlen erfüllen, umfassen zum Beispiel Poly(n-Propylmethacrylat), Poly(n-Butylmethacrylat) und Poly(s-Butylmethacrylat). Insbesondere ist es höchst wünschenswert, Poly(n-Butylmethacrylat) und Poly(s-Butylmethacrylat) zu verwenden.

[0123] Dort wo die Alkyl-Gruppe wie eine 2-Ethyl-Hexylgruppe verzweigt ist, ist es unwahrscheinlich, dass der Effekt eines Begünstigens der Zerlegung durch Bestrahlen mit β -Strahlen unterdrückt wird, und daher ist es wünschenswert eine verzweigte Alkyl-Gruppe zu verwenden. Jedoch ist das Polymethacrylat mit einer verzweigten Alkyl-Gruppe in der praktischen Verwendung schlechter als Poly(n-Butylmethacrylat) und Poly(s-Butylmethacrylat), da es schwierig ist, Monomere von Polymethacrylat zu erhalten, die eine verzweigte Al-

kyl-Gruppe aufweisen.

[0124] Es ist ebenso möglich, Polyisobutylen und Polypropylen zusätzlich zu den oben beschriebenen Polymeren als eine Polymerkette zu verwenden, sie sowohl die niedrige Glasübergangstemperatur und den Effekt eines Begünstigens einer Zerlegung durch Bestrahlen mit β -Strahlen erfüllt.

[0125] Die Strahlungsmenge der β -Strahlen, die in der vorliegenden Erfindung nicht besonders beschränkt ist, sollte innerhalb eines Bereichs zwischen 100 Gy und 10 MGy, vorzugsweise zwischen 1 KGy und 1 MGy, und höchst vorzugsweise zwischen 10 KGy und 200 KGy liegen. Falls die Strahlungsmenge übermäßig klein ist, ist es schwierig, ausreichend die zerlegbare Polymerkette zu verlegen. Falls andererseits die Strahlungsmenge übermäßig groß ist, tendiert das zerlegte Produkt der zerlegbaren Polymerkette dazu, in einer dreidimensionalen Richtung vernetzt zu werden, um so ausgehärtet zu werden.

[0126] Weiter tendiert die Polymerkette, für die es unwahrscheinlich ist, zerlegt zu werden, dazu zerlegt zu werden. Die Beschleunigungsspannung, die von der Dicke des gegossenen Körpers des Copolymers abhängig ist, d.h. der Durchdringungslänge der β -Strahlen in dem gegossenen Körper, sollte vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von 20 kV und 2 MV liegen, wenn diese auf einen Dünnsfilm treffen, der eine Dicke von ungefähr etlichen μm oder weniger aufweist und sollte vorzugsweise innerhalb eines Bereichs zwischen ungefähr 500 kV und 10 MV liegen, wenn diese auf einen gegossenen Körper treffen, wie zum Beispiel einen Film oder eine Menge, die eine Dicke von zumindest 100 μm aufweist. Dort wo ein Metall-gegossener Körper in dem gegossenen Körper enthalten ist, ist es möglich, die Beschleunigungsspannung weiter zu erhöhen.

[0127] In dem Fall eines Verwendens der Bestrahlung mit β -Strahlen, wird eine Poly(Vinylethylen)-Kette vernetzt und daher ist es möglich, die Menge des Radikal-erzeugenden Agens zu vermindern oder es ist ebenso möglich, überhaupt kein Radikal-erzeugendes Agens hinzuzufügen. In diesem Fall ist es absolut nicht notwendig, die Glasübergangstemperatur der thermisch zerlegbaren Polymerkette zu vermindern. Vernetztes Poly(Vinylethylen) weist exzellente Eigenschaften auf und daher wird es versucht, das vernetzte Poly(Vinylethylen) in einer Verdrahtungsplatte zu verwenden, obwohl das vernetzte Polymer in der Adhäsivität zu Kupfer nicht ausreichend ist, das als ein Verdrahtungsmaterial verwendet wird. Jedoch kann die Schwierigkeit in dem selektiven leitenden Teil der vorliegenden Erfindung vermieden werden, da die Verdrahtung und der Via, die aus Kupfer bestehen, integriert mit dem porösen Körper in der vorliegenden Erfindung gebildet werden.

[0128] Insbesondere ist das zuvor beschriebene, vernetzte Polymer, das durch Vernetzen eines konjugierten Dien-Polymers erhalten wird, wie zum Beispiel Poly(Vinylethylen), ausreichend in seiner Hitzebeständigkeit, elektrischen Eigenschaften, Feuchtigkeitsbeständigkeit und mechanischen Eigenschaften und daher ist dieses wünschenswert.

[0129] In der porösen Struktur, die aus der Mikrophasen-Separationsstruktur hergestellt wird, sind die Poren homogen und regulär gebildet und die Kontinuität der Poren ist ausreichend. Ebenso ist eine Restspannung vermindert. Daher ist verglichen mit dem Fall eines Verwendens eines porösen Körpers, der durch eine herkömmliche Technik eine Verlängerung oder Ähnlichem erzeugt wird, die dimensionale Stabilität ausgezeichnet und die Leitfähigkeit des leitenden Bereichs kann verbessert werden. Da es ebenso möglich ist, Poren in einer Sub-Mikron-Größenordnung homogen zu bilden, ist es möglich, eine dünne Verdrahtung und einen dünnen Via zu bilden. Da es weiter möglich ist, die Breite und Dicke des leitenden Bereichs gleichförmig zu machen, können die Impedanzeigenschaften ebenso verbessert werden.

[0130] Beim Bilden eines leitenden Bereichs in dem porösen Körper, der aus der Mikrophasen-Separationsstruktur hergestellt wird, ist es möglich, die Technik zu verwenden, die ähnlich zu derjenigen im Falle eines Herstellens einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur ist, die zuvor beschrieben wird. Es ist möglich, eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur durch die dreidimensionale Belichtung zu bilden und es ist ebenso möglich, eine photosensitive Verdrahtungsstruktur durch getrenntes Erzeugen eines Verdrahtungsblattes und eines Via-Blattes herzustellen, gefolgt von einem Laminieren dieses Verdrahtungsblattes und Via-Blattes. Es ist ebenso möglich, eine leitende Paste oder ein leitendes Polymer durch die Technik des Rasterdrucks statt der Metallisierung zu laden. Eine scharfe Struktur, wie zum Beispiel eine scharfe bergförmige Struktur eines eutektischen Cu/Ni-System kann in der Endfläche verwendet werden, die von der porösen Struktur des leitenden Bereichs ausgesetzt ist oder die Verdrahtung wie bei der Herstellung einer dreidimensionalen Verdrahtungsstruktur, um so eine gute elektrische Verbindung zu erhalten.

[0131] In dem porösen Körper, der aus der Mikrophasen-Separationsstruktur hergestellt wird, kann der Zustand der inneren Oberfläche der Pore leicht gesteuert werden. Um genauer zu sein, wird beim Entfernen einer

Phase der Mikro-Separationsstruktur die bestimmte Phase nicht vollständig entfernt und darf teilweise an der inneren Oberfläche der Pore verbleiben, um so den Oberflächenzustand der inneren Oberfläche zu ändern. Dort, wo zum Beispiel eine poröse Phase, die aus einer Phase A besteht, durch Entfernen einer Phase C von einem Triblock-Copolymer von A-B-C entfernt wird, in dem das Molekulargewicht jeder der Phasen A und C ausreichend größer als das von Phase B ist, wird Phase B auf der inneren Oberfläche der Pore angeordnet. Als ein Ergebnis ist es möglich, die Eigenschaften der inneren Oberfläche der Pore zu ändern, ohne die Eigenschaften des porösen Körpers als Ganzes bemerkenswert zu ändern. Es folgt, dass es möglich ist, die Adsorptionseigenschaften des metallisierenden Kerns beim Durchführen einer positionsmäßig selektiven, stromlosen Metallisierung zu verbessern. Weiter ist es möglich, die Adhäsivität zwischen dem imprägnierten Harz und dem porösen Körper zu verbessern. Da in diesem Fall Phase B vollständig mit Phase A durch eine chemische Verbindung verbunden wird, ist die Beziehung zwischen Phase A und B in einer Adhäsivität besser als das Oberflächen-behandelnde Agens des herkömmlichen Oberflächenadsorptionstyps.

[0132] Es sollte ebenso erwähnt werden, dass in dem Fall eines Verwendens eines Blattes, in dem eine co-kontinuierliche Phasen-Separationsstruktur gebildet wird, die eine Phase aufweist, die aus einer Phase besteht, die durch Bestrahlen mit einem Energiestrahle, wie zum Beispiel ultravioletten Strahlen oder β -Strahlen zerlegt wird, das mit einem Muster-Versehen leicht durchgeführt werden kann. Die zerlegbare Phase umfasst zum Beispiel Poly(α -Styrene) und Polyolefine mit einer Methyl-Gruppe, die in der α -Position ersetzt ist wie Poly(Methacryl-Säureester) wie zum Beispiel Poly(Methylmethacrylat).

[0133] Beim Bilden eines selektiven leitenden Teils wird das bestimmte Blatt mit ultravioletten Strahlen oder β -Strahlen in einem Muster von Vias bestrahlt, um so die zerlegbare Phase des bestrahlten Teils zu zerlegen. Nach der Zerlegung wird die zerlegte Phase durch eine Verdampfung entfernt, die durch Heizen durchgeführt wird und durch ein Ätzen mit einem Lösungsmittel, um so eine poröse Struktur bereitzustellen. Ein Via oder eine Verdrahtung kann durch Laden eines leitenden Materials gebildet werden, wie zum Beispiel einem Metall in dem porösen Teil durch Anwenden zum Beispiel eines Elektroformens (Electroforming) oder eines stromlosen Metallisierens.

[0134] Der selektive leitende Teil der vorliegenden Erfindung kann auf eine doppelt gedruckte Platte angewendet werden. [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7D](#) sind Querschnittsansichten, die gemeinsam ein Verfahren eines Herstellens einer doppelt gedruckten Platte erläutern, die aus einem selektiven leitenden Teil der vorliegenden Erfindung besteht.

[0135] In dem ersten Schritt wird ein vorbestimmter Bereich eines Mikrophasen-Separationsfilms **22** selektiv porös gemacht, um einen porösen Teil **23** zu bilden, wie in [Fig. 7A](#) gezeigt. Die oben beschriebene Technik kann zum Bilden des porösen Teils **23** verwendet werden. Dann wird ein leitender Bereich **24** durch Laden eines leitenden Materials in den porösen Teil **23** gebildet, wie in [Fig. 7B](#) gezeigt. Weiter werden leitende Schichten **25** an beiden Oberflächen des Mikrophasen-Separationsfilms gebildet, wie in [Fig. 7C](#) gezeigt, gefolgt von einem mit einem Muster-Versehen des leitenden Films, um Verdrahtungsmuster **26** an beiden Oberflächen zu bilden, wie in [Fig. 7D](#) gezeigt, wodurch eine doppelt gedruckte Platte **27** erhalten wird.

[0136] Es ist ebenso möglich, eine Zwischenschicht-Verdrahtung eines mehrfach-geschichteten Chips eines Halbleiters zu bilden. Um genauer zu sein ist es möglich, eine Zwischenschicht-Verdrahtung zum Laminieren von Halbleiter-Chips zu bilden, die jeweils Kontaktflächen an den oberen und unteren Teilen aufweisen. Zum Beispiel kann eine säulenförmige Verdrahtung, die mit der Position der Kontaktfläche des Halbleiter-Chips ausgerichtet ist oder eine säulenförmige Verdrahtung, die ohne ein Ausrichten der Position der Kontaktfläche des Halbleiter-Chips angeordnet ist, in einem Dickenbereich des porösen Blattes gebildet werden. Eine Verdrahtung zwischen zwei benachbarten Halbleiter-Chips kann durch Einsetzen des porösen Blattkörpers, der eine so dadurch gebildete säulenförmige Verdrahtung aufweist, zwischen zwei Halbleiter-Chips gebildet werden, gefolgt von einem Laminieren der resultierenden Dreischichtstruktur. Es ist ebenso möglich, das poröse Körperblatt durch Sauerstoff-Veraschung oder thermische Zerlegung zu entfernen. Weiter kann nach einem Entfernen des porösen Körperblattes die poröse Verdrahtung durch Anwenden zum Beispiel eines elektrolytischen Metallisierens oder eines stromlosen Metallisierens verdichtet werden.

[0137] In der oben beschriebenen Ausführung wird eine zusätzliche Technik, in der ein Metall durch zum Beispiel ein Metallisieren ausgefällt wird, zum Bilden einer Verdrahtung oder eines Via innerhalb des porösen Körperblattes verwendet. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf die besondere Technik beschränkt. Zum Beispiel kann eine Verdrahtung und ein Via innerhalb des porösen Körperblattes durch eine subtraktive Technik gebildet werden. In diesem Fall wird ein Metall im Voraus in das poröse Körperblatt geladen, gefolgt von einem Entfernen des unerwünschten Teils des Metalls durch Ätzen unter Verwendung eines Photolackmus-

ters.

[0138] Es ist ebenso möglich, eine Verdrahtungsplatte zu bilden, die einen Via oder eine Verdrahtung aufweist, die in dem ausgehärteten Material des imprägnierten Harzes gebildet ist. Zum Bilden einer derartigen Verdrahtungsplatte, wird ein poröser Körper verwendet, der leicht durch zum Beispiel eine thermische Zerlegung entfernt werden kann und ein leitendes Material wird in einen vorbestimmten Bereich geladen, um so einen Via oder eine Verdrahtung zu bilden. Dann wird, bevor das imprägnierte Harz ausgehärtet wird, der poröse Körper entfernt, um so eine Verdrahtungsplatte zu bilden, die einen Via oder eine Verdrahtung aufweist, die in dem ausgehärteten Material des imprägnierten Harzes gebildet sind. Wenn das imprägnierte Harz ausgehärtet ist, wird der poröse Körper unter Druck komprimiert. Als ein Ergebnis wird die Leerstelle, die in dem leitenden Bereich durch die Entfernung des porösen Körpers gebildet wird, kollabiert, um es so den leitenden Materialien zu erlauben, miteinander verbunden zu werden, um die Leitfähigkeit des leitenden Bereichs zu verbessern.

[0139] Weiter ist es in dem Fall eines Verwendens eines porösen Körpers, in dem die innere Oberfläche der Pore im Voraus mit einem Kleber beschichtet ist, wie zum Beispiel einem heißhärtenden Harz, es möglich, die Schwierigkeit zu vermeiden, dass die Endfläche des Via mit dem imprägnierten Harz zur Zeit einer Laminierung bedeckt wird, um so die elektrische Verbindung zu verschlechtern.

[0140] Es ist möglich, eine Struktur, die auf einem Metalloxid, Kohlenstoff oder Diamant innerhalb des porösen Körpers besteht, durch die ähnliche Technik zu der eines Bildens eines Via oder einer Verdrahtung zu bilden, die oben beschrieben ist. In diesem Fall ist es möglich, einen Kondensator, einen Widerstand und einen Halbleiterteil gleichzeitig in dem Schaltkreis zu bilden. Ebenso ist es möglich, ein anderes leitendes Material als ein Metall zu verwenden. Zum Beispiel kann ein leitendes Polymer ebenso als ein leitendes Material zum Bilden eines Via oder einer Verdrahtung gebildet werden.

[0141] Es ist möglich, einen photonischen Kristall, der auf unterschiedliche Geräte angewendet werden kann, die eine optische Funktion aufweisen, durch Verwenden des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zum Bilden einer dreidimensionalen Struktur zu bilden. Es ist ebenso möglich, eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte leicht und mit hoher Leistungsfähigkeit oder einen Zwischenschalter (Interposer), der unerlässlich für eine hoch dichte Montage einer tragbaren Ausrüstung oder eines Mikrophons und zum Montieren eines sphärischen Halbleiters, einer mehrfach-geschichteten Verdrahtung oder einer dreidimensionalen Verdrahtung herzustellen, die in einer sterischen Verdrahtung geeignet verwendet wird.

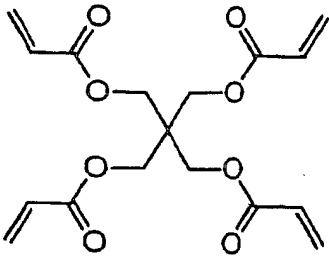
[0142] Die vorliegende Erfindung wird nun im Detail mit Bezug auf Beispiele beschrieben. Unnötig zu erwähnen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgenden Beispiele begrenzt ist.

(Beispiel 1)

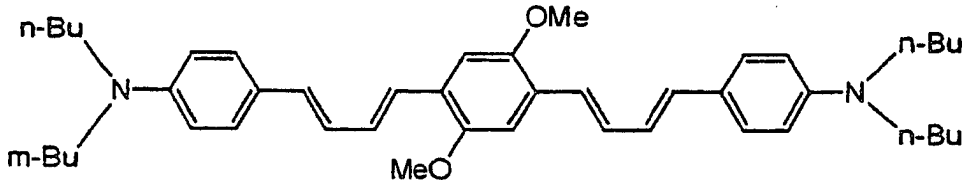
[0143] Erzeugt wurde eine Propylenglycolmethylätheracetat (PGMA)-Lösung eines Diblock-Copolymers (MW = 75000, Polystyreneinheit-Gewichtsfraktion = 66%, Mw/Mn = 1.10) aus Polystyren-(PS)-Poly(Methylmethacrylat) (PMMA).

[0144] Ein Blatt mit einer Dicke von 150 µm wurde aus der Lösung durch ein Gussverfahren erzeugt. Das resultierende Blatt wurde einem Lufttrocknen bei 70°C unterzogen, gefolgt von einem Tempern bei 135°C für 10 Stunden unter einem Stickstoffgasstrom. Dann wurde das Blatt mit β-Strahlen unter einer Beschleunigungsspannung von 2 MV bestrahlt und mit einer Dosis von 160 KGy. Nach der Bestrahlung wurde das Blatt mit einem gemischten Lösungsmittel aus MIBK-Isopropylalkohol (Volumenverhältnis 3:7) gewaschen, um so ein poröses Körperblatt zu erhalten. Das so erhaltene poröse Körperblatt war von einer porösen Struktur mit einer Phasen-Separationsstruktur vom bi-kontinuierlichen Typ mit einer Öffnung von 35 nm, die auf dieses übertragen wurde.

[0145] Andererseits wurde eine photosensitive Zusammensetzung durch Hinzufügen von 0.1 Gewichtsprozent eines Photoinitiators 2, der eine unten gezeigte chemische Formel aufweist, zu einer Mischung aus Styren und einem tetrafunktionalen Acrylat-Monomer 1, das eine unten dargestellte chemische Formel aufweist, erzeugt, wobei das Mischungsverhältnis von Styren zu dem tetrafunktionalen Acrylat-Monomer 1 9:1 war, gefolgt von einem Imprägnieren des porösen Körperblatts mit der so erzeugten photosensitiven Zusammensetzung.



Tetrafunktionales Acrylat-Monomer 1



Photoinitiator 2

[0146] Dann wurde eine dreidimensionale Belichtung wie folgt auf das poröse Körperblatt angewendet, das mit der photosensitiven Harzzusammensetzung imprägniert worden ist. Insbesondere wurde als eine Quelle ein Titan-Saphirlaser (Pulsbreite 150 fs; Wiederholung: 76 MHz; Punktdurchmesser: 0.4 μm) verwendet.

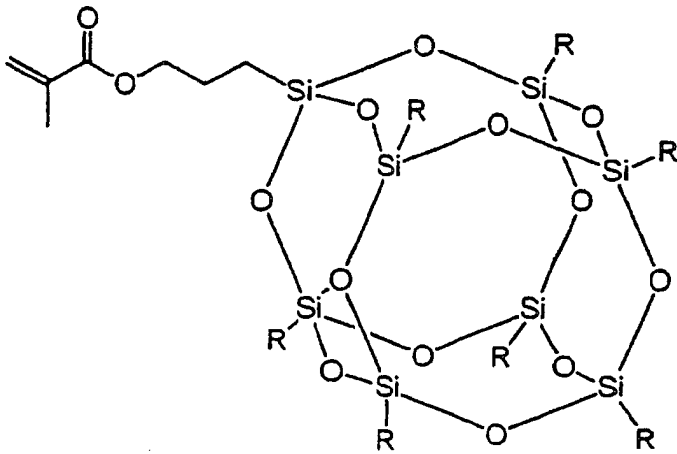
[0147] Die dreidimensionale Belichtung wurde durch Bewegen des porösen Körperblattes derart durchgeführt, dass der Fokus des Laserstrahls innerhalb des porösen Körperblattes abgetastet wird. Nach der Belichtung wurde das poröse Körperblatt in Isopropylalkohol getaucht, um so das unausgehärtete Styren und Acrylat-Monomer 1 zu entfernen.

[0148] Als Ergebnis wurde eine dreidimensionale Struktur erhalten, die einen photonischen Kristall der Konstruktion, in der ein Raum-zentriertes, kubisches Gitter mit einer Kantenlänge von 1.2 μm durch Kugeln gebildet wird, die einen Durchmesser von 0.6 μm aufweisen, in dem belichteten Teil innerhalb des porösen Körperblattes bereitstellt.

[0149] Die Brechungsindizes in dem belichteten Bereich und dem nicht-belichteten Bereich in der resultierenden dreidimensionalen Struktur wurden als 1.58 bzw. 1.24 festgestellt.

(Beispiel 2):

[0150] Erzeugt wurde eine photosensitive Harzzusammensetzung durch Hinzufügen von 0.1 Gewichtsprozent des Photoinitiators 2, der gleich dem in Beispiel 1 verwendeten ist, zu einer Mischung, die aus dem tetrafunktionalen Acrylat-Monomer 1, das gleich zu dem in Beispiel 1 verwendeten ist, einem Methacrylat-Monomer 3, das eine unten gezeigte chemische Struktur aufweist und Styren erzeugt und mit einem Gewichtsmischungsverhältnis von 0.5:0.5:9 gemischt. Eine dreidimensionale Struktur, die einen photonischen Kristall bereitstellt, wurde wie im Beispiel 1 erzeugt, außer, dass in Beispiel 2 die oben beschriebene photosensitive Harzzusammensetzung verwendet wurde.



Methacrylat-Monomer 3 (R stellt eine n-Propylgruppe dar)

[0151] Die Brechungsindizes in dem belichteten Bereich und dem nicht-belichteten Bereich in der resultierenden dreidimensionalen Struktur wurden als 1.57 und 1.24 festgestellt.

(Beispiel 3):

[0152] Ein poröser Körper aus Silica-Aerogel wurde als ein poröser Körper verwendet, der Durchgangslöcher aufweist, die kontinuierlich in einer dreidimensionalen Richtung sind. Der poröse Körper hatte einen durchschnittlichen Porendurchmesser von ungefähr 30 nm, eine Porosität nicht niedriger als 95%, einen Brechungsindex von 1.03 und eine Größe von 1 mm × 1 mm × 1 mm.

[0153] Der poröse Körper wurde mit einer photosensitiven Harzzusammensetzung imprägniert, die durch Hinzufügen von 0,1 Gewichtsprozent eines Photoinitiators 2 zu einer Mischung erzeugt wurde, die ein Methylmethacrylat und ein tetrafunktionales Acrylat-Monomer 1 umfasst, das gleich zu dem in Beispiel 1 verwendeten ist, wobei das Mischungsverhältnis 8:2 betrug. Der so mit der photosensitiven Harzzusammensetzung imprägnierte poröse Körper wurde auf eine Antriebsstufe mit einem piezoelektrischen Element gestellt, die in der Richtung von XYZ-Achsen angetrieben werden kann und eine dreidimensionale Belichtung wurde auf den porösen Körper wie folgt angewendet. Insbesondere wurde als die Quelle ein Ti: Saphir-Laser (Pulsbreite: 150 fs; Wiederholung: 76 MHz; Punktdurchmesser: 0.4 µm) verwendet. Die dreidimensionale Belichtung wurde durch Bewegen des porösen Körpers derart durchgeführt, dass der Fokus des Laserstrahls innerhalb des porösen Körpers abgetastet wird.

[0154] Nach der Belichtung wurde der poröse Körper in Isopropylalkohol getaucht, um so das unausgehärtete Acrylat-Monomer 1 zu entfernen.

[0155] Als ein Ergebnis wurde eine dreidimensionale Struktur erhalten, die einen photonischen Kristall der Konstruktion bereitstellt, in der ein Raum-zentriertes, kubisches Gitter mit einer Kantenlänge von 1,2 µm durch Kugeln gebildet wird, die einen Durchmesser von 0.6 µm in dem belichteten Bereich innerhalb des porösen Körperblattes aufweisen.

[0156] Die Brechungsindizes in dem belichteten Bereich und dem nicht-belichteten Bereich in der resultierenden dreidimensionalen Struktur wurden als 1.03 bzw. 1.45 festgestellt.

[0157] Ebenso wurde ein imprägnierendes Harz durch Hinzufügen zweier Gewichtsteile von Azo-Isobutyronitril und einem Gewichtsteil von Rhodamin 6G zu 100 Gewichtsteilen Methylmethacrylat erzeugt und der poröse Körper, in dem die dreidimensionale Struktur gebildet wurde, wurde mit dem so erzeugten imprägnierenden Harz imprägniert, gefolgt von einem Aushärten des imprägnierten Harzes durch Heizen. Als ein Ergebnis wurde ein photonischer Kristall gebildet, der mit Rhodamin 6G gefüllt ist, außer dem sphärischen Teil, der das Raum-zentrierte kubische Gitter bildet.

[0158] Weiter war es möglich, den porösen Körper mit E-7 (Handelsname eines Flüssigkristalls, hergestellt von Nero Inc.) statt des Harzes, das Rhodamin 6G enthält, zu imprägnieren.

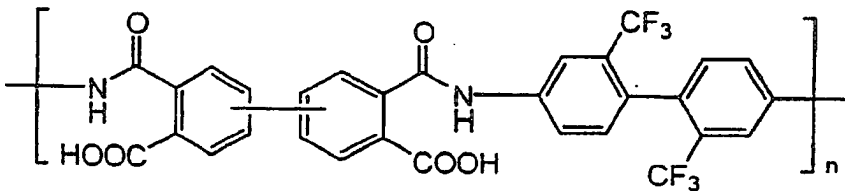
[0159] Es war ebenso möglich, einen Kern mit einem Durchmesser von 5 µm eines optischen Wellenleiters,

der einen Einfallsteil zu dem photonischen Kristall bildet, durch die Technik zu bilden, die ähnlich zu derjenigen ist, die zum Herstellen des photonischen Kristalls verwendet wird.

[0160] Weiter wurde der Bereich, der das Raum-zentrierte, kubische Gitter bildet, belichtet, gefolgt von einem weiteren Anwenden einer dreidimensionalen Belichtung, um so Bereiche zu bilden, die in einer eindimensionalen Richtung zusammenhängend sind. Nach der Belichtung wurde der poröse Körper in Isopropylalkohol getaucht, um so das unausgehärtete Acrylat-Monomer 1 zu entfernen. Als ein Ergebnis wurde eine dreidimensionale Struktur erhalten, die in dem porösen Körper gebildet ist. Die dreidimensionale Struktur wurde derart gebildet, dass ein optischer Wellenleiter, der Kugeln von 1 μm in einem Durchmesser aufweist, die in einer eindimensionalen Richtung angeordnet sind, in einer Struktur gebildet wurde, in der Kugeln, die alle einen Durchmesser von 0,6 μm aufweisen, ein Raum zentriertes, kubisches Gitter mit einer Kantenlänge von 1.2 μm bilden. Die Kugeln, die alle einen Durchmesser von 1 μm aufwiesen, wurden mit der Entfernung zwischen den Mittelpunkten der benachbarten Kugeln angeordnet, die bei 0.8 μm eingestellt wurde.

(Beispiel 4): Doppelt-bedruckte Verdrahtungsplatte

[0161] Erzeugt wurde eine gemischte Lösung mit Polyamic-Säure 4, die durch die unten gegebene chemische Formel dargestellt wird und einem End-Dimethylaminoethyläther-Gruppen-Polyethylenoxid (Molekulargewicht $M_n = 21,000$; $M_w/M_n = 1.2$):



[0162] Ein Blatt wurde aus der Lösung durch ein Gussverfahren erzeugt. Das so erzeugte Blatt wurde von Raumtemperatur auf 150°C über 30 Minuten unter einem Stickstoffgasstrom erhitzt. Das Blatt wurde bei 150°C für eine Stunde erhitzt gehalten. Dann wurde das Blatt auf 250°C über 30 Minuten erhitzt und bei 250°C für eine Stunde erhitzt gehalten. Weiter wurde das Blatt auf 350°C über 30 Minuten erhitzt und bei 350°C für eine Stunde erhitzt gehalten. Als ein Ergebnis wurde ein poröses Polyimid-Körperblatt erhalten, das eine Dicke von 30 μm aufwies.

[0163] Das Blatt nach der Wärmebehandlung wurde mit einem transmittierenden Elektronenmikroskop beobachtet. Es wurde festgestellt, dass eine Mikrophasen-Separationsstruktur vom bi-kontinuierlichen Typ auf das Blatt übertragen wurde. Und das Blatt war eine poröse Struktur, die Poren aufwies, die einen Porendurchmesser von 0.2 μm aufwiesen und die kontinuierlich in einer dreidimensionalen Richtung gebildet war.

[0164] Das resultierende poröse Körperblatt wurde mit „Photoneeth UR-3140“ imprägniert (Handelsname eines photosensitiven Polyimids, hergestellt von Toray Inc.), gefolgt von einem Verbinden einer Kupferfolie mit einer Dicke von 18 μm mit der unteren Oberfläche des porösen Körperblattes. Nachdem das Muster eines Via-Teils von der oberen Oberfläche belichtet wurde (auf der Seite des porösen Körperblattes), wurde der belichtete Teil entwickelt, um den Via-Teil porös zu machen. Kupfer wurde durch eine elektrolytische Metallisierung in den porösen Via-Teil geladen, um so einen Via zu bilden. Nachdem eine Lötzinmetallisierung auf das obere Ende des Vias angewendet wurde, wurde die obere Oberfläche außer dem Via-Teil mit einem Epoxid-Harz durch ein Tintenstrahlverfahren beschichtet, gefolgt von einem Anordnen einer Kupferfolie auf der oberen Oberfläche einer Kupferfolie mit einer Dicke von 18 μm . Dann wurde die resultierende Struktur unter Heizen durch Verwenden eines thermischen Druckgerätes unter Druck gesetzt, wodurch ein laminiertes Körper erhalten wurde.

[0165] In dem nächsten Schritt wurden die Kupferfolien an beiden Oberflächen mit einem Muster durch ein gewöhnliches PEP-Verfahren versehen, um so eine doppelt-gedruckte Verdrahtungsplatte mit einer gewöhnlichen IVH für eine innerhalb gebildete Zwischenschichtleitung zu erhalten. Der Durchmesser des Via in der doppelt gedruckten Verdrahtungsplatte wurde als 50 μm festgestellt. Ebenso wurde die Verdrahtungsbreite als 50 μm festgestellt.

(Beispiel 5): Doppelt gedruckte Verdrahtungsplatte

[0166] Ein poröses Polyimid-Körperblatt mit einer Dicke von 10 μm wurde durch die Technik erhalten, die ähnlich zu derjenigen im Beispiel 4 ist. Es wurde festgestellt, dass eine Mikrophasen-Separationsstruktur vom

bi-kontinuierlichen Typ auf das poröse Polyimidblatt übertragen wurde. Und das Blatt eine poröse Struktur mit Poren war, die einen Porendurchmesser von 0.2 µm aufwiesen und kontinuierlich in einer dreidimensionalen Richtung gebildet waren.

[0167] Das resultierende poröse Körperblatt wurde mit „Photoneeth UR-3140“ imprägniert (Handelsname eines photosensitiven Polyimids, das von Toray Inc. hergestellt wird), gefolgt von einem Trocknen des porösen Körperblattes und nachfolgend Schützen der oberen Oberfläche mit einem Schutzfilm. Dann wurde eine Kupferfolie mit einer Dicke von 1 µm auf der unteren Oberfläche durch ein stromloses Metallisieren und ein elektrolytisches Metallisieren gebildet, die in Abfolge durchgeführt wurden. Nachdem das Muster eines Via-Teils von der oberen Oberfläche belichtet wurde (auf der Seite des porösen Körperblattes), wurde der belichtete Teil entwickelt, um den Via-Teil porös zu machen. Dann wurde Kupfer durch ein elektrolytisches Metallisieren in den porösen Via-Teil geladen, um so einen Via zu bilden.

[0168] Weiter wurde eine Kupferschicht mit einer Dicke von 1 µm auf der oberen Oberfläche wie auf der unteren Oberfläche gebildet. Schließlich wurden die Kupferfolien an beiden Oberflächen durch ein gewöhnliches PEP-Verfahren mit einem Muster versehen, um so ein doppelt gedruckte Verdrahtungsplatte zu erhalten, die ein gewöhnliches IVH für eine darin gebildete Zwischenschichtleitung aufweist.

[0169] Das resultierende poröse Körperblatt wurde mit „Photoneeth UR-3140“ imprägniert (Handelsname eines photosensitiven Polyimid, hergestellt von Toray Inc.), gefolgt von einem Trocknen des porösen Körperblattes. Dann wurde das Muster eines Via-Teils von der oberen Oberfläche belichtet (auf der Seite des porösen Körperblattes), gefolgt von einem Entwickeln des belichteten Teils, um den Via-Teil porös zu machen. Kupfer wurde durch eine stromlose Metallisierung in den porösen Via-Teil geladen, um so einen Via zu bilden und eine Lötzinmetallisierung wurde auf die Endfläche des Vias angewendet. Weiter wurden beide Oberflächen außer der Via-Teile mit einem Epoxid-Harz durch ein Tintenstrahlverfahren beschichtet, um so ein Via-Blatt zu erhalten.

[0170] Die doppelt gedruckte Verdrahtungsplatte, die im Voraus erzeugt wurde, wurde zwischen zwei so erzeugte Via-Blätter angeordnet. Die resultierende Struktur der Blatteile wurde ausgerichtet und dann unter Hitze durch Verwenden eines thermischen Druckgerätes unter Druck gesetzt, um so eine laminierte Struktur zu bilden. Nach dem Laminierungsverfahren wurde eine Kupfermetallisierung auf jede der beiden Oberflächen angewendet, um so eine Kupferschicht mit einer Dicke von 1 µm an jeder Oberfläche zu bilden.

[0171] Ein Verdrahtungsmuster wurde in der Kupferschicht durch ein gewöhnliches PEP-Verfahren gebildet, um so eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte mit vier Schichten von Schaltkreisverdrahtungen zu erhalten. Zwei mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatten, die jeweils vier Schichten einer Schaltkreisverdrahtung aufweisen, wurden miteinander durch den ähnlichen Prozess verbunden, um so eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte mit 10 Schichten zu erhalten. Der Durchmesser des Vias in der mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatte wurde als 10 µm festgestellt. Andererseits wurde die Verdrahtungsbreite als 5 µm festgestellt.

(Beispiel 6): Bildung einer mehrfach-geschichteten Verdrahtung durch ein kollektives stromloses Metallisieren

[0172] Ein poröses PTFE-Körperblatt mit einer Dicke von 20 µm, einem durchschnittlichen Porendurchmesser von 0.2 µm und einer Porosität von 72% wurde in Methanol für 10 Minuten getaucht und dann in Wasser für 10 Minuten, gefolgt von einem Imprägnieren des Körperblattes mit einer 4 Gewichtsprozent, wässrigen Lösung von Borsäure. Das poröse PTFE-Körperblatt wurde durch eine Maske eines Schaltkreismusters mit einem ArF-Laserstrahl (Energiedichte: 200 mJ/cm²; Wiederholung: 50 Pulse/Sek.) bestrahlt, um so das poröse Körperblatt hydrophil zu machen, um selektiv mit dem Schaltkreismuster überein zu stimmen. Nach der Bestrahlung wurde das poröse Körperblatt mit destilliertem Wasser gewaschen und dann getrocknet, um so ein Blatt zu erhalten, das das belichtete Verdrahtungsmuster aufweist.

[0173] Ein poröses Körperblatt, das ein belichtetes Via-Muster aufwies, wurde durch die Technik gebildet, die ähnlich zu der oben beschriebenen ist, außer dass das Via-Muster belichtet wurde.

[0174] Ein Blatt mit einem Verdrahtungsmuster und ein anderes Blatt mit einem belichteten Via-Muster wurden ausgerichtet und aufeinander laminiert, gefolgt von einem Tauchen der laminierten Struktur in ein stromloses Metallisierungsbad von Kupfer. Als ein Ergebnis wurde Kupfer in einem Teil ausgefällt, der hydrophil gemacht wurde, um so eine Schaltkreisverdrahtung zu bilden, die eine Musterverdrahtungsbreite von 20 µm und einen Via-Durchmesser von 20 µm aufwies. Nach einer Bildung des Verdrahtungsmusters wurde eine Sauer-

stoffplasmabehandlung angewendet, um die das gesamte System hydrophil zu machen.

[0175] Schließlich wurde der laminierte Körper mit einem Epoxid-Harz imprägniert und unter Hitze durch Verwenden eines thermischen Druckgerätes unter Druck gesetzt, um so das Epoxydharz auszuhärten und den laminierten Körper integriert herzustellen, wodurch eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte mit drei Verdrahtungsschichten erhalten wurde. Der Durchmesser des Vias in der mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatte wurde als 20 µm festgestellt. Ebenso wurde die Verdrahtungsbreite als 20 µm festgestellt.

(Beispiel 7): Bildung der dreidimensionalen Verdrahtung durch dreidimensionale Belichtung

[0176] Ein Blatt wurde durch ein Gussverfahren aus einer gemischten Lösung erzeugt, die ähnlich zu derjenigen ist, die in Beispiel 4 verwendet wurde. Das resultierende Blatt wurde von Raumtemperatur auf 70°C über eine Stunde unter einem Stickstoffgasstrom erhitzt und bei 70°C für 5 Stunden erhitzt gehalten. Dann wurde das Blatt auf 150°C über 5 Stunden erhitzt und bei 150°C für 5 Stunden erhitzt gehalten, gefolgt von einem Heizen des Blattes auf 250°C über eine Stunde. Nachdem das Blatt bei 250°C für 2 Stunden erhitzt gehalten wurde, wurde das Blatt weiter auf 350°C über 30 Minuten erhitzt und bei 350°C für eine Stunde erhitzt gehalten. Als ein Ergebnis wurde ein poröses Polyimid-Körperblatt mit einer Dicke von 500 µm erhalten.

[0177] Der Film nach der Hitzebehandlung wurde mit einem transmittierenden Elektronenmikroskop beobachtet. Es wurde gefunden, dass eine Mikrophasen-Separationsstruktur vom bi-kontinuierlichen Typ auf das Blatt übertragen wurde. Und das Blatt eine poröse Struktur mit Poren war, die einen Porendurchmesser von 0.2 µm aufwiesen und kontinuierlich in einer dreidimensionalen Richtung gebildet waren.

[0178] Das so erhaltene poröse Polyimid-Körperblatt, wurde durch die Behandlung mit einem Sauerstoffplasma hydrophil gemacht, gefolgt von einem Eintauchen des Blattes in eine Methanollösung eines Cetylpyridium-Komplexes aus Palladium ($[C_{16}H_{33}C_5H_5N]^{2+}[PdI_4]^{2-}$), gefolgt von einem Trocknen des porösen Körperblattes.

[0179] Eine dreidimensionale Belichtung wurde auf das poröse Körperblatt nach dem Trocknen wie folgt angewendet. Insbesondere wurde das poröse Körperblatt mit einem Farblaserstrahl von Nd³⁺:YAG einer zweiten harmonischen Komponentenanzugung mit einer Wellenlänge von 420 nm, einer Pulsbreite von 10 nsek., einer Wiederholung von 10 Hz und einem Punktdurchmesser von 10 µm bestrahlt, gefolgt von einem Abtasten des Puls innerhalb des porösen Körpers, um so eine dreidimensionale Struktur zu erhalten. Dann wurde das poröse Körperblatt mit Methanol gewaschen, um so den Pd-Komplex in dem nicht-belichteten Teil zu entfernen, gefolgt von einem Eintauchen des porösen Körpers in ein stromloses Metallisierungsbad von Kupfer. Als ein Ergebnis wurde Kupfer im belichteten Bereich ausgefällt, um so eine Kupferverdrahtung zu bilden, die eine Verdrahtungsbreite von 20 µm in einer dreidimensionalen Richtung aufweist, um mit der Abtastweise des Laserpunktes überein zu stimmen.

(Beispiel 8):

[0180] Eine Lösung wurde durch Mischen von 2 Gewichtsteilen von 3,3'-4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon mit einem Diblock-Copolymer (Mw = 287,000; Polybutadien-Einheit-Gewichtsfraction = 32%; Mw/Mn = 1.05) zwischen Poly-1,2-Butadien(Poly(Vinylethylen) und Poly(Methylmethacrylat) erzeugt. Ein Blatt mit einer Dicke von 500 µm wurde aus der resultierenden Lösung durch ein Gussverfahren erzeugt.

[0181] Das so erzeugte Blatt wurde einer Hitzebehandlung bei 135°C für 2 Stunden unter einem Stickstoffgasstrom unterzogen, gefolgt von einem Bestrahlen des Blattes mit β-Strahlen bei einer Beschleunigungsspannung von 2 MV und einer Dosis von 160 KGy. Das Blatt nach der Bestrahlung wurde mit einem Ethyllaktat gewaschen, um so ein poröses Körperblatt zu erhalten.

[0182] Das resultierende Körperblatt war von einer porösen Struktur, auf die eine bi-kontinuierliche Phasen-Separationsstruktur mit einem Porendurchmesser von ungefähr 50 µm übertragen wurde.

[0183] Eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur wurde durch Verwenden einer Belichtung und Metallisieren des porösen Körperblattes, wie in Beispiel 7 gebildet, außer der Verwendung des porösen Körperblattes.

[0184] Das poröse Polybutadien-Körperblatt, das eine darin gebildete dreidimensionale Verdrahtungsstruktur aufweist, wurde mit einem unten gegebenen imprägnierenden Kunstharz imprägniert, gefolgt vom Anwenden einer Hitzebehandlung auf das poröse Körperblatt bei einer vorbestimmten Temperatur, um so das imprägnie-

rende Harz auszuhärten und daher ein mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte zu erhalten.

(1) Ein imprägnierendes Harz wurde durch Mischen von 2,2'-Bis-[4-(Para-Aminophenoxy)Phenyl]Hexafluoropropan, Methacrylat-Monomer 3 und Dicumylperoxid durch ein Gewichtsverhältnis von 100:10:3 erzeugt. Ein dabei verwendetes Methacrylat-Monomer 3 ist die gleiche Verbindung wie in Beispiel 2 verwendetete.

Das poröse Polybutadien-Körperblatt, das die darin gebildete dreidimensionale Struktur aufweist, wurde mit dem so erzeugten imprägnierenden Harz imprägniert, gefolgt von einem Anwenden einer Hitzebehandlung auf das imprägnierte, poröse Körperblatt, bei 170°C für 30 Minuten, um so ein mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte zu erhalten.

(2) Eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte wurde wie oben unter (1) erzeugt, außer dass als das imprägnierende Harz eine Mischung verwendet wurde, die durch Hinzufügen von 5 Gewichtsteilen von Dicumylperoxid zu Poly-1,2-Butadien(Poly(Vinylethylen)) (MW = 120000; Mw/Mn = 1.06) erzeugt wurde.

(3) Eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte wurde wie oben unter (1) erzeugt, außer dass als das imprägnierende Harz eine Benzocyclobuten-Harzlösung (Handelsname: Cycloten, hergestellt von Dow Chemical Inc.) verwendet wurde und nach einem Imprägnieren mit der Harzlösung, das poröse Körperblatt mit Heißluft getrocknet wurde, gefolgt von einem Aushärten des imprägnierten Harzes durch Heizen bei 220°C für eine Stunde unter einem Stickstoffgasstrom.

(4) Poly(1,2-Dimethylsilazan) wurde als imprägnierendes Harz verwendet. Weiter wurde in diesem Fall das poröse Körperblatt wie folgt geändert. Insbesondere wurde ein poröses Körperblatt, das eine darin gebildete dreidimensionale Verdrahtung aufweist, wie unter (1) erhalten, außer dass ein modifiziertes Diblock-Copolymer verwendet wurde, das durch Substituieren einer Triethoxysilylethyl-Gruppe für die Vinylgruppe eines Diblock-Copolymers von Poly-1,2-Butadien-Poly(Methylmethacrylat) (Mw = 287,000; Polybutadien-Einheit-Gewichtsfraction = 32%; Mw/Mn = 1.05; Substitutionsrate ungefähr 20%) anstelle eines Diblock-Copolymers von Poly-1,2-Butadien-Poly(Methylmethacrylat) erzeugt wurde.

[0185] Das poröse Körperblatt wurde mit dem oben erwähnten imprägnierenden Harz imprägniert und unter den gleichen Bedingungen wie oben beschrieben erhitzt, um so das imprägnierte Harz auszuhärten und so ein mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte zu erhalten.

[0186] In jedem der so erzeugten mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatten betrug der Porendurchmesser 20 µm und die Verdrahtungsbreite ebenso 20 µm. Eine Hitzebehandlung wurde auf die mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte bei 300°C für 300 Sekunden angewendet. Ebenso wurde festgestellt, dass die mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte eine ausreichende Beständigkeit gegenüber Hitze in dem Lötschritt aufweist.

(Beispiel 9)

[0187] Eine Lösung wurde durch Mischen 5 Gewichtsteile von 3,3'-4,4'-Tetra(t-Butylperoxycarbonyl)Benzophenon mit einem Diblock-Copolymer (Mw = 290,000; Polybutadien-Einheit-Gewichtsfraction = 31%; Mw/Mn = 1.03) zwischen Poly-1,2-Butadien und Poly(s-Butylmethacrylat) erzeugt. Dann wurde ein Blatt mit einer Dicke von 50 µm aus der Lösung durch ein Vorhang-Gussverfahren erzeugt.

[0188] Das so erzeugte Blatt wurde einer Hitzebehandlung bei 60°C für 5 Stunden unter einem Stickstoffgasstrom unzerzogen, gefolgt von Bestrahlen des Blattes mit ultravioletten Strahlen unter Verwendung einer Niederdruck-Quecksilberdampfampe als Quelle. Nach einer Bestrahlung mit den ultravioletten Strahlen wurde das Blatt bei 60°C für eine Stunde erhitzt gehalten. Gefolgt von einem Erhitzen des Blattes auf 170°C über 30 Minuten. Dann wurde das Blatt bei 170°C für 30 Minuten erhitzt gehalten. Nach der Hitzebehandlung wurde das Blatt mit β-Strahlen bei einer Beschleunigungsspannung von 2 MV und bei einer Dosis von 160 KGy bestrahlt. Das Blatt nach der Bestrahlung wurde mit Ethyllaktat gewaschen, um so ein poröses Körperblatt zu erhalten.

[0189] Es wurde festgestellt, dass das so erhaltene poröse Körperblatt von einer porösen Struktur ist, die eine co-kontinuierliche Phasen-Separationsstruktur mit einem Porendurchmesser von ungefähr 50 nm ist, die auf dieses übertragen wurde. Ebenso wurde die Mikrophasen-Separationsstruktur durch eine Hitzebehandlung erhalten, ohne auf einem Gussverfahren zu beruhen.

[0190] Das poröse Körperblatt wurde in eine Methanollösung von Cetylpyridin-Komplexen aus Palladium ($[\text{C}_{16}\text{H}_{35}\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]^{2+}[\text{PdI}_4]^{2-}$) getaucht, gefolgt von einem Trocknen des porösen Blattes. Nach einem Trocknen wurde das poröse Körperblatt mit einem Farblaserstrahl, der von einer Nd³⁺:YAG zweiten harmonischen Komponente (Wellenlänge: 420 nm; Pulsbreite: 10 nsek.; Wiederholung: 10 Hz; Punktdurchmesser: 10 µm) als eine

Quelle angeregt wurde, in einem punktförmigen zweidimensionalen Muster bestrahlt. Dann wurde das poröse Körperblatt mit Methanol gewaschen, um so den Pd-Komplex in dem nicht-belichteten Teil zu entfernen, gefolgt von einem Eintauchen des porösen Körpers in ein stromloses Metallisierungsbad von Kupfer. Als ein Ergebnis wurde das Kupfer in dem belichteten Bereich des porösen Körperfilms ausgefällt, um so Kupfersäulen zu bilden, die sich durch den porösen Körperfilm erstreckten, die einen Punktdurchmesser von 20 µm aufwiesen und angeordnet waren, ein zweidimensionales Muster mit der Entfernung zwischen den Mittelpunkten benachbarter Kupfersäulen aufzuweisen, die bei 40 µm gesetzt war.

[0191] Die Endfläche der so gebildeten Kupfersäulen wurde eutektisch mit Cu/Ni beschichtet, um eine scharfe bergförmige Struktur mit einer Höhe von 2 bis 3 µm zu bilden. Eine Harzzusammensetzung, die in das poröse Körperblatt imprägniert werden sollte, das die darin gebildeten Kupfersäulen aufwies, wurde wie folgt erzeugt.

[0192] Insbesondere wurde eine imprägnierende Lösung durch Hinzufügen von 30 Gewichtsprozent von 2,2-Bis[4-(4-Maleimidphenoxy)Phenyl] zu einer Polyamic-Säurelack erzeugt, der durch die Reaktion zwischen einem Äquivalent von 2,2'-Bis-[4-(Para-Aminophenoxy)Phenyl]Propan in Dimethylacetoamid erzeugt wurde.

[0193] Das poröse Körperblatt, das die darin gebildeten Kupfersäulen aufweist, wurde mit der oben erwähnten imprägnierenden Lösung imprägniert, gefolgt von einem Entfernen des Lösungsmittels durch Trocknen mit Heißluft. Dann wurde das imprägnierte Blatt bei 200°C für 30 Minuten erhitzt, um so einen adhäsiven anisotropen leitenden Film herzustellen.

(Beispiel 10)

[0194] Ein poröses Körperblatt mit einer Dicke von 20 µm wurde wie im Beispiel 9 hergestellt. Ebenso wurde ein Verdrahtungsblatt hergestellt, in dem eine Verdrahtung, die aus einem zweidimensionalen Muster besteht, das eine Verdrahtungsbreite von 20 µm und einen Landdurchmesser von 50 µm aufweist, durch die Laserbestrahlung und das stromlose Metallisieren wie in Beispiel 9 gebildet wurde, und ein Via-Blatt, das Vias aufwies, die einen darin gebildeten Via-Durchmesser von 20 µm aufwiesen. Die Endfläche des Vias in dem Via-Blatt war von einer scharfen bergförmigen Struktur wie im Beispiel 9. Vier Verdrahtungsblätter und drei Via-Blätter wurden abwechselnd aufeinander laminiert und die resultierende Laminatstruktur wurde komprimiert, gefolgt von einem Imprägnieren der Laminatstruktur mit einer Harzlösung Cyclofen (Handelsname einer Benzocyclobuten-Harzlösung, die von Dow Chemical Inc. hergestellt wird). Nach einem Entfernen des Lösungsmittels durch Trocknen mit Heißluft wurde die Laminatstruktur durch Hitzen bei 240°C für eine Stunde unter einem Stickstoffgasstrom ausgehärtet, um so eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte zu erhalten.

[0195] Wie oben im Detail beschrieben, stellt die vorliegende Erfindung eine dreidimensionale Struktur bereit, die aus einem photonischen Kristall besteht, der zwei Bereiche aufweist, die sich voneinander in dem Brechungsindex stark unterscheiden. Die vorliegende Erfindung stellt ebenso eine dreidimensionale Struktur als eine dreidimensionale Verdrahtungsstruktur bereit, die für eine mehrfach-geschichtete Verdrahtungsplatte oder eine sterische Verdrahtungsplatte, die einen hohen Freiheitsgrad in der Schaltkreisgestaltung aufweist und aus einer Feinverdrahtung besteht, angepasst ist und stellt eine dreidimensionale Struktur als ein selektives leitendes Teil bereit, das Feinverdrahtungen und Vias aufweist und exzellent in Impedanzeigenschaften ist. Weiter stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren eines Herstellens einer derartigen dreidimensionalen Struktur bereit.

[0196] Die technische Idee der vorliegenden Erfindung kann geeignet in unterschiedlichen Gebieten, wie zum Beispiel unterschiedlichen Licht-funktionalen Geräten und mehrfach-geschichteten Verdrahtungsplatten verwendet werden, was zu einem hohen industriellen Wert führt.

Patentansprüche

1. Dreidimensionale Struktur, die **dadurch gekennzeichnet** ist, dass sie folgendes umfasst:
 einen co-kontinuierlichen porösen Körper (**8**) mit offenen Poren, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind; und
 ein dreidimensionales Verdrahtungsmuster (**12**), das durch ein leitendes Material gebildet ist, das in die offenen Poren des co-kontinuierlichen porösen Körpers gefüllt ist;
 worin das dreidimensionale Verdrahtungsmuster mindestens drei erste Schichten (**6a**, **6b**), die jeweils ein zweidimensionales Verdrahtungsmuster (**7**) aufweisen und in einer Richtung senkrecht zur Ebene des zweidimensionalen Verdrahtungsmusters angeordnet sind, und

mindestens zwei zweite Schichten (9) einschließt, die zwischen zwei benachbarten ersten Schichten eingefügt sind und Verbindungsteile (10) zum Verbinden des zweidimensionalen Verdrahtungsmusters der ersten Verdrahtungsschicht aufweisen, die zwischen diesen zwei zweiten Schichten eingefügt ist.

2. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 1, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der poröse Körper (8) aus einer Mikrophasen-Trennstruktur gebildet ist.

3. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 1, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der poröse Körper (8) eine Porosität von mindestens 40% hat.

4. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 1, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Porendurchmesser des porösen Körpers (8) in einen Bereich zwischen 30 und 2.000 nm fällt.

5. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 1, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Endfläche des Verbindungsteils (10), der mit dem zweidimensionalen Verdrahtungsmuster (7) in Kontakt ist, eine Struktur mit einem spitzen Winkel aufweist.

6. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 1, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Endfläche des Verbindungsteils (10), der mit dem zweidimensionalen Verdrahtungsmuster (7) in Kontakt ist, mindestens ein Metall aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Gold, Silber und Platin besteht.

7. Dreidimensionale Struktur, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sie folgendes umfasst:
einen plattenartigen ersten co-kontinuierlichen porösen Körper (6a) mit einem darin gebildeten zweidimensionalen Verdrahtungsmuster (7), wobei der plattenartige erste co-kontinuierliche poröse Körper offene Poren hat, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind; und
einen plattenartigen zweiten co-kontinuierlichen porösen Körper (9), der auf den ersten co-kontinuierlichen porösen Körper laminiert ist und damit integriert ist, wobei der plattenartige zweite co-kontinuierliche poröse Körper offene Poren hat, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind;
worin der zweite co-kontinuierliche poröse Körper einen Verbindungsteil (10) hat, der mit dem zweidimensionalen Verdrahtungsmuster verbunden ist, das in die offenen Poren des ersten co-kontinuierlichen porösen Körpers gefüllt ist, wobei der Verbindungsteil ein leitendes Material umfasst, das in die offenen Poren des zweiten co-kontinuierlichen porösen Körpers gefüllt ist.

8. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 7, die dadurch gekennzeichnet ist, dass jeder der ersten und zweiten porösen Körper (6a, 9) aus einer Mikrophasen-Trennstruktur gebildet ist.

9. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 7, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der poröse Körper (6a, 9) eine Porosität von mindestens 40% hat.

10. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 7, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Porendurchmesser des porösen Körpers (6a, 9) in einen Bereich zwischen 30 und 2.000 nm fällt.

11. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 7, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Endfläche des Verbindungsteils (10), der mit dem zweidimensionalen Verdrahtungsmuster (7) in Kontakt ist, eine Struktur mit einem spitzen Winkel aufweist.

12. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 7, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Endfläche des Verbindungsteils (10), der mit dem zweidimensionalen Verdrahtungsmuster (7) in Kontakt ist, mindestens ein Metall aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Gold, Silber und Platin besteht.

13. Verfahren zur Herstellung einer dreidimensionalen Struktur, das dadurch gekennzeichnet ist, dass es die folgenden Schritte umfasst:

selektives Aussetzen eines co-kontinuierlichen porösen Körpers (1) mit offenen Poren, die in einer dreidimensionalen Richtung gebildet sind, einem Strahl in einem dreidimensionalen Verdrahtungsmuster, das eine Mehrzahl von zweidimensionalen Mustern in der Einfallrichtung des Strahls hat; und
selektives Einfüllen eines leitenden Materials (2, 3) oder eines Vorläufers davon in die offenen Poren des ausgesetzten oder nicht-ausgesetzten Teils des co-kontinuierlichen porösen Körpers nach der Bestrahlung.

14. Dreidimensionale Struktur, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sie folgendes umfasst:
eine poröse Struktur (14), die durch eine Mikrophasen-Trennstruktur gebildet ist, und eine leitende Region (15,

16), die durch Einfüllen eines leitenden Materials in einen vorgegebenen Bereich des porösen Körpers gebildet ist, worin der poröse Körper durch Entfernen mindestens einer Art der Phase gebildet wird, die eine Mikrophasen-Trennstruktur darstellt.

15. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 14, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Mikrophasen-Trennstruktur eine Mikrophasen-Trennstruktur ist, die von einem Blockcopolymer oder einem Pfropfcopolymer dargestellt wird.

16. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 14, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Mikrophasen-Trennstruktur aus einem Polymermaterial gebildet ist, das durch Vernetzung von Poly(vinylethylen) hergestellt wird.

17. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 14, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der poröse Körper (**14**) eine Porosität von mindestens 40% hat.

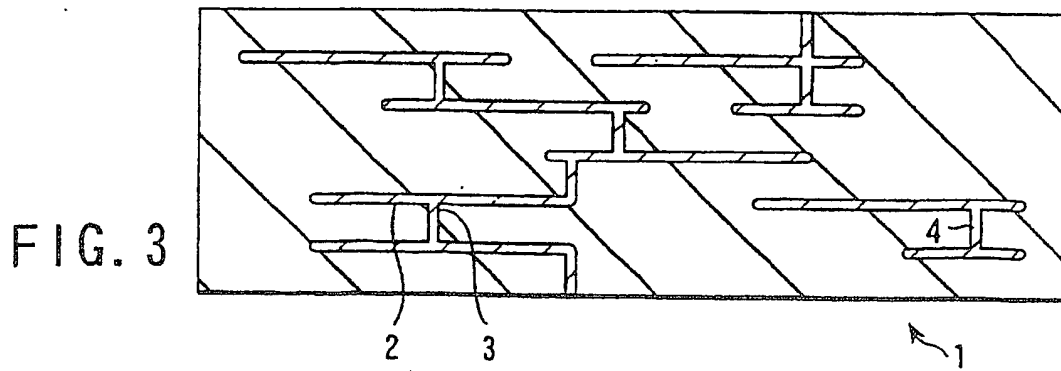
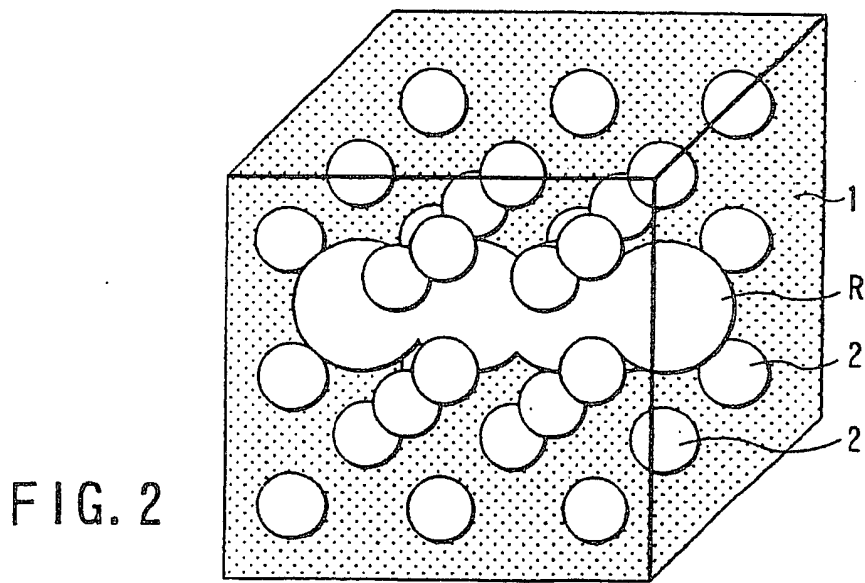
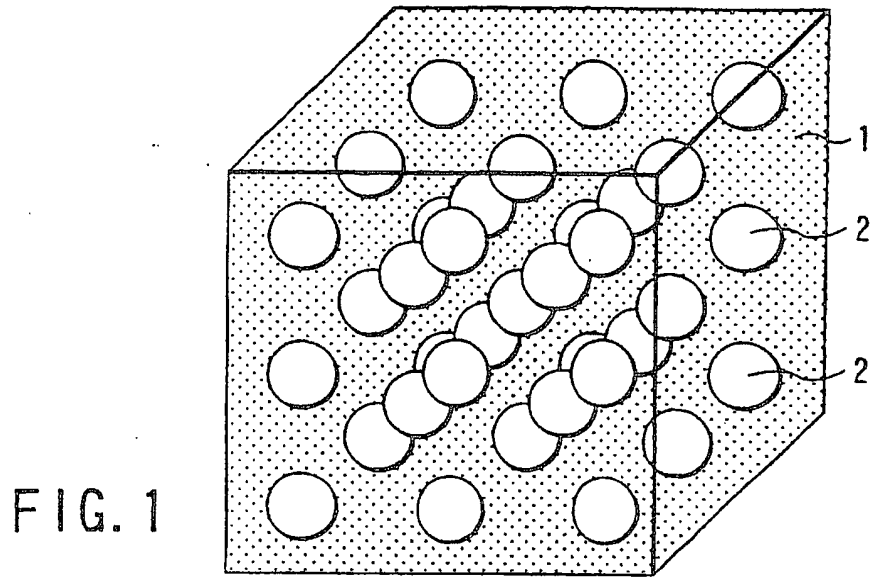
18. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 14, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Porendurchmesser des porösen Körpers (**14**) in einen Bereich zwischen 30 und 2.000 nm fällt.

19. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 14, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Mikrophasen-Trennstruktur eine OBDD-Struktur oder eine Gyroidstruktur ist.

20. Dreidimensionale Struktur gemäss Anspruch 14, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der poröse Körper (**14**) kontinuierliche Poren mit einem relativen Abstand in bezug auf eines aus dem $2\sqrt{3}$ -fachen und 4-fachen des Gyrationradius eines Querschnitts der Mikrodomäne hat, die die poröse Struktur darstellt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



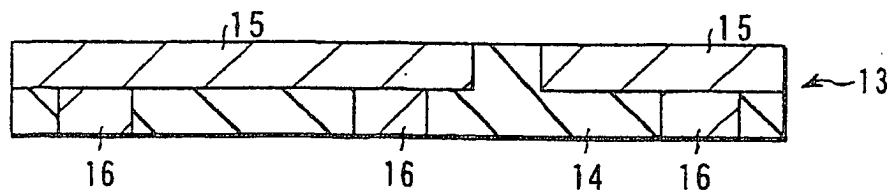
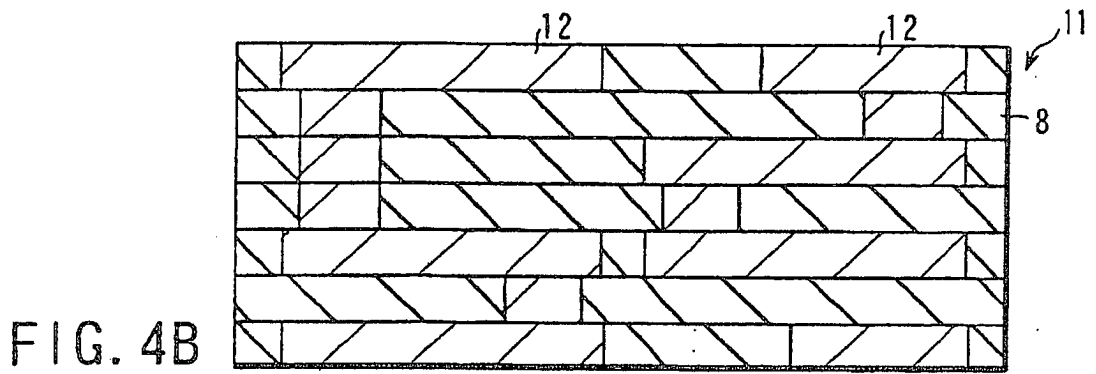
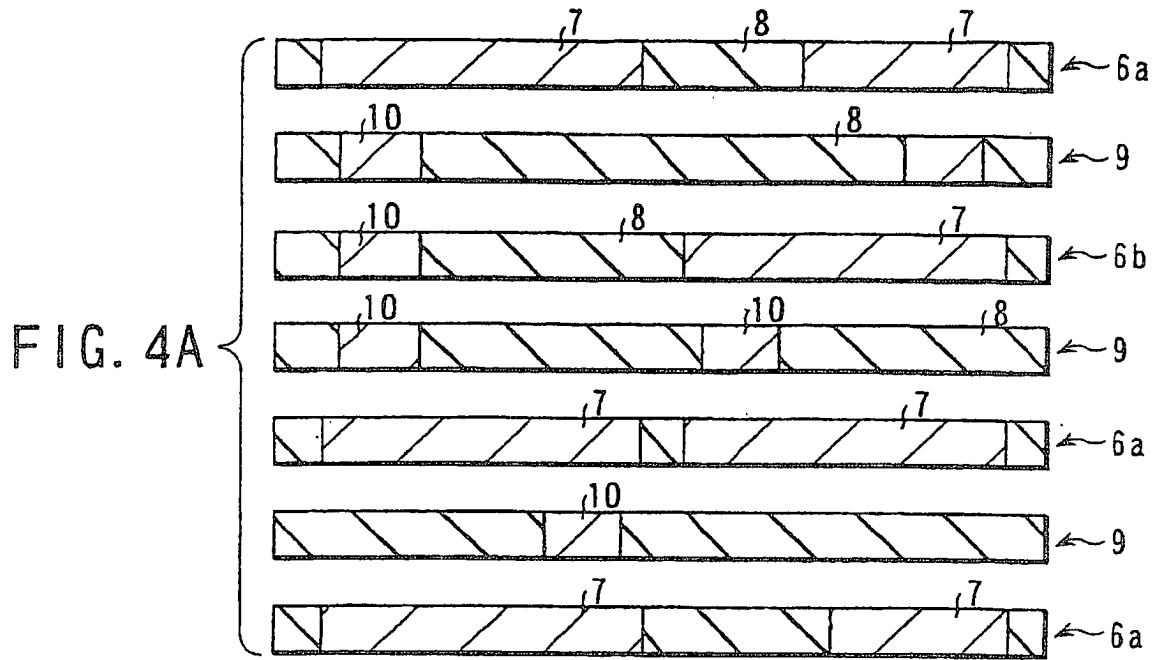


FIG. 5

