



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 048 081.9**
(22) Anmeldetag: **19.09.2008**
(43) Offenlegungstag: **15.04.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.06.2015**

(51) Int Cl.: **H01L 21/66 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Cascade Microtech, Inc., Beaverton, Oreg., US

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Lippert, Stachow & Partner, 01309
Dresden, DE**

(72) Erfinder:
**Kanev, Stojan, Dr., 01561 Thiendorf, DE;
Fehrmann, Frank, 01561 Priestewitz, DE;
Fiedler, Jens, 01587 Riesa, DE; Hackius, Ulf,
01279 Dresden, DE; Dietrich, Claus, Dr., 01561
Thiendorf, DE; Kiesewetter, Jörg, Dr., 01561
Thiendorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

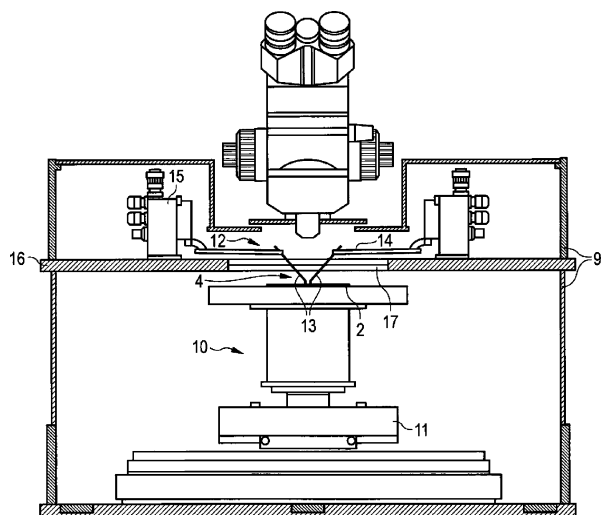
(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Prüfung elektronischer Bauelemente einer Wiederholstruktur unter definierten thermischen Bedingungen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Prüfung mehrerer elektronischer Bauelemente (1) einer Wiederholstruktur unter definierten thermischen Bedingungen in einem Prober, der einen Chuck (10) zur Aufnahme der Bauelemente (1) und Sondenhalterungen (15), die auf einer Sondenhalterplatte (16) angeordnet sind, zur Aufnahme einzelner Sonden (12) aufweist, wobei die Bauelemente (1) Kontaktinseln (3) aufweisen zu deren Kontaktierung mittels der Sonden (12), indem folgende Schritte nacheinanderfolgend ausgeführt werden:

- die Wiederholstruktur von Bauelementen (1) wird auf dem Chuck in einer X-Y-Ebene angeordnet;
- die Sonden (12) werden auf der Sondenhalterplatte (16) in Anzahl und Position relativ zueinander derart angeordnet, dass alle Sondenspitzen (13) in Z-Richtung in einer Ebene enden, mit der Anordnung der Kontaktinseln (3) der Bauelemente (1) korrelieren und winklig zur Anordnung der Kontaktinseln (3) ausgerichtet sind;
- die Bauelemente (1) werden auf eine definierte Temperatur eingestellt;
- die Sonden (12) und ein erstes elektronisches Bauelement (1) werden mittels zumindest einer Positionierungseinrichtung relativ zueinander positioniert,
- indem zunächst ein erster Positionierungsschritt, der alle Sonden (12) gemeinsam betrifft, in eine Zwischenposition ausgeführt wird, in dessen Ergebnis das zu prüfende Bauelement (1) im Arbeitsbereich (4), in welchem die Kontaktierung erfolgen wird, mit einem definierten Abstand unter den Sondenspitzen (13) steht,

f) dann die Lage der Sondenspitzen (13) mit der Lage der Kontaktinseln (3) verglichen wird und

g) anschließend bei festgestellter Abweichung einer oder mehrerer Sondenspitzen (13) mittels separater, jeder Sonde (12) zugeordneter Manipulatoren die Position einer divergierenden Sonde zur Lage der entsprechenden, mit der jeweiligen Sondenspitze (13) zu kontaktierenden Kontaktinsel (3) des zu prüfenden Bauelements (1) korrigiert wird, so dass jede Sondenspitze (13) über einer Kontaktinsel (3) steht; ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	26 28 519	A1
DE	103 17 778	A1
US	6 198 299	B1
US	2003 / 0 172 527	A1
WO	02/ 007 192	A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung eines elektronischen Bauelements unter definierten thermischen Bedingungen. Das zu prüfende Bauelement weist mehrere Kontaktinseln auf, auf denen das zu prüfende Bauelement mittels zumindest zwei Sonden elektrisch kontaktiert wird, um über die Sonden ein Prüfsignal einzuspeisen oder abzugreifen.

[0002] Derartige Prüfungen werden in einer Prüfvorrichtung, als Prober bezeichnet, durchgeführt, in der auch die für die Prüfung erforderlichen Umgebungsbedingungen, wie z. B. eine definierte Temperatur einstellbar sind. Im Prober wird das Bauelement durch einen Chuck gehalten, d. h. durch eine auf die mögliche Halterung des Prüfobjekts, auf dessen Kontaktierung und auf die Prüfbedingungen abgestimmte Aufnahmevorrichtung für das Bauelement. Mittels des Chucks oder anderer geeigneter Vorrichtungen wird das Bauelement auf die festgelegte Temperatur eingestellt. Zur Prüfung werden Sonden, die von einer oder mehreren Sondenhalterungen gehalten werden, und das elektronische Bauelement mittels zumindest einer Positionierungseinrichtung relativ zueinander positioniert und nachfolgend die Kontaktinseln des elektronischen Bauelements durch freie Nadelspitzen der Sonden kontaktiert. Eine Einzelsonde, die in allen drei Raumrichtungen beweglich ist, ist aus der WO 02/07 192 A2 bekannt.

[0003] Elektronische Bauelemente werden in verschiedenen Fertigungsstufen geprüft und somit auch im Waferverbund, wobei eine Vielzahl von Bauelementen mit einer Wiederholstruktur auf dem Wafer ausgebildet sind. Alternativ kann auch eine Vielzahl einzelner elektronischer Bauelemente mit einer vergleichbaren Wiederholstruktur auf dem Chuck angeordnet sein.

[0004] Die elektrische Kontaktierung derartiger Anordnungen von Bauelementen erfolgt bei der Prüfung von Wiederholstrukturen mittels Sonden, die an einer so genannten Probecard fest montiert und über die Probecard elektrisch kontaktiert sind. Dies ermöglicht es, eine Vielzahl von Sonden, die zur gleichzeitigen elektrischen Kontaktierung eines Bauelements erforderlich sind, in einer solchen Anordnung zu montieren, die mit der Anordnung der gleichzeitig zu kontaktierenden Kontaktinseln korreliert (US 2003/0 172 527 A1). Mittels der von der Sondenhalterung gehaltenen Probecard werden alle Sonden synchron positioniert, auf den gleichzeitig zu kontaktierenden Kontaktinseln abgesetzt, das Bauelement geprüft und nachfolgend die Probecard zum nächsten Bauelement positioniert. Auf diese Weise ist eine große Anzahl von Bauelementen in einer Wiederholstruktur effektiv zu prüfen, wobei das Rastermaß der Wiederholstruktur die Positionierungsab-

läufe von einem zum nächsten Bauelement vorgeben und eine Automatisierung ermöglichen. In diesem Fall erfolgt eine erste Positionierung zu einem Referenzobjekt, z. B. einem ersten Bauelement der Wiederholstruktur und davon ausgehend jede weitere Positionierung aufgrund der bekannten Rastermaße.

[0005] Auch für die Prüfung unter definierten thermischen Bedingungen, wobei hier Bedingungen abweichend von der Umgebungstemperatur zu verstehen sind, ist die Verwendung von Nadelkarten günstig. Denn die an einer Nadelkarte montierten metallischen Sonden können wegen deren Halterung durch die aus Kunststoff, häufig einer Leiterplatte bestehenden Nadelkarte sehr kurz gehalten werden. Verglichen mit Einzelsonden, die als Verbindung zur abseits des Kontaktierungsbereichs angeordneten Sondenhalterung einen längeren Sondenarm aufweisen, kann bei der Verwendung von Nadelkarten eine Änderung der Lage der Nadelspitze infolge einer Änderung der thermischen Ausdehnungen bei einer Änderung oder Drift der Prüftemperatur vermieden oder zumindest in einem solchen Maße vermindert werden, dass die Nadelspitzen die Kontaktinseln im Verlauf der Prüfung nicht verlassen. Nach einer Einstellzeit haben sich am Chuck, den Sonden und der Sondenhalterung solche thermischen Bedingungen eingestellt, die eine Verschiebung der Nadelspitzen infolge einer Temperaturdrift auch für längere Kontaktzeiten auf ein akzeptables Toleranzmaß beschränken. Bei einer Änderung der Prüftemperatur ist die Einstellzeit abzuwarten, bevor die nächste Kontaktierung erfolgen kann. Auch aus diesem Grund sind die an Nadelkarten montierten Sonden für größere Prüfzahlen bei gleich bleibender Temperatur effektiv.

[0006] In der Druckschrift DE 103 17 778 A1 ist ein Positionierungsverfahren beschrieben, bei dem sehr kleine, mit optischer Beobachtung nicht mehr in dem erforderlichen Maß auflösbare Strukturen kontaktiert werden. Dabei wird die erste von sich wiederholenden Positionen der Nadelanordnung relativ zu den Kontaktflächen eines zukontaktierenden Bauelements durch die Verwendung von Atomic-Force-Mikroskopie sehr genau ermittelt, um darauf mit optischen Mitteln Nachkorrekturen vorzunehmen, die von der Unschärfe der optischen Bilder nicht relevant beeinflusst wird. Mit diesem Verfahren sind thermische Verschiebungen des gesamten Bauelements jedoch nicht Verschiebungen innerhalb des Bauelements auszugleichen.

[0007] Da die Nadelkarten mit Lage und Anzahl der Sonden und den auf der Probecard hergestellten elektrischen Verbindungen zu jeder Sonde auf ein spezielles Bauelement abgestimmt sein muss, ist die Herstellung der Nadelkarten sehr kostenintensiv und nur für Prüfungen einer großen Anzahl von gleichartigen Bauelementen effektiv.

[0008] In Laboranlagen werden jedoch häufig nur Einzelmengen von Bauelementen geprüft, welche die Herstellung von Nadelkarten nicht rechtfertigen würden. Deshalb werden für diese Anwendungsfälle Einzelsonden verwendet, die entsprechend der Kontaktinselanordnung des aktuell zu prüfenden Bauelemententyps relativ zueinander an einer gemeinsamen oder an einzelnen Sondenhalterungen montiert werden. Ein solcher Laborprober mit getrennt voneinander verschiebbaren Einzelsonden ist in der Druckschrift US 6 198 299 B1 beschrieben. Die Verwendung derartiger Einzelsonden erfordern jedoch bei jeder Änderung der Prüftemperatur die Einstellung des thermischen Gleichgewichts, um mit einer eingangs hergestellten Anordnung der Einzelsonden relativ zueinander eine Wiederholstruktur von Bauelementen nacheinander zu prüfen und für alle Bauelemente eine sichere Kontaktierung durch die Sonden zu gewährleisten. Die Einstellung des thermischen Gleichgewichts erfordert einen sehr hohen Anteil an Prüfzeit und Energie.

[0009] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Prüfung von Bauelementen mittels Einzelsonden anzugeben, welches für die Prüfung einer größeren Anzahl von elektronischen Bauelementen einer Wiederholstruktur bei von der Umgebungstemperatur abweichenden Temperaturen geeignet ist und es gestattet, die Prüfzeit für Messungen bei wechselnden Temperaturen bei Gewährleistung einer sicheren Kontaktierung der Bauelemente zu verkürzen.

[0010] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigt

[0011] Fig. 1 einen Prober zur Prüfung eines Wafers mit einer Vielzahl von Bauelementen,

[0012] Fig. 2 den Arbeitsbereich eines Probers mit einem in einer Zwischenposition positioniertem Wafer und

[0013] Fig. 3 den Arbeitsbereich gemäß Fig. 2 im Zustand des Kontakts der Sonden mit einem Bauelement.

[0014] Der wesentliche Aufbau der Prüfanordnung eines Probers ist in Fig. 1 dargestellt. Innerhalb eines Gehäuses **9** des Probers ist auf einem Chuck **10** ein Wafer **2** angeordnet, welcher eine Mehrzahl von elektronischen Bauelementen **1** gleicher Konfiguration umfasst, die in einem regelmäßigen Raster angeordnet sind, hier als Wiederholstruktur beschrieben. Jedes Bauelement **1** der Wiederholstruktur weist aufgrund der gleichen Konfiguration die gleiche Anordnung einer Mehrzahl von Kontaktinseln **3** auf, die zur Prüfung des Bauelements **1** gleichzeitig durch jeweils eine Sonde **12** kontaktiert werden.

[0015] Der Chuck **10** umfasst einen Chuckantrieb **11**, mit dem der Wafer **2** in der X-Y-Ebene, d. h. der Ebene der Waferoberfläche, in der senkrecht dazu stehenden Z-Richtung bewegbar und um eine zentrale, in Z-Richtung verlaufende Achse des Chucks **10** um einen Winkel Theta drehbar ist. Der Chuck **10** ist heizbar zur Erwärmung des Wafers **2** auf die erforderliche Prüftemperatur. Alternativ oder ergänzend kann der Chuck **10** auch kühlbar sein. Das nachfolgend beschriebene Verfahren zur Prüfung der Bauelemente **1** des Wafers **2** ist gleichermaßen bei Temperaturen oberhalb und unterhalb der Umgebungstemperatur des Probers anwendbar.

[0016] Dem Chuck **10** und damit dem Wafer **2** gegenüberliegend und mit einem Abstand zum Wafer **2** ist eine Sondenhalterplatte **16** angeordnet, auf der eine Mehrzahl von Sondenhalterungen **15**, so genannte Probeheads montiert sind. Jede Sondenhalterung **15** trägt eine Sonde **12**, bestehend aus einem Sondenarm **14** und einer Sondenspitze **13**. Die Sondenhalterplatte **16** weist eine zentrale Öffnung **17** auf, durch welche die Sondenspitzen **13** in Richtung Wafer **2** ragen. Diese zentrale Öffnung **17** definiert die maximale Ausdehnung und die Region aller Kontaktinseln **3** eines Bauelements **1** die minimale Ausdehnung eines Arbeitsbereichs **4**, in welchem die Sondenspitzen **13** durch die zentrale Öffnung **17** hindurch das Bauelement **1** kontaktieren.

[0017] Jede Sondenhalterung **15** umfasst einen motorisiert angetriebenen Manipulator (nicht dargestellt), mit welchem jede Sonde **12** separat von den anderen in X-, Y- und Z-Richtung bewegbar ist. Die Sonden **12** sind auf der Sondenhalterplatte **16** derart vormontiert, dass die Anordnung der Sondenspitzen **13** über dem Arbeitsbereich **4** der zentralen Öffnung **17** der Sondenhalterplatte **16** liegt, alle Sondenspitzen **13** in Z-Richtung in einer Ebene enden und mit der Anordnung der Kontaktinseln **3** der Bauelemente **1** korreliert. Darüber hinaus erfolgt eine winklige Ausrichtung der Kontaktinselanordnung zur Sondenanordnung.

[0018] Vor der Prüfung des ersten Bauelements **1** wird der Wafer **2** mittels des Chucks **10** auf die Prüftemperatur erwärmt. Die Positionierung des Wafers **2** erfolgt in einem ersten Positionierungsschritt mittels des Chuckantriebs **11** in eine Zwischenposition (Fig. 2), in welcher das erste Bauelement **1** im Arbeitsbereich **4** unter der zentralen Öffnung **17** der Sondenhalterplatte **16** und mit einem solchen Abstand dazu angeordnet ist, dass die Sondenspitzen **13**, wenn Sie durch die zentrale Öffnung **17** der Sondenhalterplatte **16** hindurchgreifen, die Kontaktinseln **3** des Bauelements **1** sicher erreichen können.

[0019] Alternativ kann die Positionierung des Wafers **2** im ersten Positionierungsschritt auch unter Beobachtung in eine solche Zwischenposition erfolgen, in

welcher sich die Sondenspitzen **13** derart über dem Arbeitsbereich **4** befinden, dass sich eine der Sonden **12** in Z-Richtung betrachtet über der durch diese Sonde **12** zu kontaktierenden Kontaktinsel **3** befindet.

[0020] In der eingestellten Zwischenposition wird mittels eines Bilderkennungsverfahrens die Lage der Sondenspitzen **13** mit der Lage der Kontaktinseln **3** verglichen. Sofern die Prüfung der Bauelemente **1** bei Umgebungstemperatur erfolgt oder sofern vor diesem ersten Positionierungsschritt das thermische Gleichgewicht des Prüfsystems eingestellt ist und sich damit auch die Position der Sondenspitzen **13** infolge thermischer Ausdehnung nicht mehr oder nur vernachlässigbar ändert, werden sich aufgrund der oben beschriebenen Vormontierung der Sonden **12** und Ausrichtung zur Kontaktinselanordnung alle Sondenspitzen **13** über einer Kontaktinsel **3** befinden. Das beschriebene Positionierungs- und Kontaktierungsverfahren gestattet jedoch eine Prüfung aller Bauelemente **1** des Wafers **2** bei von Umgebungstemperatur abweichenden Temperaturen, ohne zuvor die Einstellung des thermischen Gleichgewichts abzuwarten. Damit kann die Prüfdauer erheblich verkürzt werden.

[0021] Wird in der Zwischenposition eine Abweichung einer oder mehrerer Sondenspitzen **13** von der Position über der jeweiligen Kontaktinsel **3** festgestellt, wird jede Abweichung mittels eines geeigneten Verfahrens, z. B. mittels eines Mustererkennungsverfahrens rechnerisch ermittelt und daraus ein Steuersignal für jeden betreffenden Manipulator generiert zur Korrektur der Position der divergierenden Sonde **12**. Alternativ kann sowohl der Vergleich der Positionen als auch deren Korrekturen oder zumindest eines von beiden manuell erfolgen. Erst nach dieser separaten Ausrichtung jeder Sondenspitze **13** zur zugehörigen Kontaktinsel **3** in der Zwischenposition des Bauelements **1** erfolgt die Zustellbewegung zwischen allen Sonden **12** und dem Bauelement **1** in Z-Richtung bis die Sondenspitzen **13** auf den Kontaktinseln **3** aufliegen und ein sicherer Kontakt hergestellt ist (Fig. 3). Diese Zustellbewegung kann mit dem Chuckantrieb **11** aber auch mit den Manipulatoren der Sondenhalterungen **15** erfolgen, wird aber in jedem Fall für alle Sonden **12** in gleicher Weise ausgeführt.

[0022] Nach der Herstellung des Kontakts des Bauelements **1** erfolgt dessen Prüfung, indem je nach Art des Bauelements **1** und nach Prüfverfahren entweder ein elektrisches Prüfsignal über die Sonden **12** in das Bauelement **1** eingespeist und/oder von diesem abgegriffen und einer Auswertung zugeführt wird.

[0023] Zur Prüfung des nächsten Bauelements **1** der Wiederholungsstruktur werden die Sondenspitzen **13** von den Kontaktinseln **3** abgehoben und der Chuck **10** entsprechend den Rastermaßen der Wiederholungsstruktur in X- oder in Y-Richtung oder in beiden

bis zur nächsten Bauelementeposition verfahren, so dass die Sondenspitzen **13** über dem Kontaktinselnbereich dieses Bauelements **1** stehen. Damit ist der erste Positionierungsschritt für das nächste Bauelement **1** vollzogen und die Zwischenposition für dessen Kontaktierung erreicht. Durch fortlaufende Wiederholung dieser Verfahrensschritte können nacheinander alle Bauelemente **1** des Wafers **2** geprüft werden, auch bei einer Änderung der Temperatur der Sonden **12** und somit der Position der Sondenspitzen **13** bezogen auf die Sondenhalterung **15** im Verlauf der gesamten Wafer-Prüfung.

Bezugszeichenliste

1	Bauelement
2	Wafer
3	Kontaktinsel
4	Arbeitsbereich
9	Gehäuse
10	Chuck
11	Chuckantrieb
12	Sonde
13	Sondenspitze
14	Sondenarm
15	Sondenhalterung
16	Sondenhalterplatte
17	zentrale Öffnung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung mehrerer elektronischer Bauelemente (**1**) einer Wiederholstruktur unter definierten thermischen Bedingungen in einem Prober, der einen Chuck (**10**) zur Aufnahme der Bauelemente (**1**) und Sondenhalterungen (**15**), die auf einer Sondenhalterplatte (**16**) angeordnet sind, zur Aufnahme einzelner Sonden (**12**) aufweist, wobei die Bauelemente (**1**) Kontaktinseln (**3**) aufweisen zu deren Kontaktierung mittels der Sonden (**12**), indem folgende Schritte nacheinanderfolgend ausgeführt werden:

- a) die Wiederholstruktur von Bauelementen (**1**) wird auf dem Chuck in einer X-Y-Ebene angeordnet;
- b) die Sonden (**12**) werden auf der Sondenhalterplatte (**16**) in Anzahl und Position relativ zueinander derart angeordnet, dass alle Sondenspitzen (**13**) in Z-Richtung in einer Ebene enden, mit der Anordnung der Kontaktinseln (**3**) der Bauelemente (**1**) korrelieren und winklig zur Anordnung der Kontaktinseln (**3**) ausgerichtet sind;
- c) die Bauelemente (**1**) werden auf eine definierte Temperatur eingestellt;
- d) die Sonden (**12**) und ein erstes elektronisches Bauelement (**1**) werden mittels zumindest einer Positionierungseinrichtung relativ zueinander positioniert,
- e) indem zunächst ein erster Positionierungsschritt, der alle Sonden (**12**) gemeinsam betrifft, in eine Zwischenposition ausgeführt wird, in dessen Ergebnis das zu prüfende Bauelement (**1**) im Arbeitsbereich (**4**), in welchem die Kontaktierung erfolgen wird, mit

einem definierten Abstand unter den Sondenspitzen (13) steht,

f) dann die Lage der Sondenspitzen (13) mit der Lage der Kontaktinseln (3) verglichen wird und

g) anschließend bei festgestellter Abweichung einer oder mehrerer Sondenspitzen (13) mittels separater, jeder Sonde (12) zugeordneter Manipulatoren die Position einer divergierenden Sonde zur Lage der entsprechenden, mit der jeweiligen Sondenspitze (13) zu kontaktierenden Kontaktinsel (3) des zu prüfenden Bauelements (1) korrigiert wird, so dass jede Sondenspitze (13) über einer Kontaktinsel (3) steht;

h) die Kontaktinseln (3) des elektronischen Bauelements (1) werden durch die Sonden (12) kontaktiert, indem die Sondenspitzen (13) mittels einer Zustellbewegung mit den Kontaktinseln (3) in Kontakt gebracht werden;

i) das zu prüfende Bauelement (1) wird geprüft und

j) anschließend werden die Schritte d) bis i) zur Kontaktierung und Prüfung weiterer Bauelemente (1) der Wiederholstruktur wiederholt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Lage der Sondenspitzen (13) und die Lage der Kontaktinseln (3) des zu kontaktierenden Bauelements (1) mittels Bilderkennung erfasst und daraus die erforderlichen Korrekturen der Lagen der Sondenspitzen (13) zu den Kontaktinseln (3) ermittelt werden.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Korrekturen der Lage der Sonden (12) mittels motorisierter Manipulatoren erfolgen.

4. Verfahren nach Anspruch 3 in Verbindung mit Anspruch 2, wobei die Positionierung und Kontaktierung der Bauelemente (1) einer Wiederholstruktur automatisiert erfolgen.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Zwischenposition jedes nachfolgenden Positionierungs- und Kontaktierungsvorganges durch ein Abfahren der Rasterabstände der Wiederholungsstruktur erreicht wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

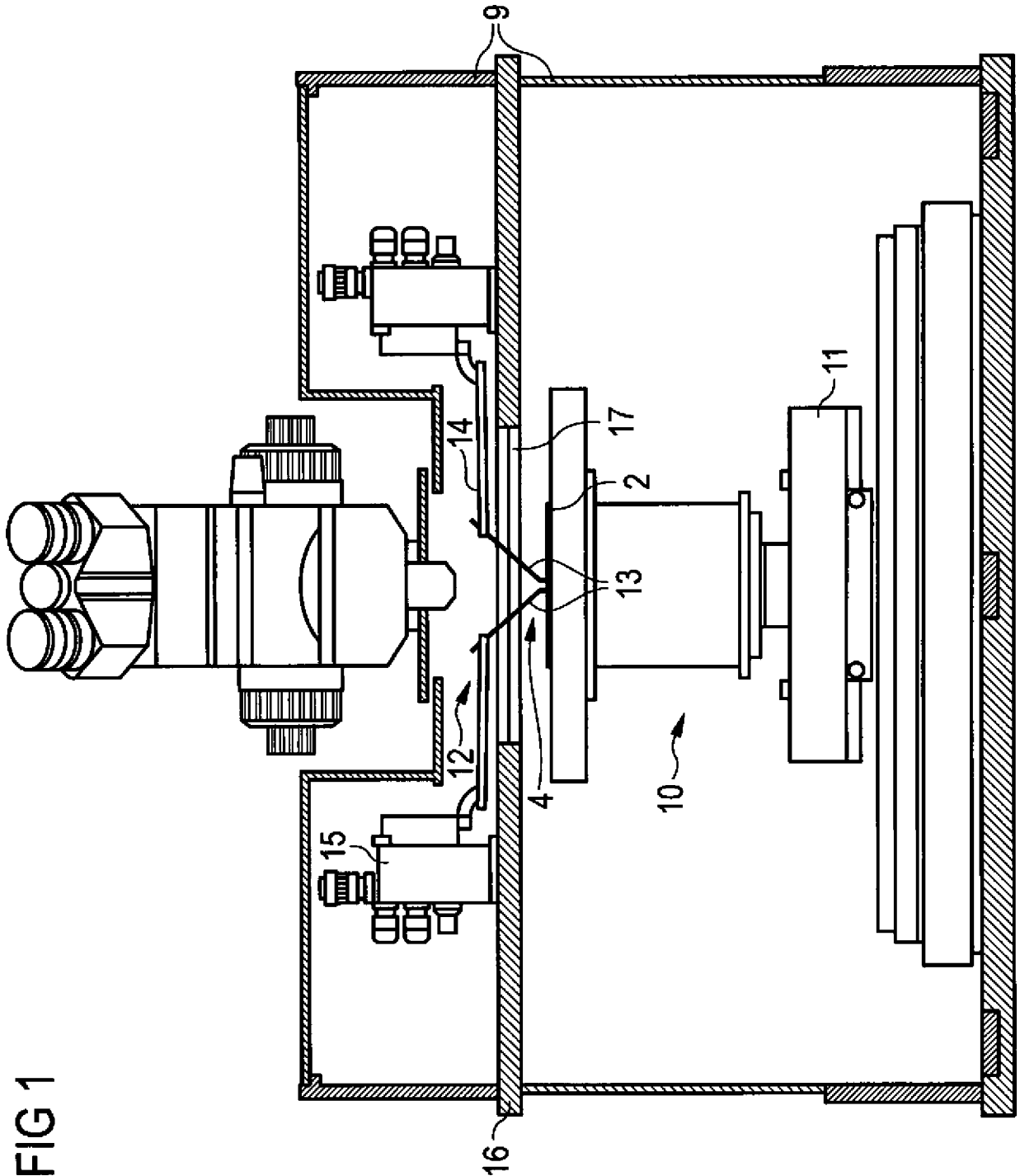


FIG 2

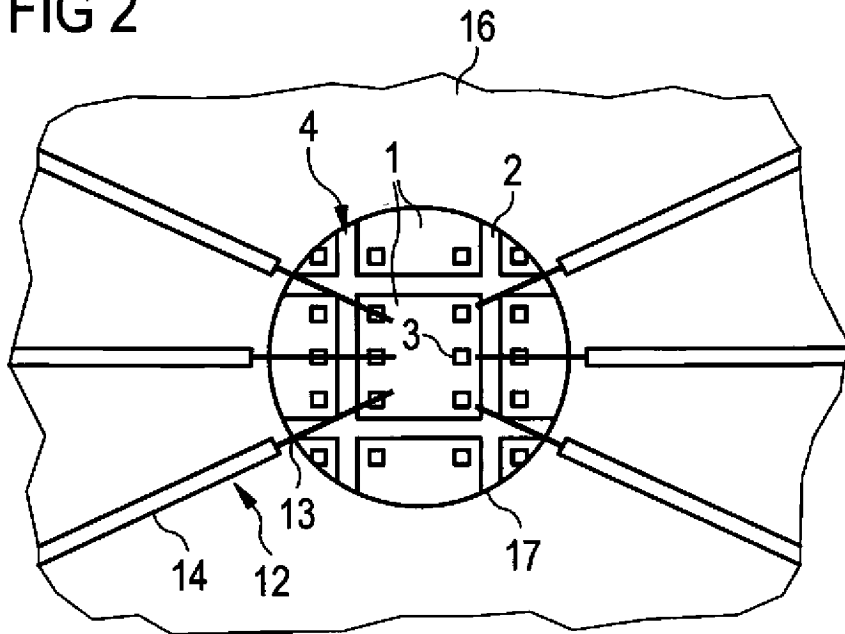


FIG 3

