



(10) **DE 10 2019 209 889 A1** 2021.01.07

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 209 889.4**

(22) Anmeldetag: **04.07.2019**

(43) Offenlegungstag: **07.01.2021**

(51) Int Cl.: **H05K 3/08 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Gebr. Schmid GmbH, 72250 Freudenstadt, DE

(72) Erfinder:

Schmid, Christian, 72250 Freudenstadt, DE

(74) Vertreter:

**Patentanwaltskanzlei Cartagena
Partnerschaftsgesellschaft Klement, Eberle mbB,
70182 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

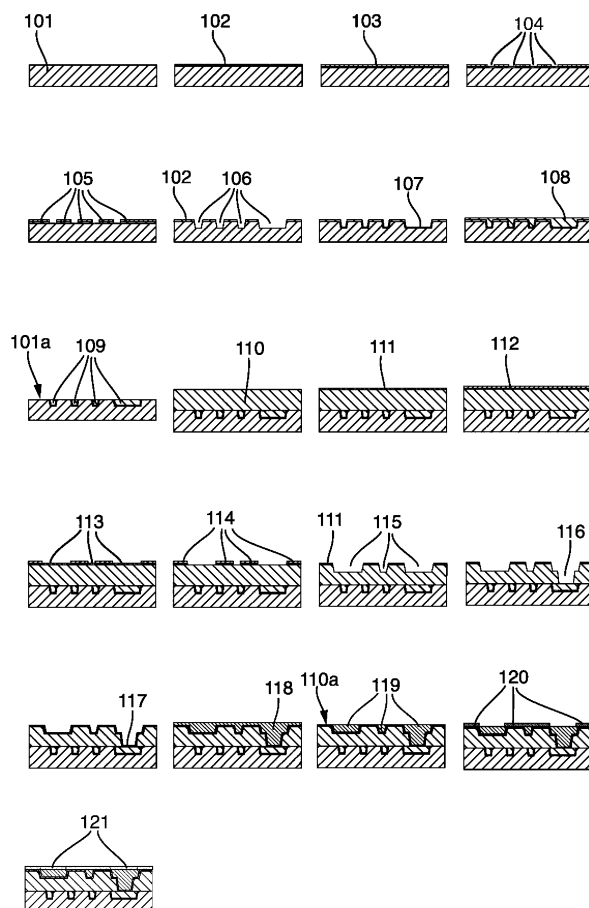
US	2012 / 0 291 275	A1
US	5 173 442	A
US	5 244 538	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Leiterplattenherstellung sowie gemäß dem Verfahren hergestellte Leiterplatten**

(57) Zusammenfassung: Zur Herstellung einer Leiterplatte wird ein als Folie oder Platte ausgebildetes Basissubstrat (101) mit einer ersten Substratseite (101a) und einer zweiten Substratseite bereitgestellt, das zumindest teilweise aus einem elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterial besteht und bei dem die erste Substratseite (101a) mit einer Deckmetallschicht (102) abgedeckt ist. Die Deckmetallschicht (102) wird unter Unterteilung der ersten Substratseite (101a) in mindestens einen ersten Teilbereich (104), in dem die erste Substratseite (101a) frei von der Deckmetallschicht (102) ist, und in mindestens einen zweiten Teilbereich (105), in dem die erste Substratseite (101a) mit der Deckmetallschicht (102) abgedeckt ist, bereichsweise entfernt. Durch Einwirken eines Plasmas auf die erste Substratseite (101a) wird das Polymermaterial in dem mindestens einen ersten Teilbereich (104) unter Bildung mindestens einer Vertiefung (106) abgetragen. Anschließend werden die mindestens eine Vertiefung (106) mit einem Füllmetall (108) aufgefüllt und die Deckmetallschicht (102) unter Bildung der Leiterstruktur (109) oder eines Teils einer Leiterstruktur in dem mindestens einen zweiten Teilbereich (105) entfernt. Sofern erforderlich, wird anschließend die erste Substratseite (101a) mit der aufgefüllten mindestens einen Vertiefung (106) planarisiert. Das Verfahren eignet sich zur Herstellung ein- und mehrschichtiger Leiterplatten.



Beschreibung

[0001] Die nachfolgend beschriebene Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Leiterplatten sowie gemäß dem Verfahren hergestellte Leiterplatten.

[0002] Eine Leiterplatte (englisch: printed circuit board; kurz: PCB) dient als Träger für elektronische Bauteile und gewährleistet deren elektrische Kontaktierung. Nahezu jedes elektronische Gerät enthält eine oder mehrere Leiterplatten.

[0003] Leiterplatten umfassen stets ein Basissubstrat, das elektrisch nichtleitend ausgebildet ist und das auf mindestens einer Substratseite eine Struktur aus Leiterbahnen (kurz: Leiterstruktur) zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Bauteile aufweist. In der Regel bestehen Basissubstrate für Leiterplatten aus faserverstärktem Kunststoff, aus Kunststofffolien oder aus Hartpapier. Die Leiterbahnen bestehen üblicherweise aus einem Metall wie Kupfer.

[0004] Im einfachsten Fall weist lediglich eine Seite des Basissubstrats eine Leiterstruktur auf. Für komplexere Schaltungen wird allerdings häufig mehr als eine Leiterbahnebene benötigt, man benötigt dann eine mehrschichtige Leiterplatte (englisch: multilayer board, kurz MLB). In diesen Fällen können beispielsweise beide Seiten einer Trägerschicht mit einer Leiterstruktur versehen sein, oder aber man kombiniert mehrere Basissubstrate mit jeweils einer Leiterbahnebene zu einem MLB. Insbesondere können beidseitig mit einer Leiterstruktur versehene Basissubstrate auch eine Basis für mehrschichtige Aufbauten bilden. Die Leiterbahnen der verschiedenen Leiterbahnebenen können über Durchkontaktierungen (englisch: Via) elektrisch miteinander verbunden werden. Hierzu können beispielsweise in die Basissubstrate Löcher gebohrt und die Bohrlochwandungen metallisiert werden.

[0005] Die Bildung der Leiterstrukturen auf einem Basissubstrat erfolgt üblicherweise subtraktiv in einem mehrstufigen fotolithografischen Prozess unter Einsatz eines Fotolacks (engl.: photoresist; kurz: Resist), dessen Löslichkeit in einer Entwicklerlösung mittels Strahlung, insbesondere mittels UV-Strahlung, beeinflusst werden kann. Bei einer üblichen Vorgehensweise wird eine Metallschicht auf dem Basissubstrat gebildet und mit einer Schicht aus dem Fotolack abgedeckt. Die Schicht aus dem Fotolack kann beispielsweise auf die Metallschicht auflaminiert werden. Anschließend wird die Schicht aus dem Fotolack in einem Belichtungsschritt der erwähnten Strahlung ausgesetzt, wobei Teilbereiche der Schicht mittels einer Belichtungsmaske vor einer Strahlungsexposition geschützt werden. In Abhängigkeit des verwendeten Fotolacks und der verwendeten Ent-

wicklerlösung sind nach dem Belichtungsschritt entweder die belichteten oder die unbelichteten Teilbereiche der Schicht aus dem Fotolack in der Entwicklerlösung löslich und können in einem Folgeschritt entfernt werden. Bei diesem Folgeschritt, dem Entwicklungsschritt, werden Teilbereiche der Metallschicht auf dem Basissubstrat freigelegt, die in einem weiteren Folgeschritt, einem Ätzschritt, naschemisch entfernt werden können. Die nach der anschließenden vollständigen Entfernung des Resists verbleibenden Reste der Metallschicht bilden die gewünschte Leiterstruktur. Gegebenenfalls kann diese beispielsweise durch galvanische Abscheidung eines geeigneten Metalls - in einem Abscheidungsschritt verstärkt werden.

[0006] Herstellungsbedingt befinden sich die Leiterbahnen also auf der Oberfläche eines Basissubstrats. Bei der Herstellung von MLBs kann dies nachteilhaft sein. Wird eine mit Leiterbahnen versehene Oberfläche eines Basissubstrats mit einem weiteren Basissubstrat verpresst, besteht anschließend häufig ein Kontroll- und Korrekturbedarf in Folge von Abweichungen, die durch die beim Pressen auftretenden Drücke und Temperaturen verursacht werden. Leiterbahnen auf der Oberfläche von Basissubstraten sind derartigen Belastungen in besonderem Maß ausgesetzt. Je geringer die Abstände und Dimensionen der Leiterbahnen auf dem Substrat sind, desto größer ist im Allgemeinen der entsprechende Kontroll- und Korrekturbedarf, beispielsweise hinsichtlich bestehender Impedanz- und Signalgeschwindigkeitsanforderungen.

[0007] Ein allgemeiner Nachteil der klassischen subtraktiven Prozesse ist weiterhin, dass die Auflösung der herzustellenden Leiterstrukturen limitiert ist. Leiterbahnen mit Breiten im niedrigen zweistelligen oder gar einstelligen µm-Bereich sind so kaum herzustellen.

[0008] In den letzten Jahren finden zur Bildung von Leiterbahnen zunehmend auch additive und semiadditive Ansätze Anwendung (SAP: Semi Additive Process und mSAP: Modified Semi Additive Process). Mit diesen Ansätzen lassen sich Leiterbahnstrukturen mit höherer Auflösung herstellen, als dies mit subtraktiven Prozessen möglich ist. Dieser Fortschritt wird allerdings mit einem massiven technischen Aufwand erkauft, der sich in Ausbeuteverlusten und hohen Produktionskosten widerspiegelt.

[0009] Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, eine Vorgehensweise zur Herstellung von Leiterplatten zu entwickeln, mit der sich die beschriebenen Probleme vermeiden oder zumindest verringern lassen.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung das Verfahren mit den Merkmalen des An-

spruchs 1 vor. Auch die Leiterplatte gemäß Anspruch 14 ist von der Erfindung erfasst. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte mit einer metallischen Leiterstruktur umfasst stets die unmittelbar folgenden Schritte a. bis e.:

- a. Bereitstellung eines als Folie oder Platte ausgebildeten Basissubstrats mit einer ersten und einer zweiten Substratseite, das zumindest teilweise aus einem elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterial besteht und bei dem die erste Substratseite mit einer Deckmetallschicht abgedeckt ist,
- b. Bereichsweises Entfernen der Deckmetallschicht unter Unterteilung der ersten Substratseite in mindestens einen ersten Teilbereich, in dem die erste Substratseite frei von der Deckmetallschicht ist, und in mindestens einen zweiten Teilbereich, in dem die erste Substratseite mit der Deckmetallschicht abgedeckt ist,
- c. Einwirken eines Plasmas auf die erste Substratseite, mit dessen Hilfe in dem mindestens einen ersten Teilbereich das Polymermaterial unter Bildung mindestens einer Vertiefung abgetragen wird,
- d. Auffüllen der mindestens einen Vertiefung mit einem Füllmetall, sowie
- e. Vollständiges Entfernen der Deckmetallschicht in dem mindestens einen zweiten Teilbereich unter Bildung der Leiterstruktur oder eines Teils einer Leiterstruktur.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich sowohl zur Herstellung einschichtiger Leiterplatten, die nur ein Basissubstrat mit einer Leiterstruktur in einer Ebene umfassen, als auch zur Herstellung mehrschichtiger Leiterplatten, die Leiterstrukturen in mindestens zwei Ebenen und meist auch mehrere Basissubstrate umfassen. Im letzteren Fall führt das Entfernen der Deckmetallschicht in Schritt e. zu Bildung nur eines Teils der gesamten Leiterstruktur der Leiterplatte. Im ersten Fall wird bevorzugt die gesamte Leiterstruktur der Leiterplatte im Schritt e. gebildet.

[0013] In besonders bevorzugten Ausführungsformen umfasst das Verfahren zusätzlich den unmittelbar folgenden Schritt f.:

- f. Planarisieren der ersten Substratseite mit der aufgefüllten mindestens einen Vertiefung.

[0014] Hierzu folgen unten noch detailliertere Ausführungen.

Wahl des Basissubstrats

[0015] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren mindestens eines der unmittelbar folgenden Merkmale a. bis c.:

- a. Das Basissubstrat weist eine Dicke im Bereich von 10 µm bis 3 mm, bevorzugt im Bereich von 10 µm bis 2 mm, auf.
- b. Das organische Polymermaterial ist ausgewählt aus der Gruppe mit Polyimid, Polyamid, Teflon, Polyester, Polyphenylensulfid, Polyoxymethylen und Polyetherketon.

[0016] Bevorzugt sind die unmittelbar vorstehenden Merkmale a. und b. in Kombination miteinander realisiert.

[0017] Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem Basissubstrat um eine Folie aus einem der genannten Polymermaterialien. Dies gilt insbesondere, wenn die herzustellende Leiterplatte mehrschichtig ausgebildet wird. Im Falle einer einschichtigen Leiterplatte wird bevorzugt ein vergleichsweise dickeres, als Platte ausgebildetes Basissubstrat gewählt.

[0018] Gegebenenfalls kann das Basissubstrat dielektrische Füllstoffe umfassen. Beispielsweise kann das Basissubstrat eine Folie aus einem der genannten Polymermaterialien sein, in das Siliziumdioxidpartikel eingebettet sind.

[0019] Zur einfacheren Handhabung kann das Basissubstrat zur Prozessierung auf einen Träger oder ein Hilfssubstrat, beispielsweise aus Glas oder Aluminium, aufgebracht werden.

Bildung und Eigenschaften der Deckmetallschicht

[0020] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren mindestens eines der unmittelbar folgenden Merkmale a. und b.:

- a. Als Deckmetallschicht wird eine Schicht aus Kupfer oder aus einer Kupferlegierung gewählt.
- b. Die Deckmetallschicht weist eine Dicke im Bereich von 10 nm bis 10 µm, bevorzugt im Bereich von 20 nm bis 6 µm, auf.

[0021] Bevorzugt sind die unmittelbar vorstehenden Merkmale a. und b. in Kombination miteinander realisiert.

[0022] Idealerweise sollte die Deckschicht geschlossen sein und die genannte bevorzugte Mindestdicke nicht unterschritten werden, damit die Deckmetallschicht ihre unten erläuterte technische Funktion als Ätzbarriere erfüllen kann.

[0023] Als Alternative zu dem Kupfer oder der Kupferlegierung kommen auch Titan und Nickel-Chrom-Legierungen als Deckmetall in Frage.

[0024] Zur Bildung der Deckmetallschicht ist es grundsätzlich möglich, auf die erste Substratseite als Deckmetallschicht eine dünne Metallfolie, insbesondere eine dünne Kupferfolie, zu laminieren oder zu kaschieren. Bevorzugt ist es allerdings, wenn das Verfahren mindestens einen der unmittelbar folgenden Schritte a. bis c. umfasst:

a. Zur Bereitstellung des Basissubstrats wird die Deckmetallschicht mittels physikalischer oder chemischer Gasphasenabscheidung auf der ersten Substratseite gebildet.

b. Die Deckmetallschicht wird durch Sputtern auf der ersten Substratseite gebildet.

c. Die Deckmetallschicht wird durch einen nasschemischen Beschichtungsprozess gebildet.

[0025] Bevorzugt sind die unmittelbar vorstehenden Merkmale a. und b. in Kombination miteinander realisiert.

[0026] Metallisierungen durch physikalische und chemische Gasphasenabscheidungen sowie die Erzeugung von Metallschichten mittels nasschemischer Beschichtungsprozesse sind Stand der Technik und benötigen keiner weiteren Erläuterung.

[0027] Besonders bevorzugt wird als Deckmetallschicht eine Kupferschicht auf das Basissubstrat aufgesputtert.

[0028] Es kann bevorzugt sein, dass vor der Bildung der Deckmetallschicht oder beim Aufbringen der Deckmetallschicht auf die erste Substratseite eine haftvermittelnde Adhäsionsschicht aufgebracht wird.

Mögliche Vorgehensweisen beim
bereichsweisen Entfernen der Deckmetallschicht

[0029] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren einen der unmittelbarfolgenden Schritte a. oder b.:

a. Das bereichsweise Entfernen der Deckmetallschicht auf der ersten Substratseite erfolgt unter Einsatz eines Maskier- und eines nasschemischen Ätzschritts.

b. Das bereichsweise Entfernen der Deckmetallschicht auf der ersten Substratseite erfolgt mittels eines Lasers.

[0030] Das Entfernen der ersten Deckmetallschicht unter Einsatz des Maskier- und des nasschemischen Ätzschritts ist eine klassische Vorgehensweise, die keiner ausführlichen Erläuterung bedarf. Zur Maskie-

rung kann die Deckmetallschicht beispielsweise in einem ersten Schritt mit einem Fotolack überzogen werden, der bereichsweise belichtet und mit Hilfe einer Entwicklerlösung in den belichteten Bereichen entfernt wird, wie das eingangs beschrieben wurde. In dem nasschemischen Ätzschritt wird dann die freigelegte Deckmetallschicht weggeätzt. Dies kann beispielsweise mit Hilfe von Ätzlösungen auf Basis von Kupferchlorid oder Ammoniumpersulfat erfolgen.

[0031] Alternativ kann die Deckmetallschicht mittels des Lasers abgetragen werden.

Bevorzugte Varianten beim Abtrag vom
Polymermaterial mittels des Plasmas

[0032] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren einen der unmittelbarfolgenden Schritte a. und b.:

a. Zur Bereitstellung des Plasmas wird ein Prozessgas aus der Gruppe mit O₂, H₂ und O₂/CF₄ verwendet.

b. Das Einwirken des Plasmas erfolgt bei einer Temperatur im Bereich von minus 15 °C bis 200, bevorzugt im Bereich von minus 15 °C bis 80 °C.

[0033] Bevorzugt sind die unmittelbar vorstehenden Merkmale a. und b. in Kombination miteinander realisiert.

[0034] Auch das Ätzen mittels eines Plasmas ist Stand der Technik. Beim Plasmaätzen werden Prozessgase verwendet, die das zu ätzende Material in die Gasphase überführen können. Das mit dem abgeätzten Material angereicherte Gas wird abgepumpt, frisches Prozessgas wird zugeführt. Somit wird ein kontinuierlicher Abtrag erreicht.

[0035] Besonders bevorzugt wird im Rahmen der Erfindung ein induktiv gekoppeltes Plasma (ICP Plasma) verwendet, beispielsweise erzeugt durch einen ICP-Generator mit DC Bias.

[0036] Zum Ätzen der oben genannten bevorzugten Polymermaterialien sind die unmittelbar vorstehenden genannten Prozessgase besonders gut geeignet.

[0037] Vorliegend ist von Bedeutung, dass in dem mindestens einen ersten Teilbereich der ersten Substratseite das aus dem Polymermaterial bestehende Basissubstrat mit dem Plasma unmittelbar in Kontakt treten kann, während der mindestens eine zweite Teilbereich der ersten Substratseite mit der Deckmetallschicht abgedeckt ist. Allgemein werden Metalle von einem Plasma, insbesondere bei Verwendung der genannten Prozessgase, langsamer geätzt als Polymermaterialien. In der Folge kommt es bei der Einwirkung des Plasmas zur Bildung von Ver-

tiefungen ausschließlich im Bereich des mindestens einen ersten Teilbereichs der ersten Substratseite, während die Deckmetallschicht eine Barriere bildet, die den mindestens einen zweiten Teilbereich von dem Plasma abschirmt. Die Oberfläche des Basissubstrats kann so gezielt mit Vertiefungen strukturiert werden.

[0038] Bei der Plasmabehandlung wird im Übrigen auch gegebenenfalls im zweiten Teilbereich rückständiger Fotolack von der ersten Substratseite entfernt. Ein separates Resiststrippen ist somit nicht erforderlich.

[0039] Es ist nicht nur möglich, mittels des Plasmas Vertiefungen in die erste Substratseite einzubringen, vielmehr ist es auch möglich, in der Oberfläche der ersten Substratseite bereits existierende Vertiefungen weiter zu vertiefen, beispielsweise um Sacklöcher oder gar Durchgangslöcher in dem Basissubstrat zu erzeugen. Zu diesem Zweck kann das Verfahren die unmittelbar folgenden zusätzlichen Schritte a. und b. umfassen:

a. Vor Schritt a. des Anspruchs 1 wird im Rahmen einer Vorbehandlung mindestens eine Vertiefung in die erste Substratseite eingebracht.

b. Zur Bereitstellung des Basissubstrats in Schritt a. des Anspruchs 1 wird die erste Substratseite mit der mindestens einen Vertiefung mit der Deckmetallschicht abgedeckt.

[0040] Wird ein derart vorbehandeltes Basissubstrat der beschriebenen Plasmabehandlung unterzogen, so führt diese zu der beschriebenen Ausbildung der mindestens einen Vertiefung in dem mindestens einen ersten Teilbereich der ersten Substratseite. Und wo die bei der Vorbehandlung in das Basissubstrat eingebrachten Vertiefungen mit dem ersten Teilbereich überlappen, werden sie durch die Plasmabehandlung weiter vertieft.

[0041] Die Einbringung der mindestens einen Vertiefung im Rahmen der Vorbehandlung erfolgt bevorzugt ebenfalls durch Einwirkung eines Plasmas, analog zu Schritt c. des Anspruchs 1. Zur Ausbildung einer hierfür erforderlichen Maske kann auch die Vorbehandlung fotolithographische Schritte umfassen.

Auswahl und Applikation des Füllmetalls

[0042] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren einen der unmittelbar folgenden Schritte a. bis c.:

a. Zum Auffüllen der mindestens einen Vertiefung wird die mindestens eine Vertiefung in einem Schritt metallisiert und die metallisierte mindestens eine Vertiefung in einem Folgeschritt mit dem Füllmetall aufgefüllt.

b. Die Metallisierung der mindestens einen Vertiefung erfolgt mittels physikalischer oder chemischer Gasphasenabscheidung, insbesondere mittels Besputtern der ersten Substratseite, oder durch ein nasschemisches Verfahren.

c. Die erste Substratseite wird vollflächig metallisiert.

[0043] Bevorzugt sind die unmittelbar vorstehenden Merkmale a. und b., insbesondere a. bis c., in Kombination miteinander realisiert.

[0044] Bevorzugt wird im Rahmen der Metallisierung eine dünne Schicht aus Kupfer oder einer Kupferlegierung gebildet.

[0045] Im Falle einer nasschemischen Metallisierung erfolgt die Metallisierung beispielsweise durch Abscheidung von Kupfer aus einer Lösung.

[0046] Das Auffüllen mit dem Füllmetall erfolgt bevorzugt mittels elektrochemischer Abscheidung. Besonders bevorzugt erfolgt das Auffüllen mittels eines sogenannten Via-Fill-Verfahrens, das es ermöglicht, dass die Abscheidung primär in der mindestens einen Vertiefung sowie gegebenenfalls in Bohrungen oder Sacklöchern erfolgt unter gleichzeitiger Minimierung einer ungewollten Abscheidung auf der ersten Substratseite unter Verstärkung der Deckmetallschicht in dem mindestens einen zweiten Teilbereich.

[0047] Eine vollflächig aufgebrachte Metallisierungsschicht ermöglicht eine elektrische Kontaktierung der ersten Substratseite um dort einen kathodischen Kontakt für eine nachfolgende elektrochemische Abscheidung positionieren zu können und um sicherzustellen, dass die gesamte Substratseite beschichtet werden kann.

[0048] Grundsätzlich kommen als Füllmetall alle Metalle und Legierungen in Frage, aus denen sich Leiterbahnstrukturen auf Leiterplatten herstellen lassen. Besonders bevorzugt ist allerdings, dass

a. das Füllmetall, mit dem die mindestens eine Vertiefung aufgefüllt wird, Kupfer oder eine Kupferlegierung ist.

Mögliche Vorgehensweisen beim vollständigen Entfernen der Deckmetallschicht / Planarisieren

[0049] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren einen der unmittelbar folgenden Schritte a. oder b.:

a. Das Entfernen der Deckmetallschicht in dem mindestens einen zweiten Teilbereich erfolgt mittels eines Ätzschriffs.

b. Das Entfernen der Deckmetallschicht in dem mindestens einen zweiten Teilbereich erfolgt mittels mechanischer Bearbeitung der ersten Substratseite.

[0050] Bei dem Ätzschrift handelt es sich beispielsweise um einen klassischen Ätzschrift unter Verwendung einer starken Säure wie Salzsäure.

[0051] Erfolgt das Entfernen der Deckmetallschicht mechanisch, so kann die Deckmetallschicht beispielsweise mittels Polieren und/oder mittels Schleifen entfernt werden. Ziel ist es, die Deckmetallschicht in dem mindestens einen zweiten Teilbereich vollständig zu entfernen. Erst dadurch ist die Bildung der Leiterstruktur oder des Teils der Leiterstruktur abgeschlossen.

[0052] Das vollständiges Entfernen der Deckmetallschicht umfasst bevorzugt auch das Entfernen von Füllmetall in dem mindestens einen Teilbereich sowie gegebenenfalls auch im Bereich der mindestens einen Vertiefung, soweit das Füllmetall über den Rand oder die Ränder der mindestens einen Vertiefung hinaussteht.

[0053] Besonders vorteilhaft lässt sich bei der mechanischen Bearbeitung der ersten Substratseite nicht nur die Deckmetallschicht entfernen sondern gleichzeitig auch das Planarisieren der ersten Substratseite erledigen. Ziel des Planarisierens ist es, die erste Substratseite derart einzuebnen, dass sie keine aus der Oberfläche herausstehende Leiterbahnen aufweist. Die Leiterstruktur ist stattdessen bevorzugt vollständig in der mindestens einen Vertiefung versenkt.

Herstellung von MLBs

[0054] Bei gemäß dem beschriebenen Verfahren behandelten Basissubstraten liegt die gebildete Leiterstruktur innerhalb des Basissubstrats in einer Ebene. Das Verfahren ermöglicht allerdings auch die Herstellung von MLBs, also von Leiterplatten, die Leiterstrukturen in verschiedenen Ebenen umfassen.

[0055] Es gibt drei besonders bevorzugte Varianten zur Herstellung von MLBs:

Variante 1

[0056] In dieser Variante zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren durch die zwei unmittelbar folgenden zusätzlichen Schritte a. und b. aus:

a. Das Basissubstrat wird mit einer ersten und einer zweiten Substratseite bereitgestellt, die beide mit einer Deckmetallschicht abgedeckt ist.

b. Beide Substratseiten werden zur Ausbildung einer Leiterstruktur einer Behandlung mit den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1, gegebenenfalls auch mit den Schritten b. bis f. des Anspruchs 1, unterzogen.

[0057] Schritt b. umfasst bei Variante 1 im Detail also zwingend

- ein bereichsweises Entfernen der Deckmetallschicht auf der ersten und der zweiten Substratseite unter jeweiliger Unterteilung der Substratseiten in mindestens einen ersten Teilbereich, in dem die Substratseiten frei von der Deckmetallschicht sind, und in mindestens einen zweiten Teilbereich, in dem die Substratseiten mit der Deckmetallschicht abgedeckt sind,

- Einwirken eines Plasmas auf die Substratseiten, mit dessen Hilfe in dem mindestens einen ersten Teilbereich das Polymermaterial unter jeweiliger Bildung mindestens einer Vertiefung abgetragen wird,

- jeweiliges Auffüllen der mindestens einen Vertiefung mit einem Füllmetall sowie

- jeweils vollständiges Entfernen der Deckmetallschichten in dem mindestens einen zweiten Teilbereich, jeweils unter Bildung einer Leiterstruktur.

[0058] Bevorzugt werden die Substratseiten nacheinander behandelt.

Variante 2

[0059] In dieser Variante zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren durch die drei unmittelbar folgenden zusätzlichen Schritte a. bis c. aus:

a. Bereitstellung eines Basissubstrats, auf dessen erster Substratseite gemäß den Schritten b. bis f. des Anspruchs 1 eine Leiterstruktur gebildet wurde und dessen zweite Substratseite frei von einem Deckmetall ist.

b. Aufbringen einer Deckmetallschicht auf die zweite Substratseite.

c. Ausbildung einer Leiterstruktur auf der zweiten Substratseite, indem die zweite Substratseite einer Behandlung mit den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1, gegebenenfalls auch mit den Schritten b. bis f. des Anspruchs 1, unterzogen wird.

[0060] Schritt c. umfasst bei Variante 2 im Detail also zwingend

- ein bereichsweises Entfernen der Deckmetallschicht auf der zweiten Substratseite unter Unterteilung der zweiten Substratseite in mindestens einen ersten Teilbereich, in dem die zweite Substratseite frei von der Deckmetallschicht ist, und in mindestens einen zweiten Teilbereich, in dem die zweite Substratseite mit der Deckmetallschicht abgedeckt ist,
- Einwirken eines Plasmas auf die zweite Substratseite, mit dessen Hilfe in dem mindestens einen ersten Teilbereich das Polymermaterial unter Bildung mindestens einer Vertiefung abgetragen wird,
- Auffüllen der mindestens einen Vertiefung mit einem Füllmetall sowie
- vollständiges Entfernen der Deckmetallschichten in dem mindestens einen zweiten Teilbereich unter Bildung einer Leiterstruktur.

Variante 3

[0061] In dieser Variante zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren durch die vier unmittelbar folgenden zusätzlichen Schritte a. bis d. aus:

- a. Ein Basissubstrat, dessen erste Substratseite unter Bildung der Leiterstruktur einer Behandlung gemäß den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1, bevorzugt gemäß den Schritten b. bis f. des Anspruchs 1, unterzogen wurde, wird zur Bildung einer mehrschichtigen Leiterplatte als erste Leiterplattenschicht mit der Leiterstruktur als erster Leiterstruktur bereitgestellt.
- b. Abdeckung der ersten Leiterstruktur mit einer Isolationsschicht, die im Verbund mit dem Basissubstrat eine unmittelbar mit der Leiterstruktur in Kontakt stehende Unterseite und eine von der Leiterstruktur abgewandte Oberseite aufweist und die zumindest teilweise aus einem elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterial besteht.
- c. Sofern noch nicht vorhanden, Bildung einer Deckmetallschicht auf der Oberseite der Isolationsschicht.
- d. Durchführung einer Behandlung der Oberseite der Isolationsschicht in Analogie zu den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1 unter Ausbildung einer zweiten Leiterplattenschicht mit einer zweiten Leiterstruktur.

[0062] Schritt d. umfasst bei Variante 3 im Detail also

- Ein bereichsweises Entfernen der Deckmetallschicht auf der Oberseite unter Unterteilung der Oberseite in mindestens einen ersten Teilbereich, in dem die Oberseite frei von der Deckmetallschicht ist, und in mindestens einen zweiten

Teilbereich, in dem die Oberseite mit der Deckmetallschicht abgedeckt ist,

- Einwirken eines Plasmas auf die Oberseite, mit dessen Hilfe in dem mindestens einen ersten Teilbereich das Polymermaterial unter Bildung mindestens einer Vertiefung abgetragen wird,
- Auffüllen der mindestens einen Vertiefung mit einem Füllmetall sowie
- Vollständiges Entfernen der Deckmetallschicht in dem mindestens einen zweiten Teilbereich unter Bildung der zweiten Leiterstruktur.

[0063] Während die Varianten 1 und 2 zu einem Basissubstrat führen, dessen beide Substratseiten jeweils mit einer in mindestens einer Vertiefung versenkten Leiterstruktur versehen sind, führt die Variante 3 zu einer mehrschichtigen Leiterplatte, die mindestens zwei Leiterplattenschichten umfasst, die jeweils eine Leiterstruktur aufweisen. Selbstverständlich können auch gemäß den Varianten 1 und 2 behandelte Basissubstrate, bei denen sich auf der ersten und auf der zweiten Substratseite jeweils bereits eine Leiterstruktur findet, als erste Leiterplattenschicht dienen und gemäß Variante 3 weiter verarbeitet werden.

[0064] Variante 3 ermöglicht den sequentiellen Aufbau von Leiterplatten mit grundsätzlich beliebig vielen Leiterplattenschichten. So kann beispielsweise auf die zweite Leiterstruktur eine weitere Isolationsschicht aufgebracht und der gleichen Behandlung wie die auf die erste Leiterstruktur aufgebrachte Isolationsschicht unterworfen werden. Diese Schritte lassen sich beliebig oft wiederholen.

[0065] Bei allen Varianten 1 und 2 gilt, dass für die Durchführung der Schritte b. bis f. des Anspruchs 1, die Auswahl und Beschaffenheit der Basissubstrate und die Auswahl und die Applikation der Deckmetallschichten sowie des Füllmetalls jeweils die oben bereits beschriebenen bevorzugten Weiterbildungen gelten.

[0066] Für Variante 3 gilt, dass die Isolationsschicht wie das in Schritt a. des Anspruchs 1 bereitgestellte Basissubstrat ausgebildet sein kann. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Isolationsschicht um eine Folie aus einem der genannten elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterialien. Für das gemäß Variante 3 durchgeführte Aufbringen auf und das bereichsweise Entfernen der Deckmetallschicht von der Isolationsschicht, die Plasmabehandlung, das Auffüllen der mindestens einen Vertiefung und das vollständige Entfernen der Deckmetallschicht gelten gleichfalls die im Zusammenhang mit der Behandlung des Basissubstrats offenbarten bevorzugten Weiterbildungen.

[0067] Das Aufbringen der Isolationsschicht in Variante **3** erfolgt bevorzugt durch Laminieren, Beschichten oder durch Kleben.

Durchkontaktierungen

[0068] Gemäß Variante **3** hergestellte Leiterplatten weisen Leiterstrukturen in unterschiedlichen Schichten auf. Um die Leiterstrukturen elektrisch miteinander zu verbinden, sind Durchkontaktierungen erforderlich. Zwei Vorgehensweisen A und B sind zur Bildung der Durchkontaktierungen besonders bevorzugt:

Vorgehensweise A

[0069] Hierbei zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Variante **3** durch die zwei unmittelbar folgenden zusätzlichen Schritte a. und b. aus:

- a. Bei der Behandlung der Oberseite wird zwischen der Plasmabehandlung und dem Auffüllen mit dem Füllmetall mindestens eine auf der Oberseite gebildete Vertiefung mit einer bereits mit dem Füllmetall gefüllten Vertiefung in der ersten Leiterplattenschicht durch eine Bohrung verbunden.
- b. Das Auffüllen der mindestens einen Vertiefung mit dem Füllmetall umfasst auch das Auffüllen der Bohrung.

[0070] Die Durchkontaktierung lässt sich also elegant in ein erfindungsgemäßes Verfahren integrieren, ohne dass signifikanter Mehraufwand entsteht.

[0071] Bei der Bohrung handelt es sich besonders bevorzugt um eine Laserbohrung.

[0072] Analog hierzu können im Übrigen auch gemäß den Varianten 1 und 2 gebildete Leiterstrukturen elektrisch kontaktiert werden. Wird z.B. gemäß Variante 2 eine Leiterstruktur auf der zweiten Substratseite gebildet, so können nach dem Einwirken des Plasmas auf die zweite Substratseite eine oder mehrere der dabei gebildeten Vertiefungen mittels einer Bohrung mit der Leiterstruktur auf der ersten Substratseite verbunden werden. Die elektrische Kontaktierung erfolgt dann beim anschließenden Füllen der Bohrung und der Vertiefungen mit dem Füllmetall.

Vorgehensweise B

[0073] Hierbei umfasst das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Variante 3 die unmittelbar folgenden sechs Schritte a. bis f.:

- a. Ein Basissubstrat, dessen erste Substratseite unter Bildung einer Leiterstruktur einer erfindungsgemäßen Behandlung gemäß den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1, bevorzugt gemäß den Schritten b. bis f. des Anspruchs 1, unterzo-

gen wurde, wird zur Bildung einer mehrschichtigen Leiterplatte als erste Leiterplattenschicht mit der gebildeten Leiterstruktur als erster Leiterstruktur bereitgestellt.

b. Die erste Leiterstruktur wird mit einer Isolationsschicht abgedeckt, die im Verbund mit dem Basissubstrat eine unmittelbar mit der Leiterstruktur in Kontakt stehende Unterseite und eine von der Leiterstruktur abgewandte Oberseite aufweist und die zumindest teilweise aus einem elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterial besteht.

c. Vor oder nach Schritt b, Einbringen mindestens einer ersten Vertiefung in die Oberseite der Isolationsschicht, insbesondere mittels Einwirkung eines Plasmas.

d. Sofern noch nicht vorhanden, Bildung einer Deckmetallschicht auf der Oberseite mit der mindestens einen ersten Vertiefung.

e. Bereichsweises Entfernen der Deckmetallschicht unter Unterteilung der Oberseite in mindestens einen ersten Teilbereich, in dem die Oberseite frei von der Deckmetallschicht ist, und in mindestens einen zweiten Teilbereich, in dem die Oberseite mit der Deckmetallschicht abgedeckt ist, wobei der mindestens eine erste Teilbereich die mindestens eine erste, zuvor eingebrachte Vertiefung in der Oberseite der Isolationsschicht umfasst.

f. Einwirken eines Plasmas auf die Oberseite, mit dessen Hilfe in dem mindestens einen ersten Teilbereich das Polymermaterial unter Bildung mindestens einer zweiten Vertiefung abgetragen wird,

[0074] Durch das Einwirken des Plasmas in Schritt f. wird die in Schritt c. in die Oberseite der Isolationsschicht eingebrachte mindestens eine Vertiefung weiter vertieft, zumindest soweit sie in dem mindestens einen ersten Teilbereich liegt. Bei ausreichend langer Einwirkzeit kann hieraus eine Durchbrechung resultieren, die bei entsprechender Metallisierung und/oder Auffüllung mit einem Füllmetall zur Durchkontaktierung dienen kann, insbesondere zu der ersten Leiterstruktur.

[0075] Die in Schritt c. vorgenommene Behandlung der Oberseite der Isolationsschicht erfolgt bevorzugt wie die oben beschriebene Vorbehandlung des Basissubstrats.

Abschließende Verfahrensschritte

[0076] In bevorzugten Ausführungsformen werden gemäß dem Verfahren gebildete außenliegende Leiterstrukturen zu ihrem Schutz mit einem Lötstopplack überzogen. Freie Kontakte können mit einem Edel-

metall, beispielsweise mit Gold, Silber oder Platin, überzogen werden.

Merkmale und Eigenschaften
gemäß dem erfindungsgemäßen
Verfahren hergestellter Leiterplatten

[0077] Eine erfindungsgemäße, gemäß obigem Verfahren hergestellte Leiterplatte zeichnet sich durch die folgenden Merkmale aus:

- a. Sie umfasst ein Basissubstrat mit einer ersten und einer zweiten Substratseite.
- b. Das Basissubstrat weist auf der ersten Substratseite mindestens eine Vertiefung auf, in die eine Leiterstruktur eingebettet ist.
- c. Das Basissubstrat weist auf der ersten Substratseite eine planarisierte Oberfläche auf.

[0078] In einer bevorzugten Ausführungsform zeichnet sich die Leiterplatte durch das unmittelbar folgende Merkmal a. aus:

- a. Sie weist einen mehrschichtigen Aufbau auf und umfasst das Basissubstrat als erste Leiterplattenschicht mit einer ersten Leiterstruktur sowie eine Isolationsschicht als zweite Leiterplattenschicht mit einer zweiten Leiterstruktur.

[0079] Weitere Leiterplattenschichten können vorgesehen sein. Bevorzugt weist die Leiterplatte zwischen 2 und 20 Leiterplattenschichten auf.

[0080] Zahlreiche bevorzugt Merkmale betreffend die gemäß der Erfindung hergestellte Leiterplatte sowie betreffend das Basissubstrat und die Isolationsschicht wurden bereits bei der Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens offenbart. Es ist zu betonen, dass das Basissubstrat und die Isolationsschicht besonders bevorzugt Folien sind.

Vorteile der Erfindung

[0081] Gemäß dem beschriebenen Verfahren können Leiterplatten mit höchster Auflösung im µm-Bereich hergestellt werden, und zwar mit geringerem Aufwand und geringeren Produktionskosten bei gleichzeitig höherer Ausbeute, als es der Stand der Technik erlaubt. Die Nachteile der eingangs genannten subtraktiven sowie additiven und semi-additiven Verfahren werden umgangen.

[0082] Bei der Herstellung von MLBs, insbesondere bei dem beschriebenen sequentiellen Aufbau, wirkt es sich positiv aus, dass die Leiterstrukturen im Basissubstrat versenkt sind. Die beim Zusammenfügen von Basissubstraten auf die Leiterstrukturen wirkenden Drücke sind vergleichsweise gering, was sich hinsichtlich bestehender Impedanz- und Signalgeschwindigkeitsanforderungen positiv auswirkt. Posi-

tiv wirkt sich diesbezüglich auch aus, dass sich mittels des Plasmaätzens Kanäle mit ausgesprochen hoher Akkuratess bilden lassen.

[0083] Grundsätzlich würden sich solche Kanäle auch mit Hilfe eines Lasers bilden lassen. Dem gegenüber bietet das Plasmaätzen den Vorteil, dass sich beim Plasmaätzen alle Kanäle und sonstigen Vertiefungen gleichzeitig und in einem Schritt ausbilden lassen, was in der Regel um ein Vielfaches schneller und kostengünstiger ist. Weiterhin lassen sich mittels Plasmaätzen höhere Auflösungen erzielen.

[0084] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorzüge der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der Zusammenfassung, deren beider Wortlaut durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht wird, der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Hierbei illustriert schematisch:

Fig. 1 den Ablauf einer erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß der oben beschriebenen Variante 3

[0085] Gemäß **Fig. 1** wird in einem Schritt A ein Basissubstrat **101** bereitgestellt. Dieses wird in Schritt B auf seiner ersten Substratseite **101a** mit einer Deckmetallschicht **102** abgedeckt. Zum teilweisen Abtrag der Deckmetallschicht **102** wird in Schritt C ein Resist **103** auf die Deckmetallschicht **102** aufgetragen, das in Schritt D in den ersten Teilbereichen **104** belichtet und entfernt wird. In Schritt E wird die Deckmetallschicht **102** in den ersten Teilbereichen **104**, die nicht mehr von dem Resist **103** abgedeckt sind, mittels einer Ätzlösung entfernt. Die ursprünglich mit der Deckmetallschicht **102** vollständig bedeckte Substratseite **101a** ist nun unterteilt in die ersten Teilbereiche **104**, in denen sie frei von der Deckmetallschicht **102** ist, und in die zweiten Teilbereiche **105**, in denen sie nach wie vor mit der Deckmetallschicht **102** abgedeckt ist. In Schritt F lässt man ein Plasma auf die Substratseite **101a** einwirken. Während die Teilbereiche **105** von der Deckmetallschicht **102** vor dem Plasma abgeschirmt werden, bewirkt dieses in den Teilbereichen **104** einen Materialabtrag und in der Folge eine Bildung der Vertiefungen **106**. Gleichzeitig wird dabei auch das Resist **103** vollständig entfernt. Im Schritt G erfolgt eine Metallisierung der Vertiefungen **106** mittels Sputterns, gefolgt von einem Auffüllen der Vertiefungen **106** mittels elektrochemischer Abscheidung eines Füllmetalls **108** in Schritt H. Überschüssiges Füllmetall **108** wird dann in Schritt I zusammen mit der Deckmetallschicht **102** in den Teilbereichen **105** mechanisch entfernt. Hierbei wird die Leiterstruktur **109** gebildet, die in den Vertiefungen **106** versenkt ist.

[0086] Zur Bildung eines MLB wird in Schritt J eine Isolationsschicht **110** unmittelbar auf die Substratsei-

te **101a** mit der Leiterstruktur **109** laminiert. In Schritt K wird deren Oberseite **110a** mit einer Deckmetallschicht **111** abgedeckt, die in den Schritten L, M und N - in Analogie zu den Schritten C, D und E - unter Auftrag eines Resists **112** und dessen bereichsweiser Entfernung mit einer Ätzlösung bereichsweise wieder entfernt wird. Die ursprünglich mit der Deckmetallschicht **111** vollständig bedeckte Oberseite **110a** der Isolationsschicht **110** ist nun unterteilt in die ersten Teilbereiche **113**, in denen sie frei von der Deckmetallschicht **111** ist, und in die zweiten Teilbereiche **114**, in denen sie nach wie vor mit der Deckmetallschicht **111** abgedeckt ist. In Schritt O lässt man ein Plasma auf die Oberseite **110a** der Isolationsschicht **110** einwirken. Während die Teilbereiche **114** durch die Deckmetallschicht **111** vor dem Plasma abgeschirmt werden, bewirkt dieses in den Teilbereichen **113** einen Materialabtrag und in der Folge eine Bildung der Vertiefungen **115**. Gleichzeitig wird dabei auch das Resist **112** vollständig entfernt. Im Schritt P wird eine der gebildeten Vertiefungen **115** durch eine Bohrung **116** mit einer bereits mit dem Füllmetall **108** gefüllten Vertiefung **106** der ersten Leiterstruktur **109** verbunden. Es folgt in Schritt Q eine Metallisierung der Vertiefungen **115** einschließlich der Bohrung **116** mittels Sputterns, gefolgt von einem Auffüllen der Vertiefungen **115** mittels elektrochemischer Abscheidung eines Füllmetalls **118** in Schritt R. Überschüssiges Füllmetall **118** wird dann in Schritt S zusammen mit der Deckmetallschicht **111** in den Teilbereichen **114** mechanisch entfernt. Hierbei wird die Leiterstruktur **119** gebildet, die in den Vertiefungen **115** versenkt ist. In Schritt T erfolgt ein Auftrag eines Lötstopplacks **120**, gefolgt von einer teilweisen Vergoldung **121** einzelner Kontakte der Leiterstruktur **119**.

[0087] Eine Reduzierung der Anzahl der Einzelschritte des beschriebenen Verfahrens lässt sich erreichen, indem an Stelle der fotolithographischen Strukturierung der Deckmetallschichten **102** und **111** in den Schritten C bis E und L bis N eine Strukturierung der Deckmetallschichten mittels eines Lasers vorgenommen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte mit einer metallischen Leiterstruktur mit den Schritten

- Bereitstellung eines als Folie oder Platte ausgebildeten Basissubstrats (101) mit einer ersten Substratseite (101a) und einer zweiten Substratseite, das zumindest teilweise aus einem elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterial besteht und bei dem die erste Substratseite (101a) mit einer Deckmetallschicht (102) abgedeckt ist,
- Bereichsweises Entfernen der Deckmetallschicht (102) unter Unterteilung der ersten Substratseite (101a) in mindestens einen ersten Teilbereich (104), in dem die erste Substratseite (101a) frei von der Deckmetallschicht (102) ist, und in mindestens einen

zweiten Teilbereich (105), in dem die erste Substratseite (101a) mit der Deckmetallschicht (102) abgedeckt ist,

- Einwirken eines Plasmas auf die erste Substratseite (101a), mit dessen Hilfe in dem mindestens einen ersten Teilbereich (104) das Polymermaterial unter Bildung mindestens einer Vertiefung (106) abgetragen wird,

- Auffüllen der mindestens einen Vertiefung (106) mit einem Füllmetall (108) sowie

- Vollständiges Entfernen der Deckmetallschicht (102) in dem mindestens einen zweiten Teilbereich (105) unter Bildung der Leiterstruktur (109) oder eines Teils einer Leiterstruktur sowie

- gegebenenfalls Planarisieren der ersten Substratseite (101a) mit der aufgefüllten mindestens einen Vertiefung (106).

2. Verfahren nach Anspruch 1 mit mindestens einem der folgenden zusätzlichen Schritte und/oder Merkmale:

- Das Basissubstrat (101) weist eine Dicke im Bereich von 10 µm bis 3 mm auf.

- Das organische Polymermaterial ist ausgewählt aus der Gruppe mit Polyimid, Polyamid, Teflon, Polyester, Polyphenylensulfid, Polyoxymethylen und Polyetherketon.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder nach Anspruch 2 mit mindestens einem der folgenden zusätzlichen Schritte und/oder Merkmale:

- Als Deckmetallschicht (102) wird eine Schicht aus Kupfer oder aus einer Kupferlegierung gewählt.

- Die Deckmetallschicht (102) weist eine Dicke im Bereich von 10 nm bis 10 µm auf.

- Zur Bereitstellung des Basissubstrats (101) wird die Deckmetallschicht (102) mittels physikalischer oder chemischer Gasphasenabscheidung auf der ersten Substratseite gebildet.

- Die Deckmetallschicht (102) wird durch Sputtern auf der ersten Substratseite gebildet.

- Die Deckmetallschicht (102) wird durch einen nasschemischen Beschichtungsprozess gebildet.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem der folgenden zusätzlichen Schritte und/oder Merkmale:

- Das bereichsweise Entfernen der Deckmetallschicht (102) auf der ersten Substratseite (101a) erfolgt unter Einsatz eines Maskier- und eines nasschemischen Ätzschritts.

- Das bereichsweise Entfernen der Deckmetallschicht (102) auf der ersten Substratseite (101a) erfolgt mittels eines Lasers.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mindestens einem der folgenden zusätzlichen Schritte und/oder Merkmale:

- a. Zur Bereitstellung des Plasmas wird ein Prozessgas aus der Gruppe mit O_2 , H_2 , CHF_3 , N_2 , Argon, Helium und O_2/CF_4 verwendet.
- b. Das Einwirken des Plasmas erfolgt bei einer Temperatur im Bereich von minus $15^\circ C$ bis $200^\circ C$.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mindestens einem der folgenden zusätzlichen Schritte und/oder Merkmale:

- a. Zum Auffüllen der mindestens einen Vertiefung (106) wird die mindestens eine Vertiefung (106) in einem Schritt metallisiert und die metallisierte mindestens eine Vertiefung (106) in einem Folgeschritt mit dem Füllmetall (108) aufgefüllt.
- b. Die Metallisierung der mindestens einen Vertiefung (106) erfolgt mittels physikalischer oder chemischer Gasphasenabscheidung, insbesondere mittels Besputtern der ersten Substratseite (101a), oder naschemisch.
- c. Die erste Substratseite wird vollflächig metallisiert.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mindestens einem der folgenden zusätzlichen Schritte und/oder Merkmale:

- a. Das Füllmetall (108), mit dem die mindestens eine Vertiefung aufgefüllt wird, ist Kupfer oder eine Kupferlegierung.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mindestens einem der folgenden zusätzlichen Schritte und/oder Merkmale:

- a. Das Entfernen der Deckmetallschicht (102) in dem mindestens einen zweiten Teilbereich (105) erfolgt mittels eines Ätzschritts und/oder mittels mechanischer Bearbeitung der ersten Substratseite (101a).

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den folgenden zusätzlichen Schritten und/oder Merkmalen:

- a. Das Basissubstrat mit der ersten und der zweiten Substratseite weist eine Deckmetallschicht auf beiden Substratseiten auf.
- b. Beide Substratseiten werden zur Ausbildung einer Leiterstruktur einer Behandlung mit den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1 unterzogen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit den folgenden zusätzlichen Schritten und/oder Merkmalen:

- a. Bereitstellung eines Basissubstrats, auf dessen erster Substratseite gemäß den Schritten b. bis f. des Anspruchs 1 eine Leiterstruktur gebildet wurde und dessen zweite Substratseite frei von einem Deckmetall ist.
- b. Aufbringen einer Deckmetallschicht auf die zweite Substratseite.
- c. Ausbildung einer Leiterstruktur auf der zweiten Substratseite durch eine Behandlung der Substratseite mit den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit den folgenden zusätzlichen Schritten und/oder Merkmalen:

- a. Das Basissubstrat (101), dessen erste Substratseite (101a) unter Bildung der Leiterstruktur (109) einer Behandlung gemäß den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1 unterzogen wurde, wird zur Bildung einer mehrschichtigen Leiterplatte als erste Leiterplattenschicht mit der Leiterstruktur (109) als erster Leiterstruktur bereitgestellt.
- b. Abdeckung der ersten Leiterstruktur (109) mit einer Isolationsschicht (110), die im Verbund mit dem Basissubstrat eine unmittelbar mit der Leiterstruktur (109) in Kontakt stehende Unterseite und eine von der Leiterstruktur (109) abgewandte Oberseite (110a) aufweist und die zumindest teilweise aus einem elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterial besteht.
- c. Sofern noch nicht vorhanden, Bildung einer Deckmetallschicht (111) auf der Oberseite (110a).
- d. Durchführung einer Behandlung der Oberseite (110a) in Analogie zu den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1 unter Ausbildung einer zweiten Leiterplattenschicht mit einer zweiten Leiterstruktur (119).

12. Verfahren nach Anspruch 11 mit den folgenden zusätzlichen Schritten und/oder Merkmalen:

- a. Bei der Behandlung der Oberseite (110a) wird zwischen der Plasmabehandlung und dem Auffüllen mit dem Füllmetall (118) mindestens eine auf der Oberseite (110a) gebildete Vertiefung (115) mit einer bereits mit dem Füllmetall (108) gefüllten Vertiefung (106) in der ersten Leiterplattenschicht durch eine Bohrung (116) verbunden.
- b. Das Auffüllen der mindestens einen Vertiefung (115) mit dem Füllmetall (118) umfasst auch das Auffüllen der Bohrung (116).

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit den folgenden zusätzlichen Schritten und/oder Merkmalen:

- a. Das Basissubstrat (101), dessen erste Substratseite (101a) unter Bildung der Leiterstruktur (109) einer Behandlung gemäß den Schritten b. bis e. des Anspruchs 1 unterzogen wurde, wird zur Bildung einer mehrschichtigen Leiterplatte als erste Leiterplattenschicht mit der Leiterstruktur (109) als erster Leiterstruktur bereitgestellt.
- b. Abdeckung der ersten Leiterstruktur (109) mit einer Isolationsschicht (110), die im Verbund mit dem Basissubstrat eine unmittelbar mit der Leiterstruktur (109) in Kontakt stehende Unterseite und eine von der Leiterstruktur (109) abgewandte Oberseite (110a) aufweist und die zumindest teilweise aus einem elektrisch nichtleitenden organischen Polymermaterial besteht.
- c. Vor oder nach Schritt b, Einbringen mindestens einer ersten Vertiefung in die Oberseite (110a) der Isolationsschicht.

d. Sofern noch nicht vorhanden, Bildung einer Deckmetallschicht (111) auf der Oberseite (110a) mit der mindestens einen ersten Vertiefung.

e. Bereichsweises Entfernen der Deckmetallschicht (102) unter Unterteilung der Oberseite (110a) in mindestens einen ersten Teilbereich (113), in dem die Oberseite (110a) frei von der Deckmetallschicht (111) ist, und in mindestens einen zweiten Teilbereich (114), in dem die Oberseite (110a) mit der Deckmetallschicht (111) abgedeckt ist, wobei der erste Teilbereich (113) die mindestens eine erste, zuvor eingebrachte Vertiefung in der Oberseite (110a) der Isolationsschicht umfasst.

f. Einwirken eines Plasmas auf die Oberseite (110a), mit dessen Hilfe in dem mindestens einen ersten Teilbereich (113) das Polymermaterial unter Bildung mindestens einer zweiten Vertiefung (115) abgetragen wird,

14. Leiterplatte mit den folgenden Merkmalen:

a. Sie umfasst ein Basissubstrat (101) mit einer ersten Substratseite (101a) und einer zweiten Substratseite.

b. Das Basissubstrat (101) weist auf der ersten Substratseite (101a) mindestens eine Vertiefung (106) auf, in die eine Leiterstruktur (109) eingebettet ist.

c. Das Basissubstrat (101) weist auf der ersten Substratseite (101a) eine planarisierte Oberfläche auf.

15. Leiterplatte nach Anspruch 13 mit den folgenden zusätzlichen Schritten und/oder Merkmalen:

a. Sie weist einen mehrschichtigen Aufbau auf und umfasst das Basissubstrat (101) als erste Leiterplattenschicht und eine darauf aufgebrachten Isolationsschicht (110) mit einer weiteren Leiterstruktur (119) als zweite Leiterplattenschicht.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

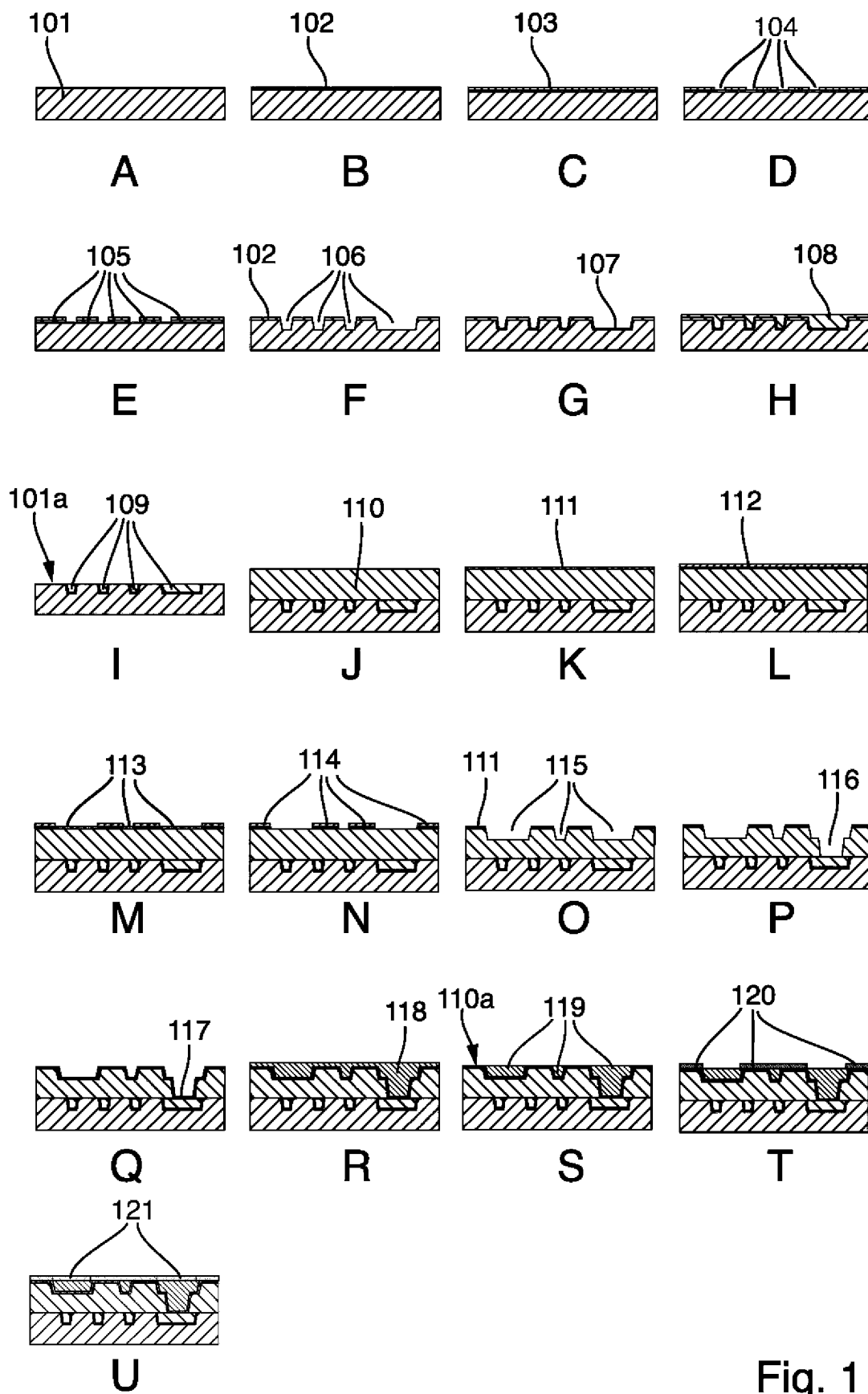


Fig. 1