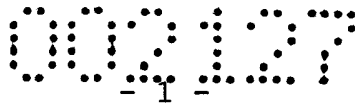


Zusammenfassung:

Mehrlagige Leiterplatte (1) mit leitenden Testflächen an zumindest einer Innenlage (2) zum Bestimmen eines möglichen Innenlagen-Versatzes bzw. Versatzes einer Innenlagen-Strukturierung, wobei die leitenden Testflächen aus reihenförmig angeordneten Ringstrukturen (7.i) bestehen, die innere nichtleitende Flächen (8.i) definieren, die unterschiedliche Größen aufweisen, und mit durchkontaktierten Bohrlöchern (5) im Bereich der Testflächen, wobei diese Bohrlöcher (5) im Fall, dass kein oder ein vernachlässigbarer Versatz vorliegt, im Bereich der inneren, nichtleitenden Flächen (8.i) vorliegen, bei einem nicht vernachlässigbaren Versatz jedoch zumindest ein Bohrloch (5) im Bereich einer der leitenden Ringstrukturen (7.i) vorliegt und so mit der Ringstruktur (7.i) eine leitende Verbindung aufweist; die Testflächen-Ringstrukturen (7.i) sind in Umfangsrichtung unter Bildung von Segmenten (a, b, c, d) unterteilt, wobei die Segmente (a, b, c, d) in Umfangsrichtung durch nichtleitende Trennbereiche (9) voneinander getrennt sind.

(Fig. 4)



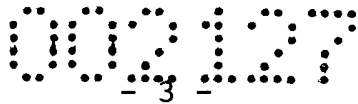
Die Erfindung betrifft eine mehrlagige Leiterplatte mit leitenden Testflächen an zumindest einer Innenlage zum Bestimmen eines möglichen Innenlagen-Versatzes bzw. Versatzes einer Innenlagen-Strukturierung, wobei die leitenden Testflächen aus reihenförmig angeordneten Ringstrukturen bestehen, die innere nichtleitende Flächen definieren, die unterschiedliche Größen aufweisen, und mit durchkontaktierten Bohrlöchern im Bereich der Testflächen, wobei diese Bohrlöcher im Fall, dass kein oder ein vernachlässigbarer Versatz vorliegt, im Bereich der inneren, nichtleitenden Flächen vorliegen, bei einem nicht vernachlässigbaren Versatz jedoch zumindest ein Bohrloch im Bereich einer der leitenden Ringstrukturen vorliegt und so mit der Ringstruktur eine leitende Verbindung aufweist.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Bestimmen eines möglichen Versatzes einer Innenlage bzw. Innenlagen-Strukturierung in einer mehrlagigen Leiterplatte mit Hilfe von leitenden Testflächen und durchkontaktierten Bohrlöchern, wobei zumindest eine Innenlage der Leiterplatte mit Testflächen in Form von reihenförmig angeordneten Ringstrukturen versehen ist, die je eine nichtleitende innere Fläche definieren, wobei die inneren Flächen der Ringstrukturen einer Reihe unterschiedliche Größen aufweisen, und wobei im Bereich der Testflächen angebrachte durchkontaktierte Bohrlöcher im Fall, dass kein oder ein vernachlässigbarer Versatz vorliegt, im Bereich der inneren Flächen vorliegen, im Fall eines Versatzes jedoch zumindest einzeln im Bereich einer leitenden Ringstruktur vorliegen und mit dieser eine leitende Verbindung herstellen, wodurch bei Anlegen einer Spannung zwischen den Bohrlöchern und den Ringstrukturen je nach Versatz ein Kurzschluss bei bestimmten Paaren von Bohrlöchern und Ringstrukturen festgestellt wird, woraus auf den Versatz der Innenlage bzw. Innenlagen-Strukturierung geschlossen wird.

Es ist bekannt, dass sich bei der Herstellung von mehrlagigen Leiterplatten immer wieder Registrierungsfehler einzelner Lagen der Leiterplatten und/oder von Strukturierungen auf solchen Lagen ergeben, wobei diese Registrierungsfehler, auch Innenlagen-Versatz genannt, umso kritischer sind, je höher die Dichte der auf den Leiterplatten anzubringenden Komponenten ist, und je

schmäler die Leiterbahnen der Strukturierungen auf den Lagen der Leiterplatten sind. Diese Registrierungsfehler sind auf verschiedene Einflüsse während der Herstellung der Leiterplatten zurückzuführen, wobei eine Hauptursache Materialdehnungen und Materialschrumpfungen während des Herstellungsprozesses sind. Andere Ursachen können in einem Verziehen der Innenlagen beim Pressen von Multilayer-Stapeln, aber auch in so genannten Image-Transferfehlern liegen, die bei der Durchführung der Fotoätz-techniken auftreten können. Vor allem können auch Filmveränderungen während des Herstellungsprozesses zu einem Innenlagen-Versatz oder zu einem Versatz von Strukturierungen auf Innenlagen führen.

In der US 6 297 458 B ist eine Technik vorgeschlagen worden, um mit speziell strukturierten Testflächen in einer zerstörungsfreien Messmethode Leiterplatten auf einen Versatz von Innenlagen zu untersuchen. Dabei werden auf verschiedenen Innenlagen der mehrlagigen Leiterplatten ringförmige Testflächen angebracht, welche eine unterschiedliche radiale Breite aufweisen, so dass die im Inneren der Kreisringe vorliegenden Kreisflächen, die nichtleitend sind, verschiedene Größen bzw. Durchmesser haben. Die ringförmigen Testflächen sind dabei auf einer Innenlage getrennt voneinander angeordnet, wogegen sie auf einer anderen Innenlage durch leitende Materialstreifen miteinander verbunden sind. Im Bereich dieser Ringstrukturen werden sodann Bohrlöcher angebracht, die verkupfert, also durchkontaktiert werden. In diese Bohrlöcher werden beim Test, zur Bestimmung der Registrierungsfehler oder des Versatzes, mit Hilfe eines Nadeltesters parallel zueinander Testnadeln eingeführt, und mit Hilfe einer weiteren Nadel wird ein Kontakt zu den miteinander leitend verbundenen Ringen hergestellt. Je nach Versatz kommen dabei keine, eine oder mehrere Nadeln in Kontakt mit den ringförmigen Testflächen, so dass sich ein Kurzschluss ergibt, und je nachdem, bei wie vielen Nadeln ein derartiger Kurzschluss festgestellt wird, ist die Größe, d.h. der Betrag des Versatzes, in einer durch die Reihenrichtung der ringförmigen Testflächen vorgegebenen Richtung bestimmbar. Von Nachteil ist bei dieser bekannten Technik, dass ein Versatz von Innenlagen oder Innenlagenstrukturen mit einer Reihe von Testflächen nur in einer Richtung bestimmt werden kann; sofern ein Versatz auch in einer



anderen Richtung bestimmt werden soll, muss auch in dieser Richtung eine Reihe von ringförmigen Testflächen auf jeder der beiden betrachteten Innenlagen der Leiterplatte vorgesehen werden.

Aus der Internetseite www.perfectest.com ist andererseits eine Technik zur Bestimmung von Registrierungsfehlern bei Innenlagen von Leiterplatten geoffenbart, bei der in x-Richtung und in y-Richtung paarweise längliche, in ihrer Dicke abgestuft zu- bzw. abnehmende leitende Flächen vorgesehen werden. Im Idealfall liegen die danach hergestellten durchkontaktierten Bohrlöcher im Raum zwischen diesen Leiterflächen (Masseflächen), ohne mit einer dieser Masseflächen einen Kontakt herzustellen; bei einem Versatz einer Innenlage relativ zur anderen kommen jedoch einzelne oder alle Bohrlöcher derart relativ zu diesen Masseflächen zu liegen, dass sie mit diesen einen Kontakt herstellen. Es liegen hier Testflächen-Gruppen in zwei Richtungen angeordnet vor, um einen Versatz in diesen zwei Richtungen detektieren sowie auch, aufgrund der Abstufungen der Masseflächen, der Größe nach feststellen zu können. Der Betrag des Versatzes ergibt sich dabei auch hier daraus, dass festgestellt wird, welche Nadel der Reihe von Nadeln im Nadeltester noch einen Kurzschluss mit Masse detektiert und welche Nadel als nächste dann nicht mehr. Aber auch hier ist mit verhältnismäßig großem Aufwand eine nur eher beschränkte Kontrolle von Registrierungsfehlern möglich.

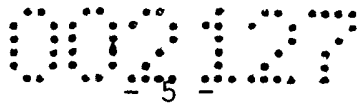
Es ist nun Ziel der Erfindung, eine mehrlagige Leiterplatte bzw. ein Verfahren zum Bestimmen eines Versatzes bei Innenlagen von solchen Leiterplatten vorzusehen, wobei es auf der Basis von speziellen Strukturen der Testflächen möglich sein soll, einen Versatz nicht nur dem Betrag nach, sondern auch nach beliebigen Richtungen, je nach Zielvorstellung, auf einfache Weise bestimmen zu können. Die Testflächen-Strukturen hierfür sollen dabei insbesondere vergleichsweise einfach und auch platzsparend sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung eine mehrlagige Leiterplatte sowie ein Verfahren zum Bestimmen eines möglichen Versatzes einer Innenlage bzw. Innenlagen-Strukturierung in einer mehrlagigen Leiterplatte gemäß den unabhängigen Ansprüchen

vor. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß der Erfindung werden die Testflächen-Ringstrukturen segmentiert, so dass sich jeweils mehrere in Umfangsrichtung voneinander durch nichtleitende Trennbereiche getrennte Segmente ergeben. Es sei hier erwähnt, dass die Ringstrukturen nicht notwendigerweise exakt kreisförmig sein müssen, sondern je nach Anwendungsfall auch mehr oder weniger oval oder aber relativ eckig, in der Art eines Unrunds, vorliegen können. In der Regel wird jedoch eine gleichartige Versatzbestimmung in allen Winkelrichtungen, die möglich und gewünscht sind, angestrebt werden, und hiefür ist es dann von Vorteil, wenn jeweils gleich große Segmente vorliegen, und wenn die Segmente jeweils Kreis-Segmente sind, d.h. Segmente von Kreisringen als Einzel-Testflächen. Je nach Anzahl der Segmente kann dann beim Versatz der Innenlagen vergleichsweise fein oder aber nur gröber unterschieden werden, und als besonders guter Kompromiss, bei dem auch der Versatz in ausreichendem Ausmaß der Richtung nach bestimmt werden kann, hat sich eine Ausbildung erwiesen, bei der für jede Ringstruktur vier Segmente vorgesehen werden. Für eine Vereinfachung der Auswertung der Messergebnisse ist es hier weiters günstig, wenn bei jeder Ringstruktur die die Segmente voneinander trennenden, nichtleitenden Trennbereiche gleich breit sind, so dass die Abstände der Segmente voneinander jeweils gleich groß sind. Insbesondere ist es hier vorteilhaft, wenn die Trennbereiche zwischen den Segmenten aller Ringstrukturen einer Reihe alle die gleiche Breite aufweisen.

Für die Bestimmung von Registrierungsfehlern von Innenlagen ist gemäß einer einfachen, besonders bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass sich durchkontaktierte Bohrlöcher von einer Leiterplatten-Lage her, an der sie mit Kontaktflächen versehen sind, zu einer mit Testflächen-Ringstrukturen versehenen Innenlage erstrecken. Anstatt dessen oder aber bevorzugt zusätzlich ist es auch günstig, wenn sich durchkontaktierte Bohrlöcher von einer mit Testflächen-Ringstrukturen versehenen Innenlage zu einer anderen Leiterplatten-Lage erstrecken, die eine gemeinsame, zusammenhängende leitende Fläche als Kontaktfläche für die Bohrlöcher aufweist. Auf diese Weise kann jener Versatz oder



aber jener Teilbeitrag zum Gesamtversatz - separat - bestimmt werden, der allein durch den Versatz des Fotoprozesses bei der Strukturierung gegenüber dem Bohrprozess gegeben ist.

Mit der erfindungsgemäßen Technik kann nicht nur der Betrag des Versatzes durch die spezielle Testflächen-Struktur beliebig fein aufgelöst werden, es wird wie erwähnt auch eine Bestimmung des Versatzes der Richtung nach auf einfache Weise ermöglicht, wobei diese Richtungsbestimmung je nach Anzahl der Ringsegmente ebenfalls eine praktisch beliebig kleine Winkeleinteilung zulässt. Wie erwähnt werden bevorzugt jeweils vier Segmente vorgesehen, da damit, wie praktische Versuche gezeigt haben, in der Regel das Auslangen gefunden werden kann, jedoch ist es auch denkbar, beispielsweise sechs oder aber acht Ringsegmente pro Testflächen-Ringstruktur vorzusehen, um eine noch feinere Winkeleinteilung zu ermöglichen. Andererseits können aber auch beispielsweise bloß drei Ringsegmente durchaus ausreichen, um die Ausrichtung eines Versatzes einer Innenlage bzw. einer Strukturierung mit genügender Genauigkeit bestimmen zu können.

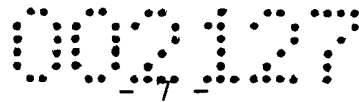
Mit Hilfe einer derartigen Messtechnik wie beschrieben können auf einfache Weise nicht nur mehrlagige Leiterplatten hinsichtlich Innenlagen(struktur)-Registrierungsfehler geprüft werden, es kann vielmehr begleitend während der Herstellung von derartigen Leiterplatten eine solche Versatzbestimmung vorgenommen werden, um in Entsprechung hierzu korrigierend auf die Herstellung der Leiterplatten eingreifen zu können, so dass hierdurch der Ausschuss von Leiterplatten mit zu großen Registrierungsfehlern reduziert werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, und unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. In der Zeichnung zeigen im Einzelnen: Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch einen Teil einer mehrlagigen Leiterplatte, im Bereich von Testflächen-Ringstrukturen, wobei zwei Innenlagen übereinander veranschaulicht sind; Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf eine Reihe von jeweils segmentierten Testflächen-Ringstrukturen; Fig. 3 in einer schematischen Draufsicht die Ausrichtung derartiger segmentierter Ringstrukturen zu durchkon-

taktierten Bohrlöchern und Anschlussflächen der Testflächen-Segmente auf Außenlagen; Fig. 4 in gegenüber Fig. 2 vergrößerter Darstellung eine Testflächen-Ringstruktur mit vier Kreissegmenten sowie einem schematisch eingezeichneten Bohrloch, mit Veranschaulichung der verschiedenen geometrischen Größen, die für die Versatzbestimmung von Bedeutung sind; und Fig. 5 in einer schematischen Querschnittsdarstellung ähnlich Fig. 1 einen Teil einer mehrlagigen Leiterplatte, wobei hier die untere Innenlage mit einer zusammenhängenden, gemeinsamen Massefläche und die obere Innenlage mit Testflächen-Ringstrukturen mit Ringsegmenten versehen ist.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt aus einer mehrlagigen Leiterplatte 1 schematisch in einem Querschnitt veranschaulicht. Dabei ist an einer gemäß der Darstellung in Fig. 1 untereren Innenlage 2 ein Muster 3 von leitenden Testflächen angebracht, wobei hierfür übliche Fotoätztechniken, wie sie im Zuge der Strukturierung der leitenden Schichten von Leiterplatten bzw. Leiterplattenlagen üblich sind, eingesetzt werden können. Ein Beispiel für ein solches Muster 3 wird nachfolgend anhand der Fig. 2 noch näher erläutert werden. Von einer gemäß Fig. 1 oberen Innenlage 4 erstrecken sich Bohrungen 5, beispielsweise durch eine in der Zeichnung nicht näher bezeichnete Kunstharzschicht hindurch, zur unteren Innenlage 2 hin. Diese Bohrungen, nachstehend Bohrlöcher 5 genannt, sind an ihrer Innenwand mit leitendem Material, insbesondere Kupfer, beschichtet, und an der Oberseite, an der Unterseite der oberen Innenlage 4, sind - beispielsweise ebenfalls durch einen herkömmlichen Fotoätztechnik-Prozess - Kontaktflächen 6 zur Kontaktierung der Bohrlöcher 5 angebracht. Diese Kontaktflächen 6 oder Masseflächen, werden einschlägig auch als „Lands“ bezeichnet. Die Verkupferung der Bohrlöcher 5 ist in Fig. 1 mit 5A bezeichnet, und die so erhaltenen Bohrlöcher 5 werden üblicherweise als „durchkontaktierte Bohrlöcher“ bezeichnet.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 werden die Bohrlöcher 5 von der oberen Innenlage 4 zur unteren Innenlage 2 hin gesetzt, und nach dem Bohrprozess und nach dem Verkupfern der Bohrlöcher 5 wird an der oberen Innenlage 4 das Muster der Kontaktflächen 6 im Zuge des erwähnten Fotoprozesses angebracht, d.h. struktu-



riert.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, treffen die Bohrlöcher 5 auf leitende Testflächen 7 des Musters 3 auf der unteren Innenlage 2 auf, was auf einen Versatz oder einen Registrierungsfehler zwischen den beiden Innenlagen 2, 4 zurückzuführen ist. Im Idealfall würden die Bohrungen auf nichtleitende Flächen des Musters 3 auftreffen, wie dies nachstehend anhand der Fig. 2 und 4 im Einzelnen dargelegt wird.

Gemäß Fig. 2 besteht das Testflächen-Muster 3 aus einer Reihe von Testflächen-Ringstrukturen 7.1, 7.2, ... 7.i, wobei bevorzugt Kreisringstrukturen wie in Fig. 2 dargestellt vorgesehen werden. Diese Ringstrukturen 7.i, mit $i=1, 2, \dots, n$ (im gezeigten Beispiel ist $n=4$), weisen jeweils beispielhaft vier Kreisringsegmente a, b, c und d auf. Die Ringstrukturen 7.1 definieren, d.h. umschließen, jeweils eine innere kreisförmige nichtleitende Fläche 8.1, 8.2, ... 8.i ... 8.n. Die Radien $R.i$, mit $i=1, 2, \dots, n$, dieser nichtleitenden kreisförmigen inneren Flächen 8.i werden in Reihenrichtung innerhalb eines solchen Reihen-Musters 3 von Testflächen zunehmend größer, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist. Für das dargestellte Beispiel, mit $n=4$, kann somit konkret ange-schrieben werden: $R.4 > R.3 > R.2 > R.1$. Die Radiusdifferenz $\Delta R = R.2 - R.1$ usw. kann dabei, je nach den Herstellungstoleranzen, beliebig fein gewählt werden, und eine solche Testflächen-Reihe 3 deckt somit einen Messbereich mit frei wählbarer Abstufung zur Bestimmung des Betrages eines Versatzes zwischen den betroffenen Innenlagen, z.B. den Innenlagen 2 und 4 gemäß Fig. 1, ab.

Die Strukturierung der Ringstrukturen 7.1 mit den Ringsegmenten a, b, c und d, die elektrisch voneinander durch nichtleitende Trennbereiche 9 voneinander getrennt sind, ermöglicht es darüber hinausgehend, die Richtung des Versatzes oder Verzuges, d.h. des Registrierungsfehlers, zu bestimmen. Je nach Anzahl der Ringsegmente a, b, c, d, ... ergibt sich eine mehr oder weniger feine Auflösung, mit der die Richtungsabweichung in der Ausrichtung der Innenlagen relativ zueinander bestimmt werden kann.

Die speziell strukturierten Testflächen oder Masseflächen 7.i des



Musters 3 werden einschlägig auch als „Fiducial“ bezeichnet, und im Prinzip ist wie eingangs erwähnt eine derartige zerstörungsfreie Messmethode zur Bestimmung von Registrierungsfehlern zwischen Innenlagen oder Innenlagenstrukturen mit Hilfe von solchen Fiducials bekannt. Bei der vorliegenden Technik ist jedoch eine ganz spezielle Strukturierung dieser Fiducials oder Testflächen 7.i vorgesehen, um einen Versatz zwischen Innenlagen sowohl dem Betrag nach als auch der Richtung nach bestimmen zu können. Mit der vorliegenden Technik wird demgemäß die Bestimmung des Gesamtversatzes zwischen Innenlagen und darüber hinaus auch die separate Bestimmung einzelner Einflüsse auf den Gesamtversatz ermöglicht (vgl. auch die nachfolgende Beschreibung der Fig. 5).

Bevor nun unter Bezugnahme auf Fig. 4 näher das Prinzip der Versatzbestimmung anhand der vorgesehen Geometrien eingegangen wird, soll noch anhand der Fig. 3 in einer schematischen Draufsicht das Layout einer Testflächen-Reihe 3 erläutert werden, wobei in Fig. 3 der Einfachheit halber leitende Flächen schematisch mit vollen Linien gezeigt sind, obwohl sie an verschiedenen Lagen der mehrlagigen Leiterplatte 1 vorgesehen sind.

Im Einzelnen sind die an einer Innenlage, z.B. der Innenlage 2 gemäß Fig. 1, angebrachten Testflächen-Ringstrukturen 7.i, mit den in Fig. 3 nicht näher bezeichneten Kreisringsegmenten a, b, c und d gemäß Fig. 2, in Fig. 3 zu erkennen, und innerhalb davon ist bei den einzelnen Ringstrukturen eine durchkontaktierte Bohrung 5 ersichtlich, der eine ringförmige Kontaktfläche 6 an einer anderen Innenlage (Innenlage 4 in Fig. 1) zugeordnet ist. Den einzelnen Ringsegmenten a, b, c und d der Ringstruktur 7.i sind zur Herstellung eines elektrischen Anschlusses auf einer Außenlage Kontaktflächen 10.a, 10.b, 10.c und 10.d zugeordnet, wobei in vergleichbarer Weise durchkontaktierte Bohrlöcher 5' zur elektrischen Verbindung mit den jeweiligen Kreisringsegmenten a, b, c und d vorgesehen sind. Eine solche Anordnung ist für jede Ringstruktur der Reihe oder des reihenförmigen Musters 3 vorhanden, wobei die Innendurchmesser der Ringstrukturen, d.h. die Radien R_i der nichtleitenden inneren Flächen 8.i (s. Fig. 2) oder allgemein die Größe der inneren nichtleitenden Flächen 8.i, in Reihenrichtung stufenweise zunimmt. Es sei hier erwähnt, dass die Ringstrukturen 7.i im Prinzip auch von einer exakten

Kreisringform abweichende Formen haben können, wie etwa ovale Formen oder aber auch quadratische Formen, mit abgerundeten Ecken usw., wobei jedoch eine exakte Kreisringform im Hinblick auf die Gleichheit der in allen erfassbaren Messrichtungen gegebenen Voraussetzungen für die Versatzbestimmung bevorzugt wird.

Im Idealfall, wenn kein oder praktisch kein Versatz zwischen den Innenlagen bzw. Innenlagenstrukturen gegeben ist, treffen alle durchkontaktierten Bohrlöcher 5 innerhalb der inneren nichtleitenden Flächen 8.i der Testflächen-Ringstrukturen 7.i auf. Berührt nun ein Bohrloch 5 aufgrund eines Innenlagen- oder aber Bohrversatzes ein Ringsegment a, b, c, d, gegebenenfalls auch zwei benachbarte Ringsegmente gleichzeitig, so ergibt sich beim Anlegen einer Spannung ein Kurzschluss zwischen dem durchkontaktierten Bohrloch 5, genauer der Kontaktfläche 6 an der oberen Innenlage 4 gemäß Fig. 1, und dem entsprechenden Ringsegment a, b, c oder d der jeweiligen Ringstruktur 7.i. Aufgrund der zunehmenden Größe oder Radien $R.i$ der inneren nichtleitenden Flächen 8.i kann dann durch die Auswertung, bei welcher Ringstruktur 7.i (noch) ein Kurzschluss wie beschrieben aufgetreten ist, der Betrag, also die Größe des Versatzes, bestimmt werden. Da die Ringsegmente a, b, c, d elektrisch voneinander getrennt sind, kann durch Bestimmung des jeweiligen Ringsegments, mit dem ein Kurzschluss vorliegt, auch die Richtung des Versatzes bestimmt werden. Dies soll nachfolgend anhand der Fig. 4 nun näher erläutert werden.

In Fig. 4 ist schematisch in einer Draufsicht eine Testflächen-Ringstruktur 7.i gezeigt, die kreisringförmig strukturiert ist und vier Kreisringsegmente a, b, c und d aufweist. Wie erwähnt sind diese Kreisringsegmente a, b, c, d durch jeweils gleich breite, nichtleitende Trennbereiche 9 voneinander getrennt, wobei die Breite dieser Trennbereiche 9 in Fig. 4 mit $A.i$ bezeichnet ist. Die nichtleitende innere kreisförmige Fläche 8.i hat einen Radius $R.i$, und die einzelnen Ringsegmente a, b, c und d haben im gezeigten Beispiel eine gleiche radiale Breite D . Diese Breite D kann aber durchaus variieren, etwa wenn bei einem von einer Testflächen-Ringstruktur zur nächsten steigenden Radius $R.i$ der äußere Radius der Kreissegmente gleich bleibt, so dass dann die Breite D bzw. besser $D.i$ sukzessive kleiner wird

(D.i = R.außen - R.i).

In Fig. 4 sind weiters mit zwei Kreisringen zwei von einer anderen Innenlage her zu jener Innenlage, die die Ringstruktur 7.i enthält, gesetzte durchkontaktierte Bohrlöcher 5, 5a veranschaulicht, wobei das Bohrloch 5 im gezeigten Beispiel gleichzeitig auf die beiden Ringsegmente b und c auftrifft und somit zu diesen beiden Ringsegmenten b, c einen Kurzschluss herstellt; das Bohrloch 5a trifft dagegen das Ringsegment c und berührt gerade noch das Ringsegment b. Der Durchmesser jedes Bohrlochs 5 bzw. 5a ist mit R bezeichnet. Die Distanz zwischen dem Mittelpunkt der kreisförmigen nichtleitenden inneren Fläche 8.i und der Mitte der Ringsegmente, z.B. c oder d, ist in Fig. 4 mit L bzw. genauer mit L.i angegeben.

Wie erwähnt, liegen im Idealfall, wenn kein Versatz zwischen den Innenlagen, z.B. 2 und 4 in Fig. 1, vorhanden ist, die Bohrlöcher 5 im Wesentlichen genau in der Mitte der inneren kreisförmigen nichtleitenden Flächen 8.i. Sind die Innenlagen 2, 4 jedoch zueinander versetzt, dann treffen die Bohrlöcher 5 nicht in die Mitte dieser Flächen 8.i bzw. allgemein der Ringstrukturen 7.i, sondern sind zu den leitenden Testflächen, d.h. zu den Ringsegmenten a, b, c und d der Ringstrukturen 7.i hin verschoben. Wenn also der Versatz V größer als $(R.i - R)$ ist, so trifft das Bohrloch 5 zumindest ein Ringsegment a, b, c, d. Zuzufolge der Verkupferung der Bohrlöcher 5 kann somit zwischen dem jeweiligen Bohrloch 5 und dem jeweiligen Ringsegment a, b, c, d der Kurzschluss erfasst werden, wobei auf den Betrag des Versatzes V beispielsweise gemäß der nachfolgenden Tabelle 1 geschlossen werden kann.

Tabelle 1:

Eine Bohrung 5 trifft Ringsegmente	Betrag des Versatzes	
des 1. Fiducials 7.1	$V > R.1 - R$	$R.1 > R$
des 2. Fiducials 7.2	$V > R.2 - R$	$R.2 > R.1$
des 3. Fiducials 7.3	$V > R.3 - R$	$R.3 > R.2$

Eine Bohrung 5 trifft Ringsegmente	Betrag des Versatzes	
des 4. Fiducials 7.4	$V > R.4 - R$	$R.4 > R.3$
des i. Fiducials 7.i	$V > R.i - R$	$R.i > R.i-1$

Der Betrag des Versatzes V ergibt sich somit aus jenem Kurzschluss, der bei jenem Fiducial (bei jener Ringstruktur) mit dem größten Radius auftritt.

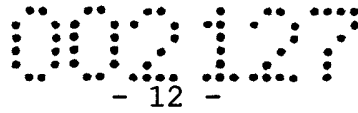
Aus dem Kurzschluss eines durchkontaktierten Bohrlochs 5 mit einem speziellen Kreisringsegment a, b, c und/oder d kann weiters die Winkelausrichtung des Versatzes V bestimmt werden, wobei sich bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit vier Kreisringsegmenten a, b, c und d pro Ringstruktur bzw. Fiducial 7.i die Winkelausrichtung des Versatzes V etwa gemäß der nachfolgenden Tabelle 2 bestimmen lässt:

Tabelle 2:

Ein Bohrloch trifft Ringsegment	Winkel des Versatzes V	
d+a	$360^\circ - \alpha < V < \alpha$	
a	$\alpha < V < 90^\circ - \alpha$	
a+b	$90^\circ - \alpha < V < 90^\circ + \alpha$	
b	$90^\circ + \alpha < V < 180^\circ - \alpha$	
b+c	$180^\circ - \alpha < V < 180^\circ + \alpha$	
c	$180^\circ + \alpha < V < 270^\circ - \alpha$	
c+d	$270^\circ - \alpha < V < 270^\circ + \alpha$	
d	$270^\circ + \alpha < V < 360^\circ - \alpha$	

Dabei gilt für den Winkel α

$$\tan \alpha = \frac{\left(R - \frac{A.i}{2}\right)}{L.i}, \text{ mit}$$



$$L.i = R.i + \frac{D.i}{2} .$$

Reale beispielhafte Werte sind:

$$R = 90\mu\text{m}$$

$$A = 65\mu\text{m}$$

$$D = 200\mu\text{m}$$

$$R.1 = 225\mu\text{m} \text{ (9mil)}$$

$$R.2 = 250\mu\text{m} \text{ (10mil)}$$

$$R.3 = 275\mu\text{m} \text{ (11mil)}$$

$$R.4 = 300\mu\text{m} \text{ (12mil)}$$

Daraus ergibt sich α mit etwa 10° .

Der Winkel α entsprechend der vorstehenden Bezeichnung entspricht einem maximalen jeweiligen Winkel und definiert die Auflösung, mit der die Richtungsabweichung des Innenlagenversatzes bestimmt werden. Für die gegebenen Werte und einer Fiducialstruktur mit vier Ringsegmenten a, b, c, d beträgt die Auflösung des Winkelbereiches ca. 20° ($=2 \times 10^\circ$), wenn die Bohrung 5 zwei Ringsegmente, z.B. b und c, trifft, und ca. 70° ($=90^\circ - 2 \times 10^\circ$), wenn die Bohrung 5 nur ein Ringsegment, z.B. c, trifft. Beträgt die Anzahl der Ringsegmente acht, so sind die beiden Winkelauflösungen für die vorstehenden Beispiels-Werte etwa gleich groß und betragen ca. 20° . Da sich bei sich ändernden Radien R.i und Breiten D.i auch die Längen L.i ändern, ergibt sich genaugenommen auch ein sich ändernder Winkel $\alpha.i$. Bei konstantem A ändert sich die Winkelauflösung $\alpha.i$ innerhalb der Fiducialreihe. Um die Winkelauflösung $\alpha.1$ konstant zu halten, muss innerhalb einer Fiducialreihe der Wert A ($\rightarrow A.i$) geändert werden. Eine Variante zur beschriebenen Struktur besteht somit darin, mit größer werdendem Radius R.i den Wert A.i kleiner zu machen. Auch die Breite D der Ringsegmente könnte aus Designgründen innerhalb einer Fiducialreihe variieren (D.1, D.2, ..., D.i). Damit würde sich die vorstehende Tabelle 2 entsprechend ändern.

Die Anzahl der Kreisringsegmente für jede Ringstruktur 7.i kann abhängig von den hergestellten Leiterplatten, von den Prozessparametern und den verwendeten Bohrlochdurchmessern, beliebig ge-

wählt werden. Je größer die Anzahl der Ringsegmente ist, desto feiner wird wie vorstehend angeführt die Winkelauflösung, und die Berechnung gemäß der vorstehenden Tabelle 2 ist dann entsprechend zu ändern. Andererseits bestimmt die Größe der Radien R_i sowie die Anzahl der Ringstrukturen 7_i den Messbereich für den Bereich des Innenlagenversatzes V . Die Anzahl der Ringstrukturen pro Reihe kann im Prinzip beliebig groß gewählt werden, sie wird jedoch aufgrund des hierfür erforderlichen Platzbedarfs sowie des in der Praxis tatsächlich relevanten Messbereichs auf einige relativ wenige Ringstrukturen beschränkt werden.

Der Abstand A (bzw. A_i) zwischen den Kreisringsegmenten a , b , c , d kann je nach Fall für alle Ringstrukturen 7_i gleich groß gewählt werden, oder aber er wird auf die Größe der jeweiligen Ringstruktur 7_i abgestimmt, z.B. zunehmend mit der Größe der Ringstruktur größer gewählt. Ähnliches gilt auch für die radiale Breite D der Ringsegmente a , b , c , d . Vielfach ist es aber zu bevorzugen, alle radialen Breiten D und Abstände A innerhalb einer jeweiligen Ringstruktur gleich groß zu wählen.

In Fig. 5 ist in einer ähnlichen Querschnittsdarstellung wie in Fig. 1 ein Ausschnitt einer mehrlagigen Leiterplatte 1 gezeigt, bei der wiederum von einer gemäß der Darstellung oberen Innenlage 4 zu einer unteren Innenlage 2 hin Bohrlöcher 5 gesetzt sind. Anders als in Fig. 1 gezeigt werden gemäß Fig. 5 jedoch nach dem Bohr- und Verkupferungsprozess die Ringstrukturen 7_i einer Fiducial-Reihe 3 auf der oberen Innenlage 4 strukturiert. Bevorzugt werden zusätzlich zu den Bohrungen 5 für die Fiducial-Reihe 3 auf der unteren Innenlage 2 gemäß Fig. 1, um so den Gesamtversatz zwischen den Lagen 2 und 4 zu messen, die Bohrungen 5 gemäß Fig. 5 gesetzt, die auf der unteren Innenlage 2 auf einer gemeinsamen, zusammenhängenden leitenden Fläche (Massefläche) als Kontaktfläche 11 enden. Die Fotostrukturierung der oberen Innenlage 4, zur Bildung der oberen Reihe oder des oberen Musters 3 gemäß Fig. 5, erfolgt nach dem Bohren der Bohrlöcher 5 und ihrem Verkupfern. Je nachdem wie nun der Fotoprozess an der oberen Innenlage 4 gegenüber den Bohrungen 5 versetzt ist, werden wiederum bestimmte Ringsegmente der einzelnen Ringstrukturen 7_i , ähnlich wie zuvor erläutert, nun jedoch an der oberen Innenlage 4, mit der Massefläche 11 auf der unteren Innenlage 2

kurzgeschlossen. Daraus kann analog wie zuvor beschrieben der Versatz der Strukturierung der oberen Innenlage 4, also der Versatz des Fotoprozesses, relativ zu den Bohrungen (Bohrlöcher 5) dem Betrag und der Richtung nach bestimmt werden. Auf diese Weise kann somit insbesondere jener Beitrag zum Gesamtversatz gesondert bestimmt werden, der durch den Versatz des Fotoprozesses gegenüber dem Bohrprozess gegeben ist.

Um entsprechend der vorstehend beschriebenen Messtechnik den jeweiligen Innenlagenversatz an der Außenlage der Leiterplatte 1 messen zu können, werden die elektrischen Anschlüsse, wie vorstehend bereits anhand der Fig. 3 erläutert, für die einzelnen innenliegenden leitenden Flächen, z.B. die Ringsegmente a, b, c, d, und für die durchkontaktierten Bohrlöcher 5 bzw. deren Kontaktflächen 6 auf die Außenlage der Leiterplatte 1 geführt. Wie weiters an sich bekannt, werden sodann mit einem Nadeltester in einem Parallelverfahren an der Leiterplattenoberfläche die eventuell auftretenden Kurzschlüsse erfasst und in einem Rechner ausgewertet, um so automatisch Betrag und Richtung des jeweiligen Innenlagenversatzes V zu bestimmen.

Patentansprüche:

1. Mehrlagige Leiterplatte mit leitenden Testflächen an zumindest einer Innenlage zum Bestimmen eines möglichen Innenlagen-Versatzes bzw. Versatzes einer Innenlagen-Strukturierung, wobei die leitenden Testflächen aus reihenförmig angeordneten Ringstrukturen bestehen, die innere nichtleitende Flächen definieren, die unterschiedliche Größen aufweisen, und mit durchkontaktierten Bohrlöchern im Bereich der Testflächen, wobei diese Bohrlöcher im Fall, dass kein oder ein vernachlässigbarer Versatz vorliegt, im Bereich der inneren, nichtleitenden Flächen vorliegen, bei einem nicht vernachlässigbaren Versatz jedoch zumindest ein Bohrloch im Bereich einer der leitenden Ringstrukturen vorliegt und so mit der Ringstruktur eine leitende Verbindung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Testflächen-Ringstrukturen (7.i) in Umfangsrichtung unter Bildung von Segmenten (a, b, c, d) unterteilt sind, wobei die Segmente (a, b, c, d) in Umfangsrichtung durch nichtleitende Trennbereiche (9) voneinander getrennt sind.
2. Leiterplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ringstruktur (7.i) gleich große Segmente (a, b, c, d) aufweist.
3. Leiterplatte nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (a, b, c, d) jeder Ringstruktur Kreis-Segmente sind.
4. Leiterplatte nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kreis-Segmente (a, b, c, d) aller Ringstrukturen (7.i) einer Reihe (3) alle die gleiche radiale Breite (D) aufweisen.
5. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Ringstruktur (7.i) vier Segmente (a, b, c, d) vorgesehen sind.
6. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Ringstruktur (7.i) die Trennbereiche (9) gleich breit sind.

7. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennbereiche (9) zwischen den Segmenten (a, b, c, d) aller Ringstrukturen (7.i) einer Reihe (3) alle die gleiche Breite (A) aufweisen.

8. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich durchkontaktierte Bohrlöcher (5) von einer Leiterplatten-Lage (4) her, an der sie mit Kontaktflächen (6) versehen sind, zu einer mit Testflächen-Ringstrukturen (7.i) versehenen Innenlage (2) erstrecken.

9. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich durchkontaktierte Bohrlöcher (5) von einer mit Testflächen-Ringstrukturen (7.i) versehenen Innenlage (4) zu einer anderen Leiterplatten-Lage (2) erstrecken, die eine gemeinsame, zusammenhängende leitende Fläche als Kontaktfläche (11) für die Bohrlöcher (5) aufweist.

10. Verfahren zum Bestimmen eines möglichen Versatzes einer Innenlage bzw. Innenlagen-Strukturierung in einer mehrlagigen Leiterplatte mit Hilfe von leitenden Testflächen und durchkontaktierten Bohrlöchern, wobei zumindest eine Innenlage der Leiterplatte mit Testflächen in Form von reihenförmig angeordneten Ringstrukturen versehen ist, die je eine nichtleitende innere Fläche definieren, wobei die inneren Flächen der Ringstrukturen einer Reihe unterschiedliche Größen aufweisen, und wobei im Bereich der Testflächen angebrachte durchkontaktierte Bohrlöcher im Fall, dass kein oder ein vernachlässigbarer Versatz vorliegt, im Bereich der inneren Flächen vorliegen, im Fall eines Versatzes jedoch zumindest einzeln im Bereich einer leitenden Ringstruktur vorliegen und mit dieser eine leitende Verbindung herstellen, wodurch bei Anlegen einer Spannung zwischen den Bohrlöchern und den Ringstrukturen je nach Versatz ein Kurzschluss bei bestimmten Paaren von Bohrlöchern und Ringstrukturen festgestellt wird, woraus auf den Versatz der Innenlage bzw. Innenlagen-Strukturierung geschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Testflächen-Ringstrukturen in segmentierter Form vorgesehen werden, wobei die jeweiligen Testflächen-Segmente einer Ringstruktur durch nichtleitende Bereiche voneinander getrennt vorliegen, wodurch je nachdem, welches Seg-

ment mit einem Bohrloch eine leitende Verbindung hat, außer der Größe des Versatzes auch die Winkelausrichtung des Versatzes bestimmbar ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Testflächen einer Reihe durch Gruppen von Kreisring-Segmenten gebildet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Ringstruktur vier Segmente vorgesehen werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die durchkontaktierten Bohrlöcher von einer anderen Leiterplatten-Lage her zu der mit den Testflächen-Segmenten versehenen Innenlage gesetzt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Leiterplatten-Lage, von der aus die durchkontaktierten Bohrlöcher gesetzt werden, zugleich mit der Strukturierung dieser Lage Testflächen-Segmente angebracht werden, wogegen auf der Innenlage, zu der hin die Bohrungen gesetzt werden, eine gemeinsame, zusammenhängende leitende Fläche angebracht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Testflächen-Segmente erst nach dem Anbringen der Bohrlöcher in einem fotolitografischen Prozess angebracht werden.

AW/tg

00127

3/3

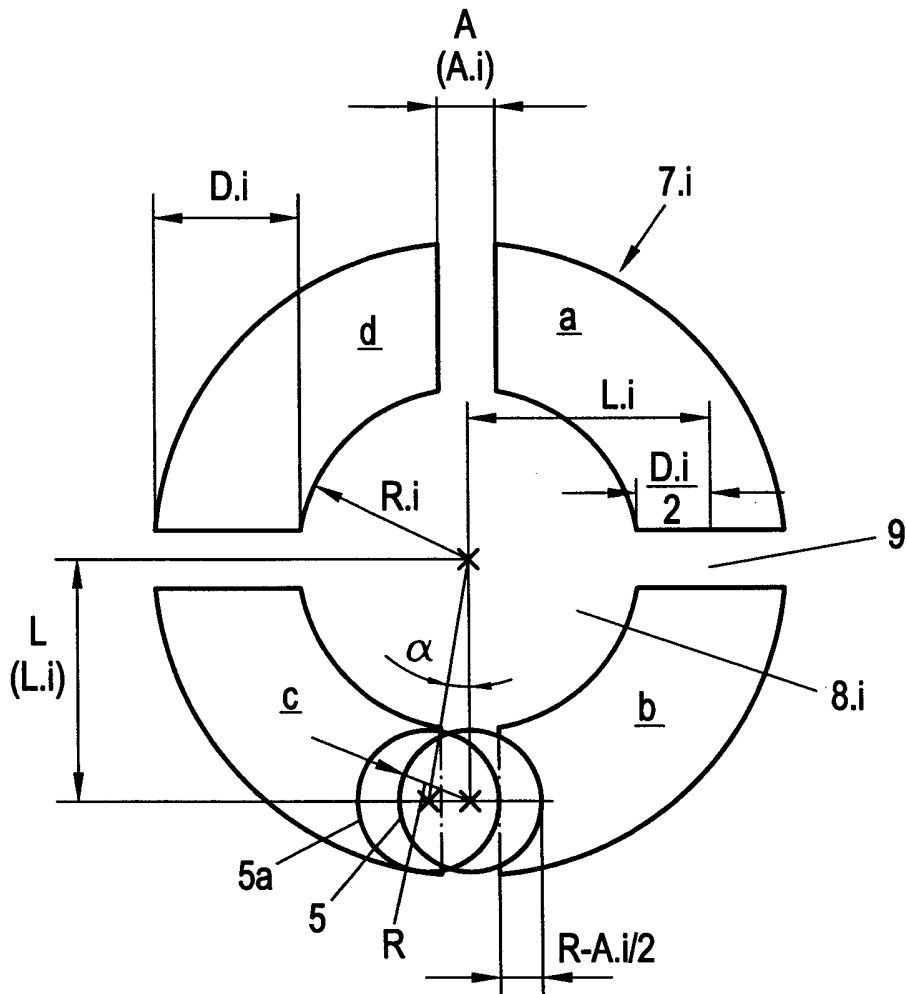
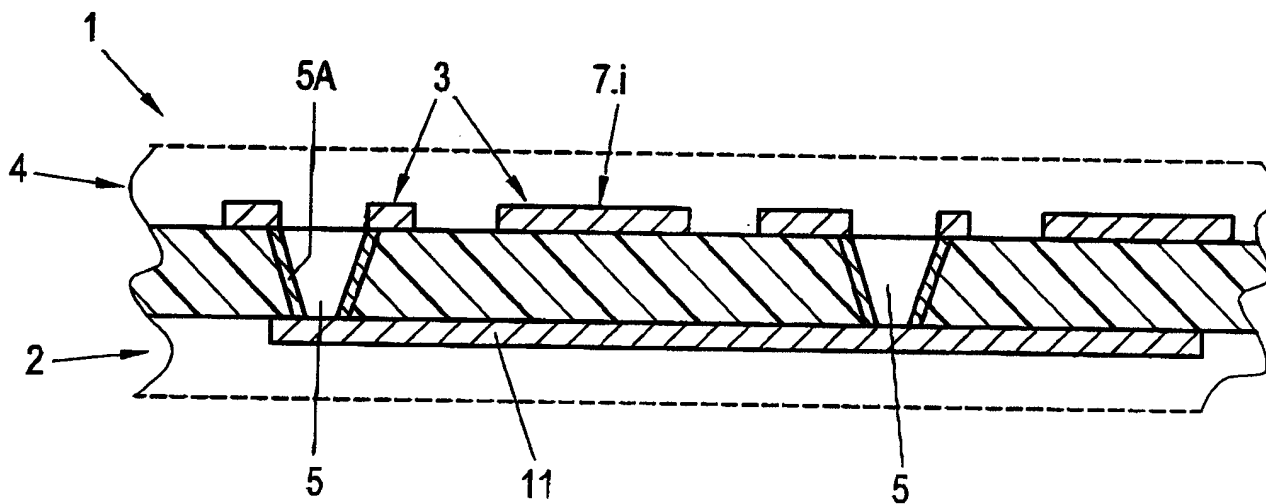
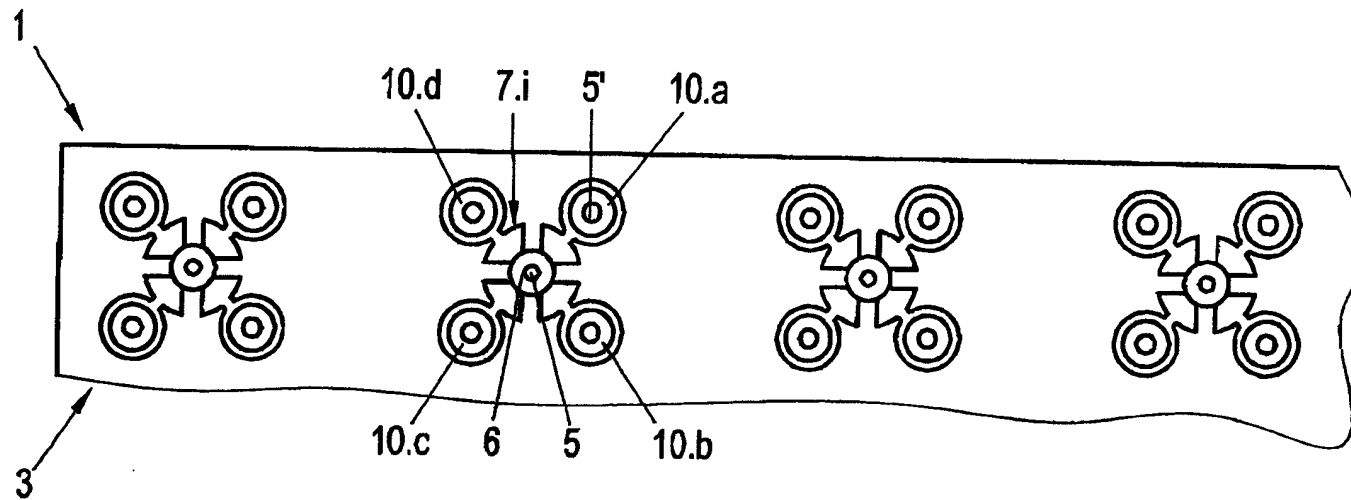


FIG. 4



2/3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : H05K 1/02 (2006.01); H05K 3/46 (2006.01)		
Recherchiertes Prüfverfahren (Klassifikation): H05K		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, Elsevier, IEE, IEEEExplore, Research Disclosure, IBM TDB		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 1. März 2005 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.		
Kategorie ⁷⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 4 432 037 A (BRABETZ) 14. Februar 1984 (14.02.1984) <i>Figuren; Zusammenfassung; Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 3, Zeile 27</i> --	1-15
A	US 4 898 636 A (RIGLING) 6. Februar 1990 (06.02.1990) <i>Figuren 3-8; Zusammenfassung; Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 3, Zeile 43</i> --	1-15
A	US 6 297 458 B1 (MCMILLAN et al.) 2. Oktober 2001 (02.10.2001) <i>Figuren 4-6; Zusammenfassung; Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 2, Zeile 40</i> ----	1-15
Datum der Beendigung der Recherche: 20. Jänner 2006		<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dipl.-Ing. MESA PASCASIO
⁷⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		