

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50836/2022
(22) Anmeldetag: 03.11.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2023

(51) Int. Cl.: **H05K 3/00** (2006.01)

(30) Priorität:
21.02.2022 DE 102022104052.6 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
KSG GmbH
09390 Gornsdorf (DE)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte mit einer Sackloch-Kontaktierung und Mehrlagen-Leiterplatte**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte (1) mit einer Sackloch-Kontaktierung (15), mit: Bereitstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte (1); Herstellen einer Sackloch-Vertiefung (12) in der Mehrlagen-Leiterplatte (1) im Bereich eines außenliegenden Leiterabschnitts (2) bis hin zu einem innenliegenden Leiterabschnitt (6) durch wenigstens eine Isolierlage hindurch und Abscheiden eines elektrisch leitenden Kontaktmaterials zum Ausbilden einer Sackloch-Kontaktierung (15) in der Sackloch-Vertiefung (12), derart, dass das elektrisch leitende Kontaktmaterial Wandabschnitte der Sackloch-Vertiefung (12) bedeckt und so eine elektrische Kontaktierung zwischen dem außenliegenden Leiterabschnitt (2) und dem innenliegenden Leiterabschnitt (6) ausgebildet wird. Die Sackloch-Vertiefung (12) wird mittels eines mindestens zweistufigen Verfahrens hergestellt wird, bei dem in einem ersten Verfahrensschritt eine Sackloch-Bohrung (10) mittels mechanischen Bohrens ausgebildet und in einem zweiten Verfahrensschritt die Sackloch-Bohrung (10) zum Herstellen der Sackloch-Vertiefung (12) mittels Laserbearbeitung erweitert wird. Weiterhin ist eine Mehrlagen-Leiterplatte (1) geschaffen.

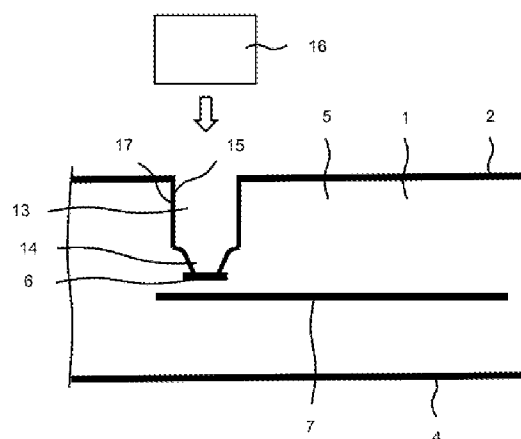


Fig. 4

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte (1) mit einer Sackloch-Kontaktierung (15), mit: Bereitstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte (1); Herstellen
5 einer Sackloch-Vertiefung (12) in der Mehrlagen-Leiterplatte (1) im Bereich eines außenliegenden Leiterabschnitts (2) bis hin zu einem innenliegenden Leiterabschnitt (6) durch wenigstens eine Isolierlage hindurch und Abscheiden eines elektrisch leitenden Kontaktmaterials zum Ausbilden einer Sackloch-Kontaktierung (15) in der Sackloch-Vertiefung (12), derart,
10 dass das elektrisch leitende Kontaktmaterial Wandabschnitte der Sackloch-Vertiefung (12) bedeckt und so eine elektrische Kontaktierung zwischen dem außenliegenden Leiterabschnitt (2) und dem innenliegenden Leiterabschnitt (6) ausgebildet wird. Die Sackloch-Vertiefung (12) wird mittels eines mindestens zweistufigen Verfahrens hergestellt wird, bei dem in einem ersten Verfahrensschritt eine Sackloch-Bohrung (10) mittels mechanischen Bohrens ausgebildet und in einem zweiten Verfahrensschritt die Sackloch-Bohrung (10) zum
15 Herstellen der Sackloch-Vertiefung (12) mittels Laserbearbeitung erweitert wird. Weiterhin ist eine Mehrlagen-Leiterplatte (1) geschaffen.

Fig. 4

Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte mit einer Sackloch-Kontaktierung und Mehrlagen-Leiterplatte

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte mit einer Sackloch-Kontaktierung sowie eine Mehrlagen-Leiterplatte.

Hintergrund

Mehrlagen-Leiterplatten weisen mehrere Leiterschichten oder -lagen auf, die in einer gestapelten Anordnung durch Isolierschichten oder -lagen elektrisch voneinander getrennt sind. Neben außenliegenden Leiterschichten, die auf gegenüberliegenden Außenseiten der Mehrlagen-Leiterplatte ausgebildet sind, umfassen die Leiterschichten regelmäßig auch innenliegende Leiterschichten, die im Leiterplattenkörper im Bereich zwischen den außenliegenden Leiterschichten in das Isoliermaterial eingebettet sind.

In der Mehrlagen-Leiterplatte können unterschiedliche Arten von (Durchgangs-)Kontaktierungen vorgesehen sein. Hierzu gehören beispielsweise Durchgangsloch-Kontaktierungen, bei denen durch den Leiterplattenkörper hindurch ein Durchgangsloch ausgebildet ist, dessen Wandung zum Ausbilden der elektrischen Kontaktierung mit einer Beschichtung aus elektrisch leitendem Material versehen ist. Alternativ oder ergänzend können Sackloch-Kontaktierungen vorgesehen sein, die auch als „blind vias“ bezeichnet werden. Hierbei ist eine Sackloch-Vertiefung ausgebildet und wandseitig mit elektrisch leitendem Material versehen, um üblicherweise eine Kontaktierung zwischen einer der außenliegenden Leiterschichten und einem innenliegenden Leiterabschnitt auszubilden. Zum Herstellen des Durchgangslochs oder der Sackloch-Vertiefung sind alternativ angewendete Techniken bekannt. Es kann vorgesehen sein, die Durchgangsöffnung für die Durchgangskontaktierung oder die Vertiefung für die Sackloch-Kontaktierung mittels (mechanischem) Bohrens herzustellen. Alternativ kann eine Laserbearbeitung verwendet werden, um die Durchgangsöffnung oder die Sackloch-Vertiefung herzustellen. Anschließend wird das elektrisch leitende Kontaktmaterial auf der Wandung der hergestellten Vertiefung / Durchgangsöffnung abgeschieden, insbesondere galvanisch, um so die elektrische Kontaktierung auszubilden.

Zusammenfassung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte mit einer Sackloch-Kontaktierung sowie eine Mehrlagen-Leiterplatte anzugeben, mit denen das Herstellen der Sackloch-Kontaktierung in flexibler Ausgestaltung ermöglicht wird.

Zur Lösung sind ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte mit einer Sackloch-Kontaktierung sowie eine Mehrlagen-Leiterplatte nach den unabhängigen Ansprüchen 1 und 14 geschaffen. Ausgestaltungen sind Gegenstand von abhängigen Unteransprüchen.

5

Nach einem Aspekt ist ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte mit einer Sackloch-Kontaktierung geschaffen, welches Folgendes aufweist: Bereitstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte; Herstellen einer Sackloch-Vertiefung in der Mehrlagen-Leiterplatte im Bereich eines außenliegenden Leiterabschnitts bis hin zu einem innenliegenden Leiterabschnitt durch wenigstens eine Isolierlage hindurch und Abscheiden eines elektrisch leitenden Kontaktmaterials zum Ausbilden einer Sackloch-Kontaktierung in der Sackloch-Vertiefung, derart, dass das elektrisch leitende Kontaktmaterial Wandabschnitte der Sackloch-Vertiefung bedeckt und so eine elektrische Kontaktierung zwischen dem außenliegenden Leiterabschnitt und dem innenliegenden Leiterabschnitt ausgebildet wird. Die Sackloch-Vertiefung wird mittels eines mindestens zweistufigen Verfahrens hergestellt, bei dem in einem ersten Verfahrensschritt eine Sackloch-Bohrung mittels mechanischen Bohrens ausgebildet und in einem zweiten Verfahrensschritt die Sackloch-Bohrung zum Herstellen der Sackloch-Vertiefung mittels Laserbearbeitung erweitert wird.

10

15

20

25

Nach einem weiteren Aspekt ist eine Mehrlagen-Leiterplatte geschaffen, die eine Sackloch-Kontaktierung aufweist, welche in einer Sackloch-Vertiefung als eine elektrische Kontaktierung zwischen einem außenliegenden Leiterabschnitt und einem innenliegenden Leiterabschnitt durch wenigstens eine Isolierlage hindurch ausgebildet ist, wobei die Sackloch-Vertiefung mit einem in Bezug auf den außenliegenden Leiterabschnitt proximalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt, welcher mit einer Sackloch-Bohrung ausgeführt ist, und einem in Bezug auf den außenliegenden Leiterabschnitt distalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt gebildet ist, welcher mit einer Laservia ausgeführt ist.

30

35

Die Vertiefung für die Sackloch-Kontaktierung („blind via“) wird in einem mehrstufigen Verfahren hergestellt, bei dem zunächst mittels mechanischen Bohrens eine Sackloch-Bohrung eingebracht wird, um anschließend mit Hilfe der Laserbearbeitung die Sackloch-Vertiefung in der gewünschten Form herzustellen, worauf dann das elektrisch leitende Kontaktmaterial auf den Wandabschnitten der Sackloch-Vertiefung abgeschieden werden kann, beispielsweise mittels eines galvanischen Abscheideverfahrens. In einem Ausführungsbeispiel wird als elektrisch leitendes Kontaktmaterial Kupfer verwendet.

Der außenliegende und der innenliegende Leiterabschnitt, die mit Hilfe der Sackloch-Kontaktierung elektrisch leitend miteinander verbunden werden, können Teil einer außenliegenden sowie einer innenliegenden Leiterschicht oder -lage sein, die mittels der wenigstens einer Isolierschicht elektrisch voneinander isoliert sind.

5

Das zunächst vorgesehene Herstellen der Sackloch-Bohrung mit Hilfe eines Bohrverfahrens und die anschließende Herstellung der Sackloch-Vertiefung, indem die Sackloch-Bohrung mittels Laserbearbeitung erweitert wird, ermöglicht ein flexibles und effizientes Ausbilden der gewünschten Sackloch-Vertiefung je nach gewünschter Anwendung. Es entsteht eine Sackloch-Vertiefung, die in Bezug auf den außenliegenden Leiterabschnitt einen proximalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt, hergestellt als Sackloch-Bohrung, sowie einen in Bezug auf den außenliegenden Leiterabschnitt distalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt aufweist. Der Sackloch-Vertiefungsabschnitt erstreckt sich bis hin zu dem innenliegenden Leiterabschnitt, welcher auch als „landing pad“ bezeichnet wird. Auf diese Weise kann insbesondere erreicht werden, die Sackloch-Vertiefung in Form und Größe so auszugestalten, dass die gewünschte Materialverteilung des elektrisch leitenden Kontaktmaterials beim anschließenden Abscheiden im Bereich der Wandabschnitte der Sackloch-Vertiefung unterstützt wird.

10

15

20

Im zweiten Verfahrensschritt kann die Sackloch-Bohrung mittels Laserbearbeitung weiter vertieft werden. Hierbei wird die Sackloch-Bohrung mit einer ersten Lochtiefe hergestellt, die dann im weiteren Verfahrensschritt mittels Laserbearbeitung zu einer größeren zweiten Lochtiefe vergrößert wird, um die gewünschte Sackloch-Vertiefung auszubilden.

25

Die im ersten Verfahrensschritt ausgebildete Sackloch-Bohrung kann in der wenigstens einen Isolierlage beabstandet von dem innenliegenden Leiterabschnitt enden und im zweiten Verfahrensschritt mittels der Laserbearbeitung bis hin zu dem innenliegenden Leiterabschnitt erweitert werden. Um eine mögliche Beschädigung des innenliegenden Leiterabschnitts durch den Bohrvorgang zu vermeiden, endet die Sackloch-Bohrung hier innerhalb der Isolierlage, die über den innenliegenden Leiterabschnitt angeordnet ist. Mit Hilfe der Laserbearbeitung wird die Sackloch-Bohrung dann bis hin zu dem innenliegenden Leiterabschnitt zur gewünschten Sackloch-Vertiefung erweitert, insbesondere vertieft.

30

Für die Sackloch-Vertiefung kann in dem ersten Verfahrensschritt ein in Bezug auf die außenliegende Leiterabschnitte proximaler Sackloch-Vertiefungsabschnitt mit einem ersten Querschnitt und in dem zweiten Verfahrensschritt ein in Bezug auf die außenliegende Leiterabschnitt distaler Sackloch-Vertiefungsabschnitt mit einem zweiten Querschnitt ausgebildet werden, welcher kleiner gleich dem ersten Querschnitt ist. Mit Hilfe der unterschiedlichen

35

Querschnittsausbildung für den proximalen und den distalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt kann zum Beispiel ein gewünschtes Aspekt-Verhältnis je nach Anwendungsfall eingestellt werden. Das Aspekt-Verhältnis (Aspekt-Ratio) für die Sackloch-Vertiefung bezeichnet das Verhältnis von Durchmesser (der Vertiefung) zu Tiefe (bzw. Höhe der Vertiefung).

5

Vor dem zweiten Verfahrensschritt kann die Sackloch-Bohrung in einem Messschritt mittels einer Messeinrichtung vermessen oder bestimmt werden, insbesondere die Lage der Sackloch-Bohrung im Bereich des außenliegenden Leiterabschnitts (x-y-Ebene) und / oder eines Lochquerschnitts, und die Laserbearbeitung kann innerhalb der Sackloch-Bohrung hinsichtlich der örtlichen Ausbildung der Erweiterung der Sackloch-Bohrung in Abhängigkeit vom Ergebnis des Messschritts ausgeführt werden. Mit Hilfe der Messeinrichtung wird die Sackloch-Bohrung vermessen oder eingemessen, worauf dann die Laserbearbeitungsvorrichtung in Bezug auf die Sackloch-Bohrung exakt positioniert werden kann, um die Laserbearbeitung innerhalb der Sackloch-Bohrung in gewünschter Art und Weise auszuführen, beispielsweise die Erweiterung (Vertiefung) der Sackloch-Bohrung in Bezug auf den Querschnitt der zuvor mittels Bohren hergestellte Sackloch-Bohrung in einem ausgewählten Querschnittsbereich im Boden der Sackloch-Bohrung auszubilden. Die Messeinrichtung kann mit der Laserbearbeitungsvorrichtung integriert oder getrennt hiervon ausgebildet sein.

10

15

20

25

Wahlweise kann in verschiedenen Ausführungsformen nach dem Herstellen der Sackloch-Bohrung ein Schritt zum Kontrollieren oder Prüfen der hergestellten Sackloch-Bohrung mit Hilfe einer Prüfeinrichtung durchgeführt werden, beispielsweise eine optische Prüfung, um das korrekte Ausbilden der Sackloch-Bohrung hinsichtlich Form und / oder Tiefe zu prüfen. Es kann vorgesehen sein, die anschließende Laserbearbeitung in Abhängigkeit vom Ergebnis der Prüfung auszuführen, beispielsweise die mittels Laserbearbeitung herzustellende Erweiterung / Vertiefung in Abhängigkeit vom Ergebnis der Prüfung der Sackloch-Bohrung einzustellen.

30

Die Erweiterung der Sackloch-Bohrung zum Herstellen der Sackloch-Vertiefung kann mittels Laserbearbeitung im Wesentlichen mittig in Bezug auf den Querschnitt der Sackloch-Bohrung hergestellt werden.

35

Bei dem Verfahren kann eine Mehrlagen-Leiterplatte bereitgestellt werden, bei der der außenliegende Leiterabschnitt eine Schichtdicke von wenigstens etwa 15 μm aufweist, bevorzugt von wenigstens etwa 18 μm .

Bei dem Verfahren kann eine Mehrlagen-Leiterplatte bereitgestellt werden, bei der nach dem Herstellen der Sackloch-Kontaktierung unterhalb des innenliegenden Leiterabschnitts im Bereich der Sackloch-Vertiefung eine Isolationsdicke kleiner als etwa 200 µm ist, bevorzugt kleiner als etwa 150 µm.

5

Bei dem Verfahren kann eine Mehrlagen-Leiterplatte bereitgestellt werden, bei der ein Leiterplattenschichtabschnitt, welcher einerseits an die außenliegende Schicht und gegenüberliegend an den innenliegenden Leiterabschnitt grenzt und durch den hindurch die Sackloch-Vertiefung ausgebildet wird, eine Schichtdicke von wenigstens etwa 100 µm, bevorzugt von wenigstens etwa 125 µm und weiter bevorzugt von wenigstens etwa 150 µm aufweist. Der Leiterplattenschichtabschnitt kann als einer Isolierlage ausgeführt sein. In einer Ausgestaltung sind in das Isoliermaterial des Leiterplattenschichtabschnitts ein oder mehrere innenliegende Leiterabschnitte eingelagert.

10

15 Die Sackloch-Vertiefung kann durch ein oder mehrere innenliegende Leiterabschnitte und mehrere Isolierlagen hindurch ausgebildet werden. Die Sackloch-Kontaktierung erstreckt sich hier durch ein oder mehrere innenliegende Leiterabschnitte hindurch bis zu dem zu kontaktierenden innenliegenden Leiterabschnitt sowie durch mehrere Isolierlagen. Es kommt dann zu einer Kontaktierung auch der durchbrochenen innenliegenden Leiterabschnitte.

20

Es kann vorgesehen sein, dass die Sackloch-Bohrung im ersten Verfahrensschritt durch mindestens einen ersten der mehreren innenliegenden Leiterabschnitte gebildet und im zweiten Verfahrensschritt zum Herstellen der Sackloch-Vertiefung mittels der Laserbearbeitung durch mindestens einen zweiten der mehreren innenliegenden Leiterabschnitte hindurch erweitert wird. Bei der schrittweisen Ausbildung der Sackloch-Vertiefung durchbrechen bei diesem Ausführungsbeispiel sowohl das Bohren beim Herstellen der Sackloch-Bohrung wie auch die Laserbearbeitung beim Erweitern, insbesondere Vertiefen der Sackloch-Bohrung zur Sackloch-Vertiefung jeweils mindestens einen der innenliegenden Leiterabschnitte.

25

30

Die Wandabschnitte der Sackloch-Vertiefung können beim Abscheiden des elektrisch leitenden Kontaktmaterials im Wesentlichen vollständig von diesem bedeckt werden.

Die Sackloch-Vertiefung kann mit einem Aspekt-Verhältnis (Durchmesser : Höhe) von $\geq 1 : 1$ hergestellt werden.

35

Die vorangehend im Zusammenhang mit dem Verfahren zum Herstellen der Mehrlagen-Leiterplatte mit Sackloch-Kontaktierung erläuterten Ausgestaltungen können in Verbindung mit der Mehrlagen-Leiterplatte entsprechend vorgesehen sein.

5 Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Im Folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf Figuren einer Zeichnung erläutert. Hierbei zeigen:

- 10 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Abschnitts einer Mehrlagen-Leiterplatte im Schnitt;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des Abschnitts der Mehrlagen-Leiterplatte aus Fig. 1, wobei eine Sackloch-Bohrung ausgebildet ist;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung des Abschnitts der Mehrlagen-Leiterplatte aus Fig. 1, wobei die Sackloch-Bohrung mittels Laserbearbeitung zu einer Sackloch-Vertiefung
15 erweitert ist;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Abschnitts der Mehrlagen-Leiterplatte aus Fig. 1, wobei in der Sackloch-Vertiefung eine Sackloch-Kontaktierung zwischen einem außenliegenden und einem innenliegenden Leiterabschnitt ausgebildet ist; und
- 20 Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Abschnitts einer weiteren Mehrlage-Leiterplatte im Schnitt, bei der eine Sackloch-Durchkontaktierung durch eine innenliegende Leiterschicht hindurch gebildet ist.

Im Folgenden wird anhand der Fig. 1 bis 4 ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte mit einer Sackloch-Kontaktierung beschrieben. Dargestellt ist ein Abschnitt einer
25 Mehrlagen-Leiterplatte 1 im Schnitt. Bei der Mehrlagen-Leiterplatte 1 sind auf der Oberseite und der Unterseite außenliegende Leiterabschnitte 2, 3 vorgesehen, die Teil außenliegender Leiterschichten oder -lagen sein können. Weiterhin weist ein Leiterplattenkörper 4 Isolierlagen oder -schichten 5 auf, in die ein innenliegender Leiterabschnitt 6 sowie ein weiterer innenliegender Leiterabschnitt 7 eingebettet sind. Der weitere innenliegende Leiterabschnitt
30 7 erstreckt sich bis in einen Bereich unterhalb des innenliegenden Leiterabschnitts 6 und ist von diesem mittels eines Isoliermaterialabschnitts 8 elektrisch isoliert.

Zum Herstellen einer Sackloch-Kontaktierung zwischen dem außenliegenden Leiterabschnitte 2 und dem innenliegenden Leiterabschnitt 6 wird gemäß Fig. 2 mit Hilfe einer Bohrvorrichtung 9 eine Sackloch-Bohrung 10 oberhalb des innenliegenden Leiterabschnitts 6 hergestellt.
35

Sodann ist gemäß Fig. 3 in einem weiteren Verfahrensschritt vorgesehen, die Sackloch-Bohrung 10 zu vertiefen, was mittels Laserbearbeitung unter Verwendung einer Laserbearbeitungsvorrichtung 11 ausgeführt wird, so dass eine Sackloch-Vertiefung 12 ausgebildet wird. Die Sackloch-Vertiefung 12 weist in Bezug auf den außenliegenden Leiterabschnitt 2 einen proximalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt 13 sowie einen distalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt 14 auf, wobei letzterer als Laservia ausgebildet ist und sich bis zu dem innenliegenden Leiterabschnitt 6 hin erstreckt. Ein Durchmesser des proximalen Sackloch-Vertiefungsabschnitts 13 ist größer gleich dem Durchmesser des distalen Sackloch-Vertiefungsabschnitts 14.

Es kann optional vorgesehen sein, die hergestellte Sackloch-Bohrung 10 vor der Laserbearbeitung mittels einer Messvorrichtung (nicht dargestellt) zu vermessen oder zu prüfen, zum Beispiel mittels einer optischen Messung. Das Ergebnis der Messung kann wahlweise verwendet werden, um die Laserbearbeitungsvorrichtung 11 relativ in Bezug auf die Sackloch-Bohrung 10 zu positionieren, beispielsweise zum mittigen Herstellen des distalen Sackloch-Vertiefungsabschnitts 14 in der Sackloch-Bohrung 10.

Zum Ausbilden einer Sackloch-Kontaktierung 15 wird dann gemäß Fig. 4 mit Hilfe einer Abscheidungs- oder Beschichtungsvorrichtung 16 elektrisch leitendes Kontaktmaterial auf Wandabschnitten 17 der Sackloch-Vertiefung 12 abgeschieden.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Abschnitts einer anderen Mehrlagen-Leiterplatte 20 mit der Sackloch-Kontaktierung 15, wobei diese im Unterschied zu den Ausführungsformen in den Fig. 1 bis 4 durch einen zusätzlichen innenliegenden Leiterabschnitt 21 hindurch ausgebildet ist. In Fig. 5 werden für gleiche Merkmale dieselben Bezugszeichen wie in den Fig. 1 bis 4 verwendet.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen sowie der Zeichnung offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der verschiedenen Ausführungen von Bedeutung sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte (1; 20) mit einer Sackloch-Kontaktierung (15), mit
- 5
- Bereitstellen einer Mehrlagen-Leiterplatte (1; 20);
 - Herstellen einer Sackloch-Vertiefung (12) in der Mehrlagen-Leiterplatte (1; 20) im Bereich eines außenliegenden Leiterabschnitts (2) bis hin zu einem innenliegenden Leiterabschnitt (6) durch wenigstens eine Isolierlage hindurch und
 - Abscheiden eines elektrisch leitenden Kontaktmaterials zum Ausbilden einer Sackloch-Kontaktierung (15) in der Sackloch-Vertiefung (12), derart, dass das elektrisch leitende Kontaktmaterial Wandabschnitte der Sackloch-Vertiefung (12) bedeckt und so eine elektrische Kontaktierung zwischen dem außenliegenden Leiterabschnitt (2) und dem innenliegenden Leiterabschnitt (6) ausgebildet wird;
- 10
- wobei die Sackloch-Vertiefung (12) mittels eines mindestens zweistufigen Verfahrens hergestellt wird, bei dem in einem ersten Verfahrensschritt eine Sackloch-Bohrung (10) mittels mechanischen Bohrens ausgebildet und in einem zweiten Verfahrensschritt die Sackloch-Bohrung (10) zum Herstellen der Sackloch-Vertiefung (12) mittels Laserbearbeitung erweitert wird.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Verfahrensschritt die Sackloch-Bohrung (10) mittels Laserbearbeitung weiter vertieft wird.
- 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die im ersten Verfahrensschritt ausgebildete Sackloch-Bohrung (10)
- 25
- in der wenigstens einen Isolierlage beabstandet von den innenliegenden Leiterabschnitt (6) endet und
 - im zweiten Verfahrensschritt mittels der Laserbearbeitung bis hin zu dem innenliegenden Leiterabschnitt (6) erweitert wird.
- 30
4. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Sackloch-Vertiefung (12)
- in dem ersten Verfahrensschritt ein in Bezug auf die außenliegende Leiterabschnitt (2) proximaler Sackloch-Vertiefungsabschnitt (13) mit einem ersten Querschnitt und
 - in dem zweiten Verfahrensschritt ein in Bezug auf die außenliegende Leiterabschnitt distaler Sackloch-Vertiefungsabschnitt (14) mit einem zweiten Querschnitt ausgebildet werden, welcher kleiner gleich dem erstem Querschnitt ist.
- 35

5. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem zweiten Verfahrensschritt die Sackloch-Bohrung (10) in einem Messschritt mittels einer Messeinrichtung vermessen wird und die Laserbearbeitung innerhalb der Sackloch-Bohrung (10) hinsichtlich der örtlichen Ausbildung der Erweiterung der Sackloch-Bohrung (10) in Abhängigkeit vom Ergebnis des Messschritts ausgeführt wird.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erweiterung der Sackloch-Bohrung (10) zum Herstellen der Sackloch-Vertiefung (12) mittels der Laserbearbeitung im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Sackloch-Bohrung (10) hergestellt wird.
7. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrlagen-Leiterplatte (1; 20) bereitgestellt wird, bei der der außenliegende Leiterabschnitt (2) eine Schichtdicke von wenigstens etwa 15 µm aufweist, bevorzugt von wenigstens etwa 18 µm.
8. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrlagen-Leiterplatte (1; 20) bereitgestellt wird, bei der nach dem Herstellen der Sackloch-Kontaktierung (15) unterhalb des innenliegenden Leiterabschnitts (6) im Bereich der Sackloch-Vertiefung (12) eine Isolationsdicke kleiner als etwa 0,20 mm ist, bevorzugt kleiner als etwa 0,15 mm.
9. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrlagen-Leiterplatte bereitgestellt wird, bei der ein Leiterplattenschichtabschnitt, welcher einerseits an die außenliegende Schicht (2) und gegenüberliegend an den innenliegenden Leiterabschnitt (6) grenzt und durch den hindurch die Sackloch-Vertiefung (12) ausgebildet wird, eine Schichtdicke von wenigstens etwa 100 µm, bevorzugt von wenigstens etwa 125 µm und weiter bevorzugt von wenigstens etwa 150 µm aufweist.
10. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sackloch-Vertiefung (12) durch ein oder mehrere innenliegende Leiterabschnitte (21) und mehrere Isolierlagen hindurch ausgebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sackloch-Bohrung (10)
- im ersten Verfahrensschritt durch mindestens einen ersten der mehreren innenliegenden Leiterabschnitte gebildet und
 - 5 - im zweiten Verfahrensschritt zum Herstellen der Sackloch-Vertiefung (12) mittels der Laserbearbeitung durch mindestens einen zweiten der mehreren innenliegenden Leiterabschnitte hindurch erweitert wird.
12. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandabschnitte (17) der Sackloch-Vertiefung (12) beim Abscheiden des elektrisch leitenden Kontaktmaterials im Wesentlichen vollständig von diesem bedeckt werden.
13. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sackloch-Vertiefung (12) mit einem Aspekt-Verhältnis (Durchmesser : Höhe) von $\geq 1 : 1$ hergestellt wird.
14. Mehrlagen-Leiterplatte (1; 20), insbesondere hergestellt nach einem Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, aufweisend eine Sackloch-Kontaktierung (15), die in einer Sackloch-Vertiefung (12) als eine elektrische Kontaktierung zwischen einem außenliegenden Leiterabschnitt (2) und einem innenliegenden Leiterabschnitt (6) durch wenigstens eine Isolierlage hindurch ausgebildet ist, wobei die Sackloch-Vertiefung (12) mit
- einem in Bezug auf den außenliegenden Leiterabschnitt (2) proximalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt (13), welcher mit einer Sackloch-Bohrung (10) ausgeführt ist, und
 - 25 - einem in Bezug auf den außenliegenden Leiterabschnitt (2) distalen Sackloch-Vertiefungsabschnitt (14) gebildet ist, welcher mit einer Laservia ausgeführt ist.

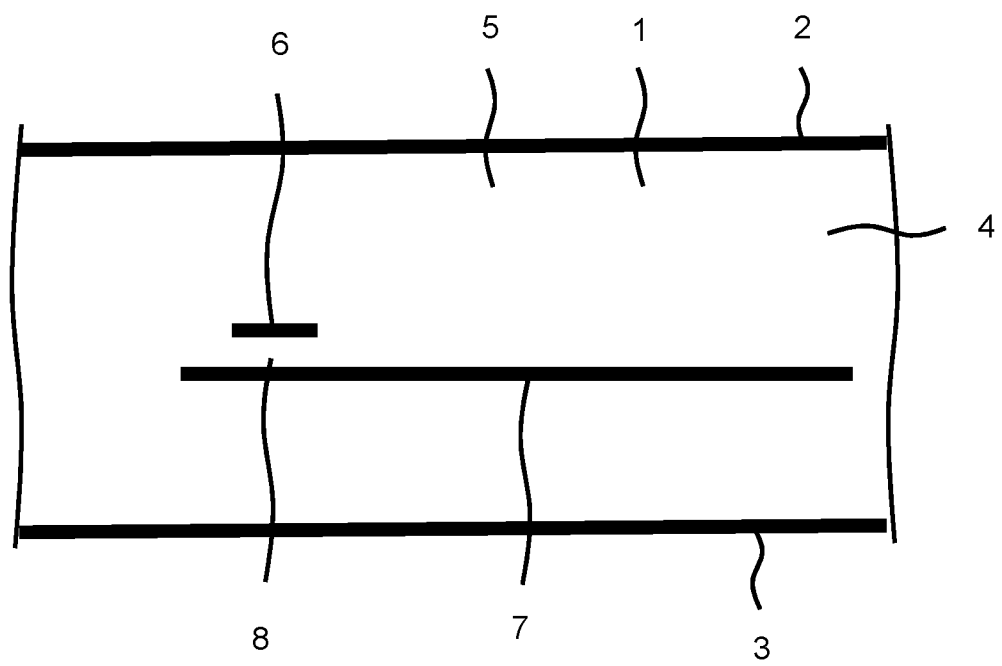


Fig. 1

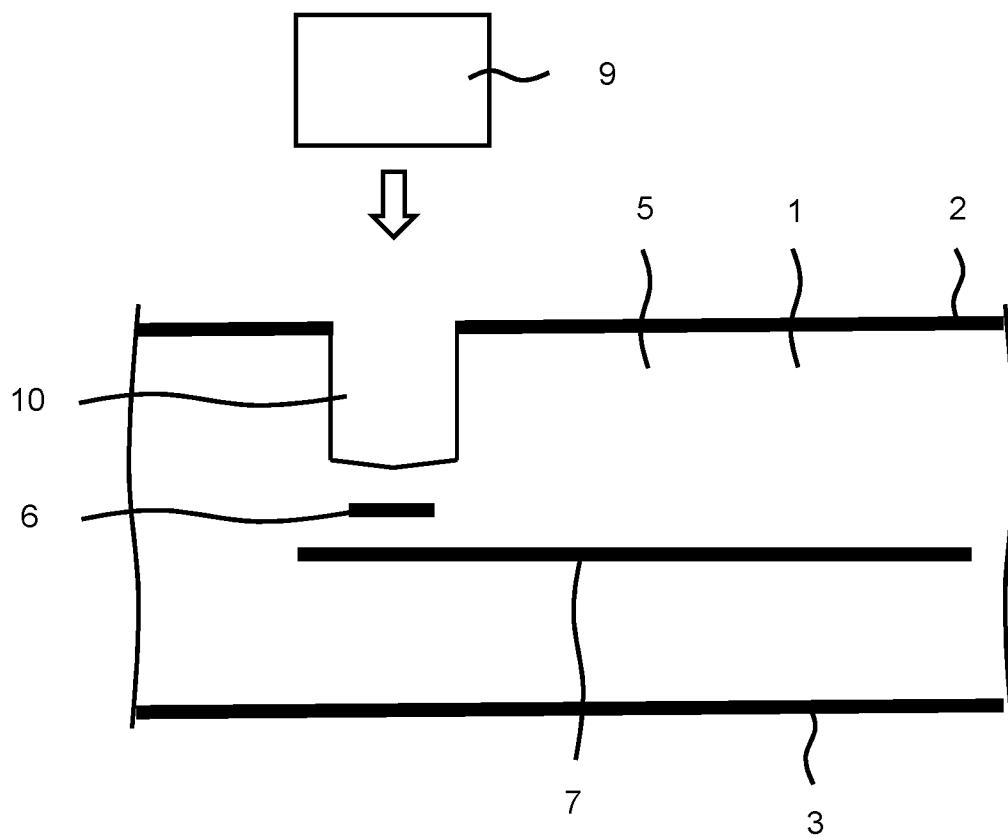
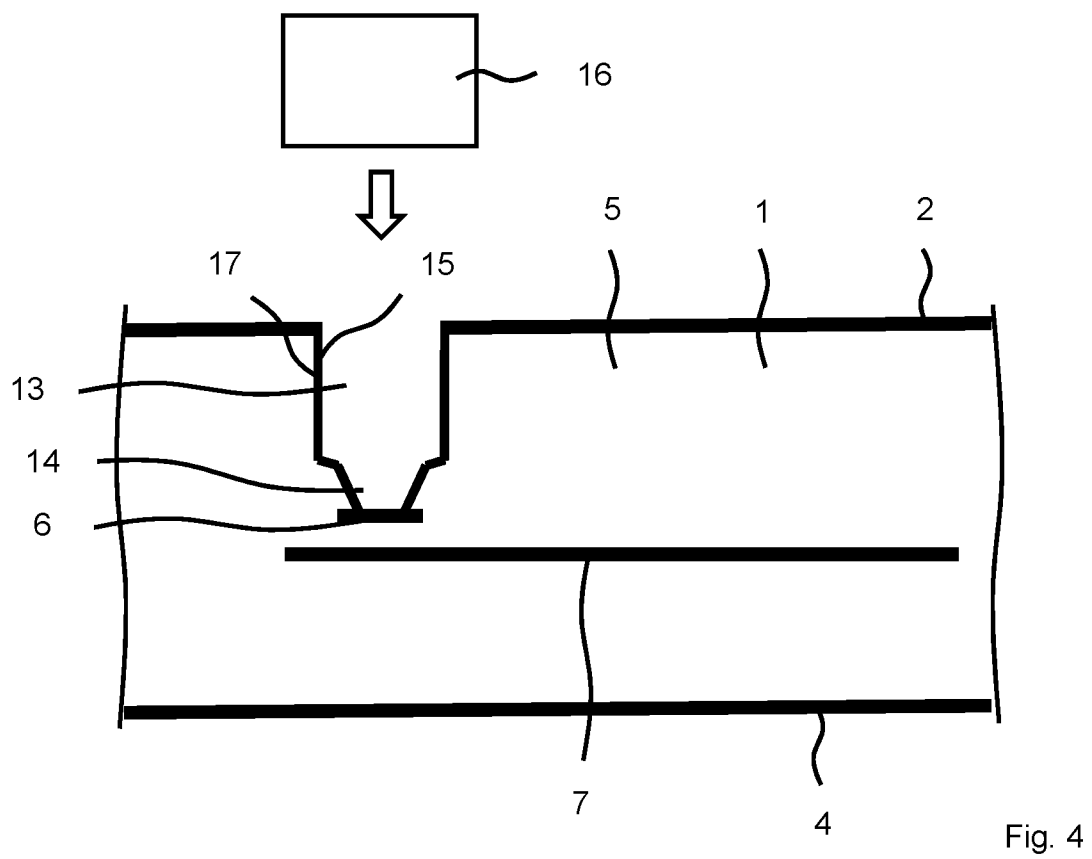
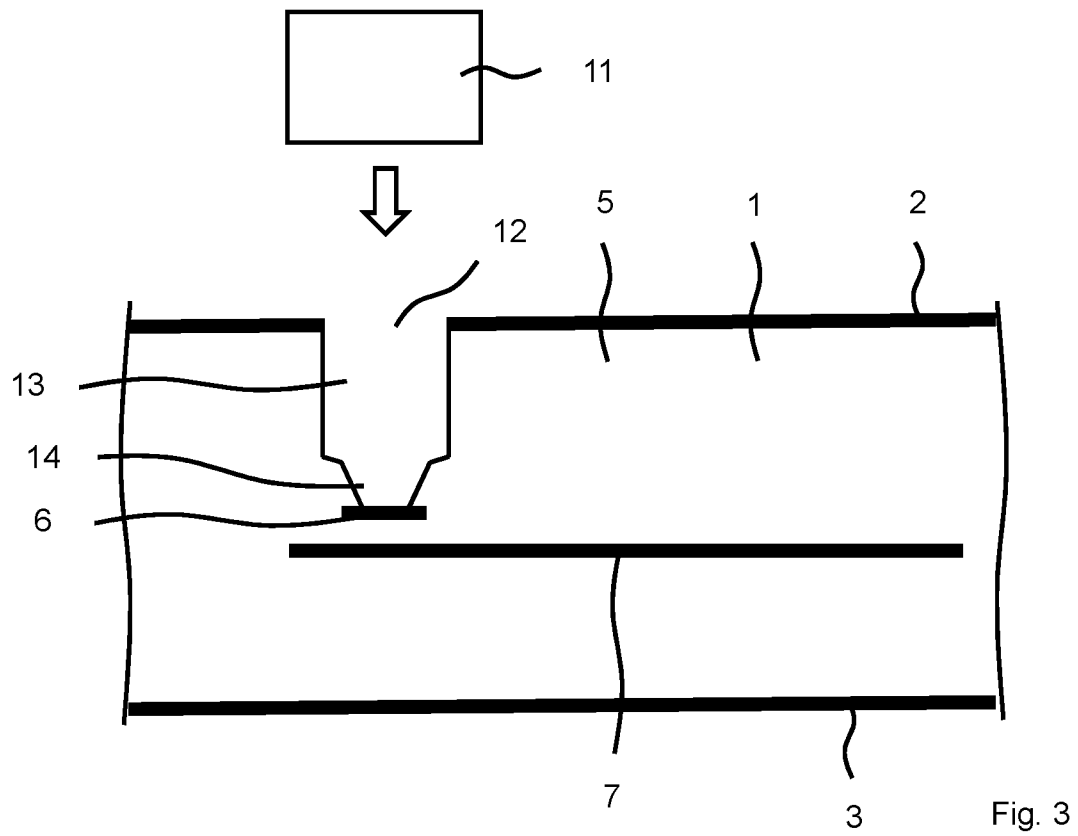


Fig. 2



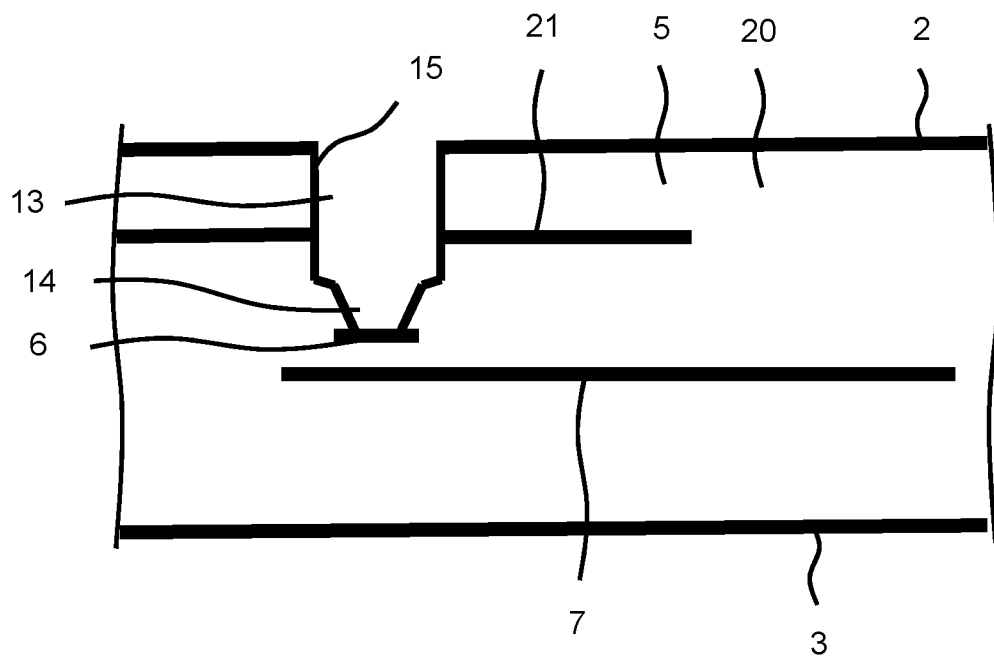


Fig. 5