

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

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
16. Februar 2017 (16.02.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/025230 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01R 31/28** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/063989

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Juni 2016 (17.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 113 046.7  
7. August 2015 (07.08.2015) DE

(71) Anmelder: **ATG LUTHER & MAELZER GMBH**  
[DE/DE]; Zum Schlag 3, 97877 Wertheim/Reicholzheim  
(DE).

(72) Erfinder: **DEHMEL, Rüdiger**; Hagenburger Str. 54,  
31515 Wunstorf (DE). **KASSBAUM, Torsten**;  
Schlesierweg 85, 31515 Wunstorf (DE).

(74) Anwalt: **PATRONUS IP PATENT- UND  
RECHTSANWÄLTE**; Neumarkter Str. 18, 81673  
München (DE).

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

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** POSITIONING DEVICE FOR A PARALLEL TESTER FOR TESTING PRINTED CIRCUIT BOARDS AND  
PARALLEL TESTER FOR TESTING PRINTED CIRCUIT BOARDS

(54) **Bezeichnung :** POSITIONIEREINRICHTUNG FÜR EINEN PARALLELTESTER ZUM TESTEN VON LEITERPLATTEN  
UND PARALLELTESTER ZUM TESTEN VON LEITERPLATTEN

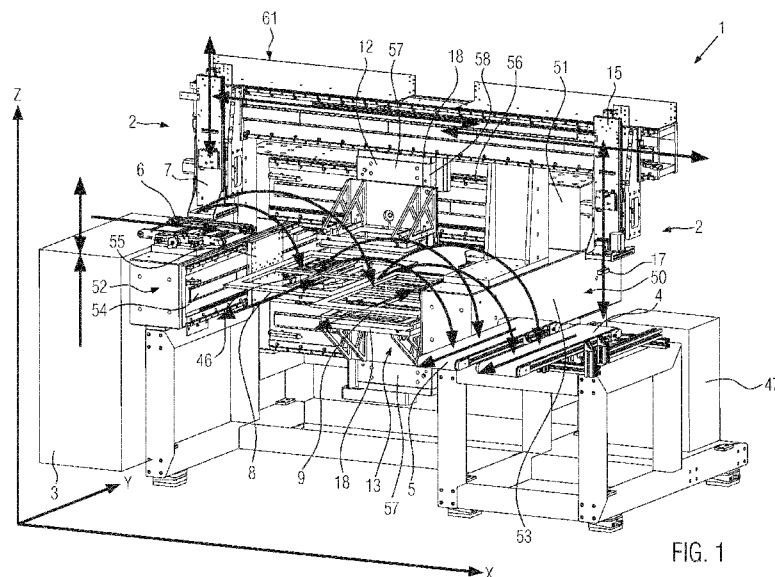


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a positioning device for a parallel tester (1), a parallel tester (1) and to a method for testing a  
printed circuit board. One aspect to the invention relates to fine adjusting a positioning device wherein the test adapter (14) can be  
secured to an inner holding part (28) of a holding device, and the inner holding part (28) can be moved in relation to the remaining  
positioning device. Exclusively one or more pivot joints and/or one or more air bearings and/or more magnetic bearings are provided  
as bearings.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/025230 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Die Erfindung betrifft eine Positioniereinrichtung für einen Paralleltester (1), einen Paralleltester (1) sowie ein Verfahren zum Testen einer Leiterplatte. Nach einem ersten Aspekt der Erfindung ist zur Feinjustierung eine Positioniereinrichtung vorgesehen, bei welcher der Testadapter (14) an einem inneren Halteteil (28) einer Halteeinrichtung befestigbar ist und das innere Halteteil (28) beweglich bzgl. der übrigen Positioniereinrichtung gelagert ist. Als Lager sind ausschließlich ein oder mehrere Schwenkgelenke und/oder ein oder mehrere Luftlager und/oder ein oder mehrere Magnetlager vorgesehen.

5

10

Positioniereinrichtung für einen Paralleltester zum Testen von Leiterplatten  
und Paralleltester zum Testen von Leiterplatten

15

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Positioniereinrichtung für einen Paralleltester zum Testen von Leiterplatten und einen Paralleltester zum Testen von Leiterplatten, insbesondere zum Testen von unbestückten Leiterplatten.

20

Adapter zum Prüfen von elektrischen Leiterplatten werden in Prüfvorrichtungen eingesetzt, die nach Art einer Presse eine zu prüfende Leiterplatte, den Prüfling, zwischen zwei plattenförmige Elemente einklemmen, wobei zur Kontaktierung der Prüfpunkte ein Adapter vorgesehen ist, der eine Vielzahl von Prüfnadeln aufweist, die im Muster der Prüfpunkte angeordnet sind. Der Prüfling wird gegen den Adapter gedrückt, so dass die Prüfpunkte am Prüfling von jeweils einer Prüfnadel kontaktiert werden.

25

Herstellungsbedingt weisen die Prüflinge bzw. deren Prüfmuster häufig einen Verzug auf, so dass durch einfaches Einsetzen des Prüflings in die Prüfvorrichtung in eine vorab festgelegte Position oft nicht der gewünschte Kontakt zwischen den Prüfpunkten und den Prüfnadeln hergestellt wird.

30

Es sind daher Prüfvorrichtungen bekannt, in welchen eine relative Verschiebung und Justierung des Adapters, der Prüfnadeln und/oder des Prüflings erfolgen kann. In der DE 44 17 811 A1 ist ein Adapter beschrieben, der eine verstellbare Justierplatte aufweist, die mittels eines Verstellantriebes zu einem Prüfling ausgerichtet werden kann. Dieser Adapter ist als sogenannter Mehrplattenadapter ausgebildet, bestehend aus mehreren, drei oder fünf, jeweils in einem Abstand parallel zueinander angeordneten Führungsplatten, die durch am Umfang angeordnete Distanzteile voneinander beabstandet befestigt sind. Die Führungsplatten werden von Prüfnadeln durchgriffen. Die Justierplatte liegt auf der prüflingsseitig angeordneten Führungsplatte auf und ist zusammen mit dieser verstellbar. Der Verstellantrieb weist eine Gewindespindel auf, die nach außen geführt ist und mit einer Mikrometerschraube versehen ist, so dass der Adapter manuell justiert werden kann. Anstatt einer Mikrometerschraube kann auch ein Motor vorgesehen werden, der eine maschinelle Verstellung erlaubt.

40

Aus der DE 43 42 654 A1 ist eine Prüfvorrichtung bekannt, bei der die zu prüfende Leiterplatte auf der Prüfvorrichtung durch Verschieben mittels Antriebsmotoren justiert wird. Jeder dieser Antriebsmotoren ist in einem separaten handgehaltenen Gehäuse enthalten, das zur lösbaren Verbindung mit dem Gehäuse vorgesehen ist. Diese Prüfvorrichtungen weisen keinen separat ausgebildeten Adapter auf und die gesamte Prüfvorrichtung ist speziell für diese Justiereinrichtung ausgebildet.

Aus der JP 4-38480 A ist ein automatischer Adapter zum insbesondere beidseitigem Prüfen von elektrischen Leiterplatten bekannt, der einen Adapterkörper und eine Anzahl von den Adapterkörper durchgreifenden Prüfnadeln aufweist, wobei mittels einer Mikroverstelleinrichtung die Leiterplatte bezüglich der Prüfnadeln durch eine relative Verschiebung zwischen der Leiterplatte und den Prüfnadeln feinjustiert werden kann, wobei die Verstelleinrichtung eine Nadelführungsplatte aufweist, in der die mit den Prüfpunkten zu kontaktierenden Enden der Prüfnadeln in Führungsbohrungen gelagert sind, die im Muster der zu prüfenden Prüfpunkte der Leiterplatte angeordnet sind. Zum Bewegen der Verstelleinrichtung ist ein außen am Adapter befestigter Schraubenantrieb vorgesehen.

Aus der JP 63-124969 A ist ein automatischer Adapter zum Prüfen von elektrischen Leiterplatten bekannt, bei dem zum Verstellen der relativen Position zwischen Leiterplatte und den Prüfnadeln ebenfalls ein außenliegender Schraubenantrieb verwendet wird.

Die EP 831 332 B1 offenbart einen Adapter zum Prüfen von elektrischen Leiterplatten, mit einem Adapterkörper und einer Anzahl den Adapterkörper durchgreifenden Prüfnadeln. Innerhalb des Adapterkörpers ist eine Verstelleinrichtung zum Justieren der Prüfnadeln auf an der Leiterplatte vorgesehenen Prüfpunkten durch eine relative Verschiebung zwischen der Leiterplatte und den Prüfnadeln vorgesehen, wobei die Verstelleinrichtung eine Nadelführungsplatte aufweist, in der die mit den Prüfpunkten zu kontaktierenden Enden der Prüfnadeln in Führungsbohrungen gelagert sind, die im Muster der zu prüfenden Prüfpunkte der Leiterplatte angeordnet sind.

Die Verstelleinrichtung ist innerhalb des Adapterkörpers angeordnet.

Das relative Ausrichten von einem Adapter bezüglich einer zu testenden Leiterplatten unterliegt folgenden Randbedingungen:

- Die Adapter und die mit den Adaptern verbundenen Testköpfe sind schwer. Wenn die Adapter und die Testköpfe bewegt werden sollen, werden entsprechend hohe Kräfte benötigt.
- Gemäß der EP 831 332 B1 erfolgt die Verstellung innerhalb des Adapters, wobei Teile des Adapters gegeneinander verschoben werden. Hierdurch wird die zu verschiebende Masse verringert. Jedoch ist der Adapter in sich beweglich. Über den Adapter müssen jedoch starke Druckkräfte übertragen werden, mit welchen die Adapter gegen die zu testende Leiterplatte gepresst werden,

damit jeder einzelne Kontakt mit einer für eine elektrische Kontaktierung ausreichende Andruckkraft beaufschlagt wird.

- Bei einseitigen Testgeräten könnte man anstelle der Adapter die Leiterplatte bewegen. Da mit den heutzutage üblichen Testgeräten jedoch ein zweiseitiger Test möglich sein muss, genügt eine Bewegung der Leiterplatte nicht zur vollständigen Ausrichtung der Leiterplattentestpunkte bezüglich der Kontaktpunkte der Adapter.

- Die Ausrichtung muss sehr präzise erfolgen. Die Toleranz muss zumindest kleiner als der halbe Durchmesser bzw. die halbe Breite der kleinsten Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte sein. Aktuell beträgt die Breite der kleinsten quadratischen Padfeldern von unbestückten Leiterplatten ca. 20  $\mu\text{m}$ .

- Weiterhin ist es Ziel, mit einer jeden Testvorrichtung möglichst schnell möglichst viele Leiterplatten zu testen. Daher sollte das Ausrichten der Adapter bezüglich der zu testenden Leiterplatte möglichst schnell erfolgen.

- Beim Ausrichten der Adapter bezüglich einer Leiterplatte in einer Testvorrichtung müssen sowohl lineare Abweichungen wie auch eine abweichende Drehposition der Leiterplatte bezüglich des jeweiligen Adapters berücksichtigt und entsprechend ausgeglichen werden.

- Die Positioniereinrichtung sollte möglichst einfach ausgebildet sein, so dass sie auf lange Zeit eine sichere und zuverlässige Positionierung erlaubt und keine hohen Wartungskosten verursacht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Positioniereinrichtung für einen Paralleltester zum Testen von Leiterplatten zu schaffen, die auf einfache Art und Weise eine Feinjustierung zwischen einer zu testenden Leiterplatte und einem Adapter des Paralleltesters erlaubt, wobei auch eine relative Drehposition zwischen dem Adapter und der zu testenden Leiterplatte ausgerichtet werden kann.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, eine Positioniereinrichtung und einen Paralleltester zu schaffen, welche eine oder mehrere der oben erläuterten Probleme lösen.

Eine der Aufgaben wird durch einen Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

Eine erfindungsgemäße Positioniereinrichtung ist für einen Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter, welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, vorgesehen, um mehrere Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren.

Die Positioniereinrichtung weist eine Halteeinrichtung auf, die mit einem inneren Halteteil ausgebildet ist, an dem ein Testadapter befestigbar ist. Der innere Halteteil ist bezüglich der übrigen Positioniereinrichtungen beweglich gelagert. Als Lager sind ausschließlich ein oder mehrere Schwenkgelenke und/oder ein oder mehrere Luft- oder Magnetlager vorgesehen.

Bei herkömmlichen Kugel-, Rollen- oder Walzenlager ist beim Übergang von einer ruhenden Position in eine Bewegung immer eine Haftreibung zu überwinden. Schwenkgelenke sind bei der vorliegenden Positioniereinrichtung Festkörperschwenkgelenke, bei welchen das Schwenken ausschließlich durch ein Biegen des Festkörpers bewirkt wird. Solche Schwenkgelenke unterliegen  
5 keiner Haftreibung, wie es z. B. bei Scharnieren oder dergleichen der Fall ist. Auch bei Luft- und Magnetlagern tritt keine solche Haftreibung auf. Dadurch, dass das innere Halteteil ausschließlich mit einem oder mehreren Schwenkgelenken und/oder einem oder mehreren Luft- oder Magnetlagern gelagert ist, kann es bewegt werden, ohne dass eine Haftreibung zu überwinden ist. Dies ist für die Einstellung von kleinen Wegen (z.B.  $\leq 10 \mu\text{m}$ ) von erheblichem Vorteil. Die Lagerung des  
10 inneren Halteteils ist somit in der Positioniereinrichtung vollkommen frei von Haftreibung und erlaubt eine sehr präzise Einstellung des Testadapters.

Vorzugsweise ist das innere Halteteil und damit der Testadapter mehrfach gelagert, so dass das innere Halteteil bzw. der Testadapter in einer Ebene um einen vorbestimmten Bereich zumindest  
15 in eine Richtung translatorisch und um eine Drehachse drehbar beweglich gelagert ist. Die Positioniereinrichtung kann ein äußeres Halteteil und ein mittleres Halteteil aufweisen, wobei das äußere Halteteil mit dem mittleren Halteteil mit einem Schwenkgelenk und das mittlere Halteteil mit dem inneren Halteteil mit einem weiteren Schwenkgelenk gekoppelt sind. Die Schwenkgelenke sind vorzugsweise am mittleren Halteteil etwa diametral gegenüberliegend angeordnet. Hierdurch kann  
20 durch Schwenken um beide Schwenkgelenke eine etwa lineare Bewegung des inneren Halteteils gegenüber dem äußeren Halteteil ausgeführt werden.

Die Positioniereinrichtung kann als Y-Positioniereinrichtung mit einem linear einstellenden Stellelement zum Positionieren des Testadapters relativ zur Leiterplatte in zumindest eine Y-Richtung  
25 in der Ebene der Kontaktelemente des Testadapters ausgebildet sein.

Diese Y-Positioniereinrichtung weist zwei linear einstellende Stellelemente auf, welche etwa parallel in einem vorbestimmten Abstand zueinander angeordnet sind, so dass bei unterschiedlicher Betätigung der beiden etwa parallel angeordneten Stellelemente eine relative Drehbewegung zwischen dem Testadapter und einer zu testenden Leiterplatte ausgeführt wird.  
30

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Rotationsbewegungen zum Ausrichten des Adapters bezüglich der zu testenden Leiterplatte nur einen geringen maximalen Winkelbereich von etwa  $0,5^\circ$  bis  $1^\circ$  benötigen. In der Regel genügt ein maximaler Drehbereich von  $0,75^\circ$ . Daher haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung erkannt, dass zwei linear einstellende Stellelemente zum Positionieren des Testadapters relativ zur Leiterplatte, welche in etwa parallel und in einem vorbestimmten Abstand zueinander angeordnet sind, sowohl dazu verwendet werden können, die relative Position des Adapters zur Leiterplatte in der Linearrichtung, die parallel zu den linearen Stellelementen verläuft, als auch in eine Drehrichtung, um eine Drehachse senkrecht zur Ebene der Leiterplatte einzustellen  
40

Um das Muster der Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte mit Muster der Kontaktstellen des Testadapters in Übereinstimmung zu bringen, genügt es, zwei korrespondierende Punkte im Muster der Leiterplattentestpunkte mit den entsprechenden Punkten des Testadapters in Übereinstimmung zu bringen. Dies bedeutet auch, dass auf einfache Art und Weise zwei entsprechende Punkte der Leiterplatte mittels einer Kamera detektiert werden können und dann die beiden linearen Stellelemente derart betätigt werden, dass die entsprechenden Punkte in Deckung gebracht werden. Geringe Abweichungen der Leiterplatte bezüglich des Testadapters können somit schnell und sehr präzise korrigiert werden.

Die Positioniereinrichtung weist vorzugsweise linear einstellende Stellelemente auf, welche als Linearmotoren ausgebildet sind, welche beim Betätigen des Linearmotors relativ zueinander bewegt werden. Zwischen dem Läufer und dem Stator befindet sich ein Luftspalt, so dass beim Betätigen eines Linearmotors keine Haftreibung überwunden werden muss. Die Linearmotoren sind vorzugsweise so angeordnet, dass der Stator und der Läufer jeweils an sich zueinander bewegenden Elementen befestigt sind, so dass keine weiteren, Haftreibung verursachende, mechanische Übertragungsmittel, wie zum Beispiel Zahnräder oder dergleichen, zur Übertragung der Bewegung notwendig sind.

Diese Positioniereinrichtung kann in einer Halteeinrichtung integriert sein, mit welcher der Testadapter und ggf. ein mit dem Testadapter verbundener Testkopf bewegt werden kann. Die Halteeinrichtung ist vorzugsweise eine mehrteilige Halteeinrichtung, wobei der innere Halteteil der Halteeinrichtung unmittelbar mit dem Testadapter verbindbar ist und beweglich bezüglich einem äußeren Teil der Halteeinrichtung angeordnet ist, wobei die beiden Stellelemente der Y-Positioniereinrichtung zum relativen Bewegen des inneren Halteteils und des äußeren Halteteils an diese beiden gekoppelt sind.

Das innere Halteteil ist vorzugsweise mit einer Luftlagereinrichtung luftgelagert ausgebildet. Die Luftlagereinrichtung umfasst eine oder mehrere Luftdüsen, die an der mehrteiligen Halteeinrichtung im Bereich unmittelbar unterhalb des inneren Halteteils vorgesehen sind. Die Luftdüsen sind jeweils an eine Druckluftleitung angeschlossen, so dass durch Zuführen von Luft durch die Luftdüsen ein Luftpolster unterhalb des inneren Halteteils ausgebildet wird, auf dem das innere Halteteil schwimmt und somit beim Bewegen keinem Reibungswiderstand unterliegt.

Zwischen dem inneren und dem äußeren Halteteil ist vorzugsweise ein mittleres Halteteil vorgesehen. Das mittlere Halteteil kann an das innere und das äußere Halteteil jeweils mit einem Schwenkgelenk gekoppelt sein. Das Schwenkgelenk kann als dünnwandige Materialbrücke zwischen den jeweiligen Halteteilen ausgebildet sein, das eine begrenzte Schwenkbewegung erlaubt. Ein solches Schwenkgelenk ist sehr einfach, wartungsfrei und hält die beiden Halteteile jeweils auf einem vorbestimmten Abstand. Die Materialbrücke kann ein Verbindungssteg sein, der aus dem

gleichen Material wie die unterschiedlichen Halteteile der Halteeinrichtung ausgebildet ist. Typischerweise ist dieses Material ein Stahl oder Aluminium oder eine elastische Legierung.

Die linear einstellenden Stellelemente können Linearmotoren sein. Ein solcher Linearmotor weist  
5 einen geradlinigen Läufer und einen geradlinigen Stator auf, wobei sie beim Betätigen des Linearmotors relativ zueinander bewegt werden. Am inneren Halteteil der Halteeinrichtung ist jeweils der Läufer oder der Stator der beiden Linearmotoren befestigt und das korrespondierende andere Teil der Linearmotoren ist hierzu benachbart am mittleren Halteteil oder am äußeren Halteteil oder an einem mit dem mittleren oder äußeren Halteteil verbundenen Teil angebracht, so dass beim  
10 Betätigen des Linearmotors das innere Halteteil bewegt wird.

Anstelle der Schwenkgelenke kann auch das innere Halteteil frei beweglich angeordnet sein, wobei dann jedoch vorzugsweise Führungseinrichtungen vorzusehen sind, welche die Bewegung des inneren Halteteils benachbart zu den linearen Stellelementen in Linearrichtung reibungsfrei führen.  
15 Die Führungseinrichtungen sind vorzugsweise so ausgebildet, dass sie ein gewisses Spiel gegenüber der Linearrichtung erlauben, so dass auch geringfügige Drehbewegungen ausführbar sind. Die Linearführungen sind vorzugsweise mit einem Luft- oder Magnetpolster bzw. -lager ausgebildet.

Die Positioniereinrichtung kann zum Detektieren der durch die beiden linear einstellenden Stellelemente ausgeführten Bewegungen Wegsensoren aufweisen. Der Wegsensor ist vorzugsweise ein optischer Sensor, der eine lineare Skala abtastet. Der optische Sensor und die Skala sind jeweils an den beiden Teilen der Positioniereinrichtung bzw. deren Halteeinrichtung angeordnet, welche relativ zueinander durch die linear einstellenden Stellelemente bewegt werden. Hierdurch  
20 wird der Weg der Bewegung eines jeden der beiden linear einstellenden Stellelemente detektiert. Anhand der mit den Wegsensoren erfassten Signale kann sowohl die Y-Position als auch die entsprechende Drehposition erfasst werden. Diese optischen Wegsensoren sind berührungslose Wegsensoren. Im Rahmen der Erfindung können auch andere berührungslose Wegsensoren verwendet werden. Berührungslose Wegsensoren verursachen keine Haftreibung. Sie erleichtern daher die präzise Justierung eines Adapters. Mit solchen optischen Wegsensoren ist eine Auflösung bis einige wenige nm möglich. Ein solcher optischer Wegsensor ist besonders vorteilhaft in Verbindung mit den oben erwähnten Schwenkgelenken. Diese Schwenkgelenke grenzen den maximalen Bewegungsweg der einzelnen beweglichen Teile der Positioniereinrichtung ein. Dadurch ist der Abstand zwischen dem jeweiligen optischen Sensor und der abzutastenden Skala innerhalb  
25 eines vorbestimmten Bereiches festgelegt, so dass zuverlässig eine korrekte Abtastung möglich ist.

Ein erfindungsgemäßer Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter, welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterpartikel gleichzeitig zu kontaktieren, weist eine Positioniereinrichtung zum Positio-  
40



nieren des Testadapters relativ zu einer zu prüfenden Leiterplatte auf, welche entsprechend den oben erläuterten Positioniereinrichtungen ausgebildet ist.

Der Paralleltester weist vorzugsweise eine X-Positioniereinrichtung auf, welche zum relativen Positionieren des Testadapters zur Leitplatte in eine X-Richtung in der Ebene der Kontaktelemente des Testadapters ausgebildet ist, die etwa orthogonal zur Y-Richtung ist.

Die X-Positioniereinrichtung ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie die mehrteiligen Halteeinrichtungen zusammen mit dem Adapter und insbesondere einem Testkopf in X-Richtung bewegt.

Es kann ein Sensor vorhanden sein, mit welchen die relative Position des Testadapters bzw. der Halteeinrichtung in X-Richtung bezüglich einer zu testenden Leiterplatte detektierbar ist, so dass aufgrund des Sensorsignals des Wegsensors die Position des Adapters bezüglich einer zu testenden Leiterplatte mit einer Rückkoppelschleife geregelt werden kann. Dies erlaubt eine sehr exakte Positionierung des Adapters in X-Richtung, selbst wenn die X-Positioniereinrichtung einen sehr großen Verfahrensweg aufweist, der beispielsweise ein Vielfaches der Erstreckung des Adapters in X-Richtung beträgt.

Der Sensor zum Detektieren der Position des Testadapters bzw. der Halteeinrichtung in X-Richtung ist vorzugsweise ein optischer Sensor, der eine an der Halteeinrichtung angeordnete Skala abtastet. Der Sensor kann auch eine Kamera sein, die die Position der Halteeinrichtung detektiert.

Die Position der Halteeinrichtung wird beim Einrichten des Paralleltesters kalibriert, wobei die Position der Halteeinrichtung z.B. mittels einer Kamera detektiert wird. Im normalen Betrieb kann die Position der Halteeinrichtung gesteuert werden, d.h. nicht mit einer Rückkopplungsschleife geregelt werden. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, die Position der Halteeinrichtung während des Betriebs zu messen und entsprechend zu regeln.

Der Paralleltester weist vorzugsweise zumindest eine Kamera zum Detektieren der Position der Leiterplattentestpunkte auf.

Weiterhin ist eine optische Detektionseinrichtung bzw. eine Kamera vorgesehen, mit welcher eine zu testende Leiterplatte in einer Testposition abgetastet wird. Anhand der mit der Kamera erfassten Bilder werden die Abweichungen der Position von einzelnen Leiterplattentestpunkten der Leiterplatte bestimmt und anhand dieser Abweichungen ein Versatz in X-, Y-Richtung oder bezüglich der Drehposition bestimmt. Anhand dieser Informationen wird die Position des Adapters, in welcher er zum Kontaktieren der zu testenden Leiterplatte gebracht werden muss, bestimmt.

Die Kamera ist vorzugsweise beweglich am Paralleltester angeordnet, so dass sie an unterschiedlichen Stellen einer zu testenden Leiterplatte positioniert werden kann. Vorzugsweise kann die Kamera zwischen zwei Teststationen hin und her verfahren werden.

- 5 Vorzugsweise weist der Paralleltester eine optische Detektionseinrichtung mit zwei Kameras auf, um sowohl die Unter- als auch die Oberseite einer zu testenden Leiterplatte abzutasten.

Der Paralleltester kann eine Z-Positioniereinrichtung aufweisen, welche zum relativen Positionieren des Testadapters und gegebenenfalls eines entsprechenden Testkopfes zur Leiterplatte in eine  
10 Z-Richtung ausgebildet ist. Die Z-Richtung verläuft etwa orthogonal zur Ebene der Kontaktelemente des Testadapters bzw. orthogonal zur Ebene einer zu testenden Leiterplatte.

Der Paralleltester weist vorzugsweise zwei Testadapter und insbesondere zwei Testköpfe auf, welche jeweils zum Testen einer Seite einer zu testenden Leiterplatte angeordnet sind. Die beiden  
15 Testadapter sind mit der gleichen Positioniereinrichtung versehen, die spiegelsymmetrisch um die Ebene einer zu testenden Leiterplatte angeordnet sind.

Nach einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung einen Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter, welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere  
20 Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig kontaktieren zu können. Der Paralleltester weist eine Z-Positioniereinrichtung zum Bewegen des Testadapters in einer Richtung orthogonal zur Ebene seiner Kontaktelemente, eine X-Positioniereinrichtung zum Bewegen des Testadapters in eine X-Richtung in der Ebene seiner Kontaktelemente und eine Y-  
25 Positioniereinrichtung zum Bewegen des Testadapters in eine Y-Richtung in der Ebene seiner Kontaktelemente, die etwa orthogonal zur X-Richtung ist. Dieser Paralleltester zeichnet sich durch zwei Teststationen aus, welche in X-Richtung versetzt sind und die X-Positioniereinrichtung ist mit einem derart großen Bewegungsweg ausgebildet, dass der Testadapter zwischen den beiden Teststationen mittels der X-Positioniereinrichtung bewegbar ist. An einer jeden Teststation ist eine  
30 Fördereinrichtung zum Zu- und Abfördern einer zu testenden Leiterplatte in Y-Richtung angeordnet.

Vorzugsweise sind die Z-Positioniereinrichtung und die X-Positioniereinrichtung zum Bewegen einer Halteeinrichtung zum Halten des Testadapters ausgebildet, und die Y-Positioniereinrichtung ist in die Halteeinrichtung zum Bewegen des Testadapters relativ bezüglich der Halteeinrichtung  
35 integriert.

Die Fördereinrichtungen zum Zu- und Abfördern einer zu testenden Leiterplatte in Y-Richtung sind beispielsweise als automatisch betätigbare Schubladen ausgebildet.

Der Paralleltester kann weitere Fördereinrichtungen zum Zu- und/oder Abfördern der zu testenden Leiterplatten zu und von den einzelnen Teststationen aufweisen. Diese weiteren Fördereinrichtungen sind beispielsweise aus Roboterarmen ausgebildet (pick-and-place-Einrichtung).

- 5 Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter, welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere Leiterplat-
- 10 tentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren, ausgebildet. Der Paralleltester weist mehrere Bewegungseinrichtungen zum Bewegen von zumindest jeweils einer Komponente des Paralleltesters, wie z. B. eines Testadapters oder einer Aufnahmevorrichtung für eine zu
- 15 testende Leiterplatte, auf. Der Paralleltester zeichnet sich durch einen Grundkörper aus einem mineralischen, keramischen, glaskeramischen, glasartigen Material oder aus einem Beton aus. Eine jede Bewegungseinrichtung ist vorzugsweise direkt und/oder unmittelbar am Grundkörper befestigt.
- 20 Durch das Befestigen der Bewegungseinrichtungen am Grundkörper nehmen alle Bewegungseinrichtung auf Dauer eine feste, das heißt nicht-veränderliche Position relativ zueinander ein. Der Grundkörper ist vorzugsweise steif und schwer und wiegt insbesondere vorzugsweise mehr als 200 kg bzw. mehr als 300 kg bzw. mehr als 500 kg. Hierdurch sind die Bewegungseinrichtungen erschütterungsarm in einer festen Position relativ zueinander angeordnet.
- 25 Die Verwendung dieses Grundkörpers hat zur Folge, dass die relative Position der einzelnen Komponenten, die mit den am Grundkörper befestigte Bewegungseinrichtungen bewegt werden, sehr präzise wiederholbar zueinander sind. Die Bauteile, aus welchen die Bewegungseinrichtungen ausgebildet sind, gibt es in unterschiedlicher Qualität. Die Qualität unterscheidet sich vor allem
- 30 in der absoluten Positionierbarkeit mit der die mit den Bewegungseinrichtungen bewegten Komponenten bewegt werden. Je präziser die Bewegungseinrichtungen sind, desto teurer sind die entsprechenden Bauteile. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben festgestellt, dass zur exakten Ausrichtung einer zu testenden Leiterplatte bezüglich eines Testadapters nicht die absolute Genauigkeit, mit welcher eine Bewegungseinrichtung eine Komponente bewegt, sondern die Genauigkeit der Wiederholbarkeit der einzelnen Bewegungseinrichtungen, die Einfluss auf die relative Position einer zu testenden Leiterplatte und des Testadapters haben, ist. Zum Erzielen einer präzisen relativen Genauigkeit zwischen einer zu testenden Leiterplatte und dem Testadapter ist ein festes Bezugssystem der einzelnen Bewegungseinrichtungen zueinander wichtig, das hier durch
- 35 den Grundkörper gebildet wird. Es hat sich gezeigt, dass mit Bewegungseinrichtungen, deren absolute Bewegungspräzision einige hundert  $\mu\text{m}$  beträgt, eine relative Wiederholgenauigkeit von einem oder einigen wenigen  $\mu\text{m}$  erzielbar ist. Das heißt, wenn einmal eine bestimmte Position mittels einer Kalibriereinrichtung vermessen worden ist, dann kann die gleiche Position mit einer Genauigkeit von einem oder einigen wenigen  $\mu\text{m}$  wieder eingenommen werden. Mit einer solchen Bewegungseinrichtung ist es jedoch nicht notwendig, eine beliebige Bewegung mit einer Präzision
- 40 von einem oder einigen wenigen  $\mu\text{m}$  auszuführen. Dies erlaubt einerseits die Verwendung relativ

5 kostengünstiger Bauteile und andererseits die Erzielung einer exakten relativen Position. Vorzugsweise werden die einzelnen Bewegungseinrichtungen kalibriert, wie es beispielsweise unten näher beschrieben ist, so dass die relativen Orte der mit den Bewegungseinrichtungen bewegten Komponenten wiederholt mit der gewünschten Präzision von einem oder einigen wenigen  $\mu\text{m}$  ein-

10 Bewegungseinrichtungen, die Einfluss auf die relative Position einer zu testenden Leiterplatte und des Testadapters haben, sind die Bewegungseinrichtungen, die den Testadapter und die zu testende Leiterplatte bewegen. Weitere Bewegungseinrichtungen, die auf die relative Position zwischen der zu testenden Leiterplatte des Testadapters Einfluss haben können, sind Detektionseinrichtungen, mit welchen der Ort der Bewegungseinrichtungen oder der hiermit bewegten Komponenten (Leiterplatte bzw. Testadapter) erfassbar und anhand des erfassten Ortes die entsprechende Bewegungseinrichtung kalibrierbar sind. In dem unten beschriebenen Ausführungsbeispiel  
15 bildet, die am Paralleltester beweglich angeordnet sind.

Die Bewegungseinrichtungen weisen eine oder mehrere Positioniereinrichtungen auf, wobei eine jede Positioniereinrichtung zum Bewegen der Komponente in eine Bewegungsrichtung ausgebildet ist und alle Bewegungsrichtungen der Positioniereinrichtungen einer jeden Bewegungsrichtung  
20 zueinander orthogonal sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Paralleltester wird somit vermieden, dass Bewegungseinrichtungen einer Komponente von einer Bewegungseinrichtung einer anderen Komponente abhängen, indem die eine Bewegungseinrichtung an der anderen Bewegungseinrichtung angeordnet ist. Bei einer  
25 solchen Ausgestaltung würden sich die Toleranzen der einen Bewegungseinrichtung auf die Toleranzen der hiervon abhängigen Bewegungseinrichtung übertragen. Demgemäß weist eine Bewegungseinrichtung entweder nur eine, zwei oder drei Positioniereinrichtungen auf, die jeweils mit zueinander orthogonalen Bewegungsrichtungen ausgebildet sind.

30 Da die Bewegungseinrichtungen vorzugsweise unmittelbar oder direkt am Grundkörper befestigt sind, sind sie jeweils bezüglich des Grundkörpers ausgerichtet.

Der Grundkörper ist aus einem mineralischen, keramischen, glaskeramischen, glasartigen Material oder aus einem Beton ausgebildet. Solche Grundkörper weisen eine geringe thermische Ausdehnung auf. Sie bewirken somit eine sehr exakte Referenzposition für die einzelnen Bewegungseinrichtungen. Da alle Bewegungseinrichtungen mit demselben Grundkörper verbunden sind, ist deren relative Position exakt festgelegt. Bei einem Prototyp konnte mit herkömmlichen Präzisionsbewegungseinrichtungen (auf Schienen verfahrbaren Schlitten) eine relative Präzision von 1  $\mu\text{m}$  erzielt werden. Dies heißt mit anderen Worten, dass die einzelnen Bewegungseinrichtungen bezüg-

lich der anderen Bewegungseinrichtungen wiederholt eine Position mit der Präzision von 1  $\mu\text{m}$  einnehmen können.

Vorzugsweise weist der Paralleltester eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen des Adapters, eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen der Aufnahmeeinrichtung für eine zu testende Leiterplatte sowie eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen einer Kamera auf. Der Paralleltester wird vorzugsweise vor einer bestimmten Betriebsphase einmal mittels der Kamera kalibriert, wobei bei der Kalibrierung zumindest ein Bezugspunkt des Adapters erfasst wird. Ist die Kalibrierung einmal ausgeführt, dann können der Adapter und die Aufnahmeeinrichtung für eine zu testende Leiterplatte wiederholt mit der mittels des Grundkörper ermöglichten Präzision zueinander positioniert werden. Die Kalibrierung wird vorzugsweise bei jeder Inbetriebnahme des Paralleltesters oder bei einem Wechsel des Adapters ausgeführt.

Mit der bzw. den Kameras können somit jeweils ein Adapter und eine Seite einer zu testenden Leiterplatte abgetastet werden. Eine obere Kamera erlaubt das Abtasten einer oberen Seite einer zu testenden Leiterplatte und der Kontaktseite eines unteren Adapters. Eine untere Kamera erlaubt das Abtasten einer unteren Seite einer zu testenden Leiterplatte und der Kontaktseite eines oberen Adapters. Eine solche Kamera kann sowohl zum Kalibrieren der Position des Adapters als auch zum Erfassen der Position einer zu testenden Leiterplatte verwendet werden. Eine solche Kamera kann somit zum Kalibrieren der Position des jeweiligen Adapters und des Erfassens der Position der zu testenden Leiterplatte verwendet werden. Insbesondere kann der Adapter in seiner Testposition (zumindest bezüglich der X- und Y-Richtung und seiner Drehposition) kalibriert werden, wenn sich keine zu testende Leiterplatte an der entsprechenden Testposition befindet. Somit ist es möglich, sowohl den Adapter als auch die zu testende Leiterplatte in ihrer jeweiligen Testposition zu vermessen. Hierdurch kann eine sehr präzise relative Positionierung zwischen Adapter und zu testender Leiterplatte erfolgen. Dies stellt einen eigenständigen Erfindungsgedanken dar, der unabhängig von den oben erläuterten erfinderischen Aspekten verwendet werden kann. Selbstverständlich kann dieser Erfindungsgedanke auch mit den weiteren, oben erläuterten Aspekten kombiniert werden. Dies gilt insbesondere für die Anordnung des Grundkörpers aus einem steifen, vorzugsweisen schweren Material, der entlang einer oder mehrerer Testpositionen einen präzisen Ortsbezug erlaubt.

Der Grundkörper ist vorzugsweise aus Granit, aus Glaskeramik oder Keramik auf Basis von Kiesel-erde und/oder Tonerde ausgebildet. Derartige Stoffe weisen einerseits einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizient und andererseits eine hohe Dichte auf. Sowohl Temperaturänderungen als auch Erschütterungen haben nur geringste Auswirkungen auf die Präzision der Bewegungen der unterschiedlichen Bewegungseinrichtungen.

Vorzugsweise ist der Grundkörper aus einem Material ausgebildet, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient nicht größer als  $5 \cdot 10^{-6}/K$  und vorzugsweise nicht größer als  $3 \cdot 10^{-6}/K$  und insbesondere nicht größer als  $10 \cdot 10^{-6}/K$  ist.

5 Das Vorsehen des Grundkörpers im Paralleltester unterscheidet ihn grundsätzlich von herkömmlichen Paralleltestern, welche in der Regel ein etwa quaderförmiges Gerüst oder quaderförmigen Rahmen aufweisen, in dem die einzelnen Elemente angeordnet sind. Ein solches Gerüst hat den Nachteil, dass Elemente der Vorrichtung in der Regel nicht außerhalb des Gerüsts angeordnet werden können, zumindest, wenn sie auf die zu testenden Leiterplatten einwirken sollen. Ein Netz-  
10 gerät oder ein Steuercomputer kann bei herkömmlichen Paralleltestern auch außerhalb des Gerüsts angeordnet sein. Jedoch ist es schwierig, mechanisch beanspruchte Teile, wie einen Adapter, Teile der Presse, Elemente zum Handhaben der Leiterplatten außerhalb des Gerüsts anzuordnen, da entweder die notwendigen statischen Eigenschaften nicht gegeben sind und/oder Teile des Gerüsts eine Bewegung behindern.

15 Der erfindungsgemäße Grundkörper ist innerhalb des Paralleltesters angeordnet. Alle Elemente und Teile des Paralleltesters sind direkt oder indirekt am Grundkörper befestigt. Der Grundkörper bildet somit einen steifen Kern bzw. ein steifes Innenskelett, um den alle Teile und Elemente des Paralleltesters angeordnet sind.

20 Der Grundkörper ist ein steifer Körper, der bspw. aus einem mineralischen Werkstoff, insbesondere Granit, ausgebildet ist. Steif bedeutet hier, dass der Grundkörper so formstabil ist, dass er sich über einen üblichen Bearbeitungszeitraum um weniger als einige, vorzugsweise weniger als 1, Mikrometer verformt. Aufgrund von Temperaturänderungen können beim Grundkörper stärkere  
25 Verformungen auftreten. Jedoch sind die Temperaturänderungen bzw. Temperaturschwankungen so träge, dass sie auf einen üblichen Bearbeitungszeitraum keinen Einfluss haben. Der Bearbeitungszeitraum kann einige Minuten bis zu einer Stunde und bis zu einigen Stunden betragen.

Aufgrund der Steifigkeit des Grundkörpers wird entlang dem Grundkörper ein eindeutiger Bezug zu  
30 einem Bezugs- bzw. Koordinatensystem gegeben. Mit anderen Worten, alle Teile die direkt am Grundkörper befestigt sind, weisen in einem Koordinatensystem eine bestimmte relative Position zueinander auf, die durch die Anbindungspunkte am Grundkörper bestimmt ist. Da der Grundkörper steif ist, verändert sich diese relative Position in der Regel nicht. Ist diese relative Position einmal erfasst, dann kann sie im Betrieb wiederholt zur Bestimmung der Position der einzelnen Ele-  
35 mente zueinander verwendet werden, da sie aufgrund der Steifigkeit des Grundkörpers gehalten wird. Der Grundkörper kann somit aus einem beliebigen steifen Material ausgebildet sein, wie z.B. Stahl oder einem mineralischen Werkstoff.

Der Grundkörper erstreckt sich ähnlich einem Rückgrat in einem Skelett über einen Großteil der  
40 Längserstreckung des Paralleltesters, wobei sich der Grundkörper vor allem in horizontale Rich-

tung erstreckt, um einer entsprechenden Bewegungseinrichtung in horizontaler Richtung den entsprechenden Halt zu verleihen. In vertikaler Richtung erstreckt sich der Grundkörper vorzugsweise so weit, dass er sich in vertikaler Richtung im Bereich von oberen und unteren Testelementen befindet, mit welchen eine zu testende Leiterplatte beidseitig auf einer oberen und unteren Seite getestet werden kann. Daher bildet der Grundkörper vorzugsweise eine Art Rückwand des Paralleltesters. Die einzelnen weiteren Elemente des Paralleltesters können sich jedoch in Vertikalrichtung über den Grundkörper hinweg erstrecken.

Ein als Rückwand ausgebildeter Grundkörper kann einzelne oder mehrere Abschnitte aufweisen, welche sich von der Rückwand horizontal nach vorne erstrecken.

Vorzugsweise besteht der Grundkörper aus einem Material, das einer geringen Wärmeausdehnung unterliegt, wie z.B. einem mineralischen Werkstoff. Bei einem Material mit großer thermischer Ausdehnung, wie z.B. Stahl, müsste nach einer jeden Temperaturschwankung um einen vorbestimmten Wert der Paralleltester neu kalibriert werden, wobei die relative Position der an dem Grundkörper direkt und/oder indirekt befestigten Elemente zu bestimmen ist.

Ein weiterer Vorteil des Grundkörpers liegt darin, dass alle weiteren Elemente und Teile des Paralleltesters um ihn herum gebaut sind, so dass es keine prinzipbedingte Einschränkung in der Ausdehnung des Paralleltesters gibt.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter versehen, welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren. Der Paralleltester weist zumindest eine Bewegungseinrichtungen zum Bewegen des Testadapters, eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen einer Aufnahmeeinrichtung für eine zu testende Leiterplatte und zumindest eine optische Detektionseinrichtung auf. Der Paralleltester ist mit einer Steuereinrichtung versehen, die derart ausgebildet ist, dass mit der optischen Detektionseinrichtung eine zu testende Leiterplatte in unterschiedlichen Messpositionen erfasst wird, wobei Ortsinformationen der Leiterplatte zu den unterschiedlichen Messpositionen abgespeichert werden und die Leiterplatte und der Testadapters in die unterschiedlichen Messpositionen verfahren werden, um hier jeweils einen Testvorgang auszuführen. Dann steuert die Steuereinrichtung einen oder mehrere Testvorgänge, wobei zwischen den mehreren Testvorgängen die Leiterplatte und der Testadapter relativ zueinander bewegt werden. Bei diesem Paralleltester wird eine bestimmte Leiterplatte vorab in der Messposition vermessen und dann werden die mehreren Testvorgänge aufeinanderfolgend ausgeführt. Hierdurch kann eine zu testende Leiterplatte sehr schnell getestet werden. Dies gilt insbesondere für Leiterplatten mit mehreren Nutzen, die mit einem Testadapter jeweils einzeln für einen jeden Nutzen kontaktiert werden.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Kalibrieren eines Paralleltesters vorgesehen, wobei mit einer Detektionseinrichtung der Ort eines Testadapters an unterschiedlichen Messpositionen erfasst wird. Anhand dieser erfassten Messpositionen werden Steuerungsinformationen zum Steuern der Bewegung des Testadapters zwischen den Messpositi-  
5 onen abgeleitet und gespeichert. Die Steuerungsinformationen beschreiben die relative Bewegung des Testadapters und/oder der Aufnahmeeinrichtung zwischen den einzelnen Messpositionen.

Diesem Kalibrierverfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass beim Kontaktieren einer Leiterplatte mit einem Testadapter in der Regel einige wenige Messpositionen notwendig sind. Üblicherweise  
10 wird jeder Nutzen einer Leiterplatte mit einer anderen Messposition des Testadapters bezüglich der Leiterplatte getestet. Beim Kalibrieren werden der Testadapter und/oder die Aufnahmeeinrichtung für eine zu testende Leiterplatte in die entsprechenden Messpositionen gebracht, und gegebenenfalls zueinander ausgerichtet. Diese Messpositionen werden dann als Steuerungsinformationen gespeichert, so dass in einem späteren Betrieb ein einmal korrekt kalibrierter Testadapter be-  
15 züglich einer Leiterplatte zu den weiteren Testpositionen gesteuert, das heißt, ohne Regelschleife, relativ zur Leiterplatte bzw. relativ zur Aufnahmeeinrichtung der Leiterplatte exakt bewegt werden kann.

Da bei dem Paralleltester mit dem oben erläuterten Grundkörper die relative Position der einzelnen  
20 Elemente (Adapter, Kamera, und/oder zu testende Leiterplatte) für einen üblichen Bearbeitungszeitraum sehr stabil und präzise gehalten wird, kann das Kalibrieren des Adapters einfach mit der am Paralleltester vorgesehenen Kamera ausgeführt werden. Durch das Kalibrieren wird die relative Position des Adapters zu den übrigen Elementen des Paralleltesters sehr exakt erfasst. Bei herkömmlichen Paralleltestern ist es bekannt, den Adapter mit einer separaten Prüfeinrichtung zu  
25 kalibrieren, welche oftmals noch separate Kalibrationselemente, wie Glasplatten, aufweist, welche zum Kalibrieren im Paralleltester montiert werden müssen, um einen exakten Bezug der einzelnen Elemente herzustellen. Bei dem vorliegenden Paralleltester ist es nicht notwendig, eine separate Prüfeinrichtung oder separate Prüfmittel zu verwenden. Man erspart sich hierdurch nicht nur die Anschaffung dieser separaten und sehr teuren Prüfeinrichtung, sondern, da man die im Parallel-  
30 tester zum Abtasten der Leiterplatten vorgesehene Kameras auch zum Kalibrieren der Adapter verwenden kann, kann das Kalibrieren sehr schnell ausgeführt werden. Bei den ersten Prototypen dieses Paralleltesters dauert der Kalibriervorgang zum Kalibrieren des Adapters etwa 20 Sekunden. Ein solch kurzer Kalibriervorgang kann wiederholt im Paralleltester ausgeführt werden, ohne den Durchsatz des Paralleltesters zu beeinträchtigen. Vorzugsweise wird der Kalibriervorgang des  
35 Adapters zumindest jede Stunde einmal, vorzugsweise nach Ablauf einer halben Stunde bzw. nach Ablauf von 20 Minuten bzw. nach Ablauf von 10 Minuten wiederholt. Innerhalb der Zeitintervalle, in welchen eine solche Kalibrierung des Adapters ausgeführt wird, verändert sich die relative Position wegen des steifen Grundkörpers nicht spürbar.

Aufgrund der schnellen Wiederholung der Kalibrierung des Adapters bzw. der Adapter ist es nicht  
40 notwendig, den Paralleltester mechanisch weiter zu stabilisieren, wie z. B durch Anordnen in ei-



nem klimatisierten Raum. Eine allmähliche, langsame Veränderung des Grundkörpers und damit der relativen Positionen aufgrund von Temperaturschwankungen stören den Betrieb des Paralleltesters nicht, sofern zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kalibriervorgängen keine Änderungen des Grundkörpers um mehr als einige Mikrometer stattfinden.

5

Durch diese Kombination aus dem steifen Grundkörper in Verbindung mit dem Kalibriervorgang, bei dem eine im Paralleltester vorgesehene Kamera verwendet wird, deren Position genauso wie die Position des Adapters in Bezug zum Grundkörper steht, wird mit wenig Aufwand ein hochpräziser und stabiler Paralleltester geschaffen.

10

Vorzugsweise wird ein Paralleltester mit zwei Testadaptern verwendet, mit welchen eine Ober- und eine Unterseite einer Leiterplatte gleichzeitig kontaktierbar sind. Bei solchen Testadaptern sind zwei Detektionseinrichtungen zum Detektieren der Position der Leiterplatte bzw. der Aufnahmeeinrichtung für eine zu testende Leiterplatte und/oder des Testadapters zweckmäßig. Diese Detektionseinrichtung kann daher vorzugsweise zwei Kameras umfassen. Die Kameras sind mit entgegengesetzter Blickrichtung angeordnet, so dass eine Kamera die Oberseite einer zu testenden Leiterplatte und die andere Kamera die Unterseite einer zu testenden Leiterplatte bzw. den unteren Testadapter oder den oberen Testadapter abtasten kann. Die beiden Kameras werden vorzugsweise bei der Inbetriebnahme des Paralleltesters zueinander kalibriert. Das Kalibrieren kann dadurch erfolgen, dass die eine Kamera den Ort der anderen Kamera optisch abtastet und so die relativen Positionen der beiden Kameras zueinander festgestellt und gegebenenfalls ausgerichtet werden.

15

20

25

30

Die einfachste und häufigste Detektionseinrichtung zum Detektieren der relativen Position eines Testadapters und einer zu testenden Leiterplatte bzw. der Aufnahmeeinrichtung zum Aufnehmen der Leiterplatte umfasst eine oder zwei Kameras. Es sind jedoch auch Verfahren bekannt, mit welchen die relative Position eines Testadapters zu einer Leiterplatte dadurch festgestellt wird, dass der Testadapter ein oder mehrere Male in unterschiedlichen relativen Positionen gegen die Leiterplatte gedrückt wird und anhand der erzielten Kontakte die Position des Paralleltesters bezüglich der zu testenden Leiterplatte detektiert wird. Eine solche Detektionseinrichtung kann anstelle einer optischen Detektionseinrichtung zum Detektieren der relativen Position eines Testadapters bezüglich einer zu testenden Leiterplatte verwendet werden. Dies gilt für alle oben erläuterten Ausführungsformen.

35

40

Der Testadapter des Paralleltesters kann als Universaladapter ausgebildet sein. Ein solcher Universaladapter bildet ein Muster der Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte auf ein regelmäßiges Raster eines Universaltestkopfes ab. Der Universaltestkopf wird für alle Typen von Leiterplatten verwendet. Wenn mit dem Paralleltester ein anderer Typ von Leiterplatte zu kontaktieren ist, dann ist lediglich der Universaladapter auszutauschen, der an den Universaltestkopf koppelbar ist. In der Regel ist ein solcher Universaladapter aus mehreren Lagen von Führungsplat-

ten ausgebildet, die auch zueinander beabstandet angeordnet sein können und in welchen Durchgangslöcher vorgesehen sind. Durch die Durchgangslöcher erstrecken sich Kontaktnadeln, die mit ihren Enden an den jeweils äußeren Führungsplatten des Adapters vorstehen und so die Kontaktstellen des regelmäßigen Rasters des Universaltestkopfes als auch die Kontaktstellen bzw. Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte kontaktieren können.

Andererseits kann als Testadapter auch ein sogenannter „dedicated Testadapter“ vorgesehen sein. Ein solcher dedicated Testadapter weist Kontaktelemente auf, die in einem Muster angeordnet sind, das dem Muster der Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte entspricht. Die Kontaktelemente sind unmittelbar mit zu einer Testelektronik führenden Kabeln verbunden. In der Regel ist die Verbindung zwischen den Kabeln und den Kontaktelementen als Lötverbindung ausgebildet. Ein solch ein dedicated Testadapter wird in der Regel dadurch hergestellt, dass eine Platte aus isolierendem Material mit Bohrungen in dem Muster der Leiterplattentestpunkte der zu testenden Leiterplatte versehen wird, wobei in jede Bohrung eines der Kontaktelemente eingesetzt wird. Weist die zu testende Leiterplatte als Kontaktstellen lediglich Durchkontaktierung auf, dann kann das Bohrmuster dieser Durchkontaktierung unmittelbar zum Herstellen des dedicated Testadapters verwendet werden.

Die Bauhöhe eines Universaladapters ist wesentlich geringer als die eines dedicated Adapters. Um diese Bauhöhe ausgleichen zu können, ist es vorteilhaft, wenn eine vertikale Positioniereinrichtung (Z-Positioniereinrichtung) einen Bewegungshub von zumindest 80 mm, vorzugsweise zumindest 100 mm bzw. zumindest 120 mm und insbesondere zumindest 150 mm aufweist. Es sind herkömmliche Paralleltester bekannt, bei welchen sowohl Universaladapter als auch dedicated Testadapter verwendet werden können. Diese Paralleltester besitzen ein elektrisches Anschlussfeld für einen dedicated Testadapter. Ein Universaladapter wird mit einer komplexen Leiterplatte, die großflächig ist und aus vielen Lagen besteht, an dieses Anschlussfeld angekoppelt, wobei das Anschlussfeld und der Universaladapter in Horizontalrichtung zueinander versetzt sind. Dieser Versatz wird mit der viellagigen komplexen Leiterplatte überbrückt.

Bei dem erfindungsgemäßen Paralleltester ist ein elektrisches Grundraster vorgesehen, das Kontaktstellen in einem regelmäßigen Raster aufweist. An dieses Grundraster kann in herkömmlicher Weise ein Universaladapter angesetzt werden. Durch den großen Hub der vertikalen Positioniereinrichtung ist es möglich, auf das Grundraster eine Kontaktkassette aufzusetzen, welche Kontaktelemente zum Anschließen jeweils eines Kabels aufweist. Die Kabel werden an der vom Grundraster abweisenden Seite der Kontaktkassette an ihre Kontaktelemente angeschlossen. Diese Kabel führen dann zu den Kontaktelementen des dedicated Testadapters. Zwischen dem Grundraster und dem dedicated Testadapter ist somit ausreichend Platz für die Kabel als auch für die Kontaktkassette zum Kontaktieren der Kabel mit dem Grundraster.

Mit einem der oben erläuterten Paralleltester können Leiterplatten, insbesondere unbestückte Leiterplatten, getestet werden. Hierzu kann ein Universaladapter oder ein dedicated Testadapter verwendet werden.

- 5 Der Paralleltester kann derart ausgebildet sein, dass die Leiterplatten nur auf Unterbrechung und/oder Kurzschlüsse geprüft werden. Ein solches Testverfahren wird in der Regel zum Testen von unbestückten Leiterplatten verwendet, da hier die einzelnen Verbindungen lediglich dahingehend zu testen sind, ob sie keine Unterbrechung aufweisen oder nicht mit einer anderen Leiterbahn kurzgeschlossen sind. Als Testen von unbestückten Leiterplatten wird deshalb auch das Testen von Leiterplatten mit sogenannten embedded Bauteilen verstanden, welche z.B. Widerstände, Kondensatoren oder die Dioden umfassen.

- 15 Grundsätzlich ist es auch möglich, dass der Paralleltester zum Testen von bestückten Leiterplatten verwendet wird. Bestückte Leiterplatten weisen in der Regel integrierte Schaltungen auf. Zum Testen von bestückten Leiterplatten werden Funktionstests (In-Circuit-Tests) durchgeführt, wobei komplexe Signale an die Leiterbahnen der bestückten Leiterplatte angelegt werden und die Reaktion der bestückten Leiterplatte auf diese komplexen Signale gemessen wird.

- 20 Das Testen von unbestückten Leiterplatten unterscheidet sich vom Testen von bestückten Leiterplatten vor allem dadurch, dass wesentlich mehr Kontaktstellen bzw. Leiterplattentestpunkte gleichzeitig kontaktiert werden müssen. Beim Testen von bestückten Leiterplatten werden im Vergleich hierzu sehr wenige Kontaktstellen kontaktiert, diese werden jedoch mit komplexeren elektrischen Signalen beaufschlagt. Beim Testen von unbestückten Leiterplatten sind oftmals mehr als 1000 oder mehr als 5000 oder sogar mehr als 10 000 Leiterplattentestpunkte gleichzeitig zu kontaktieren.

- 30 Leiterplatten werden oftmals mit mehreren Nutzen hergestellt. Ein Nutzen ist ein bestimmtes Muster von Kontaktstellen und Leiterbahnen. Nach dem Testen wird die Leiterplatte mit mehreren Nutzen in die einzelnen Nutzen aufgeteilt, die dann jeweils eine separate Leiterplatte bilden. Die Nutzen einer Leiterplatte sind identisch. Eine Leiterplatte mit mehreren Nutzen kann mit einem Testadapter getestet werden, der Kontaktelemente lediglich für die Kontaktstellen eines einzigen Nutzens aufweist, wobei der Testadapter aufeinander folgend mit den jeweiligen Nutzen der Leiterplatte kontaktiert wird. Hierzu wird der Testadapter durch schrittweises relatives Bewegen des Testadapters bezüglich der zu testenden Leiterplatte mit den jeweiligen Nutzen in Kontakt gebracht.
- 35 Der oben erläuterte Paralleltester kann zum aufeinander folgenden Testen mehrerer Nutzen verwendet werden. Dies wird auch als „Steppen“ bezeichnet.

- 40 Das Steppen kann mit der X-Positioniereinrichtung in X-Richtung ausgeführt werden, welche den Testadapter in X-Richtung bewegt. In Y-Richtung kann das Steppen mit der Förderrichtung zum Bewegen der zu testenden Leiterplatte in Y-Richtung ausgeführt werden.

Diese Fördereinrichtung zum Befördern der Leiterplatte in Y-Richtung bewegt die Leiterplatte zwischen einer Testposition und einer Austauschposition. Die Austauschposition befindet sich außerhalb des Bereichs, der vom Testadapter und der den Testadapter umgebenden Halteeinrichtung überdeckt wird, so dass eine Leiterplatte in der Austauschposition frei zugänglich ist. In der Austauschposition kann die Leiterplatte beispielsweise von einem Roboterarm aufgenommen oder manuell ausgetauscht werden.

Wie es oben erläutert ist, kann die Y-Positioniereinrichtung mit einer Luftlagereinrichtung ausgebildet sein. Mit der Luftlagereinrichtung wird während des Betätigens der Y-Positioniereinrichtung ein Luftpolster erzeugt. Während des Testens wird vorzugsweise kein Luftpolster erzeugt, so dass der Testadapter durch Reibschluss fixiert ist. Die Verwendung der Luftlagereinrichtung zum Fixieren der Position des Testadapters stellt einen eigenständigen Erfindungsgedanken dar, der auch unabhängig von den oben erläuterten Aspekten verwendet werden kann.

Bei den obigen Erläuterungen wurde auf ein Koordinatensystem mit einer X-, Y- und Z-Achse Bezug genommen. Die Z-Achse erstreckt sich in Vertikalrichtung. Die X- und die Y-Achse spannen die horizontale Ebene auf. Im Rahmen der Erfindung können die X- und die Y-Achse gegeneinander ausgetauscht werden.

Die oben erläuterten Aspekte können unabhängig voneinander oder auch in einer beliebigen Kombination an einem Paralleltester realisiert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend näher beispielhaft anhand der beigefügten Zeichnung erläutert. Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 einen Paralleltester in perspektivischer Ansicht mit zwei Teststationen und einem unteren und oberen Testkopf mit Adapter,

Fig. 2 zwei Teststationen der Testvorrichtung aus Fig. 1 in vergrößerter Darstellung,

Fig. 3a-3d eine Halteeinrichtung zum Halten eines Testadapters und eines Testkopfes mit Blickrichtung von vorne mit und ohne Testkopf sowie einen Universaladapter (Fig. 3c) und eine dedicated Testadapter jeweils in perspektivischer Ansicht,

Fig. 4a-4d jeweils einen Halterahmen der Halteeinrichtung aus Fig. 3 in einer Draufsicht (Fig. 4a), Längsseitenansicht (Fig. 4b), Stirnseitenansicht (Fig. 4c) und perspektivischen Ansicht (Fig. 4d), und

Fig. 5a-5e     den Halterahmen aus Fig. 4a in der Draufsicht (Fig. 5a) zusammen mit mehreren Schnittlinien A-A, B-B, C-C, D-D und die entsprechenden Schnittansichten, und

Fig. 6a        den Halterahmen aus Fig. 5a mit einer schematischen Rahmenstruktur, und

Fig. 6b        die Rahmen und die Gelenkanordnung des Halterahmens schematisch in einem Blockschaltbild.

Ein Paralleltester 1 gemäß der vorliegenden Erfindung weist einen Grundkörper 50 auf, der aus Granit besteht (Fig. 2). Der Grundkörper 50 ist aus zwei integrierten Längsriegeln 51, die eine Rückwand 2, bilden und zwei sich von der Rückwand 2 nach vorne erstreckenden Querriegeln 52, 53 ausgebildet. Die beiden Querriegel 52, 53 sind fest mit den Längsriegeln 51 verbunden, so dass sie ein einheitliches Bauteil bilden. Die Querriegel 52 können an den Längsriegeln 51 mittels einer Schraubverbindung mit hohem Reibschluss befestigt sein. Vorzugsweise ist der Grundkörper 50 einstückig ausgebildet.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel (Fig. 1) ist ein Vorratsbehälter 3 für nicht getestete Leiterplatten von vorne gesehen links neben der Rückwand 2 und jeweils ein Förderband für gute Leiterplatten 4 bzw. ein Förderband für schlechte Leiterplatten 5 rechts neben der Rückwand 2 angeordnet. Bei diesem Paralleltester 1 werden somit die zu testenden Leiterplatten von links nach rechts bewegt. Selbstverständlich kann der Paralleltester 1 derart ausgebildet sein, dass der Vorratsbehälter 3 für nicht getestete Leiterplatten und die Förderbänder 4, 5 für getestete Leiterplatten an den entgegengesetzten Seiten oder auch oben bzw. unten angeordnet sind. Der Paralleltester 1 ist in einem Gehäuse (nicht dargestellt) angeordnet, das alle beweglichen Teile des Paralleltesters umschließt, so dass im Betrieb kein Bediener in den Bewegungsbereich der beweglichen Teile gelangen kann. Lediglich die Förderbänder 4, 5 führen aus dem Gehäuse heraus, so dass ein Bediener die getesteten Leiterplatten von den Förderbändern 4, 5 entnehmen kann. Die Förderbänder 4, 5 können auch grundsätzlich an eine Sammeleinrichtung gekoppelt sein, die automatisch die positiv und die negativ getesteten Leiterplatten in unterschiedlichen Behältern sammeln.

Die horizontale Richtung parallel zur Rückwand 2 von links nach rechts wird im Folgenden als X-Richtung bezeichnet. Die horizontale Richtung, die senkrecht zur Rückwand 2 von vorne auf die Rückwand zu verläuft, wird im Folgenden als Y-Richtung bezeichnet. Die vertikale Richtung parallel zur Rückwand 2 von unten nach oben wird im Folgenden als Z-Richtung bezeichnet. Ein entsprechendes Koordinatensystem ist in Fig. 1 eingezeichnet.

Der Vorratsbehälter 3 für die noch nicht getesteten Leiterplatten weist einen Lift auf, mit welchen der Stapel nicht getesteter Leiterplatten allmählich angehoben werden kann. Am oberen Randbereich des Vorratsbehälters 3 ist eine Vereinzelungseinrichtung 6 auf dem Querriegel 52 angeord-

net, mit welcher jeweils die oberste Leiterplatte des Stapels von nicht getesteten Leiterplatten vom Vorratsbehälter 3 abgezogen und einem Roboterarm 7 zugeführt wird.

Der Roboterarm 7 ist in vertikaler Richtung (Z-Richtung) verfahrbar ausgebildet. Der Roboterarm 7 hat an seinem unteren Ende einen Sauggreifer, der zum Aufnehmen und Ablegen der Leiterplatten ausgebildet ist. Der Sauggreifer ist am Roboterarm 7 in Y-Richtung justierbar, so dass er unterschiedlich große Leiterplatten zentral greifen kann. An der Rückwand 2 ist eine X-Achse 61 angeordnet, entlang der der Roboterarm 7 in X-Richtung verfahrbar gelagert ist.

An den beiden Querriegeln 52, 52 sind zwei Schubladenmechanismen 8, 9 in der gleichen Ebene derart befestigt, dass jeweils eine rahmenförmige Schublade 10, 11 zum Aufnehmen einer Leiterplatte horizontal bezüglich der Rückwand 2 ein Stück nach vorne bzw. wieder zurück verfahren werden kann (Fig. 2). Die Schubladenmechanismen 8, 9 umfassen jeweils eine Schiene 54, welche an einen der beiden Querriegel 52, 53 an der zum gegenüberliegenden Querriegel weisenden Seite in Horizontalrichtung verlaufend befestigt ist. Auf der Schiene 54 ist jeweils ein plattenförmig ausgebildeter Schlitten 55 verfahrbar geführt, an welchen jeweils eine der rahmenförmigen Schubladen 10, 11 befestigt ist. Die Schubladenmechanismen 8, 9 stellen jeweils eine Bewegungseinrichtung dar. Die Schubladenmechanismen 8, 9 bewegen die rahmenförmigen Schubladen 10, 11 mit einer Genauigkeit von etwa 100 µm.

Im Bereich oberhalb und unterhalb der beiden Schubladen 10, 11 ist jeweils eine Halteeinrichtung 12, 13 angeordnet.

Die Halteeinrichtungen sind entlang der Rückwand 2 in X-Richtung verfahrbar, so dass die beiden Halteeinrichtungen 12, 13 jeweils ober- bzw. unterhalb der beiden Schubladenmechanismen 8, 9 positionierbar sind. An den Längsriegeln 51 ist zum Führen einer jeden Halteeinrichtung 12, 13 jeweils horizontal eine Schiene 56 befestigt. Auf der Schiene 56 ist jeweils ein Halteeinrichtungsschlitten 57 in X-Richtung verfahrbar mittels einer entsprechenden Antriebseinrichtung geführt. Dies stellt eine Bewegungseinrichtung in X-Richtung dar.

Am Halteeinrichtungsschlitten 57 sind die Halteeinrichtungen 12, 13 jeweils mittels eines vertikal verlaufenden Linearantriebs 58 in Z-Richtung beweglich angeordnet. Der Linearantrieb 58 ist als Spindelantrieb ausgebildet, um hohe Kräfte erzeugen zu können. Diese Elemente zum Verfahren der Halteeinrichtungen stellen jeweils eine weitere Bewegungseinrichtung für eine Bewegung in Z-Richtung dar, welche durch eine unten noch näher erläuterte Positioniereinrichtung in Y-Richtung ergänzt wird.

Der Linearantrieb 58 umfasst Führungsschienen (nicht dargestellt), welche in Vertikalrichtung verlaufen und an welchen die Halteeinrichtungen 12, 13 geführt sind. Da die Bewegungseinrichtungen in X-Richtung und in Z-Richtung außenseitig am Grundkörper 50 befestigt sind, gibt es keine bauli-

chen Einschränkungen für die Länge der jeweiligen Bewegungswege. Hierdurch kann der Bewegungsweg in Vertikalrichtung (=Z-Richtung) so groß gewählt werden, dass mit den Halteeinrichtungen 12, 13 sowohl ein Universaladapter 14/1 (Fig. 3c) oder ein dedicated Adapter 14/2 (Fig. 3d) gehalten werden können. Ein dedicated Adapter benötigt zur Unterbringung von Kabeln, welche von Kontaktelementen zu einer Testelektronik führen wesentlich mehr Bauraum als ein Universaladapter. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt der Bewegungsweg der vertikalen Bewegungseinrichtung etwa 120 mm.

In den Halteeinrichtungen 12, 13 ist jeweils ein Adapter 14 und ein Testkopf 16 angeordnet. In Figur 1 ist der Paralleltester ohne Adapter 14 und ohne Testkopf 16 dargestellt. In Figur 2 ist zur einfacheren zeichnerischen Darstellung lediglich in der oberen Halteeinrichtung 12 der Adapter 14 und der Testkopf 16 dargestellt, wobei in der unteren Halteeinrichtung 13 der Adapter und der Testkopf fehlen. Im Betrieb sind selbstverständlich auch in der unteren Halteeinrichtung 13 ein Adapter und ein Testkopf angeordnet.

Die Testadapter 14 weisen jeweils eine Vielzahl von nadelförmigen Kontaktelementen auf, welche am Adapter im Muster der Kontaktstellen einer zu testenden Leiterplatte vorstehen. Diese Kontaktstellen einer zu testenden Leiterplatte werden im Folgenden als Leiterplattentestpunkte bezeichnet. Die Kontaktelemente des oberen Adapters 14 weisen nach unten und die Kontaktelemente des unteren Adapters weisen nach oben, so dass zwischen den beiden Adapters 14 eine zu testende Leiterplatte angeordnet und gleichzeitig an der Ober- und Unterseite von jeweils einem der Adapter 14 kontaktiert werden kann.

Die Adapter 14 sind mit ihrer von der zu testenden Leiterplatte abgewandten Seite mit jeweils einem der Testköpfe 16 verbunden. Die Testköpfe 16 enthalten Testelektronik, mit welchen Messsignalen den einzelnen Kontaktelementen der Adapter 14 zugeführt werden. Mit diesen Messsignalen kann beispielsweise eine Widerstandsmessung zwischen zwei Kontaktelementen eines Adapters 14 ausgeführt werden. Es können jedoch auch komplexe Messsignale zugeführt werden, mit welchen kapazitive Messungen oder Messungen von komplexen Leitwerten durchgeführt werden. Beim Testen von unbestückten Leiterplatten werden jedoch bevorzugt lediglich Messungen zum Messen des ohmschen Widerstandes zwischen zwei Leiterplattentestpunkten durchgeführt. Die Testköpfe sind mit einem Grundraster ausgebildet, das in einem regelmäßigen Raster angeordnete Kontaktstellen aufweist. Die Adapter 14 bilden somit das Muster der Kontaktstellen einer zu testenden Leiterplatte auf das Muster der Kontaktstellen des Grundrasters ab. Mehrere Kontaktstellen des Grundrasters können miteinander verknüpft sein, wobei die miteinander verknüpften Kontaktstellen des Grundrasters jeweils mit einem einzelnen Eingang der Auswertelektronik verbunden sind. Die Kontaktstellen des Grundrasters können jeweils paarweise oder jeweils zu dritt oder jeweils zu viert oder in gemischten Kombinationen verknüpft sein. Diesbezüglich wird auf die US 6,154,863 A und die EP 0 838 688 A verwiesen.

In Figur 3c ist schematisch ein Universaladapter 14/1 dargestellt. Dieser Universaladapter weist eine zum Prüfling (zu testende Leiterplatte) gewandte Seite 62 auf, die im Folgenden als Prüflingsseite bezeichnet wird. Die vom Prüfling abgewandte Seite ist mit dem Grundraster des Testkopfes 16 in Kontakt und wird als Grundrasterseite 63 bezeichnet. Der Universaladapter 14/1 ist aus einer Vollrasterkassette 64, welche auch als Federkassette bezeichnet wird, und aus einer Adaptereinheit 65 ausgebildet. Die Vollrasterkassette weist federnde Prüfstifte auf, welche im Muster der Kontaktstellen des Grundrasters angeordnet sind. Die einzelnen Federkontaktstifte sind jeweils parallel zueinander und senkrecht zur Ebene des Prüflings bzw. des Grundrasters angeordnet. Die Adaptereinheit weist Prüfnadeln 71 auf, welche beispielsweise als Starrnadeln ausgebildet sind. Die Prüfnadeln werden von mehreren voneinander beabstandeten Leiterplatten gehalten, welche mit Bohrungen versehen sind, so dass sie die Prüfnadeln führen. Die Bohrungen sind derart angeordnet, dass die einzelnen Prüfnadeln jeweils von einem Federstift der Vollrasterkassette 64, welche im Muster des Grundrasters angeordnet sind, zu einer Kontaktstelle im Muster der Kontaktstellen des Prüflings führen. Hierzu sind in der Regel ein Großteil der einzelnen Prüfnadeln schräg bezüglich der Ebene des Prüflings bzw. des Grundrasters angeordnet. Die an der Prüflingsseite 62 angeordnete Führungsplatte der Adaptereinheit 65 weist Bohrungen im Muster der Kontaktstellen des Prüflings auf. Die Führungsplatte der Adaptereinheit 65, welche benachbart zur Vollrasterkassette 64 angeordnet ist, weist Bohrungen im Muster des Grundrasters auf. Durch diese Bohrungen erstreckt sich jeweils eine Prüfnadel.

Figur 3b zeigt einen dedicated Testadapter 14/2. Dieser Testadapter besitzt wiederum eine Prüflingsseite 62 und eine Grundrasterseite 63. An der Prüflingsseite 62 ist eine Adaptereinheit 66 und eine Federstiftkassette 67 angeordnet. Die Adaptereinheit 66 weist ähnlich wie die Adaptereinheit 65 Prüfnadeln 71 auf und die Federstiftkassette 67 federnde Kontaktstifte. In der Adaptereinheit 66 und der Federstiftkassette 67 sind alle Prüfnadeln und Kontaktstifte parallel zueinander und im Muster der Kontaktstellen des zu testenden Prüflings angeordnet. Die Adaptereinheit 66 und die Federstiftkassette 67 sind somit prüflingsspezifisch ausgebildet. An einem jeden Federstift der Federstiftkassette 67 ist an der von der Prüflingsseite 62 abgewandten Seite ein Kabel 72 kontaktiert. Diese Kabel 72 bilden einen Kabelbaum, wobei ein jedes Kabel mit ihrem von der Federstiftkassette 67 abgewandten Ende mit einem Kontaktstift 68 verbunden ist. Die Kontaktstifte 68 sind in einer Grundrasterkontaktierungsplatte 69 angeordnet. Die Grundrasterkontaktierungsplatte 69 weist Durchgangsbohrungen auf, in welchen jeweils einer der Kontaktstifte 68 steckt. Diese Durchgangsbohrungen sind jeweils einer Kontaktstelle des Grundrasters des Testkopfes 16 zugeordnet. Zwischen der Grundrasterkontaktierungsplatte 69 und dem Grundraster befindet sich eine weitere Federstiftkassette 67, welche zu jedem Kontaktstift 68 jeweils einen zugeordneten Federkontaktstift aufweist, der den Kontaktstift 68 elektrisch mit einer entsprechenden Kontaktstelle des Grundrasters verbindet. Die Grundrasterkontaktierungsplatte 69 und die Federstiftkassette 67 sind mit Säulen 73 verbunden, welche diese auf Abstand halten, so dass Platz zur Aufnahme der Kabel 72 vorhanden ist.



Der Universaladapter 14/1 weist eine Bauhöhe von etwa 75 mm und der dedicated Testadapter von 140 mm auf. Damit in den Paralleltestern sowohl ein Universaladapter als auch ein dedicated Testadapter eingesetzt werden können, muss der Bewegungsweg in vertikaler Richtung größer als die Differenz der Bauhöhe der beiden Adapter (= 65 mm) zuzüglich eines notwendigen Arbeitshubes sein.

Der oben erläuterte dedicated Testadapter 14/2 ist eine mögliche Ausführungsform. Durch die Verwendung der Adaptereinheit 66 und der Federstiftkassette 67 können Kontaktstellen mit hoher Dichte zuverlässig kontaktiert werden, wobei die Federstiftkassette 67 in der Prüfnadel der Adaptereinheit 66 beaufschlagt wird, so dass alle Prüfnadeln zuverlässig kontaktiert werden. Es sind jedoch auch andere Ausführungsformen von dedicated Testadapter bekannt, welche auf der Prüfungsseite eine Adaptereinheit mit Prüfnadeln mit einem Durchmesser von z. B. lediglich 0.80 µm aufweisen. Diese Prüfnadeln sind so dünn, dass sie bei Belastung ausbiegen und wie eine Feder wirken. Anstelle einer Federstiftkassette wird eine Rasterplatte vorgesehen, bei welcher Kupfer-Lack-Drähte in Durchgangsbohrungen einer Leiterplatte eingeklebt sind, wobei die Kupfer-Lack-Drähte an einer Seite der Leiterplatte im Bereich der Oberfläche abgeschnitten und diese Seite poliert ist, sodass die abgeschnittenen Flächen der Kupfer-Lack-Drähte jeweils einen Kontaktpunkt für die dünnen Prüfnadeln der Adaptereinheit bilden. Diese Kupfer-Lack-Drähte können z. B. Durchmesser von 0,2 mm aufweisen und in einem Rasterabstand von 0,3 mm angeordnet sein. Die Kupfer-Lack-Drähte bilden die Kabel 72, welche jeweils mit einem der Kontaktstifte 61 verbunden sind, die an der Grundrasterkontaktierungsplatte 69 angeordnet sind.

Die beiden Schubladenmechanismen 8, 9 bilden somit jeweils eine Teststation, wobei bei einem Testvorgang die beiden Adapter von oben bzw. von unten mittels der Linearantriebe gegen eine sich in der Teststation befindliche zu testende Leiterplatte gedrückt werden.

Die Schubladen 10, 11 werden zum Be- und Entladen mit einer Leiterplatte nach vorne, das heißt weg von der Rückwand 2 in eine Austauschposition verfahren. Eine mit einer noch nicht getesteten Leiterplatte beladene Schublade 10, 11 wird in Y-Richtung nach hinten in eine Testposition, das heißt in Richtung zur Rückwand 2, verfahren. Die beiden Schubladen 10, 11 befinden sich vorzugsweise abwechselnd in der Testposition und in der Austauschposition, so dass jeweils eine Schublade in der Austauschposition von der bereits getesteten Leiterplatte entladen und mit einer noch nicht getesteten Leiterplatte beladen werden kann und die andere Schublade in der Testposition getestet werden kann.

Das Entladen einer Schublade erfolgt mit einem weiteren Roboterarm 15, der in Abhängigkeit des Ergebnisses des durchgeführten Testvorganges eine getestete Leiterplatte entweder auf dem Förderband für gute Leiterplatten 4 oder auf dem Förderband für schlechte Leiterplatten 5 ablegt. Mit den Förderbändern 4, 5 werden die getesteten Leiterplatten in entsprechende Sammelbehälter (nicht dargestellt) befördert.

Der Roboterarm 15 ist wiederum in Vertikalrichtung (Z-Richtung) und in X-Richtung entlang der X-Achse 61 verfahrbar und weist an seinem unteren Ende eine Greifeinrichtung 17 auf, um Leiterplatten auf- und abzulegen. Die Greifeinrichtung 17 ist als Sauggreifer ausgebildet. Die Greifeinrichtung 17 benötigt keine Justierung in Y-Richtung, da zum Aufnehmen der Leiterplatten die Schlitten 8, 9 entsprechend in Y-Richtung positioniert werden, so dass die Greifeinrichtung 17 die entsprechenden Leiterplattenzentral greifen kann.

Es gibt Leiterplatten mit mehreren Nutzen, bei welchen die einzelnen Nutzen zueinander gedreht bzw. gespiegelt angeordnet sind. Diese Leiterplatten müssen beim Testen bezüglich des Testadapters in unterschiedlichen Drehpositionen angeordnet werden. Hierzu weist die Greifeinrichtung 17 des Roboterarms 15 einen Motor auf, mit welchen die Greifeinrichtung 17 um eine vertikal stehende Drehachse gedreht werden kann. Hiermit ist es möglich, eine mit der Greifeinrichtung 17 gegriffene Leiterplatte zu drehen. In Betrieb ist es vor allem sinnvoll, Leiterplatten aus der jeweiligen Schublade 8, 9 anzuheben, um 90 Grad oder 180 Grad zu drehen und wieder in der Schublade abzulegen, um weitere Nutzen zu testen.

Die Halteeinrichtungen 12, 13 weisen jeweils ein Haltegestell 18 (Fig. 2, 3a, 3b) auf. Das Haltegestell 18 weist eine Rückwandung 19 und einen horizontalen Haltegestellrahmen 20 mit zwei in X-Richtung verlaufenden Längsstreben 21 und in Y-Richtung verlaufenden Querstreben 22 auf. Die Querstreben 22 sind jeweils mit zwei in der Seitenansicht 3 dreieckförmigen Seitenwandungselementen 23, 24 mit der Rückwandung 19 verbunden.

Der Haltegestellrahmen 20 ist Bestandteil eines Halterahmens 25. Der Halterahmen 25 weist im Wesentlichen einen dreischichtigen Aufbau auf, wobei eine erste Schicht durch den Haltegestellrahmen 20, eine zweite Schicht durch einen Lastrahmen 26 und eine dritte Schicht durch einen Steuerrahmen 27 ausgebildet wird. Der Lastrahmen 26 und der Steuerrahmen 27 sind auf von den Seitenwandungselementen 23, 24 abgewandten Seite des Haltegestellrahmens 20 angeordnet.

Der Steuerrahmen 27 weist ein inneres Steuerrahmenteil 28 und ein äußeres Steuerrahmenteil 29 auf. Das innere und das äußere Steuerrahmenteil 28, 29 sind in der Draufsicht rechteckförmige Rahmen, wobei das innere Steuerrahmenteil 28 mit geringem Abstand innerhalb des äußeren Steuerrahmentails 29 angeordnet ist. Das innere Steuerrahmenteil 28 ist mit dem äußeren Steuerrahmenteil 29 mit einem dünnwandigen Verbindungssteg 30 verbunden, wobei sich der Verbindungssteg 30 ein Stück in dem Bereich des äußeren Steuerrahmentails 29 hinein erstreckt.

Das äußere Steuerrahmenteil 29 ist an der Stirnseite, die vom Verbindungssteg 30 entfernt ist, mit einem äußeren Verbindungssteg 31 mit einer Stirnleiste 32 verbunden. Die Stirnleiste 32 ist über eine Zwischenleiste 35 mit dem Haltegestellrahmen 20 mittels Schrauben ortsfest verbunden. Die Zwischenleiste 35 besitzt die gleiche Höhe wie der Lastrahmen 26.

Das innere Steuerrahmenteil 28 weist Bohrungen 33 zum Verbinden des inneren Steuerrahmentails 28 mit dem Lastrahmen 26 mittels Schraubverbindungen auf. Weiterhin besitzt das innere Steuerrahmenteil 28 Positionierbohrungen 34 zum Positionieren und Befestigen eines der Testadapter 14, 15.

Die Stirnleiste 32, das äußere Steuerrahmenteil 29 und das innere Steuerrahmenteil 28 sind aus einer Stahlplatte gefertigt, wobei lediglich die Zwischenräume zwischen diesen Elementen 28, 29, 32 herausgefräst sind, wobei der innere und der äußere Verbindungssteg 30, 31 verbleiben und die Verbindung zwischen den entsprechenden Teilen bilden. Die Steuerrahmentteile 28, 29 decken in der vertikalen Projektion etwa den Lastrahmen 26 vollständig ab.

Das äußere Steuerrahmenteil 29 kann mittels des äußeren Verbindungssteiges 31 bezüglich der Stirnleiste 32 geschwenkt werden, wobei der Schwenkbereich ca.  $\pm 2^\circ$  beträgt. In gleicher Weise kann der innere Steuerrahmenteil 28 bezüglich des äußeren Steuerrahmentails 29 um den inneren Verbindungssteg 30 um einen Winkelbereich von  $\pm 1,5^\circ$  geschwenkt werden.

Somit ist das innere Steuerrahmenteil 28 über die zwei Verbindungssteige 30, 31 zweifach schwenkbar gegenüber der Stirnleiste 32 gelagert. Das innere Steuerrahmenteil 28 kann somit in Y-Richtung (Fig. 5a) bezüglich der Stirnleiste geradlinig verschoben bzw. etwas gedreht werden.

Der Lastrahmen 26 liegt auf dem Haltegestellrahmen 20 auf, der Bestandteil des Haltegestells 18 ist. Im Haltegestellrahmen 20 sind mehrere Luftdüsen 36 an der zum Lastrahmen 26 weisenden Seite angeordnet, wobei die Düsenöffnung der Luftdüsen 36 zum Lastrahmen 26 weist. Die Luftdüsen 36 sind jeweils mit einem Druckluftschlauch (nicht dargestellt) verbunden. Die Luftdüsen 36 sind jeweils mit einem Gewindestift 37 an der von der Düsenmündung abgewandten Seite verbunden. Die Gewindestifte 37 sind in jeweils eine entsprechende Gewindebohrung im Haltegestellrahmen 20 eingeschraubt und dienen der Höheneinstellung der Luftdüsen 36.

Die Höhenposition der Luftdüsen 36 ist vorzugsweise so eingestellt, dass der Lastrahmen 26 einige 0,1 mm vom Haltegestellrahmen 20 beabstandet ist. Durch Einblasen von Druckluft durch die Luftdüsen 36 wird im Bereich zwischen den Luftdüsen 36 und dem Lastrahmen 26 lediglich ein Luftpolster in einer Höhe von einigen wenigen  $\mu\text{m}$  (z.B. 10  $\mu\text{m}$ ) erzeugt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind 6 Luftdüsen 36 am Halterahmen 25 vorgesehen, wobei jeweils eine Luftdüse 36 im Bereich einer Ecke zwischen den Längsstreben 21 und Querstreben 22 angeordnet ist und jeweils eine Luftdüse 36 längsmittig an der Längsstrebe 21 angeordnet ist.

Im Bereich der Querstreben 22 weist der Haltegestellrahmen 20 eine taschenförmige Ausnehmung 38 auf, welche in Richtung zum Lastrahmen 26 offen ist. In dieser Ausnehmung 38 befindet sich jeweils die Spulenanordnung 39 eines Linearmotors. Eine Magnetbahn 40 ist in einer der Spulena-

nordnung 39 gegenüberliegenden Ausnehmung des Lastrahmens 26 befestigt. Durch die Ausnehmungen 38, 41 kann die Bauhöhe des Halterahmens 25 gering gehalten werden, obwohl ein Linearmotor aufgenommen ist. Ein im Haltegestellrahmen ausgebildeter Kanal 42 mündet in die Ausnehmung 38 des Haltegestellrahmens 20, in welchem ein mit der jeweiligen Spulenordnung 39 verbundenes elektrisches Kabel 43 verläuft. Zwischen der Magnetbahn 40 und der Spulenordnung 39 ist ein Luftspalt ausgebildet. Wird die Spulenordnung 39 mit Strom beaufschlagt, dann wird in Zusammenwirkung mit der Magnetbahn 40 eine Kraft erzeugt, welche eine geradlinige Bewegung des Lastrahmens 26 bezüglich des Haltegestellrahmens 20 bewirkt. Der die Spulenordnung 39 und die Magnetbahn 40 umfassende Linearmotor stellt somit ein linear einstellendes Stellelement dar, mit welchem die relative Position des Lastrahmens 26 bezüglich des Haltegestellrahmens 20 einstellbar ist. Der Lastrahmen 26 ist fest mit dem inneren Steuerrahmenteil 28 verbunden, so dass zusammen mit dem Lastrahmen 26 auch der innere Steuerrahmenteil 28 bewegt wird. Aufgrund der Schwenkgelenke 30, 31 ist die Bewegung des Lastrahmens 26 bzw. des inneren Steuerrahmenteils 28 auf einen vorbestimmten Bewegungsbereich begrenzt. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Abstand zwischen der Spulenordnung 39 und der Magnetbahn 40 immer ausreichend klein ist, so dass die beiden Elemente 39, 40 als Linearmotor zusammenwirken.

Der Halterahmen 25 weist zwei solche Linearmotoren bzw. linear einstellende Stellelemente auf, wobei die beiden Linearmotoren im Bereich der beiden Querstreben 22 des Haltegestellrahmens 20 jeweils zwischen dem Haltegestellrahmen 20 und dem Lastrahmen 26 ausgebildet sind.

Benachbart zu den beiden Linearmotoren ist außenseitig am Haltegestellrahmen 20 jeweils eine Trägerplatte 44 befestigt, welche sich vom Haltegestellrahmen in Richtung zum Steuerrahmen 27 erstreckt und einen Bereich des Lastrahmens 26 überdeckt. An der Innenseite der Trägerplatten 44 ist jeweils ein optischer Sensor 45 angeordnet, der mit Blickrichtung zum Lastrahmen 26 ausgerichtet ist. Am Lastrahmen 26 ist im Bereich des Sensors 45 eine Skala ausgebildet, die Skala kann in den Lastrahmen eingraviert sein. Die Skala kann jedoch auch eine bedruckte Folie sein, welche auf dem Lastrahmen 26 aufgeklebt ist. Die Skala erstreckt sich in Längsrichtung des jeweiligen Linearmotors. Mit dem Sensor 45 kann die relative Position des Lastrahmens 26 bzw. des inneren Steuerrahmenteils 28 bezüglich des Haltegestellrahmens 20 detektiert werden.

Der Halterahmen 25 ist derart im Paralleltester 1 angeordnet, dass die Linearmotoren in Y-Richtung ausgerichtet sind. Der Halterahmen 25 stellt somit eine Y-Positioniereinrichtung mit zwei linear einstellenden Stellelementen dar, welche etwa parallel zueinander angeordnet sind. Durch unterschiedliches Betätigen der beiden Stellelemente kann eine Drehbewegung zwischen dem inneren Steuerrahmenteil 28 und dem Haltegestellrahmen 20 ausgeführt werden. Am inneren Steuerrahmenteil 28 ist einer der Adapter 14, 15 befestigt. Somit kann die Y-Position und die Drehposition des jeweiligen Adapters 14, 15 mittels der Linearmotoren im Paralleltester und damit

bezüglich einer in einer der Schubladen 10, 11 befindlichen Leiterplatte eingestellt werden. Sowohl die Drehposition als auch die Y-Position können hiermit hochpräzise eingestellt werden.

Die Haltegestelle 18 werden jeweils durch einen Elektromotor in vertikaler Richtung (Z-Richtung) und Horizontalrichtung (X-Richtung) entlang von Führungsschienen (nicht dargestellt) bewegt. Als Motoren sind eisenbehaftete Servo-Synchronmotoren vorgesehen, welche hohe Kräfte erzeugen können. Diese Motoren sind als Linearmotoren ausgebildet, so dass sie die Haltegestelle 18 geradlinig in X-Richtung und Z-Richtung bewegen können.

Die Schubladenmechanismen 8, 9 weisen jeweils einen Elektromotor zum Bewegen der Schlitten 55 entlang der Führungsschienen 54 auf, mit welchem die Schubladen 10, 11 zwischen der Testposition und der Austauschposition in Y-Richtung hin und her verfahren werden können.

Weiterhin weist der Paralleltester 1 jeweils eine Kamera 46 im Bereich oberhalb und unterhalb der Schubladenmechanismen 8, 9 auf. Die Kameras 46 sind jeweils auf einer Bewegungseinrichtung 48 angeordnet, mit welcher sie in eine Position benachbart zu den Testpositionen der beiden Schubladenmechanismen 8, 9 bewegt werden können, um jeweils eine sich in der Testposition befindliche Leiterplatte abtasten zu können. Die Bewegungseinrichtungen 48 weisen jeweils einen Schlitten 59 auf, der entlang einer an den Längsriegeln 51 des Grundkörpers 50 befestigten Schiene 60 in X-Richtung verfahrbar ist. Die Kameras 46 sind jeweils an Leisten 49 befestigt, welche an den Schlitten 59 in Y-Richtung beweglich gelagert sind. Hierdurch können die Kameras 46 an beliebigen Positionen in der X-/Y-Ebene ober- bzw. unterhalb einer sich in der Testposition befindlichen Leiterplatte angeordnet werden und beliebige Bereiche der Leiterplatte abgetastet werden. Weiterhin können die Leisten 49 mit den jeweiligen Kameras 46 soweit in Richtung zur Rückwand 2 zurückgefahren werden, dass die Bewegungseinrichtungen 48 an den jeweiligen Halteköpfen 12, 13 der Adapter 14 und der Testköpfe 16 vorbeigefahren werden können, um so mit den jeweiligen Halteeinrichtungen 12, 13 die Position über bzw. unter den Schubladenmechanismen 8, 9 jeweils zu tauschen.

Der Paralleltester weist eine zentrale Steuereinrichtung 47 auf (Fig. 1), die automatisch die Bewegung aller beweglichen Teile des Paralleltesters 1, die Betätigung der Kameras 46, die Betätigung der sonstigen Sensoren und die Durchführung der elektrischen Messroutinen zum Prüfen der Leiterplatten steuert.

Nachfolgend wird ein Verfahren zum Testen einer Leiterplatte mit dem oben erläuterten Paralleltester 1 erläutert:

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Leiterplatte 8 Nutzen auf, die jeweils in zwei Reihen angeordnet sind.

Bei Inbetriebnahme des Paralleltesters 1 werden zunächst die beiden Kameras 46 zueinander kalibriert. Hierbei kann mit einer Kamera 46 die andere Kamera 46 erfasst und die relative Position der beiden Kameras 46 zueinander bestimmt werden. Alternativ kann auch eine Lochplatte mit einem einzigen, kleinen Loch zwischen den beiden Kameras 46 angeordnet werden. Mit den bei-  
5 den Kameras wird dann jeweils das Loch detektiert. Da die beiden Kameras gleichzeitig das gleiche Loch detektieren, können sie ihre relative Position zueinander ausrichten.

Die Kalibrierung der Kameras wird vorzugsweise an mehreren Positionen im Paralleltester ausgeführt, die im Wesentlichen etwa den Positionen entsprechen, in welchen die Kameras im Betrieb  
10 zum Abtasten von Leiterplatten und/oder der Testadapter 14, 15 verfahren werden. Es werden für die unterschiedlichen Positionen die entsprechenden Kalibrierdaten gespeichert, so dass im späteren Betrieb die von den Kameras erfassten Bilder exakt zueinander positionierbar sind. Hierdurch sind die durch die beiden Kameras 46 definierten Koordinatensysteme zueinander kalibriert.

Bei jeder Inbetriebnahme des Paralleltesters oder bei einem Wechsel der Testadapter 14 werden die Positionen bzw. der Ort der Testadapter 14 kalibriert. Hierzu werden die Testadapter 14 etwa in die Testpositionen bewegt, in welchen sie eine zu testende Leiterplatte kontaktieren sollen. In diesen Testpositionen werden die Adapter 14 mit den jeweiligen Kameras 46 optisch abgetastet und die tatsächlichen Positionen der Adapter 14 festgestellt. Diese können bei Bedarf korrigiert  
20 werden. An den jeweiligen Testpositionen werden Steuerungsinformationen zum Steuern der Bewegung des jeweiligen Testadapters 14 zur jeweiligen Testposition abgeleitet und gespeichert. Mit Hilfe dieser Steuerungsinformationen können die Adapter 14 mit einer Wiederholgenauigkeit von einem  $\mu\text{m}$  oder einigen wenigen  $\mu\text{m}$  zu den jeweiligen Testpositionen bewegt werden, ohne dass sie hierzu erneut mittels einer der Kameras 46 abgetastet werden müssen. Im Testbetrieb genügt  
25 somit eine Steuerung der Bewegung der Testadapter 14 ohne eine Regelung mittels einer Rückkoppelung.

Nachdem die Kameras 46 und die Adapter 14 kalibriert sind, wird der eigentliche Testbetrieb aufgenommen.  
30

Zu testende Leiterplatten sind im Vorratsbehälter 3 gestapelt. Eine oberste Leiterplatte wird von diesem Stapel mittels der Vereinzelungseinrichtung 6 abgezogen und einem Handhabungsbereich des Roboterarms 7 zugeführt. Der Roboterarm 7 nimmt die Leiterplatte auf. Er greift sie mittels Sauggreifern (nicht dargestellt) und bewegt sie zu derjenigen Schublade 10, 11, die sich in der  
35 Austauschposition befindet.

Der Roboterarm 7 legt die Leiterplatte in der Schublade 10, 11 ab. Diese Schublade wird in die Testposition verfahren.

Die in die Testposition verbrachte Leiterplatte wird mittels der Kamera 46 abgetastet. Hierzu werden die Kameras in dem Bereich benachbart zu dieser Leiterplatte verfahren. Mit den Kameras 46 werden jeweils zwei Bilder der Ober- und Unterseite der Leiterplatte in einer jeden Messposition aufgenommen. Diese Bilder werden von der Steuereinrichtung 47 ausgewertet, wobei markante Punkte (z.B. spezielle Markierungen oder vorbestimmte Leiterplattentestpunkte) extrahiert werden und deren Position im Paralleltester 1 bestimmt wird. Hierdurch wird die Lage der zu testenden Leiterplatte im Paralleltester 1 bestimmt.

Danach werden die Kameras 46 zur Seite gefahren.

Durch das Abtasten der Ober- und Unterseite der zu testenden Leiterplatte mittels zweier Kameras 46 können auch unterschiedlich Verzüge auf den beiden Seiten der Leiterplatte detektiert werden, wodurch Versätze der Nutzen von der Sollposition auf der Leiterplatte festgestellt werden.

Während des Verfahrens der Schublade in die Testposition und des Vermessens der einzelnen Messpositionen der zu testenden Leiterplatte werden in der anderen Testposition die Messungen an einer weiteren Leiterplatte durchgeführt. Sind die Messungen an der weiteren Leiterplatte beendet, dann wird die entsprechende Schublade 10, 11 in die Austauschposition verfahren.

Die beiden Halteeinrichtungen 12, 13, die jeweils einen der Adapter 14 und einen der Testköpfe 16 tragen, werden dann zu der sich in der Testposition befindlichen und bereits vermessenen Leiterplatte bewegt, wobei sie mit dem jeweiligen Adapter 14 bezüglich eines ersten Nutzens der Leiterplatte bzw. einer ersten Messposition ausgerichtet und gegen die Leiterplatte gedrückt werden. Hierdurch werden alle Leiterplattentestpunkte dieses Nutzens gleichzeitig mittels der Adapter 14 kontaktiert.

Das Ausrichten der Adapter 14 in X-Richtung bezüglich des jeweiligen Nutzens der Leiterplatte erfolgt durch Bewegen der Adapter 14 mittels der Halteeinrichtung 12, 13 in X-Richtung. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Bewegung der Halteeinrichtung in X-Richtung von der Steuereinrichtung 47 sowie die Bewegung der Schubladen 10, 11 ohne geschlossene Regelschleife gesteuert. Dies bedeutet, dass während der einzelnen Messvorgänge weder die Position der Leiterplatte noch der Adapter 14 erfasst werden, sondern die Bewegung der Leiterplatte und/oder der Adapter 14 alleine anhand der vorab erfassten und gespeicherten Steuerinformationen ausgeführt wird. Hierdurch können die einzelnen Messvorgänge in unterschiedlichen Messpositionen sehr schnell aufeinanderfolgend ausgeführt werden. Während die Messvorgänge an einer Leiterplatte ausgeführt werden, die sich in einem der beiden Schubladenmechanismen 8, 9 befindet, wird eine weitere Leiterplatte im anderen Schubladenmechanismus 9, 8 ausgetauscht und mittels der Kameras 46 vermessen. Hierdurch wird der Durchsatz an zu testenden Leiterplatten optimiert, da zum Ausführen der Messvorgänge lediglich die Adapter 14 zwischen den einzelnen Testpositionen gesteuert bewegt werden.

Das Ausrichten der Adapter 14 in Y-Richtung und der relativen Drehposition bezüglich dem jeweiligen Nutzen erfolgt mittels der Linearmotoren, die jeweils aus einer der Spulenanordnung 39 und einer der Magnetbahnen 40 ausgebildet sind. Diese Bewegung wird in einem geschlossenen Regelkreis mittels der von den Sensoren 45 erzeugten Positionssignale geregelt. Hierbei werden die Adapter 14 und die Testköpfe 16 innerhalb der Halteeinrichtung 12, 13 durch Bewegen des inneren Steuerrahmentails 28 bezüglich des jeweiligen Haltegestellrahmens 20 ausgerichtet. Das Ausrichten in Y-Richtung und/oder bezüglich der relativen Drehposition zwischen den jeweiligen Nutzen und dem Adapter kann für alle Nutzen einer Leiterplatte ein einziges Mal durchgeführt werden, wenn die Abweichung bezüglich der Y-Richtung und/oder der relativen Drehposition für alle Nutzen einer Leiterplatte die gleiche ist. Dies ist dann der Fall, wenn die Abweichung vor allem durch die Position der Leiterplatte an sich verursacht werden. Unterscheiden sich die Abweichungen der einzelnen Nutzen bezüglich der Y-Richtung und/oder der Drehposition, dann ist es zweckmäßig, die Adapter auf jeden Nutzen separat auszurichten.

Die Leiterplatte wird dann getestet. Ist es eine unbestückte Leiterplatte, dann werden die einzelnen Leiterbahnen im Hinblick auf Unterbrechungen und Kurzschlüsse geprüft.

Nach dem Test des ersten Nutzens werden die Adapter 14 von der Leiterplatte wieder abgehoben und zum zweiten Nutzen verfahren. Die relative Bewegung zwischen der Leiterplatte und den Adaptern 14 wird einerseits durch eine Bewegung in X-Richtung durch Bewegen der entsprechenden Haltegestellte 18 in X-Richtung oder durch ein Bewegen der Leiterplatte mittels der Schubladenmechanismen 8, 9 in Y-Richtung ausgeführt. Hierdurch ist es möglich, mehrere in mehreren Reihen nebeneinander angeordnete Nutzen auf einer Leiterplatte aufeinander folgend zu testen.

Die Adapter 14 können bezüglich der jeweiligen Nutzen separat ausgerichtet sein. Dadurch, dass die Adapter 14 nicht immer zentrisch zu den Leiterplatten ausgerichtet sind, kann das Haltegestell 18 während eines Testvorgangs erheblich an einer zu testenden Leiterplatte vorstehen. Deshalb ist der Bewegungsweg der Schubladenmechanismen 8, 9 zwischen der Testposition und der Austauschposition so weit ausgebildet, dass der Aufnahmebereich der Schubladen 10, 11 in der Austauschposition zum Aufnehmen einer Leiterplatte nicht vom Haltegestell 18 überdeckt wird.

Sind alle Nutzen der zu testenden Leiterplatte geprüft worden, dann wird deren Schublade 10, 11 in die Austauschposition verfahren. Gleichzeitig wird wiederum die andere Schublade 11, 10 mit einer weiteren zu testenden Leiterplatte in die Testposition verfahren. In der Zwischenzeit wurde bereits in der anderen Schublade 11, 10 eine weitere zu testende Leiterplatte ausgetauscht und es wurden die einzelnen Messpositionen der weiteren zu testenden Leiterplatte vermessen.

Die getestete Leiterplatte wird in der Austauschposition vom zweiten Roboterarm 15 aufgenommen und zu einem der Förderbänder 4, 5 für gute bzw. schlechte Leiterplatten verfahren. Haben



alle Nutzen der Leiterplatte den Test bestanden, so wird die getestete Leiterplatte auf dem Förderband 4 für gute Leiterplatten ansonsten auf dem Förderband 5 für schlechte Leiterplatten abgelegt. Mit den Förderbändern 4, 5 werden die Leiterplatten aus dem Gehäuse des Paralleltesters 1 befördert.

5

Diese spezielle Handhabung der Leiterplatten im Paralleltester 1 mittels zweier unabhängig voneinander betätigbarer Schubladen 10, 11 und Adapter 14, welche zwischen den beiden Testpositionen verfahrbar sind, bewirkt folgende Vorteile:

- Durch die unabhängige Bewegung der Schubladen und der Adapter in orthogonale Richtungen können in mehrere Reihen angeordnete Nutzen auf einer Leiterplatte aufeinander folgend geprüft werden (Steppen).
- Durch die Schubladen wird der eigentliche Testvorgang von dem Handhaben, insbesondere dem Zu- und Abfördern der Leiterplatten und dem Vermessen der Leiterplatte, vollständig entkoppelt. Ist ein Testvorgang in einer Testposition abgeschlossen, dann kann sofort der Testvorgang in der anderen Testposition gestartet werden. Lediglich die Adapter müssen von der einen Testposition in die andere Testposition verfahren werden. Während eines Testvorgangs an der Testposition eines der beiden Schubladenmechanismen 8, 9 wird mittels des anderen Schubladenmechanismus' 9, 10 die getestete Leiterplatte abgezogen, eine weitere zu testende Leiterplatte zugeführt und diese mit den Kameras vermessen.

20

Erste Tests mit einem Prototypen des erfindungsgemäßen Paralleltesters haben gezeigt, dass dieser schneller als herkömmliche Paralleltester ist, bei welchen die Leiterplatten entlang einer linearen Fördereinrichtung zur Testposition zugeführt bzw. von der Testposition wegbefördert werden.

25

- Dieser Paralleltester wird derart betrieben, dass während des Testbetriebs permanent ein Luftpolster mittels der Luftdüsen 36 zwischen dem Haltegestellrahmen 20 und dem Lastrahmen 26 erzeugt wird. Hierdurch kann der Adapter sehr schnell bezüglich seiner Y-Position und seiner Drehposition ausgerichtet werden. Durch die Führung mittels der Stellrahmentheile 28, 29, die mit den Schwenkgelenken 30, 31 geführt und im Bewegungsbereich begrenzt sind, wird in Verbindung mit der geregelten Positionierung durch die beiden Linearmotoren eine schnelle und sehr exakte Ausrichtung der Adapter erzielt.

30

- Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, die Druckluftzuführung zu unterbrechen, sobald die Adapter korrekt ausgerichtet sind, wodurch die Lastrahmen 26 auf den Haltegestellrahmen 20 bzw. den in den Haltegestellrahmen 20 integrierten Luftdüsen 36 aufliegen und durch Reibschluss ihre Position halten. Hierdurch ist die Position der Adapter innerhalb der Halteeinrichtung 12, 13 fixiert.

35

Die Führung des Adapters mittels der Steuerrahmenteile 28, 29, die mittels der als Verbindungstege 30, 31 ausgebildeten Schwenkgelenke in einem begrenzten Bewegungsbereich geführt werden, ist mechanisch sehr einfach ausgebildet und genügt dem notwendigen Bewegungsbereich für eine Feinjustierung der Adapter bezüglich der Leiterplatte vollständig. Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, den Steuerrahmen 27 bzw. den Lastrahmen 26 auf andere Art und Weise bezüglich des Haltegestellrahmens 20 zu führen. Eine andere Führung kann auch ein größeres Bewegungsspiel ermöglichen. Dann kann es auch zweckmäßig sein, grundsätzlich nach dem Ausrichten des Adapters bezüglich der Leiterplatte die Luftlagerung einzustellen, um die Position zu fixieren.

Das oben erläuterte Ausführungsbeispiel weist zwei Adapter zum gleichzeitigen Kontaktieren einer Ober- und Unterseite einer zu testenden Leiterplatte auf. Dieser Paralleltester kann jedoch auch zum Kontaktieren lediglich einer einzigen Seite ausgebildet sein, wobei dann der zweite Adapter mit den weiteren Einrichtungen (zweite Halteeinrichtung, zweiter Testkopf, zweite Kamera) entfallen können.

Die Erfindung kann folgendermaßen kurz zusammengefasst werden:

Die Erfindung betrifft eine Positioniereinrichtung für einen Paralleltester, einen Paralleltester sowie ein Verfahren zum Testen einer Leiterplatte. Nach einem ersten Aspekt der Erfindung ist zur Feinjustierung eine Positioniereinrichtung mit zwei linear einstellenden Stellelementen vorgesehen, welche mit einem vorbestimmten Abstand parallel zueinander angeordnet sind, so dass durch Betätigen der beiden Stellelemente sowohl eine Linearbewegung als auch eine Drehbewegung zwischen einem Testadapter und einer zu testenden Leiterplatte ausführbar ist. Weiterhin wird ein spezieller Handhabungsmechanismus vorgesehen mit zwei Fördereinrichtungen zum Zu- und Abführen einer zu testenden Leiterplatte in eine erste Richtung und einer Positioniereinrichtung zum Positionieren des Testadapters in eine zweite Richtung, die zur ersten Richtung etwa orthogonal ist, wobei die Positioniereinrichtung des Adapters diesen derart weit verfahren kann, dass er im Bereich zweier Teststationen, an welche die Einrichtungen zum Zu- und Abführen der zu testenden Leiterplatte gekoppelt sind, anordbar ist.

## Bezugszeichenliste

	1	Paralleltester	40	38	Ausnehmung
	2	Rückwand		39	Spulenanordnung
5	3	Vorratsbehälter		40	Magnetbahn
	4	Förderband gute Leiterplatte		41	Ausnehmung
	5	Förderband schlechte Leiterplatte		42	Kanal
	6	Vereinzelungseinrichtung	45	43	Kabel
	7	Roboterarm		44	Trägerplatte
10	8	Schubladenmechanismus		45	Sensor
	9	Schubladenmechanismus		46	Kamera
	10	Schublade		47	Steuereinrichtung
	11	Schublade	50	48	Bewegungseinrichtung
	12	Halteeinrichtung		49	Leiste
15	13	Halteeinrichtung		50	Grundkörper
	14	Adapter		51	Längsriegel
	15	Roboterarm		52	Querriegel
	16	Testkopf	55	53	Querriegel
	17	Greifeinrichtung		54	Schiene
20	18	Haltegestell		55	Schlitten
	19	Rückwandung		56	Schiene
	20	Haltegestellrahmen		57	Halteeinrichtungsschlitten
	21	Längsstrebe	60	58	Linearantrieb
	22	Querstrebe		59	Schlitten
25	23	Seitenwandungselement		60	Schiene
	24	Seitenwandungselement		61	X-Achse
	25	Halterahmen		62	Prüflingsseite
	26	Lastrahmen	65	63	Grundrasterseite
	27	Steuerrahmen		64	Vollrasterkassette
30	28	Steuerrahmenteil (innen)		65	Adaptereinheit
	29	Steuerrahmenteil (außen)		66	Adaptereinheit
	30	Verbindungssteg		67	Federstiftkassette
	31	Verbindungssteg	70	68	Kontaktstift
	32	Stirnleiste		69	Grundrasterkontaktierungsplatte
35	33	Bohrungen		70	Federstiftkassette
	34	Positionierbohrungen		71	Prüfnadel
	35	Zwischenleiste		72	Kabel
	36	Luftdüse	75	73	Säule
	37	Gewindestift			

5

Patentansprüche

1. Positioniereinrichtung für einen Paralleltester (1) zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter (14), welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere  
10 Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren, wobei der Testadapter (14) an einem inneren Halteteil (28) einer Halteeinrichtung befestigbar ist und das innere Halteteil (28) beweglich bzgl. der übrigen Positioniereinrichtung gelagert ist, wobei  
als Lager ausschließlich ein oder mehrere Schwenkgelenke und/oder ein oder mehrere  
15 Luftlager und/oder ein oder mehrere Magnetlager vorgesehen sind.
2. Positioniereinrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Halteeinrichtung (20, 25, 26, 27) ein äußeres Halteteil (32) aufweist und das in-  
20 nere Halteteil (28) und das äußere Halteteil (32) zumindest mittels eines Schwenkgelenks (30, 31) verbunden sind.
3. Positioniereinrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
25 dass zwischen dem inneren und dem äußeren Halteteil (28, 32) ein mittlerer Halteteil (29) vorgesehen ist, wobei der mittlere Halteteil (29) an den inneren und an den äußeren Halteteil (28, 32) jeweils mit einem Schwenkgelenk (30, 31) gekoppelt ist.
4. Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
30 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass ein Luftlager zum Lagern des inneren Halteteils (28) und/oder des Testadapters (14) vorgesehen ist.
5. Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
35 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Positioniereinrichtung als Y-Positioniereinrichtung (25) mit zwei linear einstellende Stellelementen (39- 40) zum Positionieren des Testadapters (14) relativ zur Leiterplatte in zumindest eine Y-Richtung in der Ebene der Kontaktelemente des Testadap-

ters ausgebildet ist, wobei die zwei linear einstellenden Stellelemente (39- 40) in etwa parallel und in einem vorbestimmten Abstand zueinander angeordnet sind, so dass bei unterschiedlicher Betätigung der beiden etwa parallel angeordneten Stellelemente eine relative Drehbewegung zwischen einem am inneren Halteteil (28) befestigten Testadapter (14) und einer zu testenden Leiterplatte ausgeführt wird.

6. Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Positioniereinrichtung linear einstellenden Stellelemente (39, 40) aufweist, welche als Linearmotoren ausgebildet sind.

7. Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass ein oder mehrere Wegsensoren (45) zum Detektieren einer Bewegung des inneren Halteteils (28) vorgesehen sind, wobei der eine oder die mehreren Wegsensoren vorzugsweise berührungslose Wegsensoren und insbesondere optische Wegsensoren sind.

8. Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter (14), welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren, wobei der Paralleltester (1) eine Positioniereinrichtung zum Positionieren des Testadapters relativ zu einer zu prüfenden Leiterplatte aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist und zum Positionieren eines Testadapters in Y-Richtung angeordnet ist.

9. Paralleltester nach Anspruch 8,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Paralleltester eine X-Positioniereinrichtung aufweist, welche zum relativen Positionieren des Testadapters (14) zur Leiterplatte in eine X-Richtung in der Ebene der Kontaktelemente des Testadapters (14), die etwa orthogonal zur Y-Richtung ist, ausgebildet ist.

10. Paralleltester nach Anspruch 8 oder 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Paralleltester (1) eine Z-Positioniereinrichtung aufweist, welche zum relativen

Positionieren des Testadapters (14) zur Leiterplatte in eine Z-Richtung ausgebildet ist, die etwa orthogonal zur Ebene der Kontaktelemente des Testadapters 1 ist.

11. Paralleltester nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

5       **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Paralleltester zwei Testadapter (14) aufweist, welche jeweils zum Testen einer Seite einer zu testenden Leiterplatte angeordnet sind, wobei die beiden Testadapter (14) mit jeweils gleichen Positioniereinrichtungen versehen sind.

10    12. Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter (14), welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren, insbesondere nach einem der Ansprüche 8 bis 11,

15       wobei der Paralleltester 1 eine Z-Positioniereinrichtung zum Bewegen des Testadapters (14) in einer Richtung orthogonal zur Ebene seiner Kontaktelemente, eine X-Positioniereinrichtung zum Bewegen des Testadapters in eine X-Richtung in der Ebene seiner Kontaktelemente und eine Y-Positioniereinrichtung (25) zum Bewegen des Testadapters in einer Y-Richtung in der Ebene seiner Kontaktelemente, die etwa orthogonal zur X-Richtung ist,

20       wobei der Paralleltester (1) zwei Teststationen aufweist, welche in X-Richtung versetzt sind und die X-Positioniereinrichtung mit einem derart großen Bewegungsweg ausgebildet ist, dass der Testadapter (1) zwischen den beiden Teststationen mittels der X-Positioniereinrichtung bewegbar ist, und

25       dass an einer jeden Teststation eine Fördereinrichtung zum Zu- und Abfördern einer zu testenden Leiterplatte in Y-Richtung angeordnet ist.

13. Paralleltester nach Anspruch 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

30       dass die Z-Positioniereinrichtung und die X-Positioniereinrichtung zum Bewegen einer Halteeinrichtung (18, 25) zum Halten des Testadapters (14) ausgebildet sind, und die Y-Positioniereinrichtung in die Halteeinrichtung integriert und zum Bewegen des Testadapters (14) relativ bezüglich der Halteeinrichtung ausgebildet ist.

14. Paralleltester nach Anspruch 12 oder 13,

35       **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Fördereinrichtungen an den Teststationen jeweils als Schubladen (10, 11) ausgebildet sind.

15. Paralleltester nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Testadapter (14) ein Universaladapter ist, der ein Muster der Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte auf ein regelmäßiges Raster eines Universaltestkopfes (16, 17) abbildet.

16. Paralleltester nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Testadapter (14) ein *dedicated Testadapter* ist, der Kontaktelemente in einem Muster angeordnet aufweist, das dem Muster der Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte entspricht und die Kontaktelemente unmittelbar mit zu einer Testelektronik führenden Kabeln verbunden sind.

17. Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter (14), welcher eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren, insbesondere nach einem der Ansprüche 7 bis 15,

wobei der Paralleltester (1) mehrere Bewegungseinrichtungen (48) zum Bewegen von zumindest jeweils einer Komponente des Paralleltester, wie z.B. eines Adapters (14) oder einer Aufnahmeeinrichtung (10, 11) für eine zu testenden Leiterplatte, aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Paralleltester (1) einen Grundkörper (50) aus einem mineralischen, keramischen, glaskeramischen, glasartigen Material oder aus einem Beton aufweist, wobei eine jede Bewegungseinrichtung (48), die Einfluss auf die relative Position einer zu testenden Leiterplatte und des Testadapters (14) hat, am Grundkörper (50) befestigt ist.

18. Paralleltester nach Anspruch 17,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die unmittelbar am Grundkörper (50) befestigten Bewegungsrichtungen jeweils eine oder mehrere Positioniereinrichtungen aufweisen, wobei eine jede Positioniereinrichtung zum Bewegen der Komponente in eine Bewegungsrichtung ausgebildet ist und die Positioniereinrichtungen einer jeden Bewegungseinrichtung zueinander orthogonal ausgerichtet sind.

19. Paralleltester nach Anspruch 17 oder 18,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Paralleltester (1) eine Bewegungseinrichtung (48) zum Bewegen des Adapters (14), eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen der Aufnahmeeinrichtung (10, 11) für

eine zu testende Leiterplatte sowie eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen einer Kamera (46) aufweist.

20. Paralleltester nach einem der Ansprüche 17 bis 19,  
5       **dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Grundkörper (50) aus Granit, aus Glaskeramik oder Keramik auf Basis von Kieselsäure und/oder Tonerde ausgebildet ist.
21. Paralleltester nach einem der Ansprüche 17 bis 20,  
10       **dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Grundkörper aus einem Material ausgebildet ist, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient nicht größer als  $5 \cdot 10^{-6}/K$  ist.
22. Paralleltester zum Testen von Leiterplatten mit einem Testadapter (14), welcher eine  
15       Vielzahl von Kontaktelementen aufweist, um mehrere Leiterplattentestpunkte einer zu testenden Leiterplatte gleichzeitig zu kontaktieren, insbesondere nach einem der Ansprüche 8 bis 21,  
wobei der Paralleltester (1) zumindest eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen des Testadapters, eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen einer Aufnahmeeinrichtung  
20       (10, 11) für eine zu testenden Leiterplatte und zumindest eine optische Detektionseinrichtung aufweist,  
      **dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Paralleltester eine Steuereinrichtung (47) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass mit der optischen Detektionseinrichtung eine zu testende Leiterplatte in unter-  
25       schiedlichen Messpositionen erfasst wird, wobei Ortsinformationen der Leiterplatte zu den unterschiedlichen Messpositionen abgespeichert werden und die Leiterplatte und der Testadapters in die unterschiedlichen Messpositionen verfahren werden, um hier jeweils einen Testvorgang auszuführen.
- 30   23. Paralleltester nach Anspruch 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die optische Detektionseinrichtung zumindest eine Kamera (46) aufweist, welche beweglich am Paralleltester angeordnet ist.
- 35   24. Paralleltester nach Anspruch 22 oder 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die optische Detektionseinrichtung zwei Kameras aufweist, die mit entgegengesetzter Blickrichtung angeordnet sind.



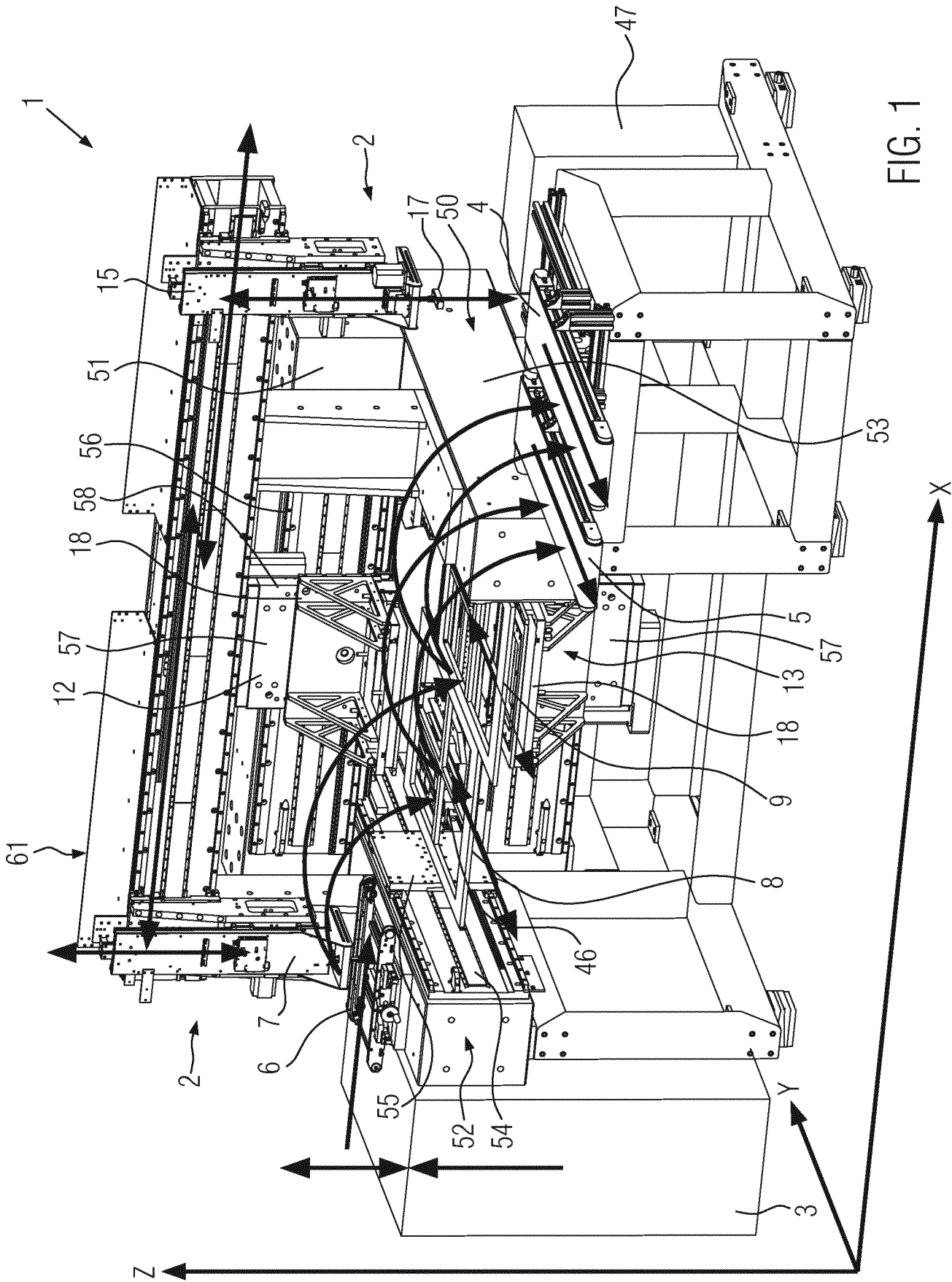
25. Verfahren zum Kalibrieren eines Paralleltesters nach einem der Ansprüche 17 bis 24,  
wobei mit einer Detektionseinrichtung der Ort eines Testadapters an unterschiedlichen  
Messpositionen erfasst wird, wobei Steuerungsinformationen zum Steuern der Bewe-  
gung des Testadapters zwischen den Messpositionen abgeleitet und gespeichert wer-  
den, wobei die Steuerungsinformationen die Bewegung des Testadapters zu den einzel-  
nen Messpositionen beschreiben.
26. Verfahren zum Kalibrieren eines Paralleltesters nach Anspruch 23, wobei der Parallel-  
tester eine optische Detektionseinrichtung aufweist, die zwei Kameras umfasst, wobei  
die beiden Kameras zueinander kalibriert werden.
27. Verfahren zum Testen einer Leiterplatte, wobei die Leiterplatte mit einem Paralleltester  
(1) nach einem der Ansprüche 8 bis 24 getestet wird und der Paralleltester (1) vorzugs-  
weise nach einem der Ansprüche 25 oder 26 kalibriert ist.
28. Verfahren nach Anspruch 27,  
**dadurch gekennzeichnet**  
dass die Leiterplatte nur auf Unterbrechungen und/oder Kurzschlüsse geprüft wird.
29. Verfahren nach Anspruch 27,  
**dadurch gekennzeichnet**  
dass die Leiterplatte mittels eines Funktionstests geprüft wird.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass mehrere Nutzen aufeinanderfolgend durch schrittweises relatives Bewegen des  
Testadapters (14) und der zu testenden Leiterplatte getestet werden.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass ein Paralleltester (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14 verwendet wird, und  
dass an einer der beiden Teststationen eine zu testende Leiterplatte getestet und an  
der anderen Teststation eine zu testende Leiterplatte ausgetauscht wird.
32. Verfahren nach Anspruch 31,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass zum Austauschen einer der Leiterplatten, diese mit der Fördereinrichtung in Y-

Richtung von einer Testposition in eine Austauschposition bewegt wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 32,

**dadurch gekennzeichnet,**

5 dass die Y-Positioniereinrichtung eine Luftlagereinrichtung (36) aufweist, und während des Bewegens des Testadapters in Y-Richtung mit der Luftlagereinrichtung (36) ein Luftpolster erzeugt wird und während des Testens kein Luftpolster erzeugt wird, so dass der Testadapter durch Reibschluss in Y-Richtung fixiert ist.



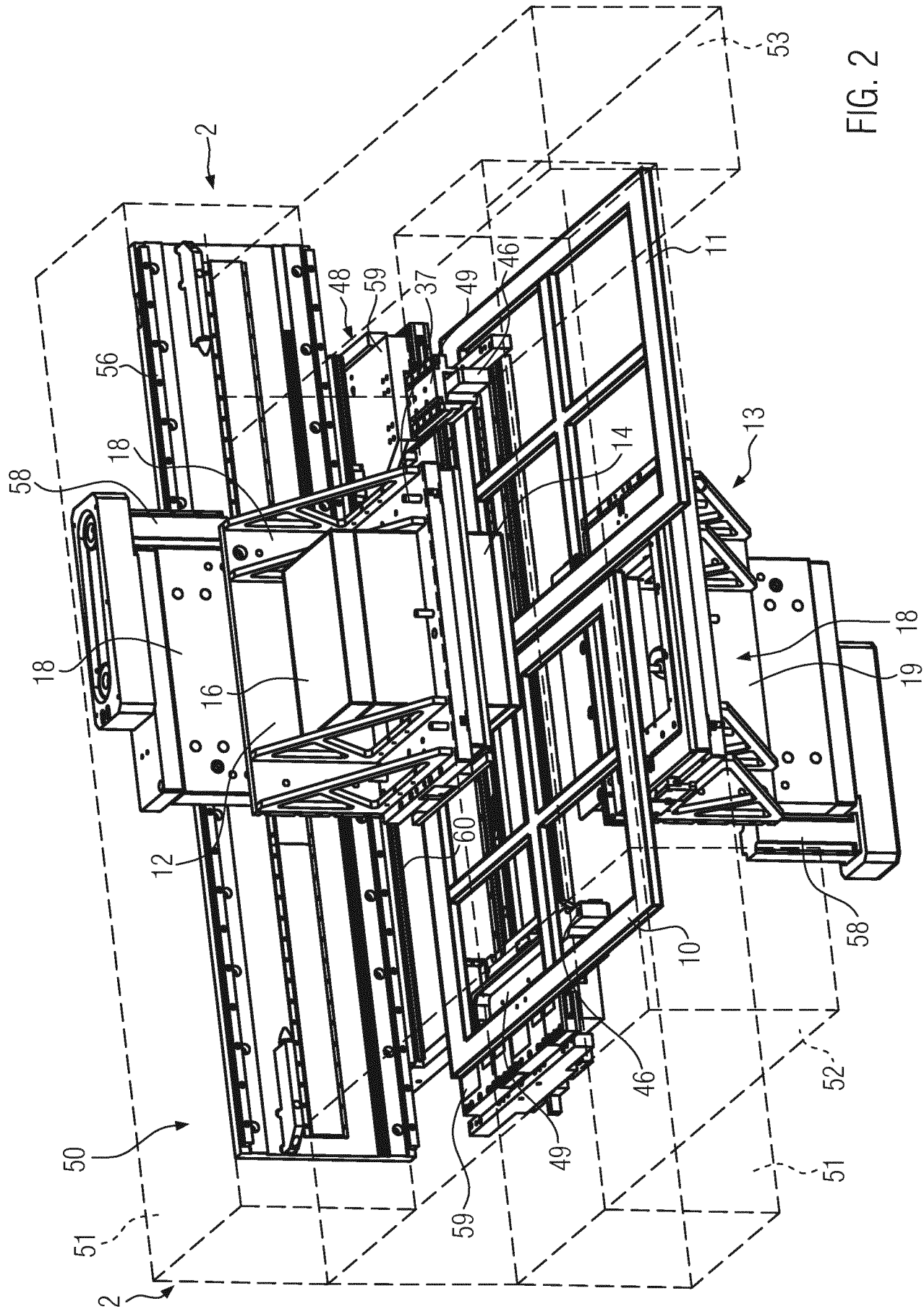


FIG. 2

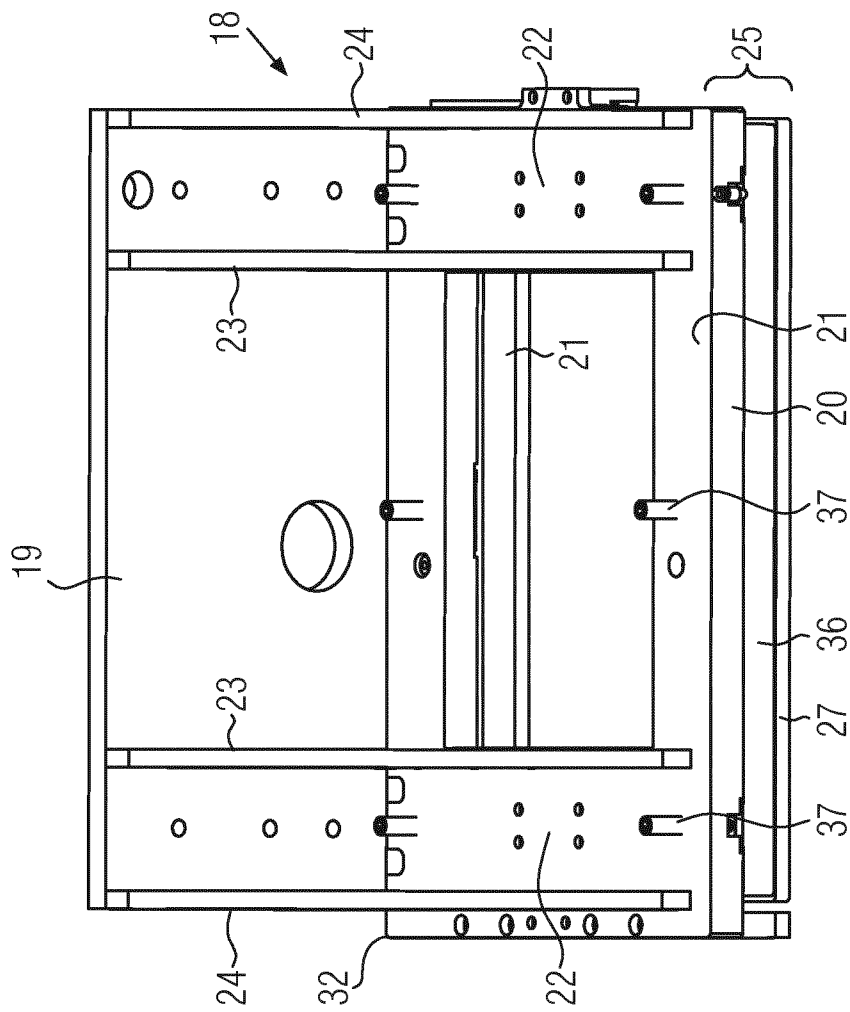


FIG. 3b

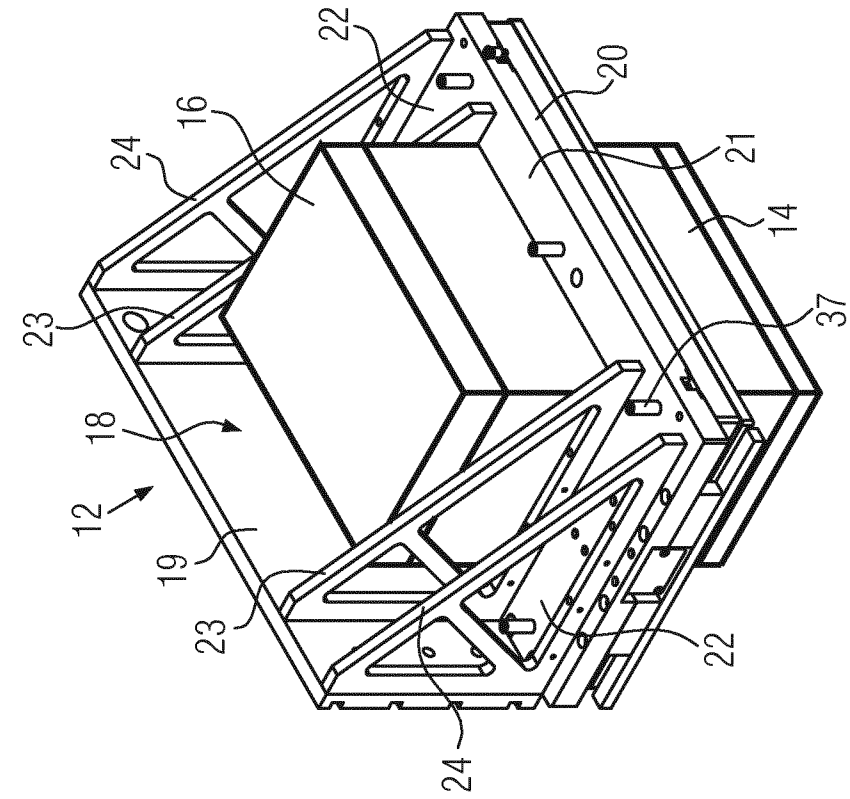


FIG. 3a

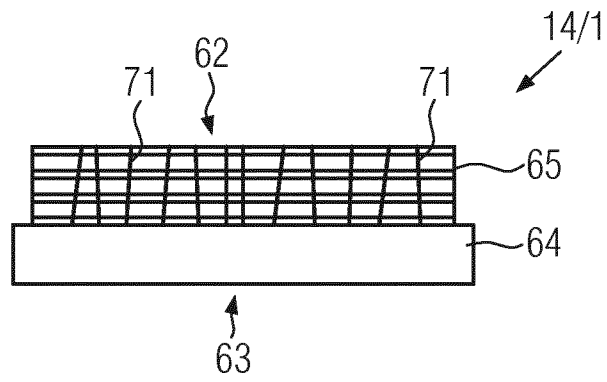


FIG. 3c

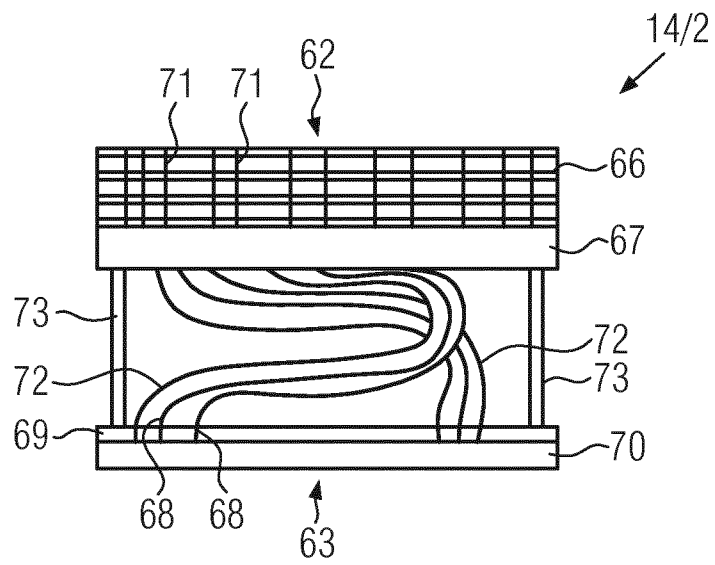
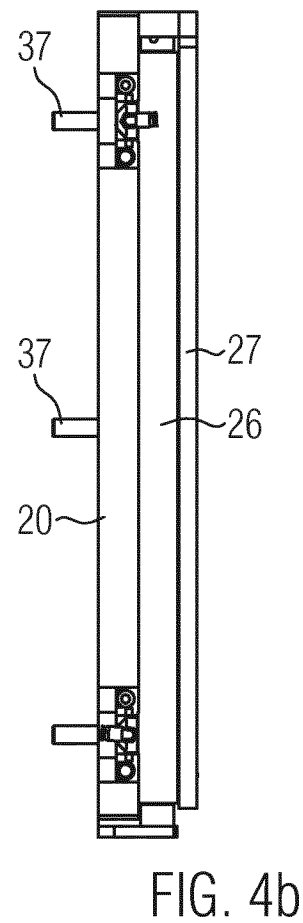
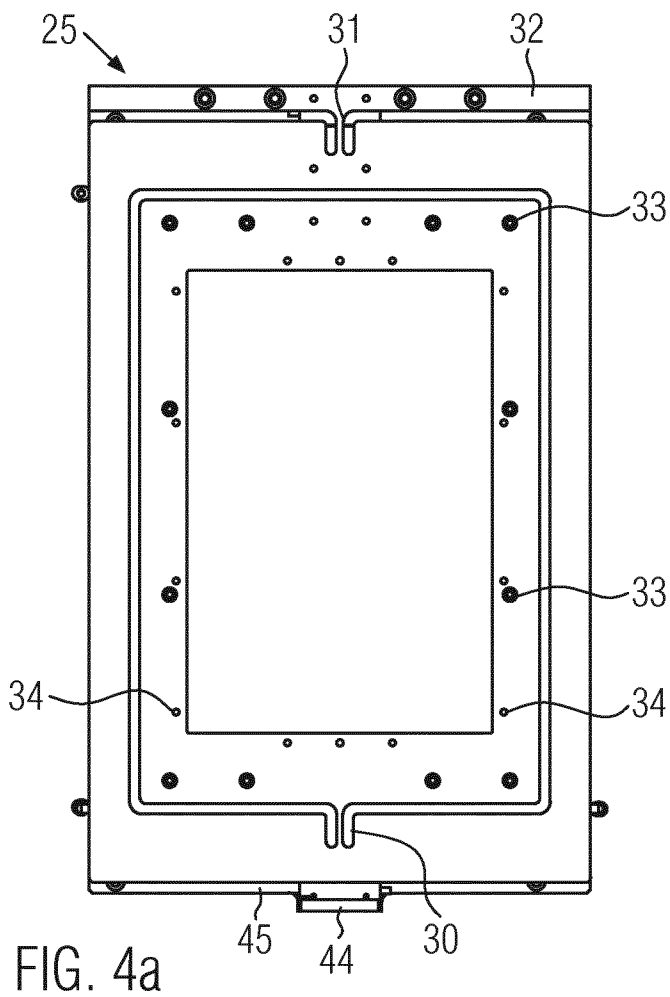
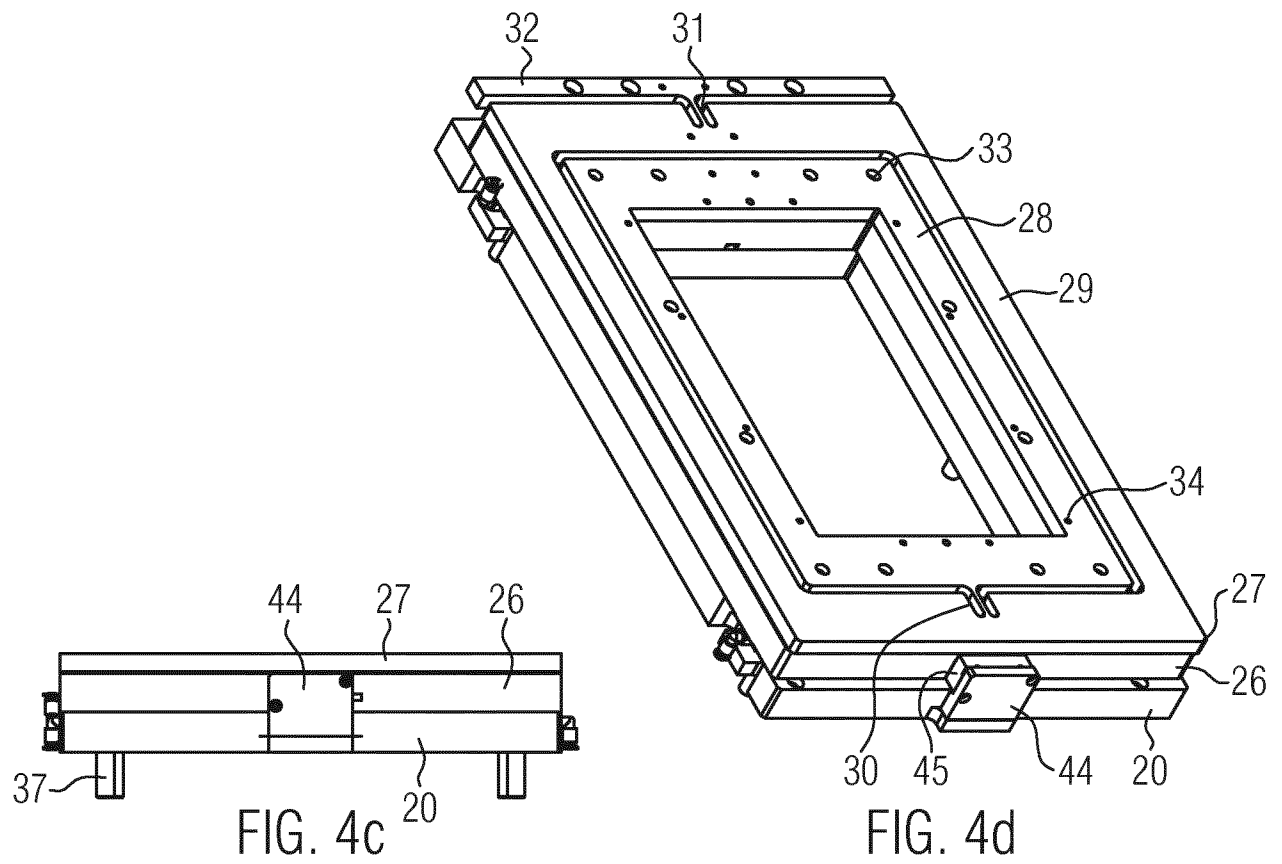
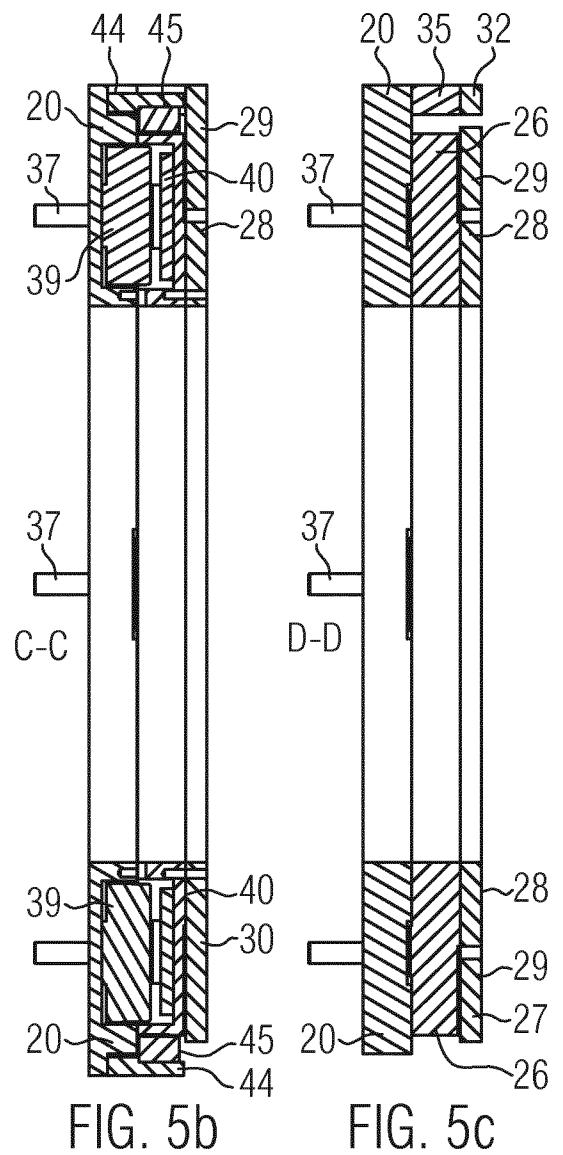
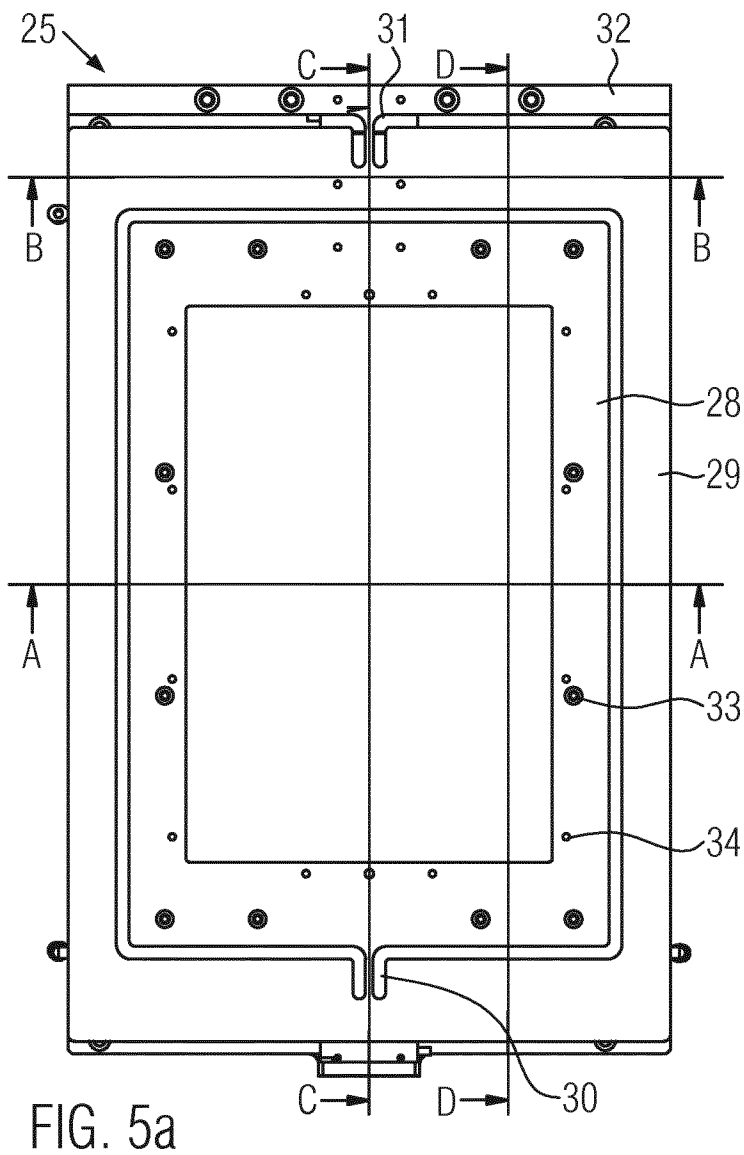
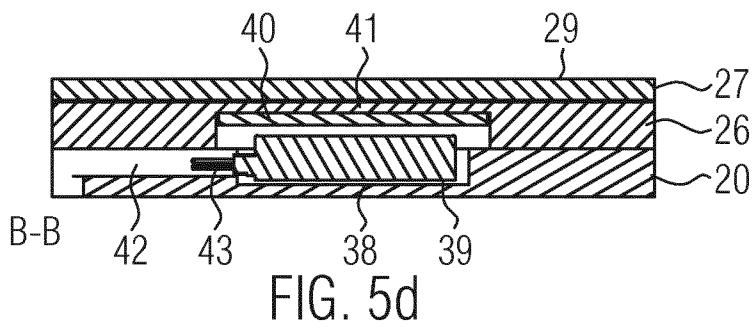
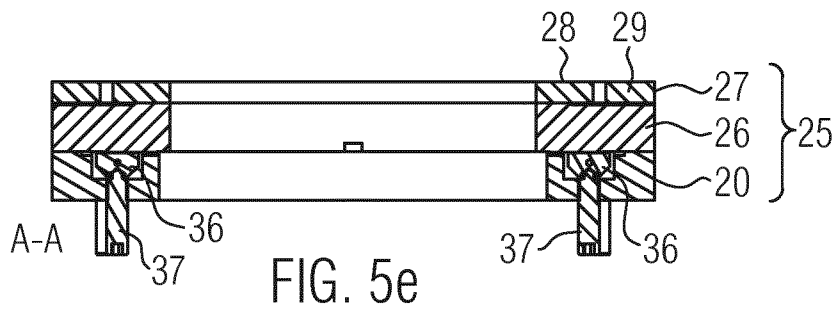


FIG. 3d







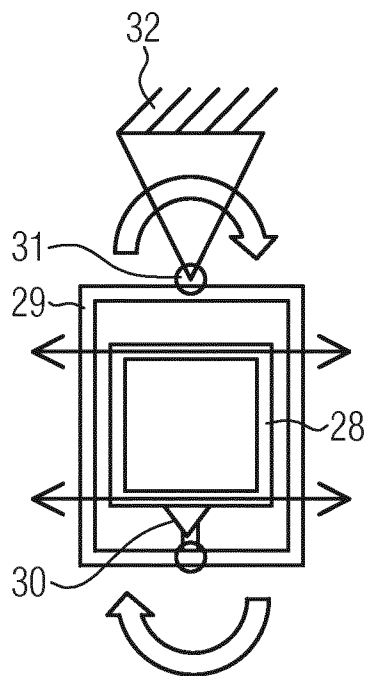


FIG. 6b

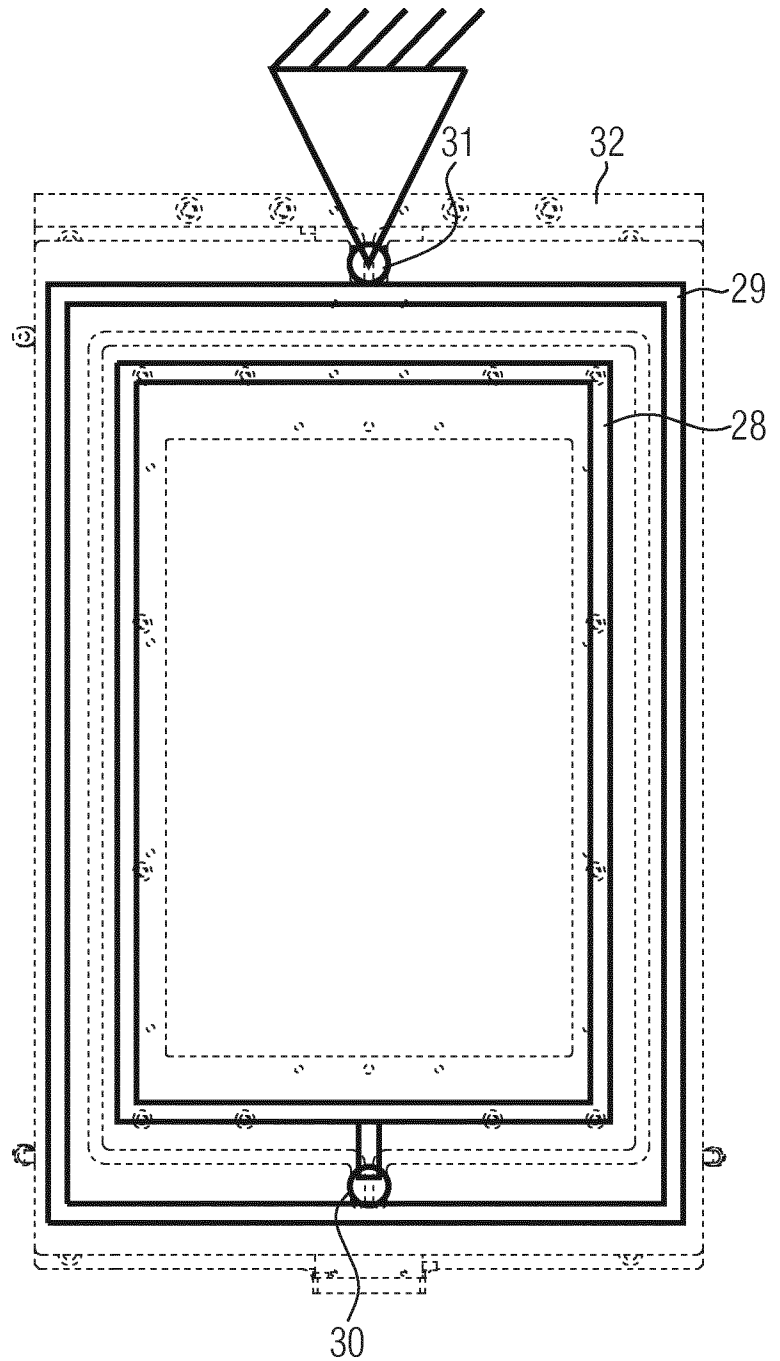


FIG. 6a

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/063989

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01R31/28

ADD.

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R

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

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

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 202 14 629 U1 (ESMO AG [DE]) 21 November 2002 (2002-11-21)	1-11,15, 16,27-30
Y	figures 1,2 page 1, line 7 - line 17 page 4, line 13 - page 5, line 7 page 7, line 28 - line 31	33
A	----- WO 02/21893 A2 (ATG TEST SYSTEMS GMBH [DE]; ROTH AUG UWE [DE]) 14 March 2002 (2002-03-14) figure 1 page 8, line 6 - line 30	1,8,27
A	----- US 7 019 549 B2 (CHIDAMBARAM MAHENDRAN T [US]) 28 March 2006 (2006-03-28) the whole document	1,8,27
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2017

Date of mailing of the international search report

24/01/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nguyen, Minh

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/063989

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 49 504 C1 (DORNIER GMBH [DE]) 28 June 2001 (2001-06-28) figure page 1	1,8,27
A	----- R Pröger-mühleck ET AL: "Aerostatisch gelagerter Impulsantrieb zur Präzisionsjustage in der Mikrotechnik", GMM-Fachbericht 33, 15 May 2001 (2001-05-15), XP055303156, ISBN: 978-3-8007-2612-7 Retrieved from the Internet: URL: <a href="http://www.uni-stuttgart.de/ikff/publikationen/pdf_data/imp_mainz01.pdf">http://www.uni-stuttgart.de/ikff/publikationen/pdf_data/imp_mainz01.pdf</a> [retrieved on 2016-09-16] Kapitel 3.2	1,8,27
A	----- DE 44 38 316 A1 (LUTHER & MAELZER GMBH [DE]) 23 November 1995 (1995-11-23) the whole document	1-3,5-7
A	----- GB 2 201 804 A (INT COMPUTERS LTD) 7 September 1988 (1988-09-07) the whole document	5-7
A	----- EP 0 859 239 A2 (CIRCUIT LINE SPA [IT]) 19 August 1998 (1998-08-19) the whole document	5-7
A	----- WO 2004/059329 A1 (ATG TEST SYSTEMS GMBH [DE]; PROKOPP MANFRED [DE]; ROMANOV VICTOR [DE]) 15 July 2004 (2004-07-15) the whole document	22,25,30
Y	----- JP H11 16964 A (MICRONICS JAPAN CO LTD) 22 January 1999 (1999-01-22) paragraph [0011] - paragraph [0012]	33
X	----- DE 103 92 404 T5 (ELECTRO SCIENT IND INC [US]) 14 April 2005 (2005-04-14) paragraph [0002] paragraph [0005] paragraph [0028] - paragraph [0032]	22,23, 27-30 33
X	----- EP 0 962 777 A2 (NIHON DENSAN READ KABUSHIKI KA [JP]) 8 December 1999 (1999-12-08) figures 1-4 figures 6-11 paragraph [0001] paragraph [0021] - paragraph [0064]	22-30
Y	-----	33

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2016/063989

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see supplementary sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:  
**1-11, 15, 16, 22-30, 33**
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims: 1-11 (in full); 15, 16, 27-30, 33 (in part)

A positioning device having a frictionless bearing for a test adapter, a parallel tester having this positioning device and a method for testing a circuit board using this parallel tester.

2. Claims: 12-14, 31, 32 (in full); 15, 16, 27-30, 33 (in part)

A parallel tester having an XYZ-positioning device for moving a test adapter and two test stations, a method for testing a circuit board using this parallel tester.

3. Claims: 17-21 (in full); 25, 27-30, 33 (in part)

A parallel tester having a plurality of movement devices for components of the parallel tester and having a main body to which each movement device is fastened, a calibration method for this parallel tester and a method for testing a circuit board using this parallel tester.

4. Claims: 22-24, 26 (in full); 25, 27-30, 33 (in part)

A parallel tester having an optical detection device, at least one movement device for moving a test adapter and a circuit board receptacle and also having a control device for controlling the movement devices. A calibration method for this parallel tester and the optical detection device and a method for testing a circuit board using this parallel tester.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/063989

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 20214629	U1	21-11-2002	AU 2003269828 A1 19-04-2004
		DE 20214629 U1	21-11-2002
		US 2006164071 A1	27-07-2006
		WO 2004029635 A1	08-04-2004
WO 0221893	A2	14-03-2002	AT 322022 T 15-04-2006
		AU 9373401 A	22-03-2002
		CN 1449499 A	15-10-2003
		DE 10043728 A1	28-03-2002
		EP 1315975 A2	04-06-2003
		HK 1056219 A1	27-05-2005
		JP 3928129 B2	13-06-2007
		JP 2004508569 A	18-03-2004
		KR 20030041987 A	27-05-2003
		TW 515894 B	01-01-2003
		WO 0221893 A2	14-03-2002
US 7019549	B2	28-03-2006	US 2005237081 A1 27-10-2005
		WO 2005106510 A2	10-11-2005
DE 19949504	C1	28-06-2001	NONE
DE 4438316	A1	23-11-1995	NONE
GB 2201804	A	07-09-1988	GB 2201804 A 07-09-1988
		US 4820975 A	11-04-1989
EP 0859239	A2	19-08-1998	CA 2221404 A1 18-08-1998
		EP 0859239 A2	19-08-1998
		IT MI970337 A1	18-08-1998
		US 6118292 A	12-09-2000
WO 2004059329	A1	15-07-2004	AU 2003292115 A1 22-07-2004
		CN 1714294 A	28-12-2005
		DE 10260238 A1	22-07-2004
		JP 2006510026 A	23-03-2006
		KR 20050091013 A	14-09-2005
		TW I234002 B	11-06-2005
		WO 2004059329 A1	15-07-2004
JP H1116964	A	22-01-1999	NONE
DE 10392404	T5	14-04-2005	AU 2003218348 A1 13-10-2003
		CA 2476389 A1	09-10-2003
		CN 1639577 A	13-07-2005
		DE 10392404 T5	14-04-2005
		GB 2400447 A	13-10-2004
		JP 4803959 B2	26-10-2011
		JP 2005521066 A	14-07-2005
		KR 20040105785 A	16-12-2004
		TW I272392 B	01-02-2007
		US 2003178988 A1	25-09-2003
		WO 03083494 A1	09-10-2003
EP 0962777	A2	08-12-1999	EP 0962777 A2 08-12-1999
		US 2001050572 A1	13-12-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. G01R31/28  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A A	<p>DE 202 14 629 U1 (ESMO AG [DE]) 21. November 2002 (2002-11-21) Abbildungen 1,2 Seite 1, Zeile 7 - Zeile 17 Seite 4, Zeile 13 - Seite 5, Zeile 7 Seite 7, Zeile 28 - Zeile 31 -----</p> <p>WO 02/21893 A2 (ATG TEST SYSTEMS GMBH [DE]; ROTH AUG UWE [DE]) 14. März 2002 (2002-03-14) Abbildung 1 Seite 8, Zeile 6 - Zeile 30 -----</p> <p>US 7 019 549 B2 (CHIDAMBARAM MAHENDRAN T [US]) 28. März 2006 (2006-03-28) das ganze Dokument ----- -/-</p>	<p>1-11,15, 16,27-30 33</p> <p>1,8,27</p> <p>1,8,27</p>



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Januar 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/01/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nguyen, Minh

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 49 504 C1 (DORNIER GMBH [DE]) 28. Juni 2001 (2001-06-28) Abbildung Seite 1	1,8,27
A	----- R Präger-mühleck ET AL: "Aerostatisch gelagerter Impulsantrieb zur Präzisionsjustage in der Mikrotechnik", GMM-Fachbericht 33, 15. Mai 2001 (2001-05-15), XP055303156, ISBN: 978-3-8007-2612-7 Gefunden im Internet: URL: <a href="http://www.uni-stuttgart.de/ikff/publikationen/pdf_data/imp_mainz01.pdf">http://www.uni-stuttgart.de/ikff/publikationen/pdf_data/imp_mainz01.pdf</a> [gefunden am 2016-09-16] Kapitel 3.2	1,8,27
A	----- DE 44 38 316 A1 (LUTHER & MAELZER GMBH [DE]) 23. November 1995 (1995-11-23) das ganze Dokument	1-3,5-7
A	----- GB 2 201 804 A (INT COMPUTERS LTD) 7. September 1988 (1988-09-07) das ganze Dokument	5-7
A	----- EP 0 859 239 A2 (CIRCUIT LINE SPA [IT]) 19. August 1998 (1998-08-19) das ganze Dokument	5-7
A	----- WO 2004/059329 A1 (ATG TEST SYSTEMS GMBH [DE]; PROKOPP MANFRED [DE]; ROMANOV VICTOR [DE]) 15. Juli 2004 (2004-07-15) das ganze Dokument	22,25,30
Y	----- JP H11 16964 A (MICRONICS JAPAN CO LTD) 22. Januar 1999 (1999-01-22) Absatz [0011] - Absatz [0012]	33
X	----- DE 103 92 404 T5 (ELECTRO SCIENT IND INC [US]) 14. April 2005 (2005-04-14) Absatz [0002] Absatz [0005] Absatz [0028] - Absatz [0032]	22,23, 27-30 33
X	----- EP 0 962 777 A2 (NIHON DENSAN READ KABUSHIKI KA [JP]) 8. Dezember 1999 (1999-12-08) Abbildungen 1-4 Abbildungen 6-11 Absatz [0001] Absatz [0021] - Absatz [0064]	22-30
Y	-----	33



**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3. ☒ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.  
1-11, 15, 16, 22-30, 33
  
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-11(vollständig); 15, 16, 27-30, 33(teilweise)

Positioniereinrichtung mit reibungsfreier Lagerung für einen Testadapter, Paralleltester mit dieser Positioniereinrichtung und Verfahren zum Testen einer Leiterplatte mit diesem Paralleltester.

---

2. Ansprüche: 12-14, 31, 32(vollständig); 15, 16, 27-30, 33(teilweise)

Paralleltester mit XYZ-Positioniereinrichtung zum Bewegen eines Testadapters und zwei Teststationen, Verfahren zum Testen einer Leiterplatte mit diesem Paralleltester.

---

3. Ansprüche: 17-21(vollständig); 25, 27-30, 33(teilweise)

Paralleltester mit mehreren Bewegungseinrichtungen für Komponenten des Paralleltesters mit einem Grundkörper an dem jede Bewegungseinrichtung befestigt ist, Kalibrierverfahren für diesen Paralleltester sowie Verfahren zum Testen einer Leiterplatte mit diesem Paralleltester.

---

4. Ansprüche: 22-24, 26(vollständig); 25, 27-30, 33(teilweise)

Paralleltester mit einer optische Detektionseinrichtung, mindestens einer Bewegungseinrichtung zur Bewegung eines Testadapters und einer Leiterplattenaufnahme sowie einer Steuereinrichtung zur Steuerung der Bewegungseinrichtungen. Kalibrierverfahren für diesen Paralleltester und die optische Detektionseinrichtung sowie Verfahren zum Testen einer Leiterplatte mit diesem Paralleltester.

---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063989

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 20214629	U1	21-11-2002	AU 2003269828 A1 19-04-2004
			DE 20214629 U1 21-11-2002
			US 2006164071 A1 27-07-2006
			WO 2004029635 A1 08-04-2004
WO 0221893	A2	14-03-2002	AT 322022 T 15-04-2006
			AU 9373401 A 22-03-2002
			CN 1449499 A 15-10-2003
			DE 10043728 A1 28-03-2002
			EP 1315975 A2 04-06-2003
			HK 1056219 A1 27-05-2005
			JP 3928129 B2 13-06-2007
			JP 2004508569 A 18-03-2004
			KR 20030041987 A 27-05-2003
			TW 515894 B 01-01-2003
			WO 0221893 A2 14-03-2002
US 7019549	B2	28-03-2006	US 2005237081 A1 27-10-2005
			WO 2005106510 A2 10-11-2005
DE 19949504	C1	28-06-2001	KEINE
DE 4438316	A1	23-11-1995	KEINE
GB 2201804	A	07-09-1988	GB 2201804 A 07-09-1988
			US 4820975 A 11-04-1989
EP 0859239	A2	19-08-1998	CA 2221404 A1 18-08-1998
			EP 0859239 A2 19-08-1998
			IT MI970337 A1 18-08-1998
			US 6118292 A 12-09-2000
WO 2004059329	A1	15-07-2004	AU 2003292115 A1 22-07-2004
			CN 1714294 A 28-12-2005
			DE 10260238 A1 22-07-2004
			JP 2006510026 A 23-03-2006
			KR 20050091013 A 14-09-2005
			TW I234002 B 11-06-2005
			WO 2004059329 A1 15-07-2004
JP H1116964	A	22-01-1999	KEINE
DE 10392404	T5	14-04-2005	AU 2003218348 A1 13-10-2003
			CA 2476389 A1 09-10-2003
			CN 1639577 A 13-07-2005
			DE 10392404 T5 14-04-2005
			GB 2400447 A 13-10-2004
			JP 4803959 B2 26-10-2011
			JP 2005521066 A 14-07-2005
			KR 20040105785 A 16-12-2004
			TW I272392 B 01-02-2007
			US 2003178988 A1 25-09-2003
			WO 03083494 A1 09-10-2003
EP 0962777	A2	08-12-1999	EP 0962777 A2 08-12-1999
			US 2001050572 A1 13-12-2001



# (12)发明专利申请



(10)申请公布号 CN 107923938 A

(43)申请公布日 2018.04.17

(21)申请号 201680045624.2

(22)申请日 2016.06.17

(30)优先权数据

102015113046.7 2015.08.07 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.02.02

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/063989 2016.06.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/025230 DE 2017.02.16

(71)申请人 艾克斯塞拉公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 吕迪格·德默尔

托尔斯滕·卡斯鲍姆

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司  
11332

代理人 王瑞朋 杨生平

(51)Int.Cl.

G01R 31/28(2006.01)

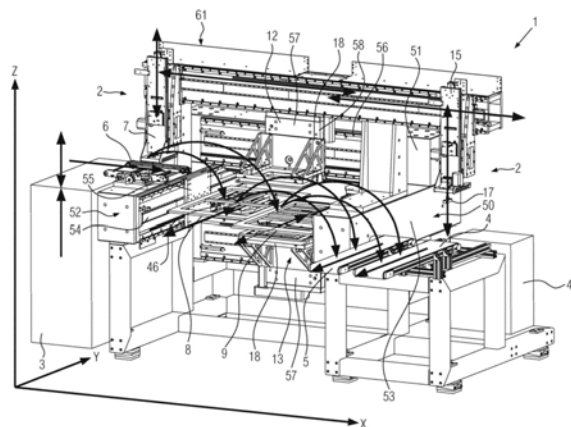
权利要求书3页 说明书19页 附图11页

## (54)发明名称

用于测试印刷电路板的平行测试器的定位装置及用于测试印刷电路板的平行测试器

## (57)摘要

本发明涉及用于平行测试器(1)的定位装置、平行测试器(1)、以及用于测试印刷电路板的方法。本发明的一方面涉及精细调节定位装置,其中测试适配器(14)可以固定到保持装置的内保持件(28),并且内保持件(28)可以相对于其他定位装置移动。作为轴承,仅提供一个或多个枢转接合件和/或一个或多个空气轴承和/或一个或多个磁轴承。



1. 一种用于测试电路板的平行测试器(1)的定位装置,所述平行测试器具有测试适配器(14),所述测试适配器具有用于与待测试电路板的若干电路板测试点同时接触的多个接触元件,其中所述测试适配器(14)能够被紧固到保持装置的内保持件(28),并且所述内保持件(28)被支撑为使得其能够相对于所述定位装置的其他部件移动,其中,

仅一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承和/或一个或多个磁轴承被设置为轴承。

2. 根据权利要求1所述的定位装置,其特征在于,所述保持装置(20,25,26,27)具有外保持件(32),并且所述内保持件(28)和外保持件(32)至少借助于旋转接合件(30,31)连接。

3. 根据权利要求2所述的定位装置,其特征在于,在所述内保持件和外保持件(28,32)之间设有中间保持件(29),其中所述中间保持件(29)借助于相应的旋转接合件(30,31)联接到所述内保持件和外保持件(28,32)。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的定位装置,其特征在于,设有用于支撑所述内保持件(28)和/或所述测试适配器(14)的空气轴承。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的定位装置,其特征在于,所述定位装置作为y-定位装置(25)实施,其具有两个线性调节定位器(39,40),用于在所述测试适配器的接触元件的平面中至少在y-方向上相对于所述电路板定位所述测试适配器(14),其中所述两个线性调节定位器(39,40)大致平行地布置且彼此隔开预定距离,使得当大致平行布置的两个定位器被不同地致动时,在紧固于所述内保持件(28)的测试适配器(14)与待测试电路板之间执行相对旋转运动。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的定位装置,其特征在于,所述定位装置具有以直线电机的形式实施的线性调节定位器(39,40)。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的定位装置,其特征在于,设有用于探测所述内保持件(28)的移动的一个或多个位移传感器(45),所述一个或多个位移传感器优选地是非接触式位移传感器,并且特别地是光学位移传感器。

8. 一种用于测试电路板的平行测试器,其具有测试适配器(14),所述测试适配器具有用于与待测试电路板的若干电路板测试点同时接触的多个接触元件,其中所述平行测试器(1)具有用于使所述测试适配器相对于待测试电路板定位的定位装置,其特征在于,所述定位装置根据权利要求1至7中任一项实施并且布置为在y-方向上定位测试适配器。

9. 根据权利要求8所述的平行测试器,其特征在于,所述平行测试器具有x-定位装置,其实施为在所述测试适配器(14)的接触元件的平面中在x-方向上相对于所述电路板定位所述测试适配器(14),所述x-方向与y-方向大致正交。

10. 根据权利要求8或9所述的平行测试器,其特征在于,所述平行测试器(1)具有z-定位装置,其实施为在z-方向上相对于所述电路板定位所述测试适配器(14),所述z-方向与所述测试适配器(14)的平面大致正交。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的平行测试器,其特征在于,所述平行测试器(1)具有两个测试适配器(14),每个测试适配器布置为测试待测试电路板的一侧,其中所述两个测试适配器(14)各自设有相同的定位装置。

12. 一种用于测试电路板的平行测试器,其具有测试适配器(14),所述测试适配器具有用于与待测试电路板的若干电路板测试点同时接触的多个接触元件,特别地是根据权利要

求8至11中任一项所述的平行测试器，

其中，所述平行测试器(1)具有用于在与所述测试适配器的接触元件的平面正交的方向上移动所述测试适配器(14)的z-定位装置、用于在所述测试适配器的接触元件的平面中在x-方向上移动所述测试适配器的x-定位装置、以及用于在所述测试适配器的接触元件的平面中在与所述x-方向大致正交的y-方向上移动所述测试适配器的y-定位装置(25)，并且

其中，所述平行测试器(1)具有在所述x-方向上偏置的两个测试站，并且所述x-定位装置实施为具有移动路径，该移动路径足够大，使得所述适配器(14)能够借助于所述x-定位装置在所述两个测试站之间移动，并且

在各测试站上设有输送装置，用于在所述y-方向上输送以及排出待测试电路板。

13. 根据权利要求12所述的平行测试器，其特征在于，所述z-定位装置和所述x-定位装置实施为移动用于保持所述测试适配器(14)的保持装置(18,25)，并且所述y-定位装置集成到所述保持装置中并且实施为相对于所述保持装置移动所述测试适配器(14)。

14. 根据权利要求12或13所述的平行测试器，其特征在于，在所述测试站处的所述输送装置每个都以抽屉(10,11)的形式实施。

15. 根据权利要求1至14中任一项所述的平行测试器，其特征在于，所述测试适配器(14)是通用适配器，其将待测试电路板的电路板测试点的图案映射到通用测试头(16,17)的均匀栅格上。

16. 根据权利要求1至14中任一项所述的平行测试器，其特征在于，所述测试适配器(14)是专用测试适配器，其具有以与待测试电路板的电路板测试点的图案相对应的图案布置的接触元件，并且所述接触元件直接地连接到通向一组测试电子器件的缆线。

17. 一种用于测试电路板的平行测试器，其具有测试适配器(14)，所述测试适配器具有用于与若干电路板测试点同时接触的多个接触元件，特别地是根据权利要求8至16中任一项所述的平行测试器，

其中所述平行测试器(1)具有用于移动所述平行测试器的至少一个部件的若干移动装置(48)，所述部件例如为适配器(14)或用于待测试电路板的接收装置(10,11)，其特征在于，

所述平行测试器(1)具有由矿物、陶瓷、玻璃陶瓷、或玻璃状材料制成或者由混凝土制成的基部本体(50)，其中影响待测试电路板和所述测试适配器(14)的相对位置的各移动装置(48)紧固到所述基部本体(50)。

18. 根据权利要求17所述的平行测试器，其特征在于，直接地紧固到所述基部本体(50)的每个移动装置具有一个或多个定位装置，每个定位装置实施为在移动方向上移动所述部件，并且各移动装置的定位装置彼此正交地定向。

19. 根据权利要求17或18所述的平行测试器，其特征在于，所述平行测试器(1)具有用于移动所述适配器(14)的移动装置(48)、用于移动待测试电路板的所述接收装置(10,11)的移动装置、以及用于移动相机(46)的移动装置。

20. 根据权利要求17至19中任一项所述的平行测试器，其特征在于，所述基部本体(50)由花岗岩、玻璃陶瓷、或基于二氧化硅和/或基于氧化铝的陶瓷构成。

21. 根据权利要求17至20中任一项所述的平行测试器，其特征在于，所述基部本体由热膨胀系数不大于 $5 \times 10^{-6}/K$ 的材料构成。

22. 一种用于测试电路板的平行测试器,其具有测试适配器(14),所述测试适配器具有用于与若干电路板测试点同时接触的多个接触元件,特别是根据权利要求8至21中任一项的平行测试器,其中所述平行测试器(1)具有用于移动所述测试适配器的至少一个移动装置、用于移动待测试电路板的接收装置(10,11)的移动装置、以及至少一个光学探测装置,其特征在于,

所述平行测试器具有控制装置(47),其实施为借助于所述光学探测装置探测处于不同测量位置中的待测试电路板,其中所述电路板的关于不同测量位置的位置信息被存储在存储器中,并且所述电路板和测试适配器移动到不同测量位置,以便在每个测量位置执行相应的测试过程。

23. 根据权利要求22所述的平行测试器,其特征在于,所述光学探测装置具有以可移动方式布置在所述平行测试器上的至少一个相机(46)。

24. 根据权利要求22或23所述的平行测试器,其特征在于,所述光学探测装置具有在相反方向上观察布置的两个相机。

25. 一种用于校准根据权利要求17至24中任一项所述的平行测试器的方法,其中,探测装置探测处于不同测量位置的测试适配器的位置,其中获得用于控制所述测试适配器在所述测量位置之间的移动的控制信息并将其存储在存储器中,并且其中所述控制信息描述了所述测试适配器在各个测量位置的移动。

26. 根据权利要求23所述的用于校准平行测试器的方法,其中,所述平行测试器具有光学探测装置,其包括两个相机,并且其中所述两个相机彼此校准。

27. 一种用于测试电路板的方法,其中,利用根据权利要求8至24中任一项所述的平行测试器来测试所述电路板,并且优选地根据权利要求25或26来校准所述平行测试器(1)。

28. 根据权利要求27所述的方法,其特征在于,仅对所述电路板进行断路和/或短路测试。

29. 根据权利要求27所述的方法,其特征在于,通过功能测试的方式来测试所述电路板。

30. 根据权利要求27至29中任一项所述的方法,其特征在于,通过所述测试适配器(14)和所述待测试电路板的逐步相对移动依次测试多个面板。

31. 根据权利要求27至29中任一项所述的方法,其特征在于,使用根据权利要求12至14中任一项所述的平行测试器(1),并且在所述两个测试站之一中,实际地测试待测试电路板,而在另一个测试站中,更换待测试电路板。

32. 根据权利要求31所述的方法,其特征在于,为了更换其中一个所述电路板,通过所述输送装置将其在所述y-方向上从测试位置移动到更换位置。

33. 根据权利要求27至32中任一项所述的方法,其特征在于,所述y-定位装置具有空气轴承装置(36),并且在所述测试适配器在所述y-方向上移动期间,通过所述空气轴承装置(36)形成气垫,并且在测试期间,不形成气垫,从而所述测试适配器通过摩擦接合在所述y-方向上固定在适当位置。

## 用于测试印刷电路板的平行测试器的定位装置及用于测试印刷电路板的平行测试器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于测试电路板的平行测试器的定位装置以及用于测试电路板特别是用于测试裸电路板的平行测试器。

### 背景技术

[0002] 在测试装置中使用用于测试电路板的适配器,其以按压状方式将待测试电路板(即试样)夹紧在两个板状元件之间;为了接触测试点,设有适配器,该适配器具有以测试点的图案布置的多个测试针。抵靠适配器按压试样,使得试样上的测试点每个都与测试针接触。

[0003] 由于它们的制作方式,试样及其测试图案经常被扭曲,从而将试样简单地插入到测试装置中的预定位置处通常不会在测试点与测试针之间形成期望的接触。

[0004] 由此存在已知的测试装置,其中可以执行适配器、测试针和/或试样的移动和调节。DE 44 17 811 A1描述了一种具有可移动调节板的适配器,其能够借助于调节驱动器而相对于试样对准。该适配器以所谓的多板适配器的形式实施,该多板适配器由彼此平行且隔开的若干(三个或五个)引导板组成,这些引导板被紧固,使得它们借助于定位在周边处的间隔件而彼此隔开。测试针穿过引导板。调节板抵靠朝向试样定向的引导板放置并且能够随着该引导板一起移动。调节驱动器具有向外指向并且设有千分丝杠的螺纹心轴,从而可以手动地调节适配器。除了千分丝杠以外,还可以提供使得能够实现机械运动的电机。

[0005] DE 43 42 654 A1公开了一种测试装置,其中通过借助于驱动电机来移动而在测试装置上调节待测试的电路板。这些驱动电机中的每个都容纳在所提供的单独手持壳体中,以便可拆除地连接到壳体。这些测试装置不具有单独实施的适配器,并且整个测试装置针对该调节装置而特别地实施。

[0006] JP 4-38480 A公开了一种特别地用于电路板的双面测试的自动适配器,其具有适配器本体以及穿过适配器本体的多个测试针;借助于微调装置,通过电路板与测试针之间的相对运动,可以相对于测试针精细地调节电路板;调节装置具有针引导板,其中将与测试点接触的测试针的端部被支撑在引导孔中,所述引导孔以待测试电路板的测试点的图案布置。提供有外部地安装到适配器的螺旋驱动器以便移动该调节装置。

[0007] JP 63-124969 A公开了一种用于测试电路板的自动适配器,其中同样地使用外部螺旋驱动器来调节电路板与测试针之间的相对位置。

[0008] EP 831 332 B1公开了一种用于测试电路板的适配器,其具有适配器本体以及穿过适配器本体的多个测试针。在适配器本体内部,具有用于通过电路板与测试针之间的相对运动关于设置在电路板上的测试点来调节测试针的调节装置;该调节装置具有针引导板,其中将与测试点接触的测试针的端部被支撑在引导孔中,所述引导孔以待测试的电路板的测试点的图案布置。

[0009] 调节装置布置在适配器本体内部。

[0010] 适配器相对于待测试电路板的相对对准受到以下限制:



[0011] -适配器以及连接到适配器的测试头很重。如果要移动适配器和测试头,那么需要相当大的力。

[0012] -根据EP 831 332 B1,运动发生在适配器内部,使得适配器的各部分相对于彼此移动。这减小了需要移动的质量。尽管适配器本质上是可移动的。然而,适配器必须传送很大的压缩力,利用该压缩力将适配器按压抵靠在待测试电路板上,从而利用足以产生电接触的压力作用在每个单独接触上。

[0013] -在单面测试装置中,可以移动电路板而不是适配器。但是由于当前的标准测试装置必须能够执行双面测试,因此电路板的移动不足以使电路板测试点相对于适配器的接触点完全地对准。

[0014] -必须非常精确地实施对准。公差必须至少小于待测试电路板的最小电路板测试点的直径的一半或宽度的一半。目前,裸电路板的最小方形焊盘区域的宽度大约是20 $\mu\text{m}$ 。

[0015] -每个测试装置的另一个目标是尽可能快速地测试尽可能多的电路板。为此,应该尽可能快速地发生适配器相对于待测试电路板的对准。

[0016] -当在测试装置中使适配器相对于电路板对准时,有必要考虑并且相应地补偿电路板相对于相应适配器的线性偏差以及不同的旋转位置。

[0017] -应该尽可能简单地实施定位装置,使得其允许在长期内安全且可靠的定位并且不会致使高的维护成本。

## 发明内容

[0018] 本发明潜在的目的是形成一种用于测试电路板的平行测试器的定位装置,其允许待测试电路板与平行测试器的适配器之间的简单精细调节,并且其中其还能够对准适配器与待测试电路板之间的相对旋转位置。

[0019] 本发明的另一个目的在于形成解决上面说明问题中的一个或多个的定位装置和平行测试器。

[0020] 通过独立权利要求的主题实现了以上目的中的一个。在相应的从属权利要求中指出了有利的实施方式。

[0021] 用于测试电路板的平行测试器设有根据本发明的定位装置,该平行测试器具有测试适配器,该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。

[0022] 该定位装置具有保持装置,该保持装置实施为具有测试适配器可以紧固到其的内保持件。内保持件被支撑为使得其能够相对于定位装置的其他部件移动。以一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承或磁轴承的形式提供支撑。

[0023] 利用传统球轴承或辊子轴承,在从静止位置转变为运动期间,通常需要克服静摩擦。在本定位装置中,旋转接合件是实心旋转接合件,其中仅通过实心本体的弯曲产生旋转。这种旋转接合件不会经历例如在铰接件等中发生的任何类型的静摩擦。在空气轴承和磁轴承中也不会发生这种静摩擦。由于内保持件唯一地通过一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承或磁轴承被支撑,因此其能够在无需克服静摩擦的情况下移动。当调节小的距离(例如 $\leq 10\mu\text{m}$ )时这是显著有利的。内保持件在定位装置中的支撑由此完全没有静摩擦并且允许非常精确地调节测试适配器。

[0024] 优选地,内保持件以及由此测试适配器以多种方式被支撑,使得内保持件或测试适配器被支撑为使得其能够在平面中沿着至少一个方向执行平移运动并且能够围绕旋转轴线旋转。定位装置可以具有外保持件和中间保持件,其中外保持件通过旋转接合件联接到中间保持件,并且中间保持件通过另一个旋转接合件联接到内保持件。旋转接合件优选地定位在中间保持件上的大致径向相对的位置处。由此,能够通过围绕两个旋转接合件的旋转运动执行内保持件相对于外保持件的大致线性移动。

[0025] 定位装置可以以y-定位装置的形式实施,其具有线性调节定位器,以便在测试适配器的接触元件的平面中至少沿着y-方向相对于电路板来定位测试适配器。

[0026] 这种y-定位装置具有两个线性调节定位器,它们大致平行地布置并且彼此隔开预定距离,使得通过两个大致平行定向的定位器的不同致动,在测试适配器与待测试电路板之间执行相对旋转运动。

[0027] 本发明基于以下认识:用于适配器相对于待测试电路板的对准的旋转运动仅需要从大约 $0.5^{\circ}$ 到 $1^{\circ}$ 的小的最大角范围。通常来说, $0.75^{\circ}$ 的最大旋转范围是足够的。为此原因,本发明的发明人实现了用于相对于电路板定位测试适配器的两个线性调节定位器,这两个定位器大致平行地定位并且彼此隔开预定距离,可以不仅用来调节适配器相对于电路板在平行于线性定位器延伸的直线方向上的位置,而且调节适配器在围绕垂直于电路板平面的旋转轴线的旋转方向上的位置。

[0028] 为了使待测试电路板的电路板测试点的图案与测试适配器的接触点的图案达到一致,使电路板测试点的图案中的两个相应点与测试适配器的相应点达到一致足矣。这还意味着可以通过相机来探测电路板的两个相应点并且然后可以致动两个线性定位器,使得相应点达到重合。电路板相对于测试适配器的略微偏离由此可以被快速地且非常精确地修正。

[0029] 该定位装置优选地具有线性调节定位器,所述线性调节定位器以直线电机的形式实施,当直线电机被致动时它们相对于彼此移动。在转子与定子之间存在气隙,使得当致动直线电机时,不必克服任何静摩擦。直线电机优选地定位为使得定子和转子每个都紧固到相对于彼此移动的元件,使得不需要附加的静摩擦产生机械传动装置(诸如齿轮等)来传递运动。

[0030] 该定位装置可以集成到保持装置中,通过该保持装置,测试适配器以及可能地连接到测试适配器的测试头可以移动。保持装置优选地是多部件保持装置;保持装置的内保持件可以直接地附接到测试适配器,并且相对于保持装置的外部件以可移动方式定位;y-定位装置的两个定位器联接到内保持件和外保持件,以使它们相对于彼此移动。

[0031] 内保持件优选地通过空气轴承装置被空气轴承地支撑。空气轴承装置包括在直接地位于内保持件下方的区域中设置在多部件保持装置上的一个或多个空气喷射器。每个空气喷射器连接到压缩空气管线,使得通过空气喷射器供给的空气在内保持件下方形成气垫,内保持件在该气垫上浮动并且由此当移动时不经受任何摩擦阻力。

[0032] 优选地,在内保持件与外保持件之间设有中间保持件。中间保持件可以分别通过相应的旋转接合件联接到内保持件和外保持件。旋转接合件可以实施为相应保持件之间的薄壁材料桥,这允许限定的旋转运动。这种旋转接合件非常简单、不需要维护,并且使两个保持件以彼此隔开预定距离保持。材料桥可以是由与保持装置的不同保持件相同的材料构成的连接件。通常,这种材料是钢、铝、或弹性合金。

[0033] 线性调节定位器可以是直线电机。这种直线电机具有当致动直线电机时相对于彼

此移动的直线转子和直线定子。保持装置的内保持件紧固到两个直线电机的转子或定子并且与其邻近,直线电机的相应其他部分紧固到中间保持件或外保持件或者紧固到与中间保持件或外保持件连接的部分,使得当致动直线电机时,内保持件移动。

[0034] 取代旋转接合件,内保持件也可以以自由可移动方式布置,但是在此情形中,应该优选地设有引导装置,其对内保持件沿着直线方向邻近线性定位器的运动提供无摩擦引导。引导装置优选地实施为使得它们相对于直线方向允许一定量的间隙,从而还可以执行略微的旋转运动。线性引导件优选地以气垫或磁垫或轴承实施。

[0035] 定位装置可以具有用于探测由两个线性调节定位器执行的移动的位移传感器。该位移传感器优选地是扫描直线刻度的光学传感器。光学传感器和刻度分别位于定位装置和/或其保持装置的通过线性调节定位器相对于彼此移动的两个部件上。通过这种方法探测两个线性调节定位器中每个的移动路径。基于位移传感器探测到的信号,可以探测y位置和相应的旋转位置。这些光学位移传感器是非接触式位移传感器。在本发明的背景下,还可以使用其他非接触式位移传感器。非接触式位移传感器不产生任何静摩擦。它们由此有助于适配器的精确调节。这种光学位移传感器能够实现低至几纳米的分辨率。这种光学位移传感器与上述旋转接合件的关联是特别有利的。这些旋转接合件限制了定位装置的各个移动部件的最大移动路径。由此相应光学传感器与待扫描刻度之间的距离确立在预定范围内,由此可靠地允许适当扫描。

[0036] 根据本发明的用于测试电路板的平行测试器具有用于相对于待测试电路板定位测试适配器的定位装置,该平行测试器具有测试适配器,该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点,该定位装置根据上面说明的定位装置实施。

[0037] 该平行测试器优选地具有x-定位装置,其实施为在测试适配器的接触元件的平面中在与y-方向大致正交的x-方向上相对于电路板来定位测试适配器。

[0038] x-定位装置优选地实施为使得其使多部件保持装置在x-方向上与适配器以及尤其与测试头一起移动。

[0039] 可以提供传感器,其能够探测测试适配器和/或保持装置在x-方向上相对于待测试电路板的相对位置,从而能够基于位移传感器的传感器信号,通过反馈回路来调节适配器相对于待测试电路板的位置。这使得即使x-定位装置具有非常大的行进距离,例如是适配器在x-方向上的跨度的若干倍,适配器也能够x-方向上非常精确地定位。

[0040] 用于探测测试适配器和/或保持装置在x-方向上的位置的传感器优选地是光学传感器,其扫描设置在保持装置上的刻度。该传感器还可以是相机,其探测保持装置的位置。

[0041] 在平行测试器的设置期间校准保持装置的位置,例如通过相机来探测保持装置的位置。在正常操作期间,能够控制(即,不通过反馈回路来调节)保持装置的位置。然而,基本地,也可以在操作期间测量以及相应地调节保持装置的位置。

[0042] 平行测试器优选地具有用于探测电路板测试点的位置的至少一个相机。

[0043] 此外,设置有可以用来扫描测试位置处的待测试电路板的光学探测装置或相机。基于相机捕获的图像,确定电路板的各个电路板测试点的位置偏差,并且这些偏差被用于确定相对于旋转位置在x-方向和/或y-方向上的偏移的基础。基于该信息,确定适配器必须到达以便与待测试电路板接触的位置。

[0044] 相机优选地以可移动方式安装在平行测试器上,使得它可以定位在待测试电路板的不同位置处。优选地,相机能够在两个测试站之间前后移动。

[0045] 优选地,平行测试器具有带有两个相机的光学探测装置,以便扫描待测试电路板的下表面和上表面。

[0046] 平行测试器可以具有z-定位装置,其实施为用于使测试适配器以及可能地相应测试头相对于电路板在z-方向上定位。z-方向大致与测试适配器的接触元件的平面正交并且与待测试电路板的平面正交地延伸。

[0047] 平行测试器优选地具有两个测试适配器并且特别地两个测试头,每个测试头定位为测试待测试电路板的一面。两个测试适配器各自设有相同的定位装置,所述定位装置相对于待测试电路板的平面以镜像对称方式布置。

[0048] 根据另一个方面,本发明涉及用于测试电路板的平行测试器,其具有测试适配器,该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。该平行测试器具有用于使测试适配器在与其接触元件的平面正交的方向上移动的z-定位装置、用于使测试适配器在其接触元件的平面中在x-方向上移动的x-定位装置、以及用于使测试适配器在其接触元件的平面中在y-方向(该y-方向大致与x-方向正交)上移动的y-定位装置。该平行测试器的特征在于在x-方向上偏置的两个测试站,并且x-定位装置实施为具有足够大的移动路径使得x-定位装置能够使测试适配器在两个测试站之间移动。在各测试站处,设置有用在y-方向传送以及排出待测试电路板的输送装置。

[0049] 优选地,z-定位装置和x-定位装置实施为移动用于保持测试适配器的保持装置,而y-定位装置集成在保持装置中用于使测试适配器相对于保持装置移动。

[0050] 用于在y-方向传送以及排出待测试电路板的输送装置例如以自动可致动抽屉的形式实施。

[0051] 平行测试器可以具有用于从各个测试站传送和/或排出待测试电路板及将待测试电路板传送和/或排出至各个测试站的附加输送装置。例如,这些附加输送装置以机械臂(拾取和放置单元)的形式实施。

[0052] 根据本发明的另一个方面,用于测试电路板的平行测试器实施为具有测试适配器,该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。平行测试器具有用于移动平行测试器的至少一个相应部件(例如测试适配器或用于待测试电路板的接收装置)的多个移动装置。平行测试器的特征在于由矿物、陶瓷、玻璃陶瓷、或玻璃状材料构成或由混凝土构成的基部本体。每个移动装置优选地直接地和/或间接地紧固到基部本体。

[0053] 由于移动装置被紧固到基部本体,因此全部移动装置永久地呈现为相对于彼此固定(即不变)的位置。基部本体优选地是刚性的且沉重的,并且特别优选地,重量大于200kg、大于300kg、或者甚至大于500kg。由此,移动装置相对于彼此布置在不易受振动的固定位置中。

[0054] 这种基部本体的使用产生这样的事实:与固定到基部本体的移动装置一起移动的各个部件的相对位置能够相对于彼此非常精确地重现。构成移动装置的各部件具有不同的质量。质量的主要区别在于在由移动装置移动的各部件的移动中能够实现绝对定位。移动装置越精准,相应的部件就越昂贵。本发明的发明人确定,为了使待测试电路板相对于测试适配器精确地对准,重要的不是移动装置移动部件的绝对精度,而是影响待测试电路板与

测试适配器的相对位置的各个移动装置的重复性的精度。为了实现待测试电路板与测试适配器之间的精确的相对精度,重要的是使各个移动装置相对于彼此具有固定参考系,该固定参考系在此情形中由基部本体组成。结果是,利用其绝对移动精度是几百 $\mu\text{m}$ 的移动装置,可以实现 $1\mu\text{m}$ 或几 $\mu\text{m}$ 的相对可重复性。换句话说,一旦已经通过校准装置测量了特定位置,则可以以 $1\mu\text{m}$ 或几 $\mu\text{m}$ 的精度恢复相同的位置。然而,利用这种移动装置,没有必要以 $1\mu\text{m}$ 或几 $\mu\text{m}$ 的精度执行任何移动。这使得一方面可以使用相对不那么昂贵的部件并且另一方面可以实现精确的相对位置。优选地,各个移动装置如下面更详细描述地被校准,使得利用移动装置移动的各部件的相对位置可以以 $1\mu\text{m}$ 或几 $\mu\text{m}$ 的期望精度重复地采用。

[0055] 影响待测试电路板与测试适配器的相对位置的移动装置是使测试适配器和待测试电路板移动的移动装置。能够影响待测试电路板与测试适配器之间的相对位置的其他移动装置是探测装置,其可以用于探测移动装置或借助于它们移动的部件(电路板或测试适配器)的位置以及基于探测位置校准相应的移动装置。在下面描述的示例性实施方式中,这种探测装置以光学探测装置的形式实施,该光学探测装置具有以可移动方式被支撑在平行测试器上的两个相机。

[0056] 该移动装置具有一个或多个定位装置;每个定位装置实施为使部件在一个移动方向上移动,并且各移动方向上的定位装置的所有移动方向彼此正交。

[0057] 根据本发明的平行测试器由此避免了一个部件的移动装置依赖于另一个部件的移动装置(因为该一个移动装置位于另一个移动装置上)的情形。通过这种实施方式,一个移动装置的公差将传递到与其独立的移动装置的公差。因此,移动装置仅具有一个、两个、或三个定位装置,这些定位装置实施为具有彼此正交的移动方向。

[0058] 由于移动装置优选地直接紧固到基部本体,因此每个移动装置都关于基部本体对准。

[0059] 基部本体由矿物、陶瓷、玻璃陶瓷、或玻璃状材料构成或由混凝土构成。这种基部本体具有较低的热膨胀性。它们由此对于各个移动装置形成非常精确的参考位置。由于全部移动装置都连接到相同的基部本体,因此它们的相对位置被精确地确定。在一原型中,可以利用传统精度的移动装置(可以在轨道上移动的保持架)实现 $1\mu\text{m}$ 的相对精度。换句话说,各个移动装置可以相对于其他移动装置以 $1\mu\text{m}$ 的精度重复地采用一个位置。

[0060] 优选地,平行测试器具有用于移动适配器的移动装置、用于移动用于待测试电路板的接收装置的移动装置、以及用于移动相机的移动装置。在特定操作阶段之前,优选地通过相机校准平行测试器一次;在校准时,探测适配器的至少一个参考点。一旦实施校准,则适配器和用于待测试电路板的接收装置就可以以借助于基部本体可能实现的精度相对于彼此重复地定位。优选地每次平行测试器接通或每次适配器改变时,执行校准。

[0061] 通过相机或多个相机,由此可以扫描适配器以及待测试电路板的侧面。上部相机使得可以扫描待测试电路板的上侧以及下适配器的接触侧。下部相机使得可以扫描待测试电路板的下侧以及上适配器的接触侧。这种相机既可以用于校准适配器的位置又可以用于探测待测试电路板的位置。这种相机由此可以用于校准相应适配器的位置以及探测待测试电路板的位置。特别地,只要没有待测试电路板当前地位于相应测试位置中,就可以在其测试位置处校准适配器(至少关于x-方向和y-方向及其旋转位置)。因此可以在它们相应的测试位置中测量适配器和待测试电路板。这使得可以实现适配器与待测试电路板之间的非常精确的相对定位。这构成了可以独立于上面说明的发明方面使用的本发明的独立构思。自

然地,本发明的这种构思还可以与上述其他方面结合。这尤其对于由刚性的优选地沉重的材料形成基部本体来说是真实的,其允许沿着一个或多个测试位置的精确位置参考。

[0062] 基部本体优选地由花岗岩、玻璃陶瓷、或基于二氧化硅和/或基于氧化铝的陶瓷制成。这种材料一方面具有较低的热膨胀系数并且另一方面具有高密度。温度变化和振动对于不同移动装置的移动精度来说仅具有极其细微的影响。

[0063] 优选地,基部本体由热膨胀系数不大于 $5 \times 10^{-6}/K$ 且优选地不大于 $3 \times 10^{-6}/K$ ,并且特别地不大于 $10 \times 10^{-6}/K$ 的材料构成。

[0064] 在平行测试器中设置基部本体使其与传统的平行测试器在根本上不同,传统的平行测试器通常具有各个元件布置在其中的近似正方形或块状的框架。这种框架具有如下弊端:通常,装置的元件不能定位在框架外部(至少如果它们作用在待测试电路板上)。在传统的平行测试器中,还可以在框架外部定位动力供给单元或控制计算机。然而,由于缺少必要的静态特性和/或框架的部件妨碍移动,因此对于机械受力部件(诸如适配器、按压部件、或用于操作电路板的元件)来说定位在框架外部是困难的。

[0065] 根据本发明的基部本体定位在平行测试器内部。平行测试器的所有元件和部件直接地或间接地紧固到基部本体。基部本体由此构成刚性芯部或刚性内部骨架,平行测试器的所有部件和元件都围绕其布置。

[0066] 基部本体是刚性本体,其例如由矿物材料(尤其是花岗岩)构成。在本上下文中,“刚性”表示基部本体在尺寸上足够稳定,因而在正常处理时间内,其变形小于几微米,优选地小于1微米。由于温度变化,在基部本体中可能发生更强的变形。但是温度变化或温度波动如此缓慢以至于它们对正常处理时间没有影响。处理时间的范围可以从几分钟到一个小时或者甚至几个小时。

[0067] 由于基部本体的刚性,因此沿着基部本体到参考框架或坐标系具有明确的参考。换句话说,直接地紧固到基部本体的所有部件在坐标系中相对于彼此具有由到基部本体的连接点确定的特定位置。由于基部本体是刚性的,因此这种相对位置通常不会改变。一旦探测到该相对位置,那么就可以重复地使用它来确定各个元件相对于彼此的位置,这是因为它们由于基部本体的刚性而被保持。基部本体由此可以由例如钢或矿物材料的任何刚性材料制成。

[0068] 类似于骨骼中的脊柱,基部本体跨越平行测试器的纵向跨度的大部分延伸;基部本体主要在水平方向上延伸,以便提供在水平方向上具有相应保持动作的相应移动装置。在竖直方向是,基部本体优选地延伸足够远,使得其在竖直方向上定位在上测试元件和下测试元件附近,利用上测试元件和下测试元件可以在两侧上(即上侧和下侧上)测试待测试电路板。由此,基部本体优选地构成平行测试器的一种后壁。然而,平行测试器的各个其他元件可以在竖直方向上延伸超过基部本体。

[0069] 以后壁形式实施的基部本体可以具有从后壁水平地向前延伸的单个部分或多个部分。

[0070] 优选地,基部本体由几乎不受热膨胀的材料(例如矿物材料)构成。对于具有高热膨胀性的材料(诸如钢),可能需要在每次温度波动之后按预定量对平行测试器重新校准,需要确定直接地和/或间接地紧固到基部本体的各元件的相对位置。

[0071] 基部本体的另一个优点在于这样的事实:平行测试器的所有其他元件和部分都安装在基部本体周围,使得原则上对于平行测试器的尺寸没有限制。

[0072] 根据本发明的另一个方面,用于测试电路板的平行测试器设有测试适配器,该测试适配器具有多个接触元件,以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。平行测试器具有用于移动测试适配器的至少一个移动装置、用于移动用于待测试电路板的接收装置的一个移动装置、以及至少一个光学探测装置。平行测试器设有控制装置,该控制装置实施为使得光学探测装置探测处于不同测量位置的待测试电路板;电路板的关于不同测量位置的位置信息被存储在存储器中,并且电路板和测试适配器移动到不同测量位置,以便在那里执行测试程序。然后控制装置触发一个或多个测试程序;在几个测试程序之间,电路板与测试适配器相对于彼此移动。在该平行测试器中,提前测量处于测量位置的特定电路板并且然后依次执行几个测试程序。由此可以非常快速地执行待测试电路板的测试。这特别地适用于具有多个面板的电路板,对于每个面板都通过测试适配器单独地测试。

[0073] 根据本发明的另一个方面,提供了用于校准平行测试器的方法,其中使用探测装置来探测处于不同测量位置的测试适配器的位置。基于这些探测到的测量位置,获得用于控制测试适配器在测量位置之间的移动的控制信息并将其存储在存储器中。控制信息描述了测试适配器和/或接收装置在各个测量位置之间的相对移动。

[0074] 这种校准基于以下认识:当电路板与测试适配器接触时,通常需要几个测量位置。通常,利用测试适配器相对于电路板的不同测量位置来测试电路板的每个面板。在校准期间,测试适配器和/或用于待测电路板的接收装置到达相应的测量位置并且如果需要的话彼此对准。这些测量位置然后被作为控制信息存储在存储器中,使得在后续操作期间,一旦测试适配器被正确地校准,就能够在其他测试位置中相对于电路板控制该测试适配器,即在没有控制回路的情况下测试适配器可以相对于电路板或者相对于电路板的接收装置精确地移动。

[0075] 在具有上述基部本体的平行测试器中,由于各个元件(适配器、相机、和/或待测试电路板)的相对位置被以非常稳定且精确的方式保持正常的处理时间,因此可以借助于设置在平行测试器上的相机简单地执行适配器的校准。通过校准,可以非常精确地确定适配器相对于平行测试器的其他元件的位置。在传统的平行测试器中,已知的是利用单独的测试装置来校准适配器,该单独的测试装置通常具有单独的校准元件(诸如玻璃板),为了执行校准,这些校准元件必须安装在平行测试器中,以便形成各个元件的非常精确的参考。在当前的平行测试器中,没有必要使用单独的测试装置或单独的测试设备。这不仅消除了对于购买这种单独且非常昂贵的测试装置的需要,而且,由于设置在平行测试器中的用于扫描电路板的相机还可以用于校准适配器,因此能够非常快速地执行校准。在该平行测试器的第一原型中,用于校准适配器的校准程序持续大约20秒。在平行测试器中可以重复地执行这种短时的校准程序,而不会负面地影响平行测试器的产量。优选地,适配器的校准程序可以每小时至少重复一次,优选地在经过半小时之后或者在经过20分钟之后,或者在经过10分钟之后重复一次。在执行适配器的这种校准的时间间隔内,由于刚性的基部本体,因此相对位置不会明显地改变。

[0076] 由于适配器或多个适配器的校准的快速重复,所以没有必要对平行测试器提供额外的机械稳定性,例如通过将平行测试器布置在空调房间中。因此,只要在两个连续校准程序之间不发生基部本体超过几微米的变化,则由于温度波动导致的基部本体以及由此相对位置的逐渐缓慢变化就不会妨碍平行测试器的操作。



[0077] 通过将刚性基部本体与校准程序关联的这种结合(其中,利用设置在平行测试器中的相机,其位置就像适配器的位置那样参考基部本体来保持),不那么昂贵地实现了高度精确且稳定的平行测试器。

[0078] 优选地,使用具有能够与电路板的上侧和下侧同时接触的两个测试适配器的平行测试器。在这类测试适配器中,有利的是提供两个探测装置来探测用于电路板或用于待测试电路板的接收装置的位置和/或测试适配器的位置。这种探测装置可以由此优选地包括两个相机。相机布置为指向相反方向,使得一个相机可以扫描待测试电路板的上侧,并且另一个相机可以扫描待测试电路板的下侧,和/或这些相机可以扫描下测试适配器或上测试适配器。当平行测试器接通时,两个相机优选地彼此校准。校准可以如下方式发生,其中一个相机光学性地扫描另一个相机的位置,并且由此确定并且如果需要的话对准两个相机相对于彼此的位置。

[0079] 用于探测测试适配器与待测试电路板和/或用于接收电路板的接收装置的相对位置的最简单且最通常的探测装置包括一个或两个相机。此外存在确定测试适配器相对于电路板的位置的已知方法,其中将测试适配器在不同相对位置处按压抵靠电路板一次或多次,并且其中基于所产生的接触来探测平行测试器相对于待测试电路板的位置。这种探测装置可以替代光学探测装置使用,以便探测测试适配器相对于待测试电路板的位置。这同样适用于这里说明的全部示例性实施方式。

[0080] 平行测试器的测试适配器可以作为通用适配器实施。这种通用适配器将待测试电路板的电路板测试点的图案映射到通用测试头的均匀栅格上。通用测试头用于所有类型的电路板。如果平行测试器将要与不同类型的电路板接触,那么仅需要更换可以联接到通用测试头的通用适配器。一般来说,这种通用适配器包括可以彼此隔开布置并且其中设有直通部的多层引导板。接触针延伸穿过直通部,并且它们的端部从适配器的相应外引导板突出并且由此能够与通用测试头的均匀栅格的接触点以及待测试电路板的接触点或电路板测试点接触。

[0081] 在另一个方面,还可以提供所谓“专用测试适配器”形式的测试适配器。这种专用测试适配器具有以与待测试电路板的电路板测试点的图案相对应的图案布置的接触元件。接触元件直接地连接到通向一组测试电子器件的缆线。一般来说,缆线与接触元件之间的连接以焊接连接的形式实施。这种专用测试适配器通常如下制造,其中由绝缘材料构成的板设有以待测试电路板的电路板测试点的图案布置的孔,使得一个接触元件插入到一个孔中。如果待测试电路板仅具有通孔镀敷形式的接触点,那么这种通孔镀敷的孔的图案可以直接用来制造测试适配器。

[0082] 通用适配器的总高度显著地小于专用适配器的总高度。为了能够补偿该总高度,如果竖直定位装置(z-定位装置)具有至少80mm、优选地至少100mm或至少120mm、并且特别是至少150mm的移动行程是有利的。存在可以使用通用适配器和专用测试适配器两者的已知传统平行测试器。这些平行测试器具有用于专用测试适配器的电气端子区域。通用适配器通过具有较大面积且由多层构成的复杂电路板联接到该端子区域,其中端子区域与通用适配器在水平方向上彼此偏移。这种偏移由多层复杂电路板桥接。

[0083] 根据本发明的平行测试器设有基本电栅格,其具有均匀栅格形式的接触点。通用适配器可以以通常方式布置在这种基本栅格上。由于竖直定位装置的大行程,因此可以将



接触管壳放置在基本栅格上,该管壳具有每个都用于相应缆线的连接的接触元件。缆线在接触管壳的远离基本栅格定向的一侧上连接到接触元件。这些缆线然后通向测试适配器的接触元件。在基本栅格与专用测试适配器之间,由此存在用于缆线以及用于接触管壳的足够空间以使缆线与基本栅格接触。

[0084] 上述平行测试器之一可以用于测试电路板,尤其是裸电路板。为此目的,可以使用通用适配器或专用测试适配器。

[0085] 平行测试器可以实施为仅对电路板进行断路和/或短路测试。这种测试方法通常用于测试裸电路板,这是由于在这种情形中,各个连接仅需要测试关于它们是否不具有任何断路或者没有与另一个导体短路。由此裸电路板的测试这里还理解为表示测试具有所谓嵌入部件的电路板,嵌入部件包括例如电阻器、电容器或二极管。

[0086] 基本地,对于平行测试器来说还可以用来测试已装配电路板。已装配电路板通常具有集成电路。为了测试已装配电路板,执行功能测试(电路内测试),其中将复杂信号施加到已装配电路板的导体,并测量已装配电路板对这些复杂信号的反应。

[0087] 测试裸电路板与测试已装配电路板的主要区别在于需要同时接触显著更多的接触点或电路板测试点。与此相比,当测试已装配电路板时,非常少的接触点被接触,但是这些接触点通过更复杂的电信号起作用。当测试裸电路板时,通常需要同时接触多于1000个或多于5000个或甚至多于10,000个电路板测试点。

[0088] 电路板通常制造为具有多个面板。面板是接触点和导体的特定图案。在测试之后,具有多个面板的电路板被分成独立的面板,然后每个面板构成单独的电路板。电路板的各面板是相同的。可以利用具有仅用于单个面板的接触点的接触元件的测试适配器来测试具有多个面板的电路板;测试适配器与电路板的相应面板依次接触。为此目的,测试适配器通过测试适配器相对于待测试电路板的逐步相对移动而与相应面板接触。上面说明的平行测试器可以用于依次测试多个面板。这也称为“步进”。

[0089] 可以利用使测试适配器在x-方向上移动的x-定位装置在x-方向上执行步进。在y-方向上,可以利用在y-方向上移动待测试电路板的输送装置执行步进。

[0090] 这种用于在y-方向上输送电路板的输送装置在测试位置与更换位置之间移动电路板。更换位置位于由测试适配器和包含测试适配器的保持装置覆盖的区域之外,使得在更换位置可自由地接近电路板。在更换位置中,例如可以由机械臂或手动地更换电路板。

[0091] 如上面说明的,y-定位装置可以实施为具有空气轴承装置。空气轴承装置在y-定位装置的致动期间形成气垫。在测试期间,优选地不形成气垫,从而测试适配器通过摩擦接合固定在适当位置。使用空气轴承装置来固定测试适配器的位置构成了本发明的独立构思,其可以独立于上述发明方面使用。

[0092] 在上面的说明中,参照的是具有x-轴、y-轴和z-轴的坐标系。z-轴在竖直方向上延伸。x-轴和y-轴限定水平平面。在本发明的背景下,x-轴和y轴可以彼此互换。

[0093] 上面说明的方面也可以彼此独立地实施,或者也可以以任意组合的方式在平行测试器中实施。

## 附图说明

[0094] 下面结合附图更加详细地说明本发明。在附图中:

[0095] 图1是具有两个测试站以及带有适配器的下测试头和上测试头的平行测试器的立体图；

[0096] 图2是来自图1的测试装置的两个测试站的放大视图；

[0097] 图3a-图3d示出了用于保持测试适配器和测试头的保持装置，各自以立体图从前面观察的具有和不具有测试头、以及通用适配器(图3c)和专用测试适配器；

[0098] 图4a-图4d各自以俯视图(图4a)、纵视图(图4b)、前视图(图4c)和立体图(图4d)示出了来自图3的保持装置的保持框架；以及

[0099] 图5a-图5e以俯视图(图5a)连同多个剖面线A-A、B-B、C-C和D-D以及相应的剖面图示出了来自图4a的保持框架；以及

[0100] 图6a示出了具有示意性框架结构的来自图5a的保持框架；以及

[0101] 图6b示意性描述了框架的电路框图以及保持框架的铰接连接布置。

### 具体实施方式

[0102] 根据本发明的平行测试器1具有由花岗岩制成的基部本体50(图2)。基部本体50由形成后壁2的两个一体的纵梁51以及从后壁2向前延伸的两个横梁52、53组成。两个横梁52、53固定到纵梁51，从而它们形成相关部件。横梁52可以通过具有强大摩擦接合的螺钉连接紧固到纵梁51。优选地，基部本体50由单件组成。

[0103] 在当前的示例性实施方式(图1)中，当从前面观察时用于未测试电路板的料斗3位于左侧且邻近后壁2，并且用于良好电路板的输送带4和用于劣质电路板的输送带5位于右侧且邻近后壁2。在该平行测试器1中，待测试电路板从左侧移动到右侧。自然地，平行测试器1可以以如下方式实施：用于未测试电路板的料斗3以及用于已测试电路板的输送带4、5位于相对侧或者此外定位在上方和下方。平行测试器1定位在壳体(未示出)中，该壳体包围平行测试器的全部运动部件，使得在操作期间，操作者不能进入到运动部件的运动区域中。仅输送带4、5引出到壳体之外，从而操作者可以从输送带4、5移除已测试电路板。输送带4、5还可以基本地联接到收集装置，该收集装置将正面和负面测试电路板自动地收集在不同容器中。

[0104] 平行于后壁2从左侧到右侧的水平方向在下文中称为x-方向。垂直于后壁2从前壁延伸到后壁的水平方向在下文中称为y-方向。平行于后壁2从底部到顶部的竖直方向在下文中称为z-方向。在图1中示出了相应的坐标系。

[0105] 用于尚未测试的电路板的料斗3具有提升件，通过该提升件能够逐渐地提升未测试电路板的叠层。在料斗3的上边缘区域处，在横梁52上设有分离装置6，其从料斗3取出未测试电路板叠层的顶部电路板并且将其供给到机械臂7。

[0106] 机械臂7实施为使得其可以沿着竖直方向(z-方向)移动。在其下端处，机械臂7具有实施为拾取和放置电路板的真空夹持器。可以在机械臂7上沿着y-方向调节真空夹持器，使得其能够居中地抓握不同尺寸的电路板。在后壁2上，具有机械臂7沿着其被支撑的x-轴61，使得机械臂可以沿着x-方向移动。

[0107] 在两个横梁52、53上，两个抽屉机构8、9安装在相同平面中，使得在每个抽屉机构中，用于接收电路板的相应框架状抽屉10、11可以相对于后壁2在水平方向上前后往复地移动一定距离(图2)。抽屉机构8、9各自包括沿着水平方向延伸的轨道54，其在朝向相对横梁定向的一侧上紧固到两个横梁52、53中的一个。其上紧固有框架状抽屉10、11之一的相应板

状保持架55在每个轨道54上被以可移动方式引导。抽屉机构8、9每个都构成相应的移动装置。抽屉机构8、9以大约100 $\mu$ m的精度移动框架状抽屉10、11。

[0108] 在两个抽屉10、11上方和下方的区域中,设置有相应的保持装置12、13。

[0109] 保持装置可以沿着后壁2在x-方向上移动,使得两个保持装置12、13各自可以定位在两个抽屉机构8、9的上方或下方。在每个纵梁51上,水平地紧固有相应轨道56,以便引导各保持装置12、13。在各轨道56上,相应的保持装置保持架57在x-方向上被引导,使得其可以通过相应的驱动单元移动。这构成了x-方向的移动装置。

[0110] 在保持装置保持架57上,保持装置12、13每个都布置为使得它们能够通过竖直延伸的线性驱动单元58沿着z-方向移动。线性驱动器58以心轴驱动器的形式实施,以便能够产生强大的力。这些用于移动保持装置的元件每个都构成用于沿着z-方向移动的附加移动装置,其辅以将在下面更加详细说明的y-方向上的定位装置。

[0111] 线性驱动器58包括沿着竖直方向延伸的导轨(未示出),并且保持装置12、13在所述导轨上被引导。由于移动装置在x-方向和z-方向上被紧固到基部本体50的外部,因此对于相应移动路径的长度没有结构限定。由此,竖直方向(=z-方向)上的移动路径可以选择为足够大,使得保持装置12、13能够保持通用适配器14/1(图3c)或专用适配器14/2(图3d)。与通用适配器所需要的空间相比,专用适配器需要显著更大的空间来容纳从接触元件延伸到一组测试电子器件的缆线。在当前的示例性实施方式中,竖直移动装置的移动路径大约为120mm。

[0112] 适配器14和测试头16定位在每个保持装置12、13中。在图1中,示出了没有适配器14且没有测试头16的平行测试器。在图2中,出于更简单图形描述的目的,仅在上保持装置12中示出了适配器14和测试头16,在下保持装置13中未示出适配器和测试头。在操作期间,适配器和测试头自然地设置在下保持装置13中。

[0113] 每个测试适配器14具有以待测试电路板的接触点的图案从适配器突出的多个针状接触元件。待测试电路板的这些接触点在下文中称为电路板测试点。上适配器14的接触元件向下指向,并且下适配器的接触元件向上指向,使得待测试电路板可以定位在两个适配器14之间并且上侧和下侧可以各自由相应一个适配器14同时地接触。

[0114] 在适配器的远离待测试电路板定向的一侧上,每个适配器14连接到一个测试头16。测试头16包含测试电子器件,利用测试电子器件将测量信号提供给适配器14的各个接触元件。利用这些测量信号,例如可以在适配器14的两个接触元件之间执行电阻测量。然而,也可以提供复杂的测量信号,利用复杂的测量信号可以执行电容测量或复杂电导率的测量。然而,当测试裸电路板时,优选地仅执行用于测量两个电路板测试点之间的欧姆电阻的测量。测试头实施为具有基本栅格,其具有以均匀栅格布置的接触点。适配器14由此将待测试电路板的接触点的图案映射到基本栅格的接触点的图案上。基本栅格的多个接触点可以彼此连接;基本栅格的彼此连接的接触点各自连接到评估电子器件的相应单独输入。基本栅格的接触点能够相应地成对、成三个、成四个或成混合组合连接。就此而言,参照US 6,154,863 A和EP 0 838 688 A。

[0115] 在图3c中示意性地描述了通用适配器14/1。该通用适配器具有朝向试样(待测试电路板)定向的侧面62,该侧面在下文中称为试样侧。远离试样定向的侧面与测试头16的基本栅格接触并且称为基本栅格侧63。通用适配器14/1由还称为弹簧管壳的全栅格管壳64以及适配器单元65组成。全栅格管壳具有以基本栅格的接触点的图案布置的弹簧加载测试

销。各个弹簧接触销相应地彼此平行地并且垂直于试样或基本栅格的平面布置。适配器单元具有例如以刚性针的形式实施的测试针71。测试针由多个电路板保持,这些电路板彼此隔开并且设有孔,使得它们引导测试针。所述孔布置为使得各个测试针从以基本栅格的图案布置的全栅格管壳64的弹簧加载销引出到试样的接触点的图案中的接触点。为此目的,各个测试针中的大部分通常以与试样或基本栅格的平面成一定角度来定向。位于试样侧62上的适配器单元65的引导板具有以试样的接触点的图案布置的孔。邻近全栅格管壳64定位的适配器单元65的引导板具有以基本栅格的图案布置的孔。测试针延伸穿过这些孔中的每个。

[0116] 图3b示出了专用测试适配器14/2。该测试适配器再次具有试样侧62和基本栅格侧63。适配器单元66和弹簧销管壳67位于试样侧62上。类似于适配器单元65,适配器单元66具有测试针71,并且弹簧销管壳67具有弹簧加载接触销。在适配器单元66和弹簧销管壳67中,所有的测试针和接触销相互平行并且以待测试试样的接触点的图案布置。适配器单元66和弹簧销管壳67由此以专门用于试样的方式实施。缆线72在远离试样侧62定向的一侧上与弹簧销管壳67的各弹簧销接触。这些缆线72构成缆线束;每个缆线的远离弹簧销管壳67的端部连接到接触销68。接触销68布置在基本栅格接触板69中。基本栅格接触板69具有通孔,接触销68中的相应一个插入每个通孔中。这些通孔各自被分配到测试头16的基本栅格的接触点。在基本栅格接触板69与基本栅格之间,具有另一个弹簧销管壳67,其具有分配到每个接触销68并且使接触销68与基本栅格的相应接触点电接触的弹簧接触销。基本栅格接触板69和弹簧销管壳67通过使它们保持隔开的支柱73连接,从而具有用于容纳缆线72的空间。

[0117] 通用适配器14/1具有大约75mm的总高度,而专用测试适配器具有140mm的总高度。从而通用适配器和专用测试适配器都能插入到平行测试器中,沿着竖直方向的移动路径必须大于两个适配器的总高度之间的差值(=65mm)加上需要的工作行程。

[0118] 上述专用测试适配器14/2是一个可能的实施方式。通过利用适配器单元66和弹簧销管壳67,能够与高密度的接触点可靠地形成接触;在适配器单元66的测试针中的弹簧销管壳67起作用,从而可靠地接触所有测试针。然而,还存在专用测试适配器的其他已知实施方式,其具有适配器单元,该适配器单元带有在试样侧上具有例如仅0.80 $\mu$ m直径的测试针。这些测试针如此细以至于它们在受力时向外弯曲并且像弹簧一样动作。除了弹簧销管壳以外,还提供了其中铜/涂漆线粘接到电路板的通孔中的栅格板;在电路板的一侧上,铜/涂漆线在表面区域中被切开并且该侧被抛光,使得铜/涂漆线的切开表面每个都构成用于适配器单元的细测试针的接触点。这些铜/涂漆线例如可以具有0.2mm的直径并且可以以0.3mm的栅格间距定位。铜/涂漆线的远离适配器单元定向的端部连接到缆线。铜/涂漆线构成缆线72,每个缆线连接到设置在基本栅格接触板69上的接触销61中的一个。

[0119] 两个抽屉机构8、9由此每个都构成相应的测试站;在一个测试程序中,线性驱动器从上面和下面对着位于测试站中的待测试电路板按压两个适配器。

[0120] 当加载或排出电路板时,抽屉10、11向前(即远离后壁2)移动到更换位置。加载有尚未测试电路板的抽屉10、11沿着y-方向向后(即沿着朝向后壁2的方向)移动到测试位置。两个抽屉10、11优选地交替地位于测试位置和更换位置,从而在更换位置的一个抽屉能够排出已经测试的电路板并且能够加载尚未测试的电路板,而另一个抽屉可以在测试位置被测试。

[0121] 通过另一个机械臂15执行抽屉的卸载,该另一个机械臂根据所执行的测试程序的结果,将已测试电路板或者放置到用于良好电路板的输送带4上或者放置到用于劣质电路

板的输送带5上。输送带4、5将已测试电路板传送到相应的收集容器(未示出)。

[0122] 机械臂15可以再次在竖直方向(z-方向)上以及沿着x-轴61在x-方向上移动,并且在 its 下端处具有用于拾取和放置电路板的夹持装置17。夹持装置17体现为真空夹持器。不需要在y-方向上调节夹持装置17,因为为了拾取电路板,保持架8、9相应地定位在y-方向上,使得夹持装置17能够夹持相应的电路板中心。

[0123] 存在带有多个面板的电路板,其中各个面板布置为使得它们相对于彼此旋转或者彼此镜像对称。在测试过程中,必须将这些电路板相对于测试适配器放置在不同的旋转位置。为此目的,机械臂15的夹持装置17具有电机,利用该电机,夹持装置17可以围绕竖直定向的旋转轴线旋转。这使得能够旋转由夹持装置17夹持的电路板。在操作过程中,主要实践是从相应的抽屉8、9提升电路板以使它们旋转90度或180度,并将它们放回抽屉中以便测试其他面板。

[0124] 保持装置12、13各自具有支撑架18(图2、图3a和图3b)。支撑架18具有后壁19和水平支撑架框架20,该水平支撑架框架具有沿着x-方向延伸的两个纵向支柱21以及沿着y-方向延伸的横向支柱22。横向支柱22各自通过在侧视图3中为三角形的两个侧壁元件23、24连接到后壁19。

[0125] 支撑架框架20是保持框架25的部件。保持框架25具有基本上三层构造;第一层由支撑架框架20组成,第二层由加载框架26组成,并且第三层由控制框架27组成。加载框架26和控制框架27位于支撑架框架20的远离侧壁元件23、24定向的一侧上。

[0126] 控制框架27具有内控制框架部28和外控制框架部29。当从上面观察时内控制框架部28和外控制框架部29为长方形框架;内控制框架部28与外控制框架部29的内侧隔开一短的距离。内控制框架部28通过薄壁连接件30连接到外控制框架部29;连接件30部分地延伸到外控制框架部29的区域中。

[0127] 在远离连接件30定向的端部上,外控制框架部29通过端部条32连接到外连接件31。端部条32经由中间条35通过螺钉以固定方式附接到支撑架框架20。中间条35具有与加载框架26相同的高度。

[0128] 内控制框架部28具有用于通过螺钉连接将内控制框架部28附接到加载框架26的孔33。此外,内控制框架部28具有用于定位并紧固测试适配器14、15之一的定位孔34。

[0129] 端部条32、外控制框架部29和内控制框架部28由钢板制成;仅这些元件28、29、32之间的中间空间被铣掉,留下在相应部件之间形成连接的内连接件30和外连接件31。在竖直投影中,控制框架部28、29大致覆盖加载框架26。

[0130] 外控制框架部29可以通过外连接件31相对于端部条32旋转;旋转范围是 $\pm 2^\circ$ 。通过相同的方式,内控制框架部28可以相对于外控制框架部29围绕内连接件30旋转 $\pm 1.5^\circ$ 的角度范围。

[0131] 由此,内控制框架部28被支撑,使得其可以通过两个连接件30、31相对于端部条32以两种方式旋转。内控制框架部28由此可以以线性方式沿着y-方向(图5a)相对于端部条滑动并且略微旋转。

[0132] 加载框架26放置在作为支撑架18的部件的支撑架框架20上。在支撑架框架20中,在朝向加载框架26定向的一侧上设有若干空气喷射器36;空气喷射器36的喷嘴开口指向加载框架26。每个空气喷射器36连接至压缩空气软管(未示出)。每个空气喷射器36在远离喷

嘴口定向的一侧上连接至螺纹销37。每个螺纹销37拧入到支撑架框架20中的相应螺纹孔中并且用来调节空气喷射器36的高度。

[0133] 空气喷射器36的竖直位置优选地设置为使得加载框架26与支撑架框架20隔开十分之几毫米。通过将压缩空气吹送通过空气喷射器36,在空气喷射器36与加载框架26之间的区域中形成仅几 $\mu\text{m}$ (例如 $10\mu\text{m}$ )高度的气垫。在当前的示例性实施方式中,在保持框架25上设有六个空气喷射器36,使得一个空气喷射器36位于纵向支柱21与横向支柱22之间的每个角部区域中,并且一个空气喷射器36位于每个纵向支柱21的纵向中部。

[0134] 在横向支柱22的区域中,支撑架框架20具有朝向加载框架26的口袋状凹入部38。该凹入部38容纳直线电机的线圈装置39。磁带40安装在加载框架26的朝向线圈装置39定向的凹入部中。凹入部38、41使得即使当容纳线性电机时也能够使保持框架25的总高度最小化。在支撑架框架中实施的导管42进入到支撑架框架20的凹入部38中并且包括连接到相应线圈装置39的电缆线43。在磁带40与线圈装置39之间存在气隙。如果线圈装置39受到电流作用,则与磁带40配合,产生力,这引起加载框架26相对于支撑架框架20的线性移动。包括线圈装置39和磁带40的直线电机由此构成线性调节定位器,通过它能够调节加载框架26相对于支撑架框架20的相对位置。加载框架26永久地连接到内控制框架部28,使得内控制框架部28也与加载框架26一起移动。由于旋转接合件30、31,加载框架26和内控制框架部28的移动限于预定移动范围。这确保了线圈装置39与磁带40之间的距离通常足够小,使得两个元件39、40作为直线电机配合。

[0135] 保持框架25具有两个这样的直线电机和线性调节定位器;两个直线电机各自位于支撑架框架20的横向支柱22的区域中,位于相应的支撑架框架20与加载框架26之间。

[0136] 在支撑架框架20的外侧上邻近两个直线电机紧固有相应的支撑板44,该支撑板从支撑架框架朝向控制框架27延伸并且覆盖加载框架26的区域。在支撑板44的内侧上具有相应的光学传感器45,该传感器定向为使得其面向加载框架26。在传感器45的区域中,在加载框架26上设有刻度;该刻度可以刻画在加载框架中。然而,该刻度还可以是粘附到加载框架26的印刷薄膜。刻度在相应直线电机的纵向方向上延伸。传感器45可以用于探测加载框架26和/或内控制框架部28相对于支撑架框架20的相对位置。

[0137] 保持框架25以使得直线电机沿着y-方向定向的方式平行布置在测试器1中。保持框架25由此构成具有相互平行布置的两个线性调节定位器的y-定位装置。通过两个定位器的区别致动,可以在内控制框架部28与支撑架框架20之间执行旋转运动。适配器14、15之一紧固到控制框架部28。因此,可以通过平行测试器中的直线电机设置相应适配器14、15以及由此关于位于抽屉10、11之一中的电路板的y-位置和旋转位置。由此能够以高度精确方式设置旋转位置和y-位置。

[0138] 每个支撑架18通过电机沿着导轨(未示出)在竖直方向(z-方向)和水平方向(x-方向)上移动。电机以能够产生强大作用力的铁芯同步伺服电机的形式提供。这些电机以直线电机的形式实施,从而它们能够以线性方式在x-方向和z-方向上移动支撑架18。

[0139] 每个抽屉机构8、9具有用于沿着导轨54移动保持架55的电机,利用所述导轨,抽屉10、11可以沿着y-方向在测试位置与更换位置之间前后移动。

[0140] 平行测试器1此外在抽屉机构8、9上方的区域中具有相机46并且在它们下方的区域中具有相机46。每个相机46定位在移动装置48上,该移动装置能够将相应相机移动到邻

近两个抽屉机构8、9的测试位置的位置中,以便能够扫描测试位置中的电路板。每个移动装置48具有可以沿着紧固到基部本体50的纵梁51的轨道60在x-方向上移动的保持架59。每个相机46紧固到支架49上,该支架支撑在保持架59上,从而它们能够沿着y-方向移动。通过这种方式,相机46可以在测试位置定位在电路板上方或下方的x-/y-平面中的任意位置,并且能够扫描电路板的任何区域。此外,支架49可以与相应相机46一起朝向后壁2向后移动足够远,使得移动装置48能够移动经过适配器14的相应保持头12、13和测试头16,以便由此相对于抽屉机构8、9上方和下方的相应保持装置12、13改变位置。

[0141] 平行测试器具有中央控制装置47(图1),其自动地控制平行测试器1的所有运动部件的运动、相机46的致动、其他传感器的致动、以及用于测试电路板的电子程序的执行。

[0142] 下面将解释利用上面说明的平行测试器1来测试电路板的方法。

[0143] 在当前的示例性实施方式中,电路板具有布置成两行的8个面板。

[0144] 当接通平行测试器1时,首先两个相机46相互校准。在此情形中,一个相机46探测另一个相机46,并且能够确立两个相机46相对于彼此的位置。另选地,还能够两个相机46之间布置具有单个小孔的穿孔板。两个相机然后各自探测该孔。由于两个相机同时探测相同的孔,因此它们能够使它们的相对位置彼此对准。

[0145] 优选地在平行测试器中的不同位置处执行相机的校准,这些不同位置基本上大致对应于相机在操作期间移动以便扫描电路板和/或测试适配器14、15的位置。相应的校准数据被存储在用于不同位置的存储器中,使得在后续操作期间,由相机捕获的图像可以相对于彼此精确地定位。通过这种方式,由两个相机46限定的坐标系相互校准。

[0146] 每次平行测试器接通或者测试适配器14更换时,就校准测试适配器14的位置或定位。为此目的,测试适配器14大致移动到假设它们与待测试电路板接触的测试位置。在这些测试位置中,由相应相机46光学地扫描适配器14,并且确定适配器14的实际位置。可以根据需要修正这些位置。在相应的测试位置中,获得用于控制各测试适配器14在相应测试位置的移动的控制信息并将该控制信息存储在存储器中。借助于该控制信息,适配器14可以以1  $\mu\text{m}$ 或几 $\mu\text{m}$ 的重复性移动到相应测试位置,而不需要通过相机46之一进行扫描。在测试操作期间,由此足以在无需通过反馈进行调节的情况下控制测试适配器14的运动。

[0147] 在校准相机46和适配器14之后,开始实际测试操作。

[0148] 将待测试电路板堆叠在料斗3中。分离装置6从叠层中拾取顶部电路板并将其供给到机械臂7的操作范围。机械臂7拾取电路板。机械臂通过真空夹持器(未示出)夹持电路板并将其移动到处于更换位置的抽屉10、11。

[0149] 机械臂7将电路板放置在抽屉10、11中。该抽屉移动到测试位置。

[0150] 由相机46扫描已经移动到测试位置的电路板。为此目的,相机移动到邻近该电路板的区域中。每个相机46在每个测量位置捕获电路板的上侧和下侧的两张图像。这些图像由控制装置47评估;提取显著点(例如,特殊标记或预定电路板测试点)并且确定它们在平行测试器1中的位置。这用于确定平行测试器1中的待测试电路板的位置。

[0151] 然后相机46移动到一侧。

[0152] 利用两个相机46来扫描待测试电路板的上侧和下侧还能够用于探测电路板的两侧上的不同扭曲,由此能够发现面板相对于电路板上的目标位置的偏移。

[0153] 当抽屉移动到测试位置并且当测量待测试电路板的各个测量位置时,可以在其他

测试位置在另一个电路板上执行测量。如果已经完成在另一个电路板上的测量,那么相应的抽屉10、11移动到更换位置。

[0154] 各自支撑适配器14之一以及测试头16之一的两个保持装置12、13,然后移动到处于测试位置并且已经被测量的电路板;它们关于电路板的第一面板和/或第一测量位置而与相应适配器14对准并且抵靠电路板按压它们。由此,该面板的所有电路板测试点由适配器14同时接触。

[0155] 借助于使适配器14沿着x-方向移动的保持装置12、13来执行适配器14相对于电路板的相应面板在x-方向上的对准。在本示例性实施方式中,在没有控制回路的情况下来控制由控制装置47控制的保持装置在x-方向上的移动以及抽屉10、11的移动。这意味着在各个测量程序期间既不探测电路板的位置也不探测适配器14的位置;相反,仅根据先前探测且存储的控制信息来执行电路板和/或适配器14的移动。因此,可以非常快速连续地执行不同测量位置的各个测量程序。在位于两个抽屉机构8、9之一中的电路板上执行测量程序的同时,更换另一个抽屉机构9、8中的另一个电路板并且通过相机46进行测量。这优化了待测试电路板的生产量,因为为了执行测量程序,仅需要以受控方式在各个测试位置之间移动适配器14。

[0156] 通过直线电机进行适配器14沿着y-方向以及相对于相应面板的相对旋转位置的对准,每个直线电机包括线圈装置39中的一个以及磁带40中的一个。通过传感器45产生的位置信号以闭合控制回路来调节这种移动。在此情形中,通过相对于相应的支撑架框架20移动内控制框架部28使适配器14与测试头16在保持装置12、13内部对准。如果对于电路板的所有面板来说关于y-方向和/或相对旋转位置的偏差都是相同的,那么对于电路板的所有面板可以仅执行一次沿着y-方向和/或关于相应面板与适配器之间的相对旋转位置的对准。如果偏差主要由电路板内及其自身的位置产生,那么就是这种情形。如果各个面板的偏差在y-方向和/或旋转位置方面不同,那么使适配器与每个面板单独地对准是有利的。

[0157] 然后测试电路板。如果它是裸电路板,那么对各个导体进行断路和短路测试。

[0158] 在测试第一面板之后,将适配器14再次从电路板提升并且移动到第二面板。在一个方面通过相应支撑架18沿着x-方向的移动产生的沿x-方向的移动,或者借助于抽屉机构8、9通过电路板沿着y-方向的移动,来执行电路板与适配器14之间的相对移动。由此能够连续地测试以多行一个接一个地布置在电路板上的多个面板。

[0159] 适配器14可以相对于相应面板单独地对准。由于适配器14并不总是相对于电路板居中地对准,因此在测试程序期间,支撑架18可能从待测试电路板显著地突出。由此,抽屉机构8、9在测试位置与更换位置之间的移动路径体现得足够宽,使得在用于拾取电路板的更换位置,支撑架18不会覆盖在抽屉10、11的接收区域上。

[0160] 如果已经测试完待测试电路板的所有面板,那么它们的抽屉10、11移动到更换位置。与此同时,具有其他待测试电路板的另一个抽屉11、10继而移动到测试位置。同时,其他待测试电路板已经在另一个抽屉11、10中更换,并且已经测量了其他待测试电路板的各个测量位置。

[0161] 通过第二机械臂15在更换位置中拾取已测试电路板并且将其移动到用于良好电路板或劣质电路板的输送带4、5中的一个。如果已经测试了电路板的所有面板,那么就将已测试电路板放置在用于良好电路板的输送带4上或者在用于劣质电路板的输送带5上。输送带4、5将电路板传送到平行测试器1的壳体之外。



[0162] 借助于可以在两个测试位置之间移动的两个独立的可致动抽屉10、11和适配器14对平行测试器1中的电路板的这种特定操作,实现了以下优点:

[0163] -通过抽屉和适配器在正交方向上的独立移动,可以一个接一个(步进)地测试以多行布置在电路板上的面板。

[0164] -借助于抽屉,实际测试程序与操作(尤其是电路板的传送和排出以及电路板的测量)完全地脱离。如果一个测试位置的测试程序已经完成,那么就可以在另一个测试位置立即开始测试程序。仅需要将适配器从一个测试位置移动到另一个测试位置。在测试程序期间,在两个抽屉机构8、9之一的测试位置中,借助于另一抽屉机构9、10移除已测试电路板,供给另一个待测试电路板,并且利用相机测量该另一个电路板。

[0165] 利用根据本发明的平行测试器的原型进行的初始测试显示出其比传统平行测试器更快速,在传统平行测试器中,电路板沿着线性输送装置被供给到测试位置并且然后远离该测试位置传送。

[0166] 该平行测试器以如下方式操作,使得在测试操作期间,空气喷射器36在支撑架框架20与加载框架26之间持续地产生气垫。通过这种方式,适配器可以关于其y-位置及其旋转位置非常快速地对准。借助于控制框架部28、29(其通过旋转接合件30、31被引导并且被限定在移动范围内)的引导,实现了适配器借助于两个直线电机关于调节定位方面的快速且非常精确的对准。

[0167] 然而,在本发明的上下文中,一旦适配器适当地对准,也可以中断压缩空气的供给,由此加载框架26搁置在支撑架框架20上和/或搁置在集成于支撑架框架20中的空气喷射器36上,并且通过摩擦接合保持它们的位置。这固定了适配器在保持装置12、13内部的位置。

[0168] 适配器借助于控制框架部28、29(所述控制框架部借助于实施为连接件30、31的旋转接合件在限定移动范围内被引导)的引导以非常简单的机械方式实施并且充分地符合对于适配器相对于电路板的精细调节的必要移动范围。在本发明的上下文中,也可以相对于支撑架框架20以不同方式引导控制框架27或加载框架26。另一种引导形式还可以允许较大的移动空隙。然而,还可能有利的是,调节空气轴承以便在使适配器相对于电路板对准之后基本上固定该位置。

[0169] 上面说明的示例性实施方式具有用于与待测试电路板的上侧和下侧同时接触的两个适配器。然而该平行测试器还可以实施为仅与单个侧面接触;于是可以省去第二适配器及其他装置(第二保持装置、第二测试头、第二相机)。

[0170] 本发明可以简要总结如下:

[0171] 本发明涉及用于平行测试器的定位装置、平行测试器、以及用于测试电路板的方法。根据本发明的第一方面,出于精细调节的目的,设置有定位装置,其具有彼此平行定位并且隔开预定距离的两个线性调节定位器,使得通过致动两个定位器,可以在测试适配器与待测试电路板之间执行线性运动和旋转运动。此外,设置有特定操作机构,其具有用于沿着第一方向传送以及排出待测试电路板的两个输送装置,并且具有用于沿着与第一方向大致正交的第二方向定位测试适配器的定位装置;适配器的定位装置可以使适配器移动足够远,使得其可以定位在两个测试站(用于传送以及排出待测试电路板的装置联接到测试站)的区域中。

[0172] 附图标记列表

[0173]	1	平行测试器	38	凹入部
[0174]	2	后壁	39	线圈装置
[0175]	3	料斗	40	磁带
[0176]	4	用于良好电路板的输送带	41	凹入部
[0177]	5	用于劣质电路板的输送带	42	导管
[0178]	6	分离装置	43	缆线
[0179]	7	机械臂	44	支撑板
[0180]	8	抽屉机构	45	传感器
[0181]	9	抽屉机构	46	相机
[0182]	10	抽屉	47	控制装置
[0183]	11	抽屉	48	移动装置
[0184]	12	保持装置	49	支架
[0185]	13	保持装置	50	基部本体
[0186]	14	适配器	51	纵梁
[0187]	15	机械臂	52	横梁
[0188]	16	测试头	53	横梁
[0189]	17	夹持装置	54	轨道
[0190]	18	支撑架	55	保持架
[0191]	19	后壁	56	轨道
[0192]	20	支撑架框架	57	保持装置保持架
[0193]	21	纵向支柱	58	线性驱动器
[0194]	22	横向支柱	59	保持架
[0195]	23	侧壁元件	60	轨道
[0196]	24	侧壁元件	61	x-轴
[0197]	25	保持框架	62	试样侧
[0198]	26	加载框架	63	基本栅格侧
[0199]	27	控制框架	64	全栅格管壳
[0200]	28	控制框架部(内)	65	适配器单元
[0201]	29	控制框架部(外)	66	适配器单元
[0202]	30	连接件	67	弹簧销管壳
[0203]	31	连接件	68	接触销
[0204]	32	端部条	69	基本栅格接触板
[0205]	33	孔	70	弹簧销管壳
[0206]	34	定位孔	71	测试针
[0207]	35	中间条	72	缆线
[0208]	36	空气喷射器	73	支柱
[0209]	37	螺纹销		

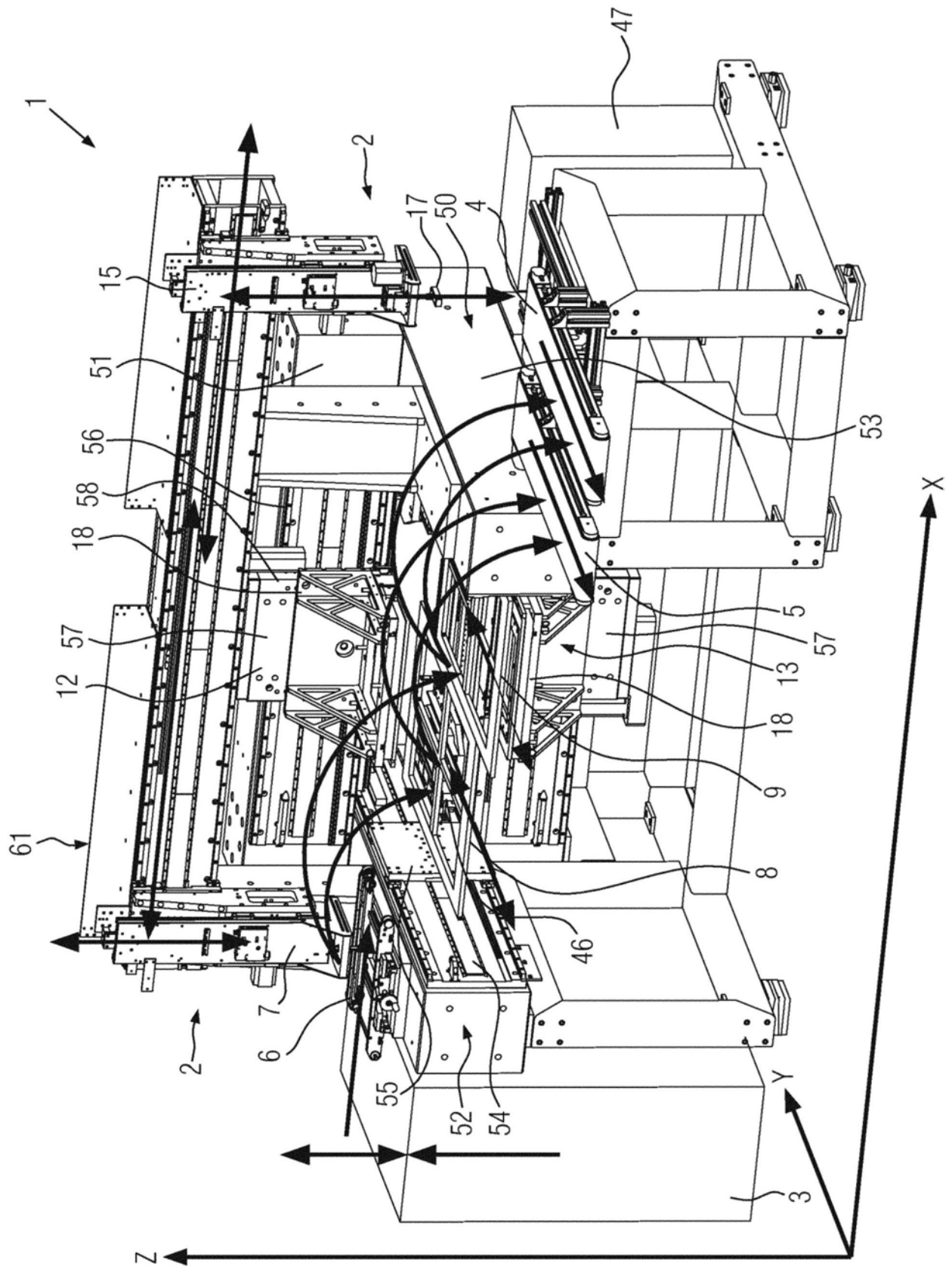


图1

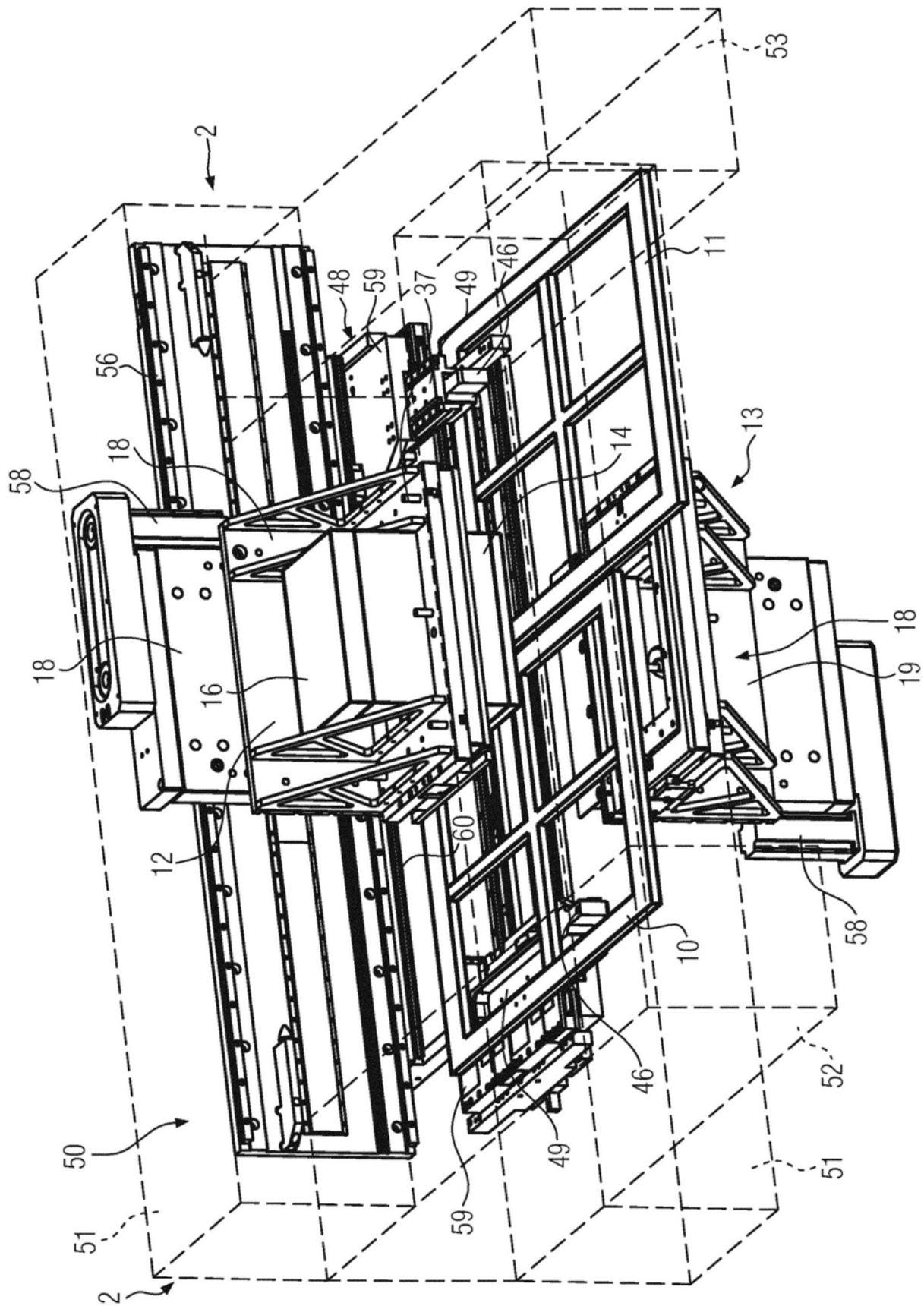


图2

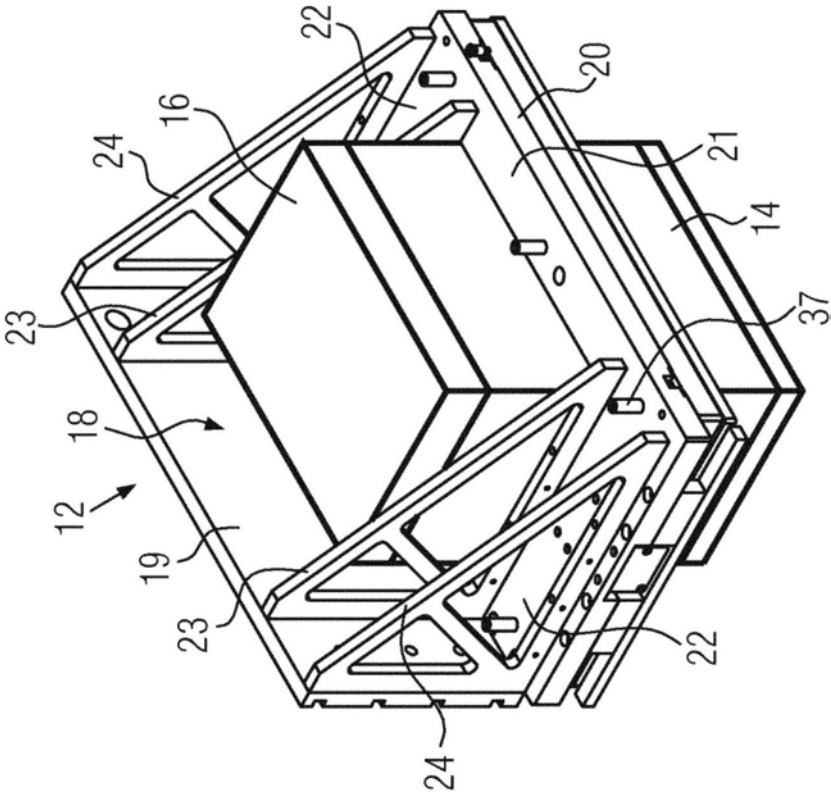


图3a

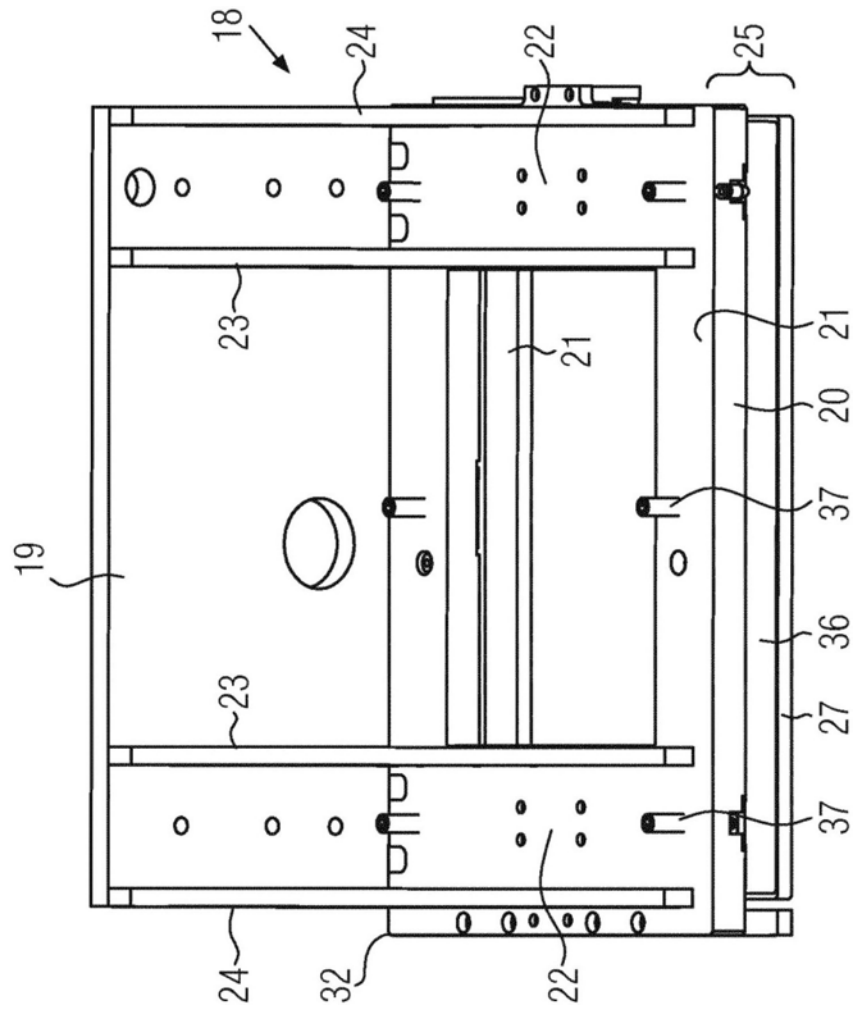


图3b

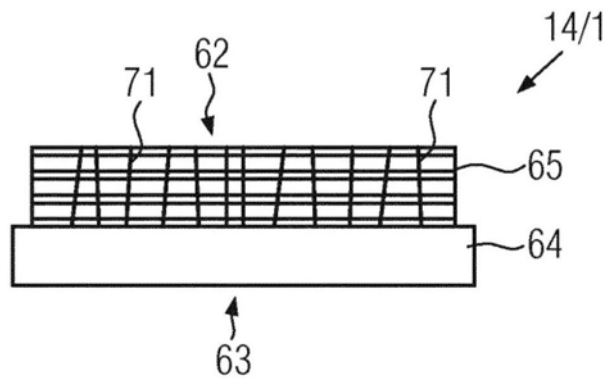


图3c

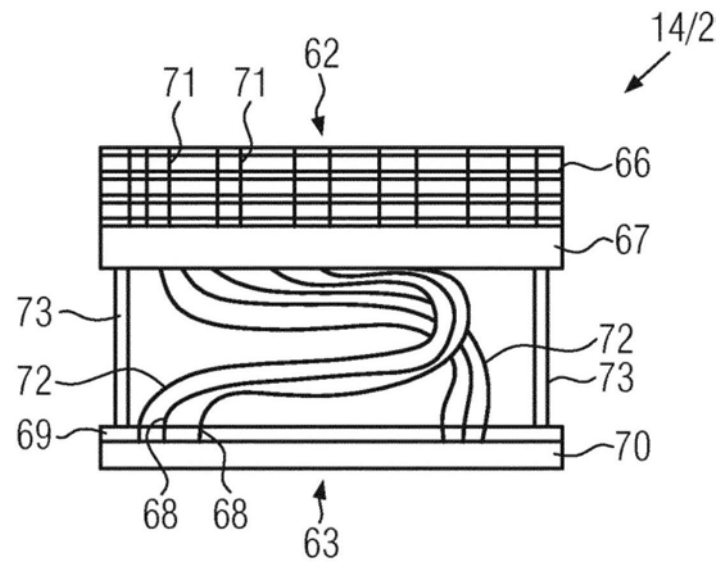


图3d

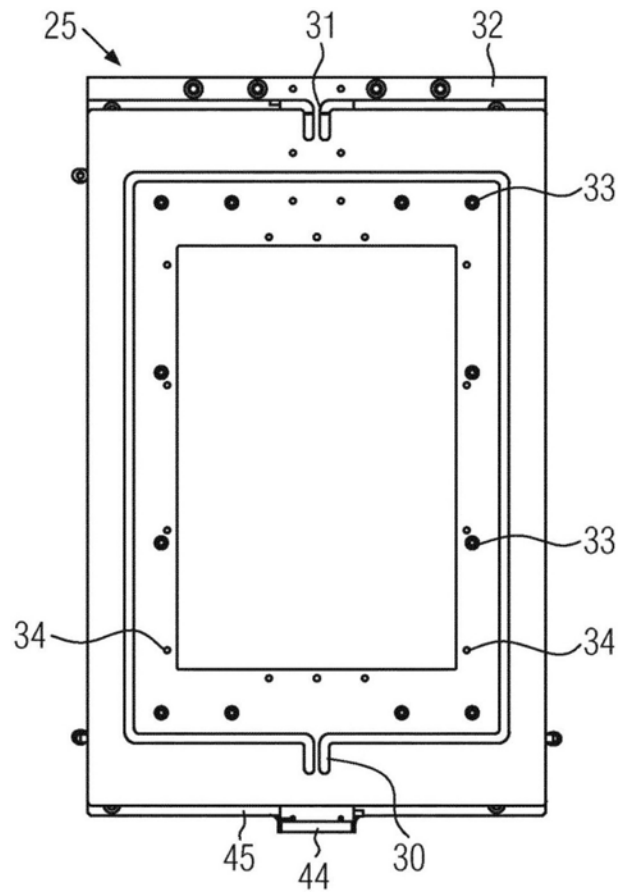


图4a

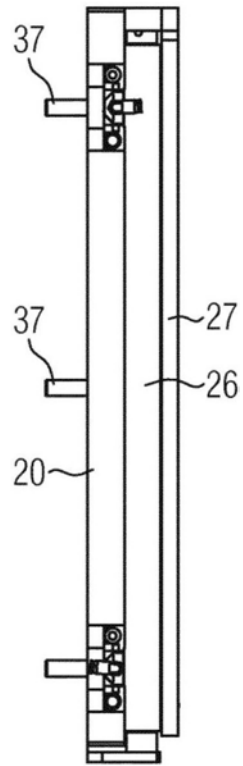


图4b

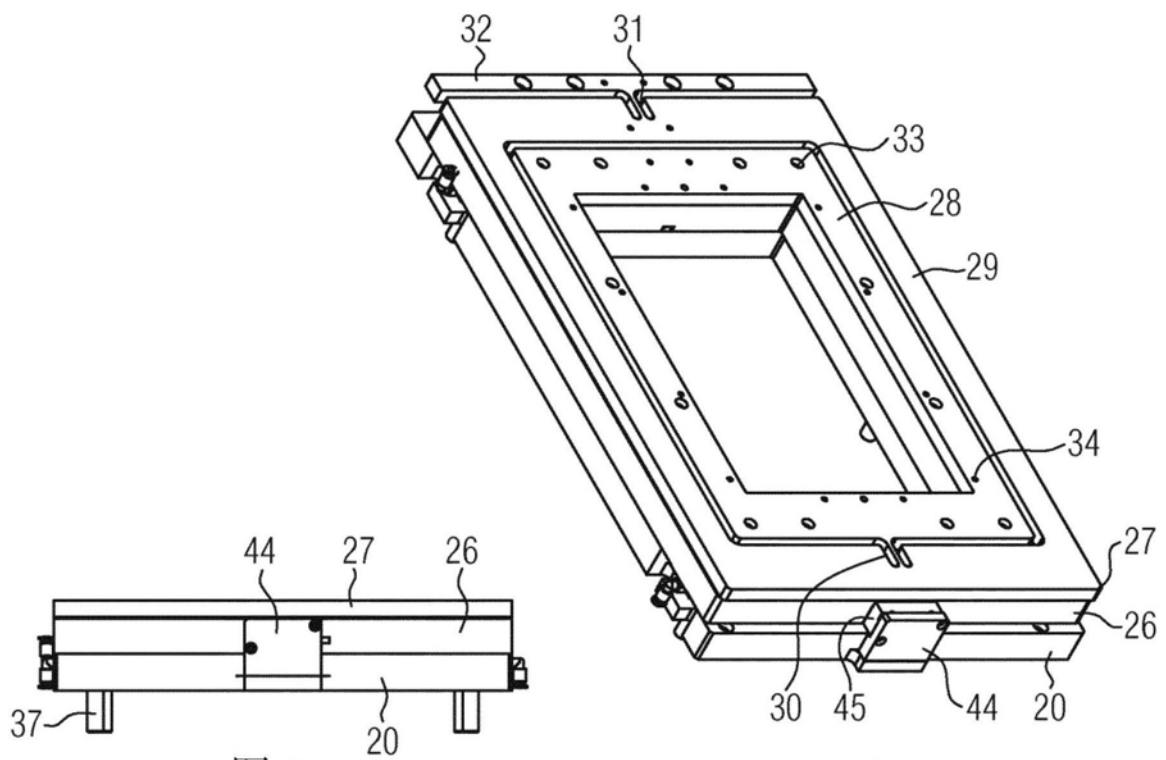


图 4c

图 4d



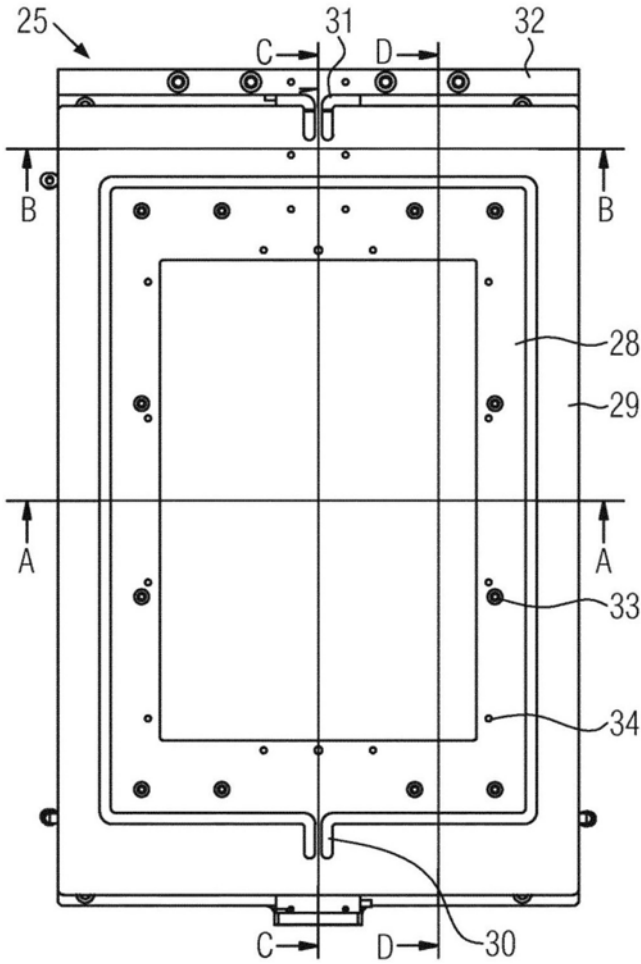


图5a

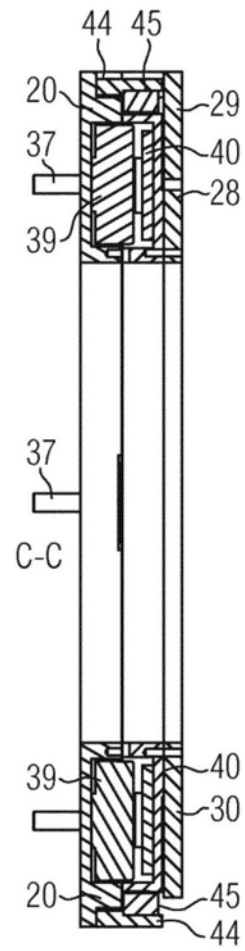


图5b

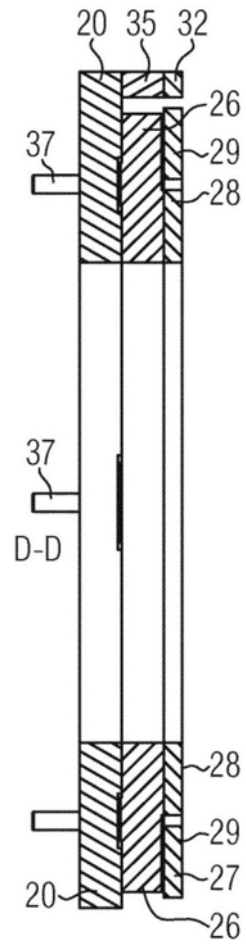


图5c

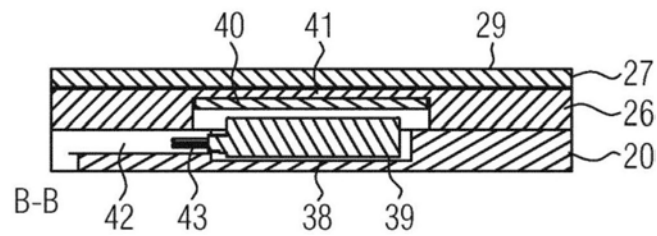


图5d

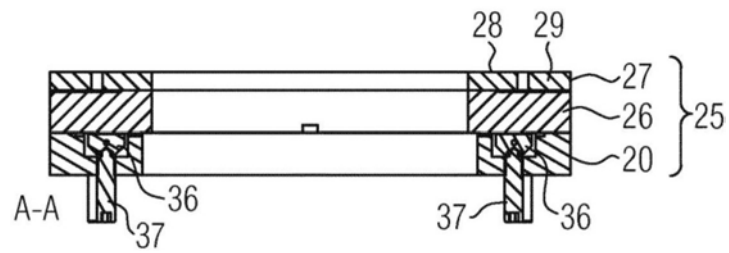


图5e

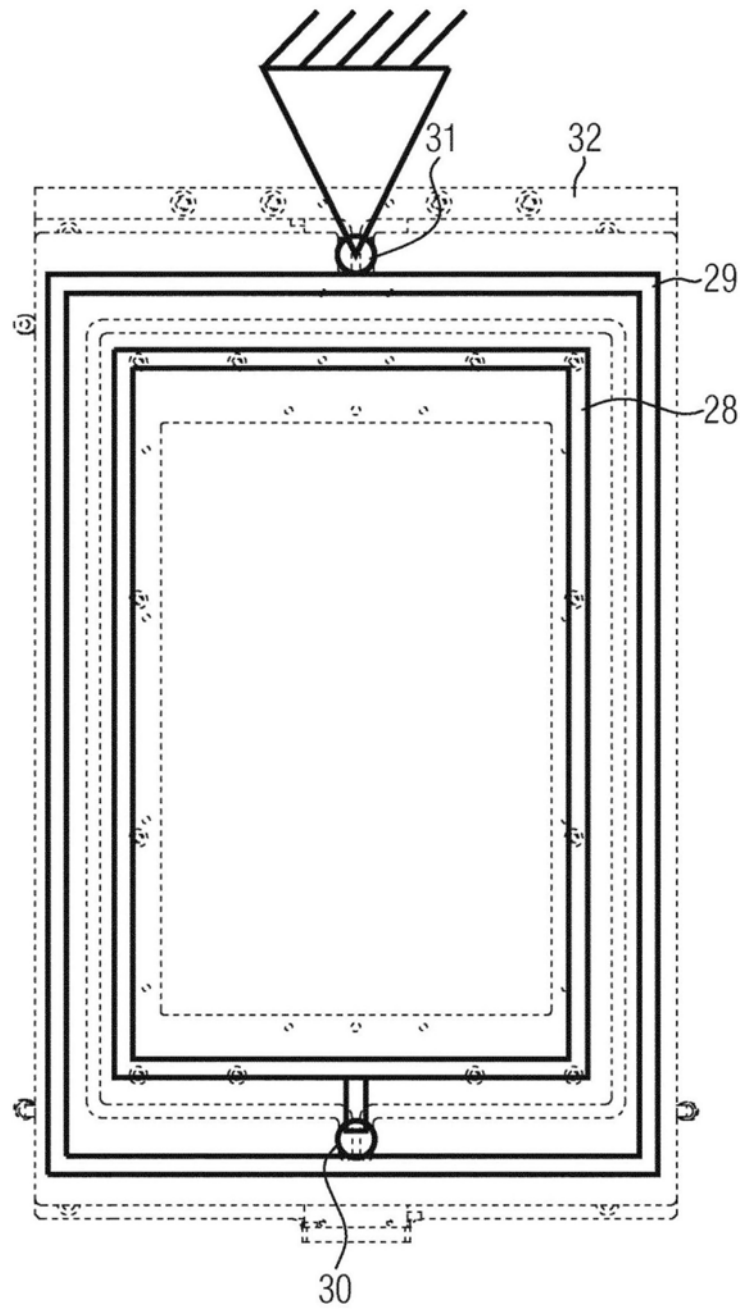


图6a

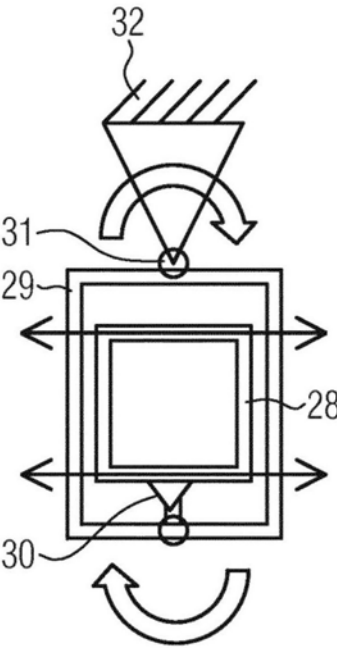


图6b