



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 697 970 B1

(51) Int. Cl.: H01L 21/44 (2006.01)
H05K 3/34 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

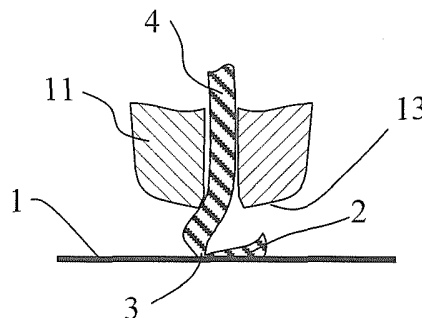
(12) **PATENTCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00543/06	(73) Inhaber: Oerlikon Assembly Equipment AG, Steinhausen, Hinterbergstrasse 32 6330 Cham (CH)
(22) Anmeldedatum: 30.03.2006	(72) Erfinder: Jan Mattmüller, 8005 Zürich (CH) Marit Seidel, 6315 Oberägeri (CH)
(24) Patent erteilt: 15.04.2009	(74) Vertreter: Patentanwaltsbüro Dr. Urs Falk, Eichholzweg 9A 6312 Steinhausen (CH)
(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.04.2009	

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Wedge Wedge Drahtbrücke.**

(57) Eine Wedge Wedge Drahtbrücke (5) wird gebildet durch die Schritte:

- a) Absetzen der Kapillare (11) auf einem ersten Anschlusspunkt (1) und Herstellen einer Wedge Verbindung, indem das aus der Kapillare (11) herausragende Endstück (10) des Drahts (4) durch Anlegen einer vorbestimmten Bondkraft und Ultraschalls auf dem ersten Anschlusspunkt (1) befestigt wird,
- b) Anheben der Kapillare (11) um eine vorbestimmte Distanz D_1 in im Wesentlichen vertikaler Richtung,
- c) Bewegen der Kapillare (11) seitlich und abwärts, um den Draht (4) umzubiegen und an die Wedge Verbindung anzudrücken,
- d) Anheben der Kapillare (11) und Bewegen der Kapillare (11), um eine Drahtbrücke (5) zu bilden und den Draht (4) auf dem zweiten Anschlusspunkt (7) zu befestigen, und
- e) Abreissen des Drahts (4).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Wedge Wedge Drahtbrücke der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

[0002] Drahtbrücken dienen dazu, elektrische Verbindungen zwischen einem Halbleiterchip und einem Substrat herzustellen. Je nach Anwendung werden an die Drahtbrücke unterschiedlichste Anforderungen gestellt. Die Drahtbrücken werden meistens mit einem sogenannten Ball Wire Bonder hergestellt. Der Ball Wire Bonder weist eine Kapillare mit einer Längsbohrung auf, die in eine ringförmige Arbeitsfläche mündet. Die Kapillare ist an der Spitze eines Horns eingespannt. Der Draht verläuft durch die Längsbohrung der Kapillare. Die Kapillare dient zum Befestigen des Drahts auf einem Anschlusspunkt des Halbleiterchips und auf einem Anschlusspunkt des Substrats sowie zur Drahtführung zwischen den beiden Anschlusspunkten. Bei der Herstellung der Drahtverbindung zwischen dem Anschlusspunkt des Halbleiterchips und dem Anschlusspunkt des Substrats wird das aus der Kapillare ragende Drahtende zunächst zu einer Kugel (engl. ball) geschmolzen. Anschliessend wird die Drahtkugel auf dem Anschlusspunkt des Halbleiterchips mittels Druck und Ultraschall befestigt. Dabei wird das Horn von einem Ultraschallgeber mit Ultraschall beaufschlagt. Diesen Prozess nennt man Ball-bonden. Dann wird der Draht auf die benötigte Drahtlänge durchgezogen, zu einer Drahtbrücke geformt und auf dem Anschlusspunkt des Substrats verschweisst. Diesen letzten Prozessteil nennt man Wedge-bonden. Nach dem Befestigen des Drahts auf dem Anschlusspunkt des Substrats wird der Draht abgerissen und der nächste Bondzyklus kann beginnen.

[0003] Aus dem Patent US 4 437 604 ist ein Verfahren bekannt, bei dem die Drahtbrücke auf beiden Anschlusspunkten mittels einer Wedge Verbindung befestigt wird. Dies bedeutet, dass die Bildung der Drahtkugel entfällt und dass beide Drahtverbindungen durch das Verdrücken des Drahtstücks unter der Kapillarenspitze hergestellt werden, d.h. die Arbeitsfläche der Kapillare drückt den Draht gegen den Anschlusspunkt. Das Verdrücken des Drahts erfolgt durch Anlegen einer vorbestimmten Kraft und Ultraschalls, in der Regel bei erhöhter Temperatur. Weil die Wedge Verbindungen mit einem Ball Wire Bonder hergestellt werden, bei dem die Kapillare den Draht auf den jeweiligen Anschlusspunkt drückt, und nicht mit einem Wedge Wire Bonder, bei dem ein Wedge Bondwerkzeug für die Befestigung und Führung des Drahts dient, genügt die Qualität der Wedge Verbindung auf dem ersten Anschlusspunkt in der Regel den gestellten Anforderungen nicht. Die Fig. 1 zeigt die als erste auf dem ersten Anschlusspunkt 1 hergestellte Wedge Verbindung. Die Wedge Verbindung umfasst einen sogenannten Wedge Bond 2 und einen sogenannten Tail Bond 3. Um eine gute Haftung des Wedge Bonds auf dem ersten Anschlusspunkt zu erreichen, muss der Draht 4 beim Bonden mit vergleichsweise sehr viel Energie, d.h. mit relativ grosser Bondkraft und unter Zuführung von Ultraschall, gegen den ersten Anschlusspunkt gedrückt werden. Die Verbindungsstelle zwischen dem Wedge Bond und dem Tail Bond wird deshalb sehr dünn oder wird sogar vollständig durchtrennt, so dass der Draht praktisch nur noch über den Tail Bond mit dem Anschlusspunkt verbunden ist. Die Haftung des Tail Bonds ist naturgemäss viel schwächer als die Haftung des Wedge Bonds, da aufgrund der Kapillargeometrie einerseits die Verbindungsfläche sehr klein ist und andererseits dort die Anpresskraft der Kapillare und die Wirkung des Ultraschalls sehr gering sind. Bei der anschliessenden Bildung der Drahtbrücke werden erhebliche Kräfte auf den Tail Bond ausgeübt, die zur Schwächung des Tail Bonds und damit zu all den Problemen führen, die im Fachjargon als «wire sway», «neck tilt», «loop height»- und «loop shape»-Variationen bekannt sind, oder die sogar zum Abreißen des Tail Bonds von der Oberfläche führen. Dieses Verfahren ermöglicht also im Prinzip die Herstellung einer Wedge Wedge Verbindung mit einem Ball Wire Bonder. Aus den genannten Gründen ist die Stabilität des ersten Kontaktes und somit der Drahtbrücke aufgrund des naturgemäss schwachen Tail Bonds jedoch völlig ungenügend. Das Wedge Wedge Verfahren geriet deshalb lange in Vergessenheit und wurde erst in den letzten Jahren wieder aufgegriffen.

[0004] Aus der Patentanmeldung US 2005-0 054 186 ist ein Verfahren für die Herstellung einer Bump-Wedge Wedge Drahtbrücke zwischen einem Halbleiterchip und einem Substrat bekannt. Bei diesem Verfahren wird zuerst ein Bump auf dem Anschlusspunkt auf dem Halbleiterchip aufgebracht und dann die Drahtbrücke hergestellt, indem das aus der Kapillare herausragende Drahtende als Wedge Verbindung auf dem Bump befestigt, der Draht auf die benötigte Länge ausgezogen und als Wedge Verbindung auf dem zweiten Anschlusspunkt auf dem Substrat befestigt wird.

[0005] Aus der Patentanmeldung US 2004-0 152 292 ist ein Verfahren für die Herstellung einer Ball Bump-Wedge Drahtbrücke zwischen einem Halbleiterchip und einem Substrat bekannt. Bei diesem Verfahren wird zuerst ein sogenannter Bump auf dem Anschlusspunkt auf dem Halbleiterchip aufgebracht und dann die Drahtbrücke hergestellt, indem das aus der Kapillare herausragende Drahtende zu einer Kugel geschmolzen und als Ball Verbindung auf dem Substrat befestigt, der Draht auf die benötigte Länge ausgezogen und als Wedge Verbindung auf dem Bump auf dem Halbleiterchip befestigt wird. Dieses Verfahren ist als «Reverse Bonding» bekannt. Es ist kein Wedge Wedge Verfahren.

[0006] Die beiden letztgenannten Verfahren ermöglichen es, den Draht praktisch parallel zur Oberfläche des Halbleiterchips wegzuführen. Das «Reverse Bonding» hat aber den Nachteil, dass für beide Drahtverbindungen eine Drahtkugel gebildet werden muss, was in einer vergleichsweise langen Zykluszeit für die Herstellung der Drahtbrücke resultiert. Das andere Verfahren hat den Vorteil, dass nur eine Drahtkugel gebildet werden muss, aber den Nachteil, dass die Drahtbrücke oft nicht in der geforderten Form gebildet werden kann.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für die Herstellung einer Wedge Wedge Drahtbrücke zu entwickeln, bei dem die oben genannten Nachteile behoben sind.

[0008] Die Erfindung besteht in den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0009] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. Die Figuren sind nicht massstäblich gezeichnet.

[0010] Es zeigen:

- Fig. 1 eine Wedge Verbindung gemäss dem Stand der Technik,
- Fig. 2 eine mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Drahtbrücke mit einer ersten und einer zweiten Wedge Verbindung,
- Fig. 3–8 Momentaufnahmen während der Herstellung der ersten Wedge Verbindung,
- Fig. 9 eine mögliche Bahnkurve der Kapillare,
- Fig. 10 einen Ausschnitt der Fig. 9 in vergrösserter Darstellung,
- Fig. 11 zwei Wedge Verbindungen, die sich nur in der Ausrichtung unterscheiden, und
- Fig. 12–14 und weitere mögliche Bahnkurven der Kapillare.

[0011] Die Fig. 2 zeigt eine mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Drahtbrücke 5 zwischen einem ersten Anschlusspunkt 1 auf einem Substrat 6 und einem zweiten Anschlusspunkt 7 auf einem Halbleiterchip 8. Der Halbleiterchip 8 ist auf dem Substrat 6 befestigt. Im Beispiel befindet sich der zweite Anschlusspunkt 7 auf einer höheren Höhe als der erste Anschlusspunkt 1. Bevor die Drahtbrücke 5 hergestellt wird, wird ein sogenannter Bump 9 auf den zweiten Anschlusspunkt 7 aufgebracht. Der Bump 9 kann mit dem Ball Wire Bonder oder auch mittels eines anderen bekannten Verfahrens erzeugt und auf dem zweiten Anschlusspunkt 7 aufgebracht werden. Das Substrat 6 kann ein beliebiges in der Halbleiterindustrie bekanntes Substrat sein. Das Substrat 6 kann auch ein zweiter Halbleiterchip sein, da es bereits viele Anwendungen gibt, bei denen Halbleiterchips als «stacked dies» direkt aufeinandermontiert werden. Bei der Herstellung der Drahtbrücke 5 wird das aus der Kapillare des Ball Wire Bonders herausragende Drahtende zunächst mittels einer ersten Wedge Verbindung auf dem ersten Anschlusspunkt 1 auf dem Substrat 6 befestigt, der Draht auf die benötigte Drahtlänge ausgezogen und dabei die Drahtbrücke vorgeformt und dann der Draht mittels einer zweiten Wedge Verbindung auf dem Bump 9 des zweiten Anschlusspunktes 7 oder alternativ direkt auf dem zweiten Anschlusspunkt 7 befestigt.

[0012] Die Fig. 3 bis 8 zeigen Momentaufnahmen während der Herstellung der ersten Wedge Verbindung. Das erfindungsgemässe Verfahren zur Herstellung der Wedge Drahtbrücke, insbesondere die Herstellung der ersten Wedge Verbindung, wird nun im Detail erläutert.

[0013] Damit das aus der Kapillare 11 herausragende Drahtstück als Wedge Verbindung auf dem ersten Anschlusspunkt 1 befestigt werden kann, darf das Drahtstück nicht in Längsrichtung der Längsbohrung 12 der Kapillare 11 verlaufen, sondern muss mit der Längsrichtung einen vorbestimmten Minimalwinkel θ_0 einschliessen, damit die Kapillare 11 den Draht 4 auf den ersten Anschlusspunkt 1 drücken und eine Wedge Verbindung mit reproduzierbaren Eigenschaften herstellen kann. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass das aus der Kapillare 11 herausragende Endstück 10 des Drahts 4 mit der Längsbohrung 12 der Kapillare 11 einen Winkel θ einschliesst, der grösser ist als der Minimalwinkel θ_0 und mit Vorteil in Richtung der nachfolgend herzustellenden Drahtbrücke ausgerichtet ist. Die Fig. 3 zeigt die Kapillare 11 mit der Längsbohrung 12 und das aus der Spitze der Kapillare 11 herausragende Endstück 10 des Drahts 4. Die Wedge Verbindung auf dem ersten Anschlusspunkt 1 wird nun mit den folgenden Verfahrensschritten hergestellt:

1. Absetzen der Kapillare 11 auf dem ersten Anschlusspunkt 1 und Befestigen des aus der Kapillare 11 herausragenden Endstücks 10 des Drahts 4 auf dem ersten Anschlusspunkt 1, indem die Kapillare 11 mit einer vorbestimmten Bondkraft und mit Ultraschall beaufschlagt wird. Das Drahtende ist nun als Wedge Verbindung auf dem ersten Anschlusspunkt 1 befestigt, wobei die Wedge Verbindung aus einem Wedge Bond 2 und einem Tail Bond 3 besteht. Dabei drückt die ringförmige Arbeitsfläche 13 der Kapillare 11 auf das Endstück 10 des Drahts 4. Die Fig. 4 zeigt eine Momentaufnahme nach diesem Verfahrensschritt.
2. Anheben der Kapillare 11 um eine vorbestimmte Distanz D_1 in im Wesentlichen vertikaler Richtung. Wenn die Kapillare 11 in vertikaler Richtung fährt, dann ist die Reibung zwischen dem Draht 4 und der Kapillare 11 am geringsten. Somit ist die auf den Tail Bond 3 ausgeübte Kraft ebenfalls minimal. Die Fig. 5 zeigt eine Momentaufnahme nach diesem Verfahrensschritt.
3. Bewegen der Kapillare 11 seitlich und abwärts, um den Draht 4 umzubiegen und an die Wedge Verbindung anzudrücken. Die Fig. 6 zeigt eine Momentaufnahme etwa in der Mitte während dieses Verfahrensschrittes. Die Fig. 7 zeigt eine Momentaufnahme am Ende dieses Verfahrensschrittes. Der Schritt 3 dient dazu, den Draht 4 stabil auf dem ersten Wedge Bond 2 zu verankern, so dass der Draht 4 während der nachfolgenden Ausbildung und Fertigstellung der Drahtbrücke 5 nicht abreisst.

[0014] Wie aus der Fig. 5 ersichtlich ist, hinterlässt die Kapillare 11 einen Abdruck im Wedge Bond 2, der durch eine Kante 14 begrenzt ist. Wie aus der Fig. 8 ersichtlich ist, entfernt sich die Kapillare 11 während der Schritte 1 bis 3 um die Distanz D_2 vom ursprünglichen Auftreffpunkt auf dem ersten Anschlusspunkt 1. Die Bewegung der Kapillare 11 im Schritt 2 erfolgt bevorzugt entlang einer im Wesentlichen kreisförmigen, beim ursprünglichen Auftreffpunkt auf dem ersten Anschlusspunkt 1 zentrierten Bahn mit dem Radius $r = D_1$. Es ist also die Distanz D_2 etwa gleich der Distanz D_1 . Die Distanzen D_1 und D_2 sind vorzugsweise etwa so bemessen, dass die Austrittsmündung der Längsbohrung 12 der Kapillare 11 auf den Wedge Bond 2 zu liegen kommt, so wie dies in der Fig. 7 dargestellt ist.

[0015] Die erste Verbindung zwischen dem Draht 4 und dem Substrat 5 ist nun hergestellt. Die Drahtbrücke 5 wird nun mit den folgenden Schritten fertiggestellt:

4. Ausziehen des Drahts 4 auf die benötigte Drahtlänge, wobei die von der Kapillare 11 zurückgelegte Bahnkurve wie üblich so verläuft, dass die Drahtbrücke 5 dabei vorgeformt wird.
5. Bewegen der Kapillare 11 bis zum zweiten Anschlusspunkt 7.
6. Befestigen des Drahts auf dem Bump 9 auf dem zweiten Anschlusspunkt 7 bzw. alternativ direkt auf dem zweiten Anschlusspunkt 7.
7. Nach der Befestigung und vor dem Abreißen des Drahts 4 wird die Kapillare 11 bei offener Drahtklammer etwas angehoben und dann in horizontaler oder schräg aufwärts verlaufender Richtung und bevorzugt in Richtung der nächsten zu erstellenden Drahtbrücke 5 bewegt, dann die Drahtklammer geschlossen, und die Kapillare 11 weiterbewegt, bis der Draht 4 abreisst. Der Draht 4 schliesst nun mit der Längsrichtung einen Winkel $\#$ ein, der grösser als der Minimalwinkel $\#_0$ ist. Der Draht 4 ist zudem optimal ausgerichtet für die Herstellung der ersten Wedge Verbindung der nächsten Drahtverbindung 5.

[0016] Die Verfahrensschritte 6 und 7 erfolgen wie beschrieben, wenn keine Bumps benötigt werden oder wenn alle Bumps auf den zweiten Anschlusspunkten 7 bereits vorhanden sind. Falls alternierend eine Wedge Wedge Drahtbrücke und dann ein Bump hergestellt werden müssen, werden nach dem Verfahrensschritt 6 und vor dem Verfahrensschritt 7 zusätzlich die beiden Verfahrensschritte 6B und 6C durchgeführt:

- 6B. Nach der Befestigung wird die Kapillare 11 bei offener Drahtklammer etwas angehoben, dann die Drahtklammer geschlossen, und die Kapillare 11 weiter angehoben, bis der Draht 4 abreisst.
- 6C. Das aus der Kapillare 11 herausragende Drahtstück wird zu einer Kugel geschmolzen und als Bump auf dem zweiten Anschlusspunkt platziert.

[0017] Bei einer ersten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens folgt die Kapillare 11 in den Schritten 3 und 4 einer vorbestimmten Bahnkurve 15, wobei beim Übergang vom Schritt 3 zum Schritt 4 die Richtung ihrer Fahrbewegung umkehrt. Die Fig. 9 zeigt die optimale Bahnkurve 15 der Kapillare 11 für die Herstellung der in der Fig. 2 dargestellten Drahtbrücke 5. Die Fig. 10 zeigt in vergrösserter Darstellung den in der Fig. 9 mit einem Kreis markierten Ausschnitt, der die Herstellung der ersten Wedge Verbindung gemäss den oben erläuterten Verfahrensschritten 1 bis 3 betrifft.

[0018] Weil die nach diesem Verfahren hergestellte erste Wedge Verbindung solide auf dem Substrat 6 verankert ist, spielt ihre Ausrichtung im Prinzip keine Rolle. Zwei solche Wedge Verbindungen mit unterschiedlicher Ausrichtung, nämlich um 180° gedrehter Orientierung, sind in der Fig. 11 dargestellt.

[0019] Anstelle der optimalen Bahnkurve sind für das Umlegen des Drahts auch andere Bahnkurven möglich, Beispiele dafür sind in den Fig. 12 bis 14 dargestellt. Die Bahnkurven sind durch gerade oder gebogene Bahnabschnitte gebildet, die miteinander bzw. mit dem ersten Anschlusspunkt 1 die Winkel $\#$, $\#$ oder $\#$ einschliessen. Die Winkel $\#$, $\#$ und $\#$ können in weiten Bereichen variieren. Mit Vorteil wird die Bahnkurve in den Ecken, d.h. beim Übergang von einem Bahnabschnitt zum nächsten, abgerundet, damit die Kapillare 11 der Bahnkurve möglichst ohne Stopp zu folgen vermag, da jeder Stopp einen Zeitverlust verursacht. Dies gilt auch für die in der Fig. 9 dargestellte Bahnkurve.

[0020] Bei einer zweiten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens wird nach dem Schritt 3 und vor dem Schritt 4 ein Schritt 3B durchgeführt. Im Schritt 3B wird die Kapillare 11 während einer vorbestimmten Zeitdauer mit einer vorbestimmten Bondkraft und fakultativ mit Ultraschall beaufschlagt, um das umgelegte Drahtstück unterhalb der Arbeitsfläche 13 der Kapillare 11 mit der Wedge Verbindung zu verschweissen.

[0021] Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind:

- Weil der Draht auf dem ersten Anschlusspunkt 1 solide verankert ist, hält er den nachfolgenden Belastungen, denen er bei der Bildung der Drahtbrücke ausgesetzt ist, problemlos stand. Die Kapillare kann daher eine beliebige Bahnkurve durchfahren, die der zu erreichenden Form der Drahtbrücke optimal angepasst ist. Andererseits kann die Ausrichtung der Wedge Verbindung auf dem Substrat den gegebenen Erfordernissen beliebig angepasst werden.
- Die Zykluszeit ist kürzer als im Stand der Technik, weil immer eine Drahtkugel weniger benötigt wird, nämlich eine statt zwei oder keine statt einer.
- Beim Verfahren nach der ersten Variante wird der Draht während der Bildung der Drahtbrücke nochmals umgebogen und gegen die soeben hergestellte Wedge Verbindung gedrückt, wobei nur ein kurzer Stopp für die Richtungsänderung nötig ist. Weil die Verweilzeit der Kapillare am Umkehrpunkt sehr kurz ist und das umgebogene Drahtstück nicht mittels Ultraschall mit der Wedge Verbindung verschweisst wird, resultiert eine äusserst kurze Zykluszeit.

- Bei bestimmten Materialien und Prozessen stellt der Wedge Kontakt eine zuverlässigere Verbindung als der Ball Kontakt dar. Durch die vorgeschlagene Wedge Verbindung beim ersten Anschlusspunkt können die bisherigen Probleme verhindert werden.

[0022] Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich insbesondere für die Herstellung einer Drahtbrücke, wie sie in der Fig. 2 gezeigt ist. Bei Applikationen wie «stacked dies» mit mindestens zwei direkt aufeinandermontierten Halbleiterchips, muss der Draht beim ersten Anschlusspunkt 1 sehr steil ansteigen, d.h. der Winkel θ muss vielfach grösser als 75° sein, damit die in verschiedenen Ebenen verlaufenden Drahtbrücken nicht miteinander in Kontakt kommen und trotzdem möglichst wenig Platz beanspruchen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf solche Drahtbrücken beschränkt. Sie kann überall verwendet werden, wo die als erste herzustellende Verbindung der Drahtbrücke eine Wedge Verbindung sein soll.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Wedge Wedge Drahtbrücke (5) zwischen einem ersten Anschlusspunkt (1) und einem zweiten Anschlusspunkt (7) mit einer Kapillare (11), die eine Längsbohrung (12) aufweist, deren Austrittsöffnung in eine Arbeitsfläche (13) übergeht, wobei der Draht durch die Längsbohrung (12) geführt ist, und wobei die Kapillare (11) sowohl zum Befestigen des Drahts (4) an den beiden Anschlusspunkten (1, 7) als auch zur Führung des Drahts (4) zwischen den beiden Anschlusspunkten (1, 7) dient, gekennzeichnet durch die Schritte:
 - a) Absetzen der Kapillare (11) auf dem ersten Anschlusspunkt (1) und Herstellen einer Wedge Verbindung, indem das aus der Kapillare (11) herausragende Endstück (10) des Drahts (4) durch Anlegen einer vorbestimmten Bondkraft und Ultraschalls auf dem ersten Anschlusspunkt (1) befestigt wird,
 - b) Anheben der Kapillare (11) um eine vorbestimmte Distanz D, in im Wesentlichen vertikaler Richtung,
 - c) Bewegen der Kapillare (11) seitlich und abwärts, um den Draht (4) umzubiegen und an die Wedge Verbindung anzudrücken,
 - d) Anheben der Kapillare (11) und Bewegen der Kapillare (11), um eine Drahtbrücke (5) zu bilden und den Draht (4) auf dem zweiten Anschlusspunkt (7) zu befestigen, und
 - e) Abreissen des Drahts (4).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (11) nach dem Schritt d in der Drahtrichtung der nächsten herzustellenden Drahtbrücke bewegt wird, um das aus der Kapillare (11) herausragende Endstück (10) des Drahts (4) auszurichten.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die seitlich und abwärts gerichtete Bewegung der Kapillare (11) im Schritt c entlang einem im Wesentlichen kreisförmigen Bahnabschnitt erfolgt.

Fig. 1

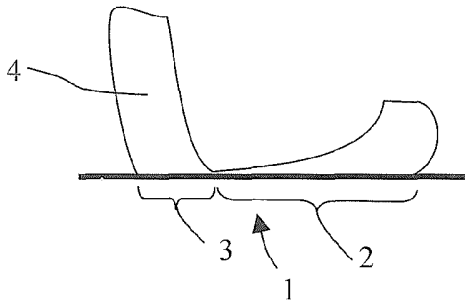


Fig. 2

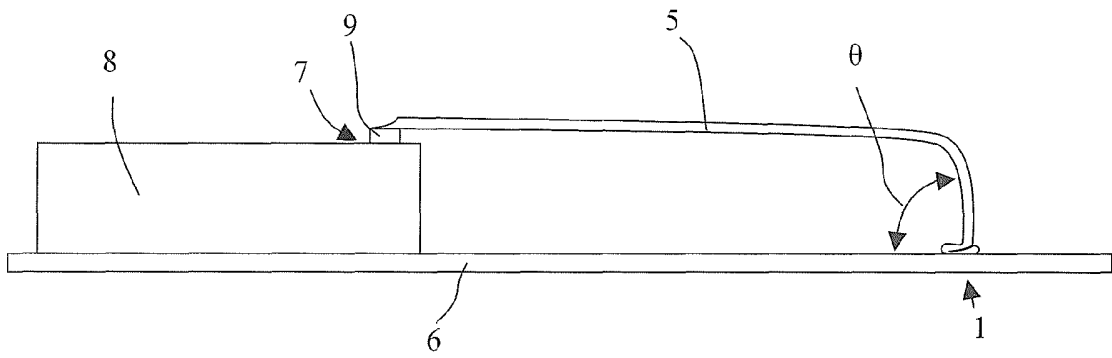


Fig. 3

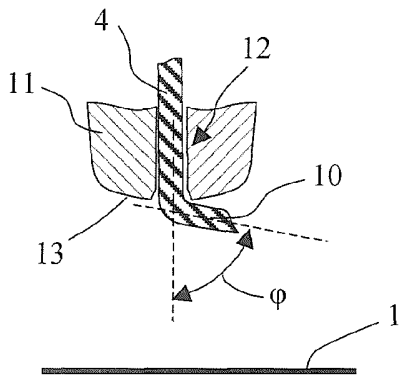


Fig. 4

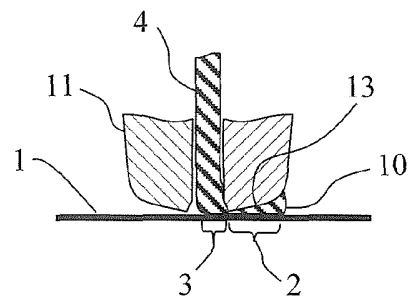


Fig. 5

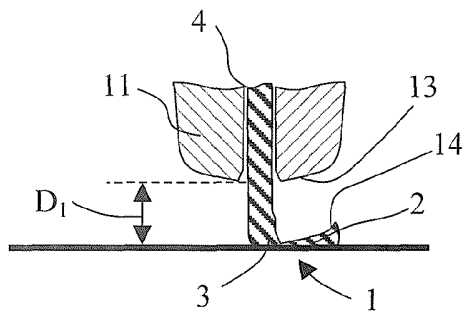


Fig. 6

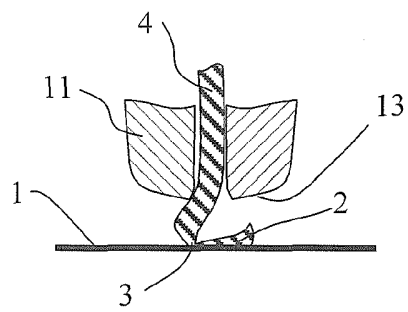


Fig. 7

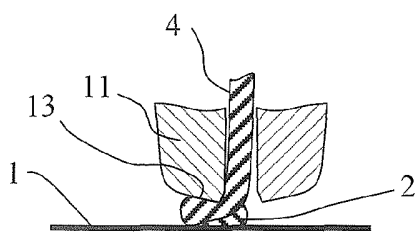


Fig. 8

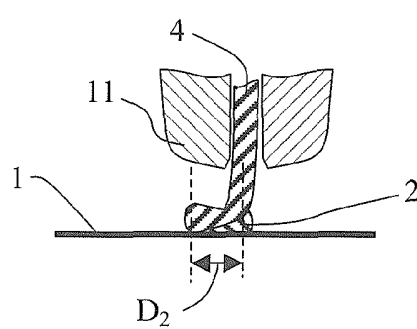


Fig. 9

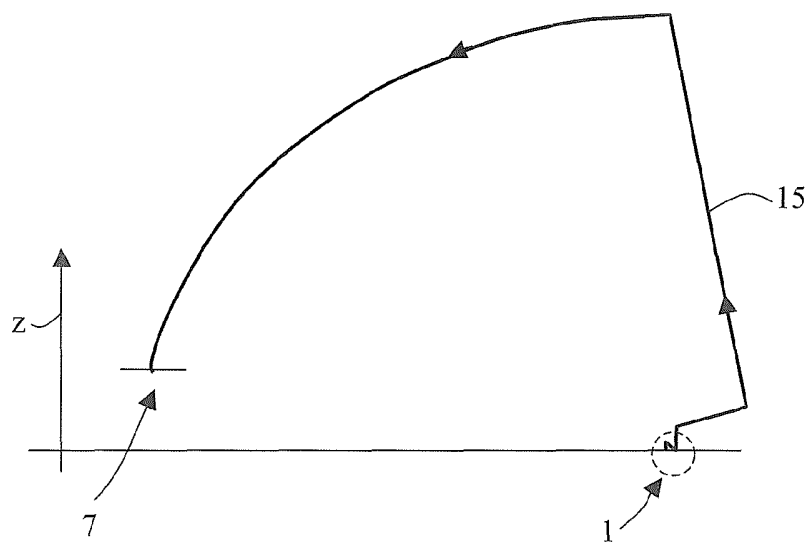


Fig. 10

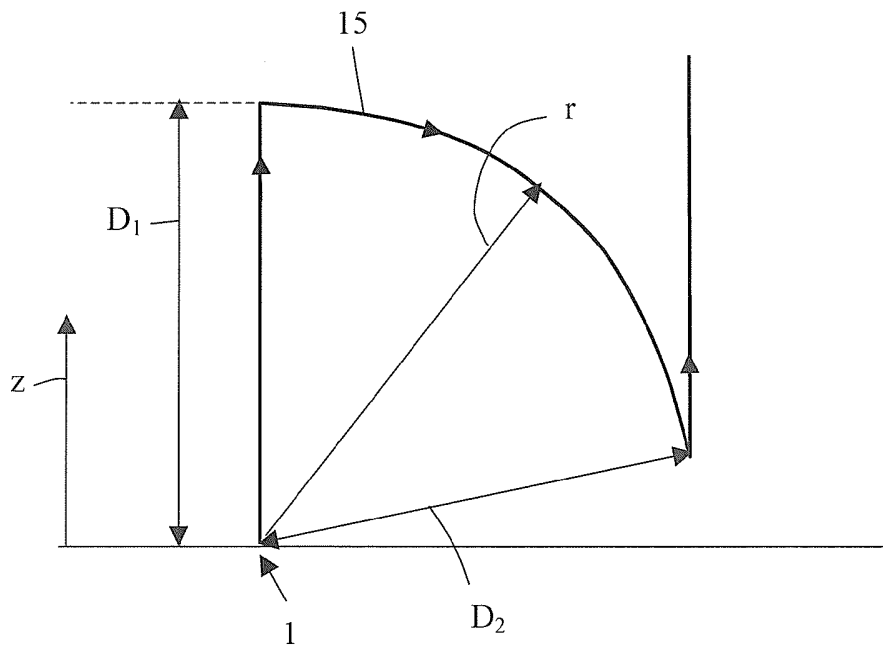


Fig. 11

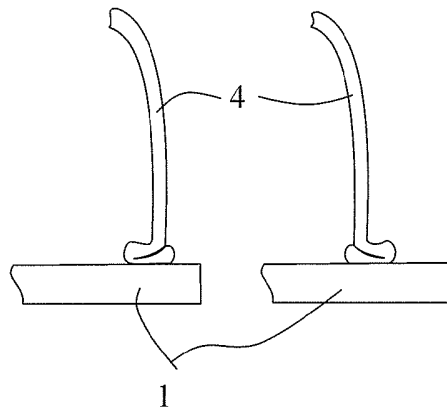


Fig. 12

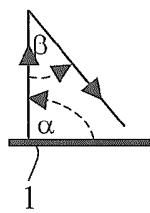


Fig. 13

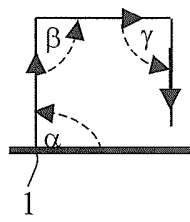


Fig. 14

