

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. September 2021 (23.09.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/185515 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H05K 3/22 (2006.01) H05K 3/46 (2006.01)
H05K 3/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/053198

(22) Internationales Anmeldedatum:

10. Februar 2021 (10.02.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2020 107 311.9

17. März 2020 (17.03.2020) DE

(71) Anmelder: TDK ELECTRONICS AG [DE/DE]; Rosen-
heimer Str. 141 e, 81671 München (DE).

(72) Erfinder: SZABOLCS, Benedek; Grazer Str. 48, 8530
Deutschlandsberg (AT).

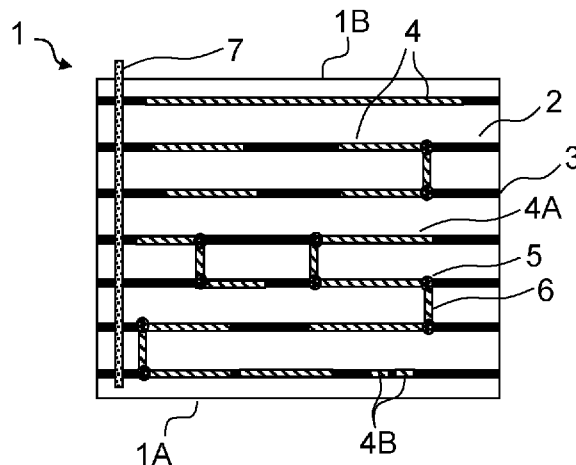
(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: METHOD FOR FINELY STRUCTURING METAL-CONTAINING LAYERS, AND CERAMIC MULTILAYER COM-
PONENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR FEINSTRUKTURIERUNG VON METALLHALTIGEN SCHICHTEN UND
KERAMISCHES VIELSCHICHTBAUTEIL

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for finely structuring coarsely structured paste-like metal-containing layers (3), having the following steps: - applying a metal-containing layer (3) which has a coarse structure and comprises a paste-like material onto a surface, the main components of the paste-like material being one or more metals and an organic solvent, - scanning the position and surface of the metal-containing layer (3) and generating a data set from the detected data, - analyzing the data set by comparing same with specified values, - ascertaining critical sections of the metal-containing layer (3) deviating from the specified values, and - decomposing the critical sections into a metal-containing powder by laser irradiation, wherein the coarsely structured metal-containing layer (3) is converted into a desired finely structured layer (3).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feinstrukturierung von grobstrukturierten, pastösen, metallhaltigen Schichten (3), umfassend die folgenden Schritte: - Aufbringen einer metallhaltigen Schicht (3), die eine Grobstruktur aufweist und ein pastöses Material umfasst, auf eine Oberfläche. Die Hauptkomponenten des pastösen Materials sind ein oder mehrere Metalle und ein organisches Lösemittel. - Scannen der Lage und Fläche der metallhaltigen Schicht (3) und Generieren eines Datensatzes aus den erfassten Daten. - Auswerten des Datensatzes durch Vergleich mit vorgegebenen Werten. - Ermitteln kritischer Abschnitte der

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

metallhaltigen (Schicht (3), die von den vorgegebenen Werten abweichen. - Zersetzen der kritischen Abschnitte per Laserbestrahlung in ein metallhaltiges Pulver, wobei die grobstrukturierte metallhaltige Schicht (3) in eine gewünschte feinstrukturierte Schicht (3) überführt wird.

Beschreibung

Verfahren zur Feinstrukturierung von metallhaltigen Schichten und keramisches Vielschichtbauteil

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feinstrukturierung von grobstrukturierten, pastösen metallhaltigen Schichten. Die Erfindung betrifft weiterhin ein keramisches Vielschichtbauteil, welches fein-

10 strukturierte metallhaltige Schichten umfasst.

15

Eine Vielzahl elektronischer Bauteile umfasst Keramiksichten mit darauf aufgebracht und strukturierten metallhaltigen Schichten. Die metallhaltigen Schichten werden so strukturiert, dass sich Abschnitte integrierter elektronischer Elemente ergeben. Die Keramik- und metallhaltigen Schichten können zu Vielschichtbauteilen gestapelt werden. Hierbei ist auf eine passgenaue Stapelung zu achten, so dass zusammengehörige Abschnitte integrierter elektronischer Elemente übereinander liegen. Diese können dann durch Vias in den Keramiksichten verbunden werden.

20

25

Daneben können die elektronischen Bauteile weitere technische Anordnungen wie beispielsweise Antennen umfassen, die von den metallhaltigen Schichten isoliert sind. Um kapazitive und/oder induktive Wechselwirkungen zwischen stromführenden metallhaltigen Schichten und weiteren technischen Anordnungen zu vermeiden, darf der Abstand zwischen diesen einen geforderten Mindestabstand nicht unterschreiten.

30

Weiterhin sollte beispielsweise der Abstand einer Antenne zur strukturierten metallhaltigen Schicht nicht variieren, um Störsignale und eine Beeinflussung der Impedanz in der

Antenne zu vermeiden. Dies gilt innerhalb einer metallhaltigen Schicht, aber insbesondere auch, wenn sich die Antenne über mehrere metallhaltige Schichten erstreckt.

- 5 Um die erforderliche Genauigkeit bei der Strukturierung der aufgetragenen metallhaltigen Schichten einzuhalten, ist die Abmessung solcher Schichten und die Stapelhöhe eines elektronischen Bauteils und die Größe der integrierten elektronischen Elemente im Falle bisher üblicher
10 Fertigungsverfahren beschränkt.

Ein industrieller Prozess zum Aufbringen einer metallhaltigen Schicht auf eine Keramikschicht ist das Siebdruckverfahren.

- 15 Mit einem solchen Verfahren lassen sich Abschnitte integrierter elektronischer Elemente mit einer Breite von weniger als 50 μm nicht in Serie herstellen. Die Anzahl der möglichen elektronischen Elemente auf einer Keramikschicht einer bestimmten Abmessung ist somit begrenzt.

20

Andererseits können die Abschnitte der integrierten elektronischen Elemente nur mit einer begrenzten Genauigkeit auf eine Keramikschicht aufgebracht werden.

- Positionungenauigkeiten von bis zu $\pm 30 \mu\text{m}$ können in der
25 seriellen Produktion bisher nicht vermieden werden. Dies kann einerseits zu Lagenversatz innerhalb solcher integrierter elektronischer Elemente führen, die sich über mehrere gestapelte metallhaltige und Keramikschichten erstrecken. Dies kann unerwünschte elektrische Verluste mit sich bringen.
30 Andererseits kann dies zu unterschiedlichen Abständen zwischen den integrierten elektronischen Elementen und weiteren technischen Anordnungen wie Antennen führen, was

unerwünschte elektrische Verluste und Störsignale nach sich zieht.

Aufgrund dieser begrenzten Genauigkeit können mit den
5 üblichen Verfahren nur metallhaltige Schichten bis zu einer bestimmten maximalen Abmessung gefertigt werden. Wird diese maximale Abmessung überschritten, wird der Einfluss von Positionsungenauigkeiten der integrierten elektrischen Elemente zu groß.

10

Die genannten Punkte stehen den zunehmend höheren Leistungsanforderungen an solche elektronischen Bauteile entgegen. Bisherige Lösungsansätze konzentrieren sich auf die Verwendung neuer Materialien und Druckprozesse. Dies ist
15 jedoch mit Nachteilen bei der Verarbeitung wie beispielsweise einer begrenzten Anzahl an Lagen bei der Stapelung verbunden. Weiterhin können diese Bauteile die Funktion der keramischen Vielschichtbauteile nicht äquivalent ersetzen.

20 Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Weg zu finden, die Strukturierung von metallhaltigen Schichten insbesondere bezüglich Strukturgenauigkeit weiter zu verbessern.

25 Diese Aufgabe wird zumindest teilweise durch das in Anspruch 1 offenbarte Verfahren gelöst.

Die vorliegende Erfindung offenbart ein Verfahren zur Feinstrukturierung von grobstrukturierten, pastösen
30 metallhaltigen Schichten. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Aufbringen einer metallhaltigen Schicht, die eine Grobstruktur aufweist und ein pastöses Material umfasst, auf eine Oberfläche. Die Hauptkomponenten des pastösen Materials sind ein oder mehrere Metalle und ein organisches Lösemittel.

5

Die grobstrukturierte und pastöse metallhaltige Schicht kann bereits eine definierte Struktur aufweisen. Die metallhaltige Schicht kann eine zusammenhängende Fläche auf der Oberfläche bilden oder mehrere flächige Abschnitte, die innerhalb derselben Ebene liegen und dieselbe Höhe aufweisen, aber miteinander nicht in Verbindung stehen, umfassen. Die einzelnen flächigen Abschnitte weisen in einer Ausführungsform eine Länge und eine Breite von jeweils mindestens 50 µm auf.

10

Die metallhaltige Schicht umfasst ein pastöses Material, das als Hauptkomponente ein oder mehrere Metalle und ein organisches Lösemittel enthält. Daneben kann die metallhaltige Schicht ein Kunststoffpulver enthalten.

15

Die Metalle liegen pulverförmig in Form von Metallkörnern, die chemisch oder physikalisch verbunden sein können, vor.

Mögliche Metalle sind beispielsweise Kupfer oder Silber. Für

Anwendungen bei hohen Temperaturen kann alternativ beispielsweise Osram verwendet werden. Der Anteil der Metallkörner in der pastösen metallhaltigen Schicht kann mehr als 70 % des Volumens der Schicht betragen. In einer Ausführungsform kann der Anteil der Metallkörner mehr als 83 % des Volumens betragen.

20

Neben dem metallhaltigen, pulverförmigen Feststoff enthält die metallhaltige Schicht ein organisches Lösemittel, welches

der metallhaltigen Schicht die pastöse Eigenschaft verleiht. Daneben kann die metallhaltige Schicht ein Kunststoffpulver enthalten. Der Anteil des organischen Lösemittels und des Kunststoffpulvers in der pastösen metallhaltigen Schicht kann
5 zusammengekommen 10 % bis 30 % des Volumens der Schicht betragen.

Das organische Lösemittel kann chemische oder physikalische Bindungen zu den Metallkörnern bilden. Mit Art und Viskosität
10 des Lösemittels lässt sich die Verarbeitbarkeit einer aufzubringenden bzw. bereits aufgetragenen Paste einstellen.

- Scannen der Lage und Fläche der metallhaltigen Schicht und Generieren eines Datensatzes aus den erfassten Daten.
15

Die Lage und Fläche aller Abschnitte der metallhaltigen Schicht kann durch einen dafür geeigneten Scanner optisch erfasst werden und in einem Datensatz gespeichert werden. Hierfür kann beispielsweise ein Scanner eingesetzt werden,
20 der die gesamte mit pastösem, metallhaltigem Material bedeckte Oberfläche optisch abtastet.

- Auswerten des Datensatzes durch Vergleich mit vorgegebenen Werten.
25

Aus dem durch Scannen erhaltenen Datensatz kann die Position und Fläche eines jeden Abschnitts der metallhaltigen Schicht ermittelt und mit vorgegebenen Sollwerten verglichen werden. Hinsichtlich der Position kann hierfür beispielsweise ein
30 lokales oder ein globales Koordinatensystem definiert werden. Ein globales Koordinatensystem weist jedem Punkt auf der Oberfläche eine Koordinate zu. Ein lokales Koordinatensystem beschreibt eine Position in Bezug zu einem ausgewählten

Fixpunkt innerhalb der Oberfläche wie zum Beispiel einer fixierten technischen Anordnung. Eine solche Anordnung kann beispielsweise eine Antenne sein.

- 5 - Ermitteln kritischer Abschnitte der metallhaltigen Schicht, die von den vorgegebenen Werten abweichen.

Stimmen Position und Fläche eines Abschnitts der metallhaltigen Schichten nicht mit den vorgegebenen Sollwerten überein, wird dieser als kritisch bezeichnet. Im vorliegenden Verfahren werden nur solche kritischen Abschnitte berücksichtigt, die in Form und Fläche die vorgegebenen Abmessungen überschreiten.

- 15 Ist die Abmessung einer Fläche zu gering, kann dies mit dem vorliegenden Verfahren nicht korrigiert werden. Um zu geringe Abmessungen zu vermeiden, kann beim Auftragen der metallhaltigen Schicht bevorzugt mit Abmessungen, die die Sollwerte leicht überschreiten gearbeitet werden. Die genaue
20 Abmessung kann dann im Laufe des Verfahrens angepasst werden.

Wird die Position und/oder Fläche eines Abschnitts durch Vergleich mit den Sollwerten als kritisch eingestuft, wird dieser Abschnitt als kritisch erfasst und dessen Position und
25 Fläche in einem kritischen Datensatz gespeichert.

- Zersetzen der kritischen Abschnitte per Laserbestrahlung in ein metallhaltiges Pulver, wobei die grobstrukturierte metallhaltige Schicht in eine gewünschte feinstrukturierte
30 Schicht überführt wird.

Die Fläche und Position der kritischen Abschnitte der metallhaltigen Schicht sind im kritischen Datensatz

gespeichert. Ein Laser wird entsprechend dieses kritischen Datensatzes ausgerichtet und so über die metallhaltige Schicht bewegt, dass er auf einen der kritischen Abschnitte gerichtet ist und diesen bestrahlt. Durch die Bestrahlung mit
5 Laser wird die pastöse metallhaltige Schicht innerhalb des kritischen Abschnitts in ein metallhaltiges Pulver zersetzt. Grund hierfür ist das Aufwärmen der metallhaltigen Schicht bei andauernder Bestrahlung. Dies führt zur Verflüchtigung des organischen Lösemittels und zum Aufbrechen der Bindungen
10 zwischen den einzelnen Körnern der pastösen metallhaltigen Schicht.

Die pastöse Eigenschaft der metallhaltigen Schicht nimmt somit ab und die metallhaltige Schicht zersetzt sich zu einem
15 metallhaltigen Pulver. Im metallhaltigen Pulver bilden die einzelnen Metallkörner und Nicht-Metallkörner wie beispielsweise Kunststoffkörner kaum Bindungen untereinander aus. Ist die metallhaltige Schicht eines kritischen Abschnitts zersetzt, kann der Laser weiterbewegt und der
20 nächste kritische Abschnitt bestrahlt werden.

Zur Beschleunigung des Verfahrens können in einer Ausführungsform mehrere Laser zeitgleich eingesetzt werden.

25 Das Verfahren ermöglicht die Anpassung von Form und Fläche der Abschnitte der metallhaltigen Schicht an vorgegebene Sollwerte.

30 So können die Abmessungen der einzelnen Abschnitte der metallhaltigen Schicht verringert werden und die Schicht in eine feinstrukturierte metallhaltige Schicht überführt werden. In einer Ausführungsform kann die Abmessung eines einzelnen Abschnitts der metallhaltigen Schicht auf weniger

als 30 μm verringert werden. In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Abmessung eines einzelnen Abschnitts auf weniger als 20 μm verringert werden. Somit ermöglicht das offenbarte Verfahren ein erhöhtes Maß an Feinstrukturierung
5 der metallhaltigen Schicht.

Weiterhin können mittels dieses Verfahrens Positions-
ungenauigkeiten der Abschnitte der metallhaltigen Schicht
korrigiert werden. Ist der Abstand zwischen zwei
10 stromführenden Abschnitten der metallhaltigen Schicht zu
gering, kann es zu kapazitiven und/oder induktiven
Wechselwirkungen kommen, die beide von der Entfernung der
Abschnitte abhängig sind. Darüber hinaus kann die
Funktionssicherheit durch mögliche elektrische Überschläge
15 oder Kurzschlüsse gefährdet sein.

Dasselbe gilt für einen geringen Abstand eines stromführenden
Abschnitts der metallhaltigen Schicht zu einer technischen
Anordnung wie beispielsweise einer Antenne. Bei zu geringem
20 Abstand können Störsignale in der Antenne auftreten.

Beispielsweise ist es wünschenswert, dass der Abstand zwischen
einer integrierten Antenne und der metallhaltigen Schicht in
jeder Richtung gleich groß und größer als ein definierter
25 Mindestabstand ist.

Durch Zersetzen eines kritischen Abschnitts kann der
jeweilige Abstand zwischen den einzelnen Abschnitten einer
metallhaltigen Schicht bzw. der Abstand zu weiteren
30 technischen Anordnungen vergrößert werden.

Somit ermöglicht das offenbarte Verfahren ein erhöhtes Maß an Genauigkeit bei der Feinstrukturierung der metallhaltigen Schicht.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform ist die metallhaltige Schicht auf die Oberfläche einer Keramikschrift aufgebracht.

Die Keramikschrift kann eine Keramik umfassen, deren Hauptbestandteil beispielsweise Aluminiumoxid oder
10 Zirkoniumoxid sein kann. Die Keramikschrift kann quaderförmig ausgeführt sein und eine definierte Höhe sowie eine definierte Grundfläche aufweisen. Die Grundfläche kann eine quadratische Form einer bestimmten Abmessung haben. Eine übliche Abmessung für eine Seitenlänge der Grundfläche der
15 Keramikschrift kann mehr als 5 cm und weniger als 30 cm betragen. Bevorzugt kann eine Abmessung für eine Seitenlänge mehr als 10 cm und weniger als 25 cm betragen. Noch bevorzugte beträgt die Abmessung für eine Seitenlänge ca. 10 cm.

20

Die Höhe der Keramikschrift im gesinterten Zustand kann in einer Ausführungsform zwischen 10 µm und 1 mm betragen. In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Höhe der Keramikschrift zwischen 20 µm und 200 µm betragen. Im nicht-
25 gesinterten Zustand beträgt die Höhe der Keramikschrift in etwa das Doppelte.

Wird ein Abschnitt der Keramikoberfläche während des Verfahrens mit einem Laser bestrahlt, verändert sich die
30 Struktur der Keramik, anders als die der metallhaltigen Schicht, nicht. Grund hierfür kann beispielsweise eine hohe Strahlungsdurchlässigkeit, wie sie beispielsweise

Glaskeramiken aufweisen, oder eine gute Wärmeleitfähigkeit der Keramikschicht sein.

5 In einer Ausführungsform kann die metallhaltige Schicht auf die Oberfläche aufgedruckt sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die metallhaltige Schicht per Siebdruck auf die Oberfläche der Keramikschicht gedruckt.

10

Beim Siebdruck wird ein Metall- oder Kunststoffsieb als Schablone verwendet, indem ausgewählte Maschen des Siebs mit Folie oder Lack abgedichtet werden. Anschließend wird Druckfarbe durch die offenen Maschen des Siebs auf eine zuvor
15 gleichmäßig auf die Keramikschicht aufgetragene metallhaltige Schicht gedruckt. Die Druckfarbe schützt die bedruckten Abschnitte im nachfolgenden Ätzprozess, so dass die bedruckten Abschnitte der metallhaltigen Schicht nach dem Ätzen erhalten bleiben. Somit können parallel eine Vielzahl
20 von verschiedenen metallhaltigen Strukturen auf der Oberfläche der Keramikschicht erzeugt werden.

In einer Ausführungsform umfasst die Keramikschicht eine Grünfolie. Das bedeutet, dass die Keramikschicht in
25 ungesintertem Zustand vorliegt.

Dies ist insoweit sinnvoll, da nach dem Aufbringen der pastösen, metallhaltigen Schicht ein Sinterschritt zur Härtung der metallhaltigen Schicht durchgeführt werden kann.
30 Somit können Keramikschicht und metallhaltige Schicht in einem Schritt gesintert werden.

In einer Ausführungsform wird die Keramikschicht umfassend die darauf aufgebraachte metallhaltige Schicht nach erfolgter Feinstrukturierung gesintert. Während des Sinterns werden die Keramik und das Metall auf eine bestimmte Temperatur erhitzt
5 und gehalten, so dass sich eine gewünschte Struktur in der Keramik bzw. im Metall einstellt.

Die Struktur des Materials beeinflusst Eigenschaften wie die Härte und die Beständigkeit des Materials. Während des
10 Sintervorganges verflüchtigt sich das organische Lösemittel innerhalb der pastösen metallhaltigen Schicht. Die pastöse Eigenschaft der metallhaltigen Schicht nimmt somit ab und es bildet sich eine feste, gehärtete metallhaltige Schicht.

15 In einer Ausführungsform werden mehrere Keramikschichten mit jeweils aufgebraachten metallhaltigen Schichten nach erfolgter Feinstrukturierung und vor dem Sintern zu einem keramischen Vielschichtbauteil gestapelt. Durch den anschließenden Sintervorgang verfestigt sich das Bauteil und sintert
20 zusammen.

In einer Ausführungsform umfasst die metallhaltige Schicht Abschnitte integrierter elektronischer Elemente. Die integrierten elektronischen Elemente sind elektronische
25 Bauelemente, die von definierten Abschnitten einer oder mehrerer metallhaltiger Schichten gebildet werden.

Ein einzelner Abschnitt der metallhaltigen Schicht kann ein integriertes elektronisches Element sein. Andererseits kann
30 ein integriertes elektronisches Element mehrere Abschnitte der metallhaltigen Schicht oder mehrerer metallhaltige Schichten umfassen.

Abschnitte, die in verschiedenen metallhaltigen Schichten liegen, aber zusammen ein integriertes elektronisches Element bilden, können durch Vias, also elektrische Durchkontaktierungen, verbunden werden. Die Vias sind in den
5 zwischen den metallhaltigen Schichten angeordneten Keramikschichten enthalten.

Ein integriertes elektronisches Element kann beispielsweise eine Leiterbahn, ein Widerstand, eine Spule, ein Kondensator
10 oder eine elektronische Kopplung sein.

Um integrierte elektronische Elemente, die Abschnitte mehrerer metallhaltige Schichten umfassen, zu erzeugen, werden mehrere Keramikschichten, mit darauf aufgebracht
15 metallhaltigen Schichten, gestapelt. Hierfür können die zusammengehörigen Abschnitte über zugehörige Vias in den Keramikschichten dazwischenliegenden Keramikschichten kontaktiert werden. Die zusammengehörigen Abschnitte in den verschiedenen metallhaltigen Schichten und die zugehörigen
20 Vias in den Keramikschichten können übereinander liegen. Bevorzugt liegen Kontaktstellen der Abschnitte passgenau über zugehörigen Vias. So können ungewollte elektrische Verluste minimiert werden.

25 Das offenbarte Verfahren ermöglicht ein höheres Maß an Genauigkeit der Feinstrukturierung der metallhaltigen Schichten als Verfahren des Stands der Technik. Somit ermöglicht das Verfahren die Bildung von schichtübergreifenden integrierten elektronischen Elementen,
30 zwischen deren einzelnen Abschnitten eine geschlossene Kontaktierung besteht, so dass unerwünschte elektrische Verluste minimiert sind.

Die genaue Anordnung der einzelnen Abschnitte der integrierten elektronischen Elemente minimiert weiterhin den Versatz von zusammengehörigen Abschnitten derselben integrierten elektronischen Elemente in verschiedenen Schichten wie z.B. mehrerer Windungen einer Spule. Der geringe Lagenversatz ermöglicht das Stapeln einer hohen Anzahl an Schichten.

Um effizient mehrere Bauteile gleichzeitig herzustellen, können im Herstellungsprozess Keramikschichten entsprechend großer Abmessungen verwendet werden, auf die Abschnitte integrierter elektronischer Elemente mehrerer Bauteile aufgebracht werden können. Mehrere solcher Keramikschichten können anschließend gestapelt werden. Das entstandene Vielschichtsubstrat kann dann in einzelne Vielschichtbauteile kleinerer Abmessung vereinzelt werden. Die Vereinzelung kann z.B. mittels Sägen durchgeführt werden.

Die Anzahl der möglichen Vielschichtbauteile, die ein Vielschichtsubstrat umfasst, hängt einerseits von der Feinstrukturierung der integrierten elektronischen Elemente ab. Diese kann durch das beschriebene Verfahren verbessert werden.

Andererseits hängt die Anzahl der Vielschichtbauteile von der Abmessung des Vielschichtsubstrats ab. Mit der Verwendung größerer Keramikschichten nehmen die Positionsungenauigkeiten der Abschnitte der integrierten elektronischen Elemente auf diesen zu. Das beschriebene Verfahren erlaubt ein Minimieren dieser Positionsungenauigkeiten und somit die Fertigung vergleichsweise größerer Keramikschichten.

In einer Ausführungsform erfolgen das Scannen der metallhaltigen Schicht und das Auswerten des beim Scannen erhaltenen Datensatzes automatisch durch ein automatisches optisches Inspektionssystem (AOI-System).

5

Durch die Nutzung eines AOI-Systems können der Scanvorgang und der Auswertevorgang automatisiert und beschleunigt werden. Kritische Abschnitte der metallhaltigen Schicht können effektiver, schneller und genauer registriert werden.

10 Dies ermöglicht auch einen genaueren und effektiveren Einsatz des Lasers zur Bestrahlung und Zersetzung der kritischen Abschnitte der metallhaltigen Schicht.

In einer Ausführungsform wird das durch die Laserbestrahlung freigesetzte metallhaltige Pulver durch Absaugen von der
15 Oberfläche der Keramikschicht entfernt. Das metallhaltige Pulver wird während der Zersetzung der metallhaltigen Schicht durch Laserbestrahlung gebildet. Das Pulver besteht aus einer lockeren Ansammlung einzelner Metallkörner, die untereinander
20 kaum Bindungen eingehen. Weiterhin kann das Pulver Kunststoffkörner umfassen. Das Absaugen kann beispielsweise mithilfe einer Vakuumpumpe erfolgen.

In einer Ausführungsform enthält die metallhaltige Schicht
25 als Nebenkomponente ein nicht-metallhaltiges Material wie beispielsweise ein keramisches Material. Das nicht-metallhaltige Material liegt in Form von Körnern vor. Ein Korn kann sowohl metallhaltiges wie auch nicht-metallhaltiges Material enthalten. Beispiele für nicht-metallhaltige
30 Materialien, können Keramiken oder Glaskeramiken und Kunststoffe sein.

Wird die pastöse metallhaltige Schicht mit Laser bestrahlt, erhitzt sich das Metall. Der Temperaturanstieg führt zur Verflüchtigung des organischen Lösemittels und zum Aufbrechen der Bindungen zwischen den Körnern. Die pastöse Eigenschaft
5 der metallhaltigen Schicht nimmt somit ab und die metallhaltige Schicht zersetzt sich zu einem metallhaltigen Pulver. Im metallhaltigen Pulver bilden die einzelnen metallhaltigen und nicht-metallhaltigen Körner kaum Bindungen untereinander aus.

10

Die Erfindung umfasst weiterhin ein keramisches Vielschichtbauteil. Das Vielschichtbauteil kann beispielsweise nach dem beschriebenen Verfahren gefertigt sein. Das Vielschichtbauteil umfasst mehrere Keramiksichten
15 und jeweils dazwischen angeordnete feinstrukturierte, metallhaltige Schichten. Die Keramiksichten umfassen Vias, die der elektrischen Durchkontaktierung dienen. Die metallhaltigen Schichten umfassen Abschnitte integrierter elektronischer Elemente wie Spulen, Kopplungen, Kondensatoren
20 oder Leiterbahnen.

25

Die Keramiksichten und die metallhaltigen Schichten sind so übereinander gestapelt, dass integrierte elektronische Elemente, die sich über mehrere Schichten erstrecken,
gebildet werden. Kontaktflächen zusammengehöriger Abschnitte integrierter elektronischer Elemente in verschiedenen metallhaltigen Schichten sind dabei passgenau über ein zugehöriges Via elektrisch verbunden.

30

Handelt es sich bei einem integrierten elektronischen Element um eine Spule, kann beispielsweise jede metallhaltige Schicht eine halbe Windung der Spule umfassen. Zwei übereinanderliegende metallhaltige Schichten umfassen dann

eine ganze Windung der Spule. Jeder Abschnitt der Spule weist an beiden Enden Kontaktflächen auf. Die Kontaktflächen können mit Hilfe des offenbarten Verfahrens passgenau auf die Vias aufgebracht werden. Die einzelnen Abschnitte der Spule, die
5 in verschiedenen Ebenen und somit in verschiedenen metallhaltigen Schichten liegen, können somit durch Vias in den dazwischenliegenden Keramikschichten verbunden sein.

Der Mindestabstand zwischen zwei integrierten elektronischen
10 Elementen in derselben metallhaltigen Schicht beträgt weniger als 30 µm.

Somit können mehr integrierte elektronische Elemente auf der Oberfläche einer Keramikschicht aufgebracht werden als
15 bislang im Stand der Technik. Der geringere Mindestabstand zwischen den integrierten elektronischen Elementen wird durch das offenbarte Verfahren möglich.

Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand
20 von schematischen Figuren näher erläutert werden. Die Erfindung ist nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt. Gleiche oder ähnliche Elemente in den Figuren werden dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

25 Figur 1 zeigt im Querschnitt ein keramisches Vielschichtbauteil, umfassend Keramikschichten, metallhaltige Schichten und integrierte elektronische Elemente.

Figur 2 zeigt in der Draufsicht eine beispielhafte
30 Keramikschicht mit aufgebrachter, grobstrukturierter metallhaltiger Schicht.

Figur 3 zeigt in der Draufsicht die beispielhafte Keramikschicht mit aufgebracht, feinstrukturierter metallhaltiger Schicht.

- 5 Figur 4 zeigt in der Draufsicht drei metallhaltige Schichten einer Ausführungsform eines Vielschichtbauteils mit integrierten elektronischen Elementen.

- 10 Figur 5 zeigt in der Draufsicht eine Ausführungsform einer Keramikschicht mit aufgebracht, feinstrukturierter metallhaltiger Schicht.

- 15 Figur 1 zeigt eine Ausführungsform eines keramischen Vielschichtbauteils 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Das Vielschichtbauteil 1 hat eine Unterseite 1A und eine Oberseite 1B. Das Vielschichtbauteil 1 umfasst acht Keramikschichten 2. Auf sieben dieser Keramikschichten 2 ist eine metallhaltige Schicht 3 aufgebracht. So liegt zwischen immer jeweils zwei Keramikschichten 2 eine metallhaltige Schicht 3. An Unterseite 1A und Oberseite 1B liegt jeweils eine Keramikschicht 2 vor.

- 25 Das Vielschichtbauteil 1 wurde aus einem Vielschichtsubstrat vereinzelt. Die Vereinzelung wurde mittels Sägen vorgenommen. Das Vielschichtsubstrat kann eine Vielzahl von Vielschichtbauteilen 1 von gleicher Abmessung und Beschaffenheit umfassen. Die Abmessungen einer Oberfläche einer Keramikschicht im Vielschichtsubstrat betragen zwischen 20 cm und 25 cm in Länge und Breite. Die Höhe einer Keramikschicht beträgt im ungesinterten Zustand ca. 50 µm und nach dem Sintern ca. 25 µm.

Die metallhaltigen Schichten 3 umfassen integrierte elektronische Elemente 4. In Figur 1 sind verschiedene Beispiele integrierter elektronischer Elemente 4 gezeigt. Um unerwünschte kapazitive und/oder induktive Wechselwirkungen zu vermeiden, wird ein Mindestabstand zwischen den einzelnen integrierten elektronischen Elementen 4 eingehalten.

Ein Beispiel eines integrierten elektronischen Elements 4 ist die Spule 4A, die sich mit insgesamt 1,5 Windungen von der zweituntersten bis zur viertuntersten metallhaltigen Schicht des Vielschichtbauteils 1 erstreckt. Jede dieser Schichten umfasst einen Abschnitt der Spule 4A, welcher einer halben Windung entspricht. Zwischen den drei Abschnitten der Spule 4A liegen Keramikschichten 2 vor. Die jeweiligen Enden der Abschnitte der Spule 4A weisen Kontaktstellen 5 auf. Die jeweils korrespondierenden Kontaktstellen 5 sind durch die Keramikschicht 2 hindurch per Vias 6 elektrisch kontaktiert.

Weiterhin weist das Vielschichtbauteil 1 in der zweituntersten metallhaltigen Schicht 3 zwei Leiterbahnen 4B auf. Die Leiterbahnen sind in einem Abstand von 30 μm auf der untersten Keramikschicht 2 aufgebracht.

Daneben umfasst das Vielschichtbauteil 1 weitere technische Anordnungen, wie eine Antenne 7. Um Störsignale zu vermeiden wird ein Mindestabstand zwischen den integrierten elektronischen Elementen 4 und der Antenne 7 eingehalten.

Figur 2 zeigt in einer Draufsicht eine beispielhafte Keramikschicht 2 eines Vielschichtbauteils 1, auf die eine pastöse und grobstrukturierte metallhaltige Schicht 3 aufgebracht ist. Die Keramikschicht 2 umfasst z.B. Aluminiumoxid. Die metallhaltige Schicht 3 umfasst ein

pastöses Material. Der Hauptbestandteil dieses pastösen Materials sind hier Silberkörner. Darüber hinaus umfasst das pastöse Material ein Lösungsmittel und gegebenenfalls ein organisches Bindemittel.

5

Die metallhaltige Schicht 3 umfasst verschiedene integrierte elektronische Elemente 4. Eines dieser integrierten elektronischen Elemente 4 ist die Spule 4A. Die beispielhafte metallhaltige Schicht umfasst einen ersten Abschnitt der Spule 4A, der dreiviertel Windungen entspricht. Am Ende des Abschnitts der Spule befindet sich eine Kontaktstelle 5. Hier ist die Spule 4A mit einem Via 6 kontaktiert. Die Spule 4A ist mittels einer Leiterbahn 4B mit einer kompakten metallhaltigen Schicht 4C verbunden.

10

In der Keramikschicht 2 sind hier sechs Antennen 7 integriert. Die Antennen 7A und 7B liegen innerhalb der kompakten Schicht 4C. Eine Antenne kann beispielsweise in der vorliegenden Ausführungsform durch mehrere koaxial übereinander angeordnete metallhaltige Vias gebildet werden. Die koaxial übereinander angeordneten Vias ergeben eine Antenne die sich lückenlos über mehrere übereinander angeordnete Keramikschichten 2 und metallhaltige Schichten 3 erstreckt. Eine Antenne kann sich über alle Schichten eines Vielschichtbauelements 1 und darüber hinaus erstrecken.

15

20

25

Der erforderliche Mindestabstand zwischen diesen Antennen 7A und 7B und der kompakten metallhaltigen Schicht 4C kann eingehalten werden.

30

Die metallhaltige Schicht 3 ist per Siebdruck auf die Keramikschicht 2 aufgetragen. Aufgrund der Unzulänglichkeiten des Druckverfahrens sind Abschnitte der metallhaltigen

Schicht 3 teilweise ungenau auf der Keramikschicht 2 aufgebracht. Diese Abschnitte, deren Abmessungen in Fläche und Position von den Sollwerten abweichen, werden als kritische Abschnitte bezeichnet.

5

So sind hier beispielsweise wie dargestellt die erforderlichen Mindestabstände zwischen der metallhaltigen Schicht 3 und den Antennen 7A nicht eingehalten. Dies kann bei Stromfluss in der metallhaltigen Schicht 3 beispielsweise zu Störsignalen und Beeinflussung der Impedanz in den Antennen 7A führen.

10

Weiterhin kann die Leiterbahn 4B nicht so schmal wie gewünscht gedruckt werden. Die Abmessung einer Leiterbahnen, die per Siebdruck aufgebracht wird, ist auf eine Mindestbreite von ca. 50 µm limitiert.

15

Auch deckt sich die Kontaktstelle 5 der Spule 4A nicht passgenau mit dem Via 6. Grund hierfür ist wiederum die unzureichende Genauigkeit des Siebdruckverfahrens. Durch diese Positionsungenauigkeit der Kontaktstelle 5 können unerwünschte elektrische Verluste verursacht werden.

20

Figur 3 zeigt die beispielhafte Keramikschicht 2 aus Figur 2 mit aufgebrachter metallhaltiger Schicht 3, nachdem die metallhaltige Schicht 3 per Laserbestrahlung feinstrukturiert wurde.

25

Hierzu wurde die grobstrukturierte metallhaltige Fläche 3 von einem AOI-System gescannt und die zuvor beschriebenen kritischen Abschnitte, deren Abmessungen und Positionen von den Sollwerten abweichen, in einen entsprechenden Datensatz gespeichert.

30

Anschließend werden die kritischen Abschnitte mit einem Laser bestrahlt, so dass sich die kritischen Abschnitte erwärmen. Hierfür wird ein Laser mit einer passenden Wellenlänge und Leistung gewählt. Beispielsweise wird ein Laser mit einer Wellenlänge zwischen 900 nm und 1100 nm und einer Leistung zwischen 4 W und 6 W gewählt. Der Spotdurchmesser des Lasers beträgt bevorzugt weniger als 30 µm.

10 Durch die Bestrahlung des Lasers erwärmt sich das pastöse Material der metallhaltigen Schicht 3. Dies führt zur Verflüchtigung des organischen Lösemittels. Weiterhin lösen sich die physikalischen oder chemischen Bindungen zwischen den einzelnen Silberkörnern. Das pastöse Material zersetzt sich somit zu einem Silberpulver.

Das Silberpulver kann anschließend von der Keramikoberfläche 2 abgesaugt werden.

20 Somit wird die in Figur 3 abgebildete Feinstruktur erhalten.

In dieser ist durch die Abtragung der jeweiligen kritischen Abschnitte der kompakten Fläche 4C der Mindestabstand zwischen den Antennen 7A und der kompakten Fläche 4C nun eingehalten. Dies führt zu einer Abnahme von elektrischen Wechselwirkungen und daraus resultierenden Störsignalen.

Die Leiterbahn 4B ist mittels Laserbestrahlung auf eine Breite von beispielsweise 30 µm geschrumpft worden. Schmalere Abmessungen erlauben eine höhere Zahl an Leiterbahnen auf einer Keramikoberfläche derselben Größe. Somit kann die Leistungsfähigkeit eines aus solchen Keramikschichten 2 aufgebauten Vielschichtbauteils 1 gesteigert werden.

Die Kontaktstelle 5 ist mittels Laserbestrahlung präzisiert worden. Die Kontaktstelle überlappt nun nahezu passgenau mit dem Via 6. Dies führt zu einer Reduzierung der ungewollten elektrischen Verluste.

Aus mehreren Keramiksichten 2 mit aufgedruckten metallhaltigen Schichten 3 kann nach erfolgter und beschriebener Feinstrukturierung ein Vielschichtbauteil gestapelt werden. Das Stapeln wird so ausgeführt, dass Kontaktstellen 5 von Abschnitten jeweils zusammengehöriger integrierter elektronischer Elemente 4 möglichst passgenau über zugehörigen Vias 6 positioniert sind, um elektrische Verluste zu vermeiden. Ein Via 6 kontaktiert jeweils zwei Kontaktstellen 5 zusammengehöriger Abschnitte eines integrierten elektronischen Elements 4 durch eine Keramiksicht 2 hindurch.

Figur 4 zeigt schematisch ein Vielschichtbauteil 1 einer Ausführungsform in einer Draufsicht. Im dargestellten Beispiel sind drei Keramiksichten 2, die jeweils mit metallhaltigen Schichten 3A, 3B bzw. 3C bedruckt sind, übereinandergestapelt. Es ist nur die der untersten metallhaltigen Schicht 3C zu Grunde liegende Keramiksicht 2 dargestellt. Die darüber liegenden Keramiksichten 2 wurden aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit vernachlässigt. Die metallhaltigen Schichten 3A bis 3C des dargestellten Vielschichtbauteils 1 wurden mittels Siebdruckverfahren auf die jeweilige Keramiksicht 2 aufgebracht.

30

Das dargestellte Vielschichtbauteil 1 enthält verschiedene integrierte elektronische Elemente, wie beispielsweise eine Spule 4A und Durchkontaktierungen 4D, die Abschnitte in

mehreren metallhaltigen Schichten 3 umfassen. In Figur 4 sind beispielhaft drei metallhaltige Schichten 3A, 3B und 3C, die übereinander liegen, dargestellt.

5 Aufgrund der Positionsungenauigkeiten des Siebdruckverfahrens liegen die zusammengehörigen Abschnitte in den verschiedenen metallhaltigen Schichten 3 versetzt vor. Dieser Lagenversatz führt zu unerwünschten elektrischen Verlusten und Stör-
effekten. Beim Übereinanderstapeln einer hohen Anzahl an
10 metallhaltigen Schichten können sich solche Positionsfehler vervielfachen und die Funktion des Vielschichtbauteils erheblich einschränken. Dies ist insbesondere an den Durchkontaktierungen 4D gut zu erkennen, die in den einzelnen metallhaltigen Schichten alle leicht gegeneinander versetzt
15 sind und daher nicht mehr passgenau übereinander angeordnet bzw. ausgerichtet sind.

Mithilfe des offenbarten Verfahrens, ist es möglich, Positionsungenauigkeiten und daraus resultierenden Lagen-
20 versatz von Abschnitten gleicher integrierter elektronischer Bauelemente 4 zu minimieren. Somit können auch unerwünschte elektrische Verluste und Störeffekt reduziert werden.

Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer
25 Keramikschrift 2 eines Vielschichtbauteils 1. auf der Keramikschrift 2 ist wiederum eine metallhaltige Schicht 3 aufgetragen. Die metallhaltige Schicht 3 umfasst integrierte elektronische Elemente 4. Hierzu zählt die Leiterbahn 4E. Die Leiterbahn 4E zeichnet sich im vorliegenden Beispiel dadurch
30 aus, dass sie an ihrer schmalen Seite eine Breite von 30 µm aufweist. Diese Breite wurde mithilfe des offenbarten Verfahrens erzielt.

Hierzu wurde aus einer großflächigen kompakten metallhaltigen Schicht 4C mittels Laser entlang von zwei Bahnen 8 das metallhaltige Material entfernt. Hierzu wurde die metallhaltige Schicht 4C im Bereich der Bahnen 8 durch

5 Bestrahlung mittels Laser zersetzt und das entstandene Pulver anschließend abgesaugt. Die beiden benachbarten Bahnen 8 sind parallel angeordnet, wobei der Abstand der beiden nächstgelegenen Ränder der beiden Bahnen nur 30 µm beträgt. Der zwischen den beiden Bahnen 8 stehen gebliebene

10 metallhaltige Streifen 4E fungiert als Leiterbahn, deren geringe Breite von hier 30µm nicht allein mit dem Aufdruckverfahren sondern erst mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden konnte.

Bezugszeichen

5	1	Vielschichtbauteil
	1A	Unterseite des Vielschichtbauteils 1
	1B	Oberseite des Vielschichtbauteils 1
	2	Keramiksicht
	3	metallhaltige Schicht
10	4	integriertes elektronisches Element
	4A	Spule
	4B,E	Leiterbahnen
	4C	kompakte metallhaltige Schicht
	4D	Durchkontaktierung
15	5	Kontaktstelle
	6	Via
	7	Antenne
	7A,B	Antennen innerhalb der kompakten Schicht 4C
	8	Bahn, frei von metallhaltiger Schicht 3
20		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Feinstrukturierung von grobstrukturierten,
5 pastösen, metallhaltigen Schichten 3, umfassend die folgenden Schritte:
- Aufbringen einer metallhaltigen Schicht 3, die eine Grobstruktur aufweist und ein pastöses Material umfasst, dessen Hauptkomponenten ein oder mehrere Metalle und ein
10 organisches Lösemittel sind, auf eine Oberfläche,
 - Scannen der Lage und Fläche der metallhaltigen Schicht 3 und Generieren eines Datensatzes aus den erfassten Daten,
 - Auswerten des Datensatzes durch Vergleich mit vorgegebenen Werten,
 - 15 - Ermitteln kritischer Abschnitte der metallhaltigen Schicht 3, die von den vorgegebenen Werten abweichen,
 - Zersetzen der kritischen Abschnitte per Laserbestrahlung in ein metallhaltiges Pulver, wobei die grobstrukturierte metallhaltige Schicht 3 in eine gewünschte feinstrukturierte
20 Schicht 3 überführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die metallhaltige Schicht 3 auf die Oberfläche einer Keramikschicht 2 aufgebracht ist.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die metallhaltige Schicht 3 per Siebdruck auf die Oberfläche der Keramikschicht 2 aufgebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Keramikschicht
30 2 eine Grünfolie umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Keramikschicht 2 umfassend die aufgebrachte metallhaltige Schicht 3 nach erfolgter Feinstrukturierung gesintert wird.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei mehrere Keramikschichten 2 mit aufgebrachten metallhaltigen Schichten 3 nach erfolgter Feinstrukturierung und vor dem Sintern zu einem keramischen Vielschichtbauteil 1 gestapelt werden.

10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die metallhaltige Schicht 3 Abschnitte integrierter elektronischer Elemente 4 umfasst.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das
15 Scannen und das Auswerten des erhaltenen Datensatzes automatisiert durch ein automatisches optisches Inspektions-System (AOI-System) erfolgen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das
20 metallhaltige Pulver durch Absaugen von der Oberfläche der entfernt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die metallhaltige Schicht 3 als Nebenkomponente nicht-
25 metallhaltige Materialien, insbesondere keramische Materialien, umfasst.

11. Keramisches Vielschichtbauteil 1, welches mehrere Keramikschichten 2 und jeweils dazwischen angeordnete
30 feinstrukturierte, metallhaltige Schichten 3 umfasst, wobei die Keramikschichten 2 Vias 6 zur elektrischen Durchkontaktierung umfassen, die metallhaltigen Schichten 3 Abschnitte integrierter elektronischer Elemente 4 umfassen,

und die Keramikschichten 2 und die metallhaltigen Schichten 3 so übereinander gestapelt sind, dass integrierte elektronische Elemente 4, die sich über mehrere metallhaltige Schichten 3 erstrecken, gebildet werden, wobei Kontaktflächen 5 5 zusammengehöriger Abschnitte integrierter elektronischer Elemente 4 in verschiedenen metallhaltigen Schichten 3 passgenau über ein zugehöriges Via 6 elektrisch verbunden sind, und der Mindestabstand zwischen zwei integrierten elektronischen Elementen 4 in derselben metallhaltigen 10 Schicht 3 weniger als 30 μm beträgt.

Fig. 1

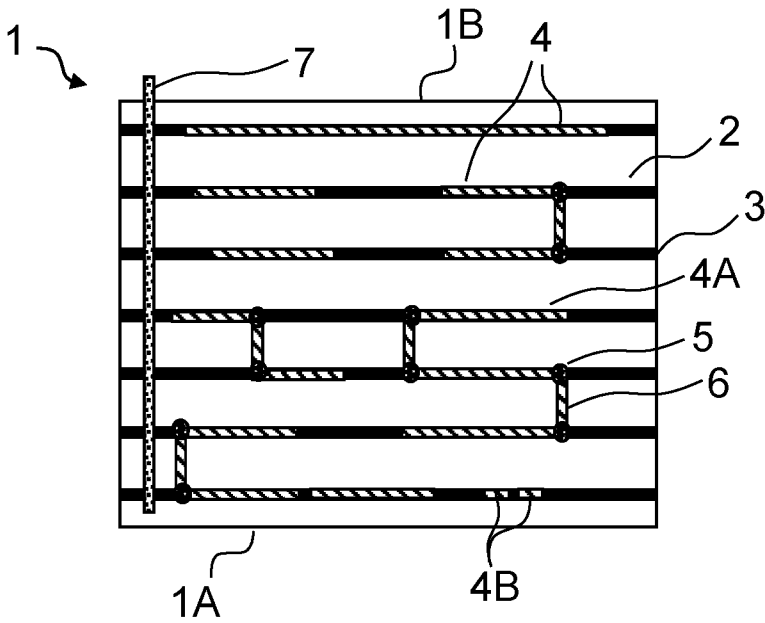


Fig. 2

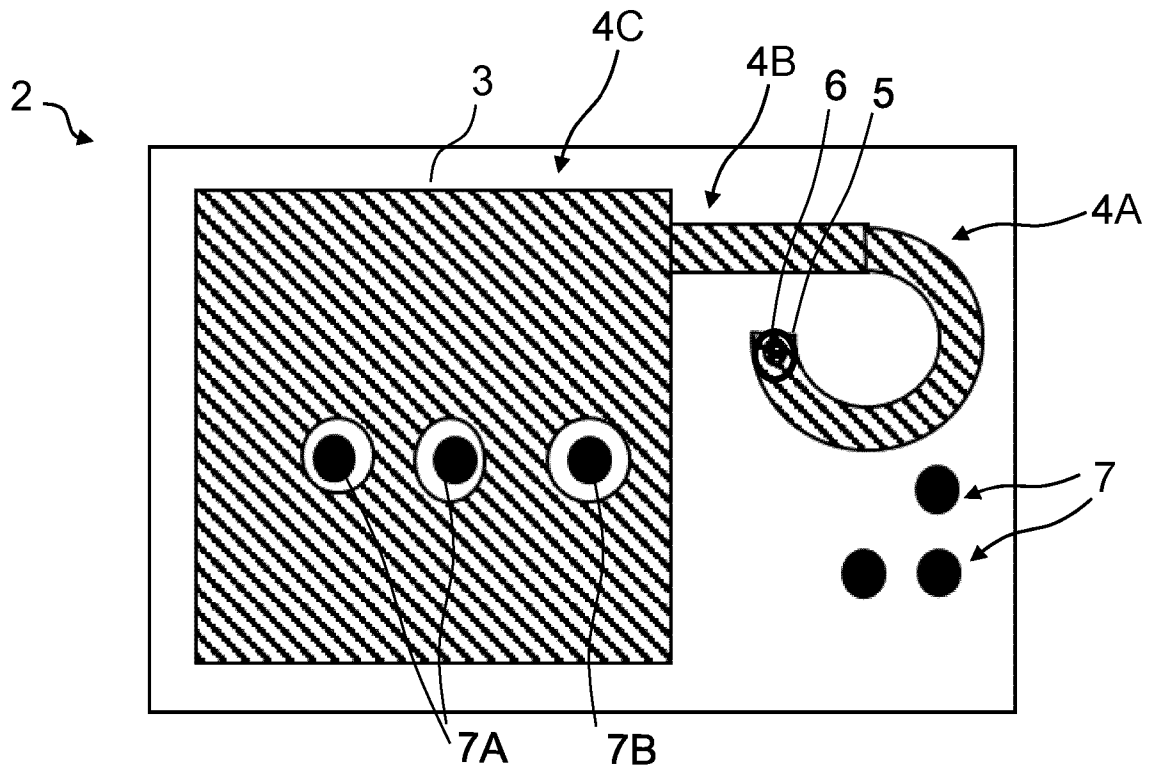


Fig. 3

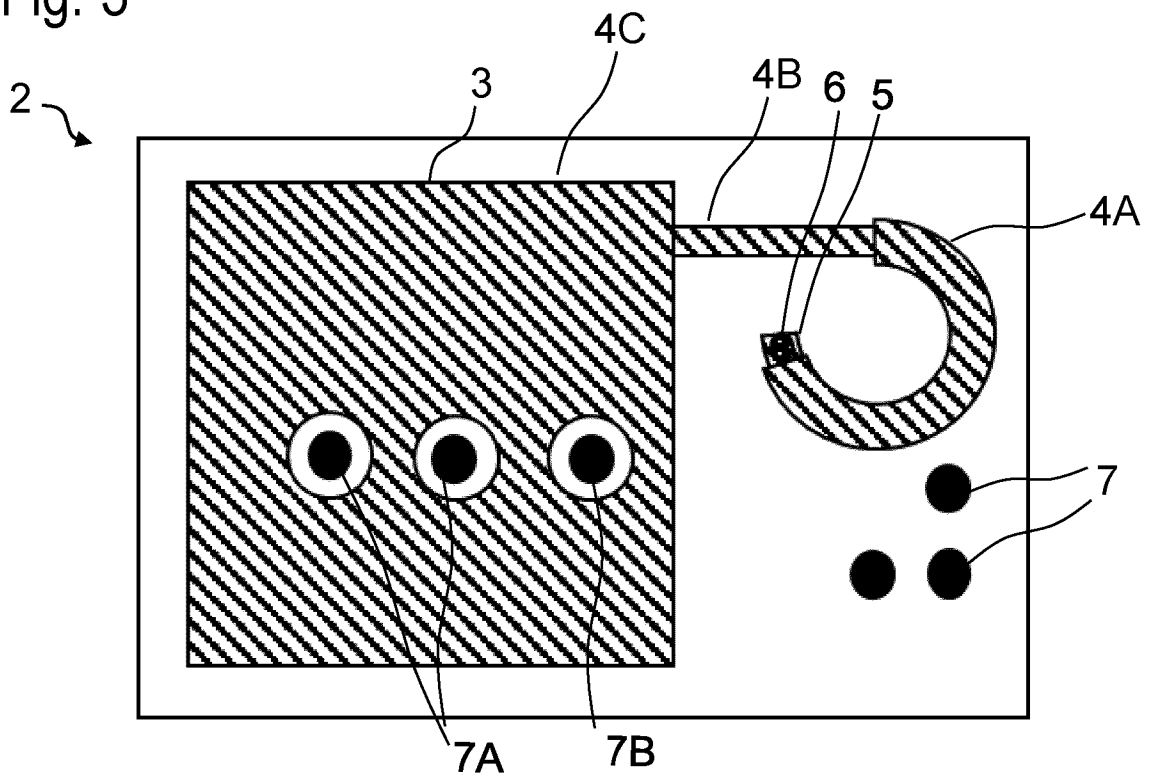


Fig. 4

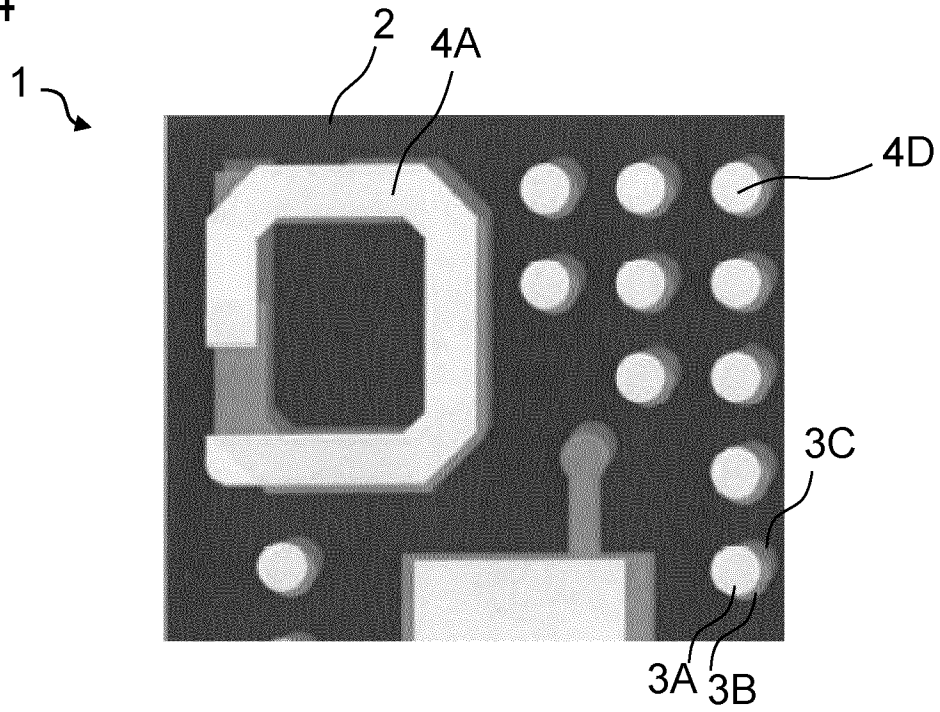
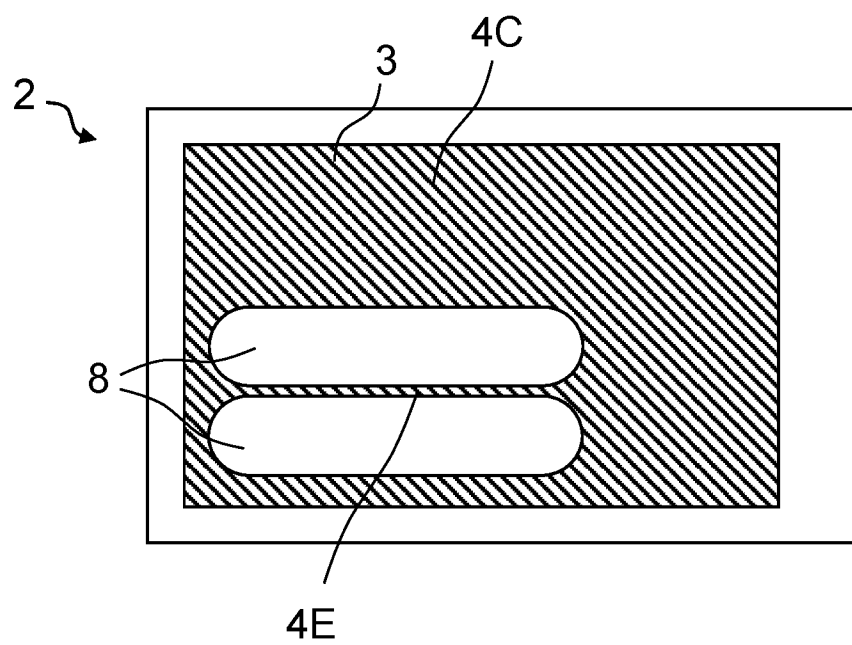


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/053198**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H05K 3/22**(2006.01)i; **H05K 3/12**(2006.01)i; **H05K 3/46**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05K; H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2010021386 A (NGK SPARK PLUG CO) 28 January 2010 (2010-01-28) paragraphs [0004], [0012], [0020], [0032], [0033], [0035], [0039], [0043], [0051]; figure 13	1-11
A	JP H0832241 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 02 February 1996 (1996-02-02) paragraphs [0006], [0007]; figure 8	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 April 2021

Date of mailing of the international search report

30 April 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Goethals, Filip

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/053198

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2010021386	A	28 January 2010	JP	5236371	B2	17 July 2013
				JP	2010021386	A	28 January 2010
JP	H0832241	A	02 February 1996	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05K3/22 H05K3/12 H05K3/46 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05K H03K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2010 021386 A (NGK SPARK PLUG CO) 28. Januar 2010 (2010-01-28) Absätze [0004], [0012], [0020], [0032], [0033], [0035], [0039], [0043], [0051]; Abbildung 13 -----	1-11
A	JP H08 32241 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 2. Februar 1996 (1996-02-02) Absätze [0006], [0007]; Abbildung 8 -----	1-11
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. April 2021		30/04/2021
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Goethals, Filip

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/053198

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2010021386 A	28-01-2010	JP 5236371 B2	17-07-2013
		JP 2010021386 A	28-01-2010

JP H0832241 A	02-02-1996	KEINE	
