



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 058 483 B4 2009.12.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 058 483.4

(22) Anmeldetag: 03.12.2004

(43) Offenlegungstag: 22.09.2005

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17.12.2009

(51) Int Cl.⁸: **G01R 31/28** (2006.01)
G01N 21/66 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2003/406707 05.12.2003 JP

(73) Patentinhaber:
Hitachi High-Technologies Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

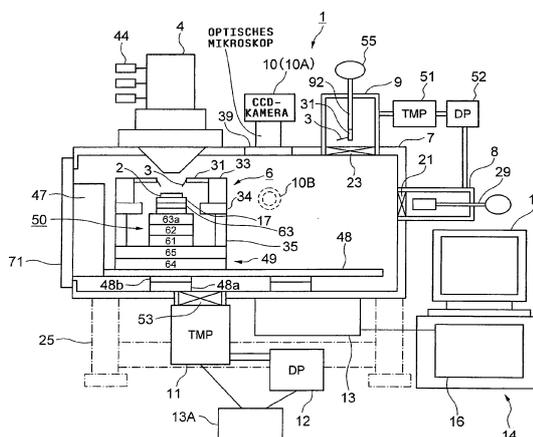
(72) Erfinder:
Hazaki, Eiichi, Hitachinaka, Ibaraki, JP; Mitsui, Yasuhiro, Tokio/Tokyo, JP; Furukawa, Takashi, Tokio/Tokyo, JP; Yanagita, Hiroshi, Tokio/Tokyo, JP; Kato, Susumo, Hitachinaka, Ibaraki, JP; Satou, Osamu, Hitachinaka, Ibaraki, JP; Yamada, Osamu, Hitachinaka, Ibaraki, JP; Inada, Yoshikazu, Hitachinaka, Ibaraki, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US	60 96 567	A
JP	09-3 26 425	A
JP	2000-1 47 070	A
JP	2000-1 81 898	A
JP	2002-5 23 784	A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler, Messfühler-Positionierverfahren und Messfühler-Bewegungsverfahren**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler zum Messen von elektrischen Eigenschaften einer Probe (2a) über einen Kontakt zwischen einem Meßfühler (3) und der Probe, mit einem Probestisch (2) zum Aufnehmen der Probe (2a), einem Meßfühlerhalter (31) zum Aufnehmen des Meßfühlers (3), einer ersten Meßeinrichtung (10) zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a), und mit einer zweiten Meßeinrichtung (4) zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a), wobei die Meßgenauigkeit der zweiten Meßeinrichtung der Meßgenauigkeit der ersten Meßeinrichtung (10) überlegen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung des weiteren einen Basistisch (49) für die Aufnahme des Probestisches (2) und des Meßfühlerhalters (31) derart umfaßt, daß der Probestisch und der Meßfühlerhalter mit Bezug zueinander auf dem Basistisch bewegbar sind, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) auf dem Basistisch so einzustellen, daß der...



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler (Meßfühler-Vorrichtung), ein Meßfühler-Positionierverfahren und ein Meßfühler-Bewegungsverfahren zum Messen der elektrischen Eigenschaften in einem mikroskopischen Bereich eines elektronischen Elements.

[0002] Es sind bereits Vorrichtungen zum Untersuchen von Produkten auf Fehler bekannt, bei denen ein Meßfühler mit dem Bereich eines Prüflings (eines elektronischen Elements) in Kontakt kommt, in dem eine elektrische Eigenschaft zu untersuchen ist. Mit dem Meßfühler können elektrische Strom-Spannungs-Kennlinien und dergleichen des elektronischen Elements gemessen werden.

[0003] Die JP-A-9-326425 beschreibt einen Meßfühler, der in der Probenkammer eines Rasterelektronenmikroskops (REM) angeordnet ist, um kleinste elektrische Potentialeigenschaften zu messen.

[0004] Die JP-A-2000-147070 beschreibt eine Meßfühler-Vorrichtung, bei der auf einem Display eine Meßfühler-Informationsabbildung gezeigt wird, die Informationen für das gewünschte Betreiben des Meßfühlers enthält, wobei in der Meßfühler-Informationsabbildung auf dem Display die Probe und der Meßfühler sowie der Meßfühler-Betriebsbereich zum Bewegen des Meßfühlers angezeigt werden und der Meßfühler mittels einer Meßfühlersteuerung entsprechend einem Betriebssignal aus dem Meßfühler-Betriebs-Abbildungsbereich bewegt wird und das Ausmaß der Bewegung von der tatsächlichen gegenwärtigen Position des vorderen Endes des Meßfühlers zur Zielposition dadurch berechnet wird, daß die tatsächliche gegenwärtige Position des vorderen Endes des Meßfühlers und die Zielposition in der Meßfühler-Informationsabbildung so bezeichnet werden, daß die Meßfühlersteuerung entsprechend des Ausmaßes der Bewegung den Meßfühler zu der Zielposition bewegt.

[0005] Die JP-A-2000-181898 beschreibt eine Meßfühler-Vorrichtung mit einer Einrichtung zur Projektion eines geladenen Teilchenstrahls, einer Probenplattform für einen Probenhalter mit einer Probe darauf, einer Probenkammer, die die Probenplattform enthält, einem Meßfühler-Antriebsmechanismus zum Bewegen des Meßfühlers, um ihn mit der Probe in der Probenkammer in Kontakt zu bringen, mit einer Proben-Vorkammer mit einem ersten Raum, der über eine Schleuse angeschlossen ist, um den Probenhalter vorübergehend aufzunehmen, und mit einer ersten Transfereinrichtung zum Bewegen des Probenhalters zumindest zwischen der Proben-Vorkammer

und der Probenkammer.

[0006] Die JP-A-2002-523784 beschreibt ein optisches Mikroskop, das auf einer Mikroskopbrücke gleitend angebracht ist, um sich zu der Position eines Wafer-Chucks bewegen zu können, und das in eine Position gedreht werden kann, in der es nicht im Weg steht, damit der Meßfühler in den Bereich der Probe gebracht werden kann, der die Aufmerksamkeit des Benutzers auf sich gezogen hat.

[0007] US 6096567 A beschreibt eine Untersuchungsvorrichtung für Wafer gemäß dem Oberbegriff des vorliegenden Anspruchs 1.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler und ein Verfahren zum Einstellen der Positionsbeziehung zwischen einer Probe und einem Meßfühler zu schaffen, wobei durch die Vorrichtung und das Verfahren eine elektrische Eigenschaft der Probe wirkungsvoll gemessen werden kann (mit einer Zeitspanne für die Untersuchung, die so klein wie möglich ist), wobei die Probe nicht geschädigt wird.

[0009] Die Aufgabe wird durch die Vorrichtung mit den Merkmalen des vorliegenden Anspruchs 1 gelöst. Ein entsprechendes Verfahren ist im Anspruch 14 angegeben. Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0010] Erfindungsgemäß umfaßt die Vorrichtung zur Untersuchung eines Produkts auf Fehler zum Messen der elektrischen Eigenschaften einer Probe über (oder durch) einen Kontakt zwischen einem Meßfühler und der Probe (so daß die gemessenen elektrischen Eigenschaften mit vorgegebenen elektrischen Eigenschaften verglichen werden können, um festzustellen, ob die Probe als Produkt fehlerhaft ist) einen Probentisch für die Aufnahme der Probe, einen Meßfühlerhalter zum Festhalten des Meßfühlers, eine erste Meßeinrichtung zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe und eine zweite Meßeinrichtung zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe, wobei die Meßgenauigkeit (Auflösungsvermögen, Vergrößerung und dergleichen) der zweiten Meßeinrichtung der Meßgenauigkeit (Auflösungsvermögen, Vergrößerung und dergleichen) der ersten Meßeinrichtung überlegen ist und die Vorrichtung des weiteren einen Basistisch für die Aufnahme des Probentisches und des Meßfühlerhalters derart umfaßt, daß der Probentisch und der Meßfühlerhalter mit Bezug zueinander auf dem Basistisch beweglich sind, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe auf dem Basistisch so einzustellen, daß der Kontaktbereich des Meßfühlers und ein gewünschter Bereich der Probe miteinander in Kon-

takt gebracht werden können, wobei der Basistisch zwischen (oder von) einer ersten Position, an der die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe von der ersten Meßeinrichtung gemessen werden kann, und (oder zu) einer zweiten Position bewegbar ist, an der die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe von der zweiten Meßeinrichtung gemessen werden kann. Der Probenhalter ist bezüglich des Basistisches ebenfalls beweglich, und der Meßfühlerhalter ist bezüglich des Basistisches so beweglich, daß die Positionsbeziehung zwischen dem Probenhalter und dem Basistisch und die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühlerhalter und dem Basistisch unabhängig voneinander eingestellt werden können, wobei die eine der Positionsbeziehungen zwischen dem Probenhalter und dem Basistisch und zwischen dem Meßfühlerhalter und dem Basistisch einstellbar ist, wenn die andere der Positionsbeziehungen zwischen dem Probenhalter und dem Basistisch und zwischen dem Meßfühlerhalter und dem Basistisch stationär ist.

[0011] Da (die Meßgenauigkeit der zweiten Meßeinrichtung der Meßgenauigkeit der ersten Meßeinrichtung überlegen ist, und) der Basistisch, auf dem der Probenhalter und der Meßfühlerhalter derart angebracht sind, daß der Probenhalter und der Meßfühlerhalter mit Bezug zueinander auf dem Basistisch bewegbar sind, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe auf dem Basistisch so einstellen zu können, daß der Kontaktbereich des Meßfühlers und der gewünschte Bereich der Probe miteinander in Kontakt gebracht werden können, und der Basistisch zwischen (oder von) der ersten Position, an der die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe von der ersten Meßeinrichtung gemessen werden kann, und (oder zu) der zweiten Position bewegbar ist, an der die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe von der zweiten Meßeinrichtung gemessen werden kann, ist die Zeitspanne, die zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position erforderlich ist, durch die Messung an der ersten Position verkürzt, da die Meßgenauigkeit an der zweiten Position der Meßgenauigkeit an der ersten Position überlegen ist, so daß die elektrischen Eigenschaften der Probe wirkungsvoll gemessen werden können. Wenn der Meßfühler und die Probe an der zweiten Position miteinander in Kontakt gebracht werden, ist die Zeitspanne minimal, die dafür erforderlich ist, den Meßfühler an der zweiten Position mit der Probe in Kontakt zu bringen, so daß die elektrischen Eigenschaften der Probe wirkungsvoll gemessen werden können. Der Basistisch kann bezüglich wenigstens einer (oder zu beiden) der ersten und zweiten Meßeinrichtungen beweglich sein.

[0012] Wenn die erste Meßeinrichtung in der Lage ist, die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler

und der Probe zu messen, ohne daß die Probe mit einem Ionenstrahl und/oder einem Elektronenstrahl bestrahlt wird, kann die Probe vor einem Schaden durch den Ionenstrahl und/oder den Elektronenstrahl bewahrt werden. Wenn die zweite Meßeinrichtung in der Lage ist, die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe zu messen, während die Probe mit einem Ionenstrahl und/oder einem Elektronenstrahl bestrahlt wird, kann die Probe dadurch vor einem Schaden durch den Ionenstrahl und/oder den Elektronenstrahl bewahrt werden, daß die Zeitspanne zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder das in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe an der zweiten Position verkürzt ist.

[0013] Die erste Meßeinrichtung kann in der Lage sein, die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe sowohl in einer ersten als auch in einer dazu senkrechten zweiten Richtung zu messen, so daß der Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe sowohl in der ersten als auch in der dazu senkrechten zweiten Richtung gemessen wird und dadurch die Genauigkeit bei der Messung der Positionsbeziehung zunimmt. Wenn die erste Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe ist, weist die erste Meßeinrichtung eine erste Vergrößerung für die Vergrößerung einer der Positionsbeziehungen zwischen dem Meßfühler und der Probe in der ersten Richtung entsprechenden Abbildung und eine zweite Vergrößerung für die Vergrößerung einer der Positionsbeziehungen zwischen dem Meßfühler und der Probe in der zweiten Richtung entsprechenden weiteren Abbildung auf, wobei die erste Vergrößerung größer ist als die zweite Vergrößerung, so daß der Kontakt oder Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe in der ersten Richtung im Vergleich zum Überlapp oder Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe in der zweiten Richtung genauer meßbar ist und die Zeitspanne zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder das in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe an der zweiten Position verkürzt ist und die elektrischen Eigenschaften der Probe wirkungsvoll gemessen werden können.

[0014] Die Vorrichtung zum Untersuchen von Produkten auf Fehler kann des weiteren eine Probenkammer umfassen, die in einem Vakuumzustand gehalten werden kann und in der sich die erste und die zweite Position (und vorzugsweise auch eine dritte Position, die im folgenden noch beschrieben wird) befinden, derart, daß der Meßfühler und die Probe (kontinuierlich) in der Vakuumumgebung der Probenkammer gehalten werden (um zu verhindern, daß der Meßfühler und die Probe aus der Vakuumumgebung genommen werden, das heißt der Probenkammer mit dem Vakuumzustand, die die erste, zweite und dritte Position enthält), während der Basistisch zwischen (oder von) der ersten Position und (oder zu)

der zweiten Position bewegt wird, so daß die Probe durch den Vakuumzustand der Probenkammer vollständig davor bewahrt wird, von einer die Probenkammer umgebenden Umgebung geschädigt zu werden.

[0015] Die Vorrichtung kann des weiteren eine dritte Position umfassen, an der der Meßfühler durch einen anderen Meßfühler ersetzt wird, und der Basistisch kann zwischen den ersten, zweiten und dritten Positionen in der Probenkammer so bewegbar sein, daß die Probe durch den Vakuumzustand der Probenkammer vollständig davor bewahrt wird, beim Ersetzen oder Austauschen des Meßfühlers geschädigt zu werden. Zum Erhöhen der Wirksamkeit des Messens der elektrischen Eigenschaften der Probe ist es vorteilhaft, wenn der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Position kürzer ist als der Abstand zwischen der zweiten und der dritten Position.

[0016] Die erste Meßeinrichtung kann ein optisches Mikroskop und/oder eine CCD-Kamera umfassen.

[0017] Wenn der Meßfühler und die Probe (manuell oder automatisch) mit Bezug zueinander wenigstens in einer ersten Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe bewegt werden können, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der ersten Position durch die erste Meßeinrichtung gemessen wird, um in ihre jeweiligen benachbarten (relativen) Positionen gebracht zu werden, an denen (der Abstand zwischen dem Kontaktbereich des Meßfühlers und dem gewünschten Bereich der Probe nicht größer ist als ein vorgegebener Wert (der Null sein kann, damit der Kontaktbereich des Meßfühlers und der gewünschte Bereich der Probe sich zumindest teilweise überlappen), gesehen in einer ersten Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe und des Kontaktbereichs des Meßfühlers, und/oder der Abstand zwischen oder unter den Meßfühlern, gesehen in der ersten Richtung, nicht größer ist als ein vorgegebener Wert größer Null und) der gewünschte Bereich der Probe voneinander getrennt sind, um dazwischen einen Zwischenraum mit einer Größe zu bilden, der nicht größer ist als ein vorgegebener Wert (so klein wie möglich) und größer Null in der ersten Richtung, und daraufhin mit Bezug zueinander wenigstens in der ersten Richtung bewegt werden, um den Kontaktbereich des Meßfühlers und den gewünschten Bereich der Probe miteinander in Kontakt zu bringen, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position durch die zweite Meßeinrichtung gemessen wird, wird die Zeitspanne für das Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder das in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe an der zweiten Position minimal, so daß die elektrischen Eigenschaften der Probe wirkungsvoll gemessen werden können und die Probe davor bewahrt wird, an der

zweiten Position geschädigt zu werden (durch den Ionenstrahl und/oder den Elektronenstrahl).

[0018] Zum Verkürzen der Zeitspanne für das Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder das in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe an der zweiten Position wird vorzugsweise die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe festgehalten, während sich der Basistisch aus der ersten Position in die zweite Position bewegt.

[0019] Für das korrekte in-Kontakt-bringen des Kontaktbereichs des Meßfühlers mit dem gewünschten Bereich der Probe ist vorzugsweise die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe eine Positionsbeziehung zwischen dem Kontaktbereich des Meßfühlers und dem gewünschten Bereich der Probe.

[0020] Erfindungsgemäß umfaßt ein Verfahren zum Einstellen der Positionsbeziehung zwischen einer Probe und einem Meßfühler zum Messen einer elektrischen Eigenschaft der Probe über (oder durch) einen Kontakt zwischen dem Meßfühler und der Probe (so daß die gemessene elektrische Eigenschaft mit einer vorgegebenen elektrischen Eigenschaft verglichen werden kann, um festzustellen, ob die Probe als Produkt fehlerhaft ist oder nicht) die Schritte des Positionierens eines Basistisches mit einem Proben-tisch darauf mit der Probe und eines Meßfühlerhalters mit dem Meßfühler an einer ersten Position, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der ersten Position zu messen, und daraufhin das Positionieren des Basistisches an einer zweiten Position, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position zu messen, so daß ein Kontaktbereich (vorzugsweise am vorderen Ende) des Meßfühlers und ein gewünschter Bereich der Probe in der zweiten Position miteinander in Kontakt gebracht werden können, wobei der Basistisch den Proben-tisch und den Meßfühlerhalter an der ersten und an der zweiten Position jeweils so hält, daß der Proben-tisch und der Meßfühlerhalter mit Bezug zueinander auf dem Basistisch bewegbar sind, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe einzustellen, wobei die Meßgenauigkeit (Auflösungsvermögen, Vergrößerung und dergleichen) an der zweiten Position der Meßgenauigkeit (Auflösungsvermögen, Vergrößerung und dergleichen) an der ersten Position überlegen ist. Der Proben-tisch ist mit Bezug zum Basistisch beweglich, und der Meßfühlerhalter ist mit Bezug zum Basistisch so bewegbar, daß die Positionsbeziehung zwischen dem Proben-tisch und dem Basistisch und die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühlerhalter und dem Basistisch unabhängig voneinander einstellbar sind, wobei die eine der Positionsbeziehungen zwischen dem Proben-tisch und dem Ba-

sistisch und zwischen dem Meßfühlerhalter und dem Basistisch einstellbar ist, wenn die andere der Positionsbeziehungen zwischen dem Probenstisch und dem Basistisch und zwischen dem Meßfühlerhalter und dem Basistisch stationär ist.

[0021] Da der Basistisch den Probenstisch und den Meßfühlerhalter in der ersten und der zweiten Position jeweils so hält, daß der Probenstisch und der Meßfühlerhalter mit Bezug zueinander auf dem Basistisch bewegbar sind, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe einstellen zu können, und da die Meßgenauigkeit (das Auflösungsvermögen) an der zweiten Position der Meßgenauigkeit (dem Auflösungsvermögen) an der ersten Position überlegen ist, ist die Zeitspanne, die zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position mit der der Meßgenauigkeit (dem Auflösungsvermögen) an der ersten Position überlegenen Meßgenauigkeit wegen der Messung an der ersten Position verkürzt, so daß die elektrische Eigenschaft der Probe wirkungsvoll gemessen werden kann.

[0022] Vorzugsweise können zum Minimieren der Zeitspanne zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder dem in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe in der zweiten Position der Meßfühler und die Probe mit Bezug zueinander zumindest in einer ersten Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe an der ersten Position bewegt werden, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe gemessen wird, um in die jeweiligen benachbarten (relativen) Positionen gebracht zu werden, an denen (der Abstand zwischen dem Kontaktbereich des Meßfühlers und dem gewünschten Bereich der Probe nicht größer ist als ein vorgegebener Wert (der zum Herstellen einer zumindest teilweisen Überlappung des Kontaktbereichs des Meßfühlers und des gewünschten Bereichs der Probe Null sein kann), gesehen in einer ersten Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe, und/oder der Abstand zwischen oder unter den Meßfühlern, gesehen in der ersten Richtung, nicht größer ist als ein vorgegebener Wert größer Null, und) der Kontaktbereich des Meßfühlers und der gewünschte Bereich der Probe voneinander getrennt sind, um dazwischen einen Zwischenraum mit einem Wert nicht größer als ein vorgegebener Wert (so klein wie möglich) größer Null in der ersten Richtung auszubilden, woraufhin der Meßfühler und die Probe an der zweiten Position mit Bezug zueinander zumindest in der ersten Richtung bewegt werden, um den Kontaktbereich des Meßfühlers und den gewünschten Bereich der Probe miteinander in Kontakt zu bringen, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe gemessen wird.

[0023] Wenn die Positionsbeziehung zwischen dem

Meßfühler und der Probe an der ersten Position gemessen wird, in der die Probe nicht mit einem Ionenstrahl und/oder einem Elektronenstrahl bestrahlt wird, wird verhindert, daß die Probe durch den Ionenstrahl und/oder den Elektronenstrahl geschädigt wird. Wenn an der zweiten Position die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe gemessen wird, während die Probe mit dem Ionenstrahl und/oder dem Elektronenstrahl bestrahlt wird, wird die Probe vor einem Schaden durch Ionenstrahl und/oder den Elektronenstrahl bewahrt, da die Zeitspanne für das Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder dem in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe an der zweiten Position verkürzt ist.

[0024] Wenn an der ersten Position die Positionsbeziehungen zwischen dem Meßfühler und der Probe sowohl in einer ersten als auch einer senkrecht dazu stehenden zweiten Richtung gemessen werden, ist die erste Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe, und die erste Vergrößerung zum Vergrößern der der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe in der ersten Richtung entsprechenden Abbildung ist höher als die zweite Vergrößerung zum Vergrößern einer anderen Abbildung, die der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe in der zweiten Richtung entspricht (so daß der Kontakt oder Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe in der ersten Richtung im Vergleich zum Überlapp oder Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe in der zweiten Richtung genauer meßbar ist), so daß der Kontakt oder Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe in der ersten Richtung im Vergleich zum Überlapp oder Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe in der zweiten Richtung genauer meßbar ist und die Zeitspanne zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder dem in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe an der zweiten Position verkürzt ist, so daß die elektrischen Eigenschaften der Probe wirkungsvoll gemessen werden können.

[0025] Wenn der Basistisch in einer Vakuumumgebung gehalten wird, so daß der Meßfühler und die Probe sich (kontinuierlich) in der Vakuumumgebung befinden (und verhindert wird, daß der Meßfühler und die Probe aus der Vakuumumgebung genommen werden, das heißt die Probenkammer mit dem Vakuumzustand die erste, zweite und dritte Position enthält), während der Basistisch zwischen (oder von) der ersten Position und (oder zu) der zweiten Position bewegt wird, wird die Probe durch den Vakuumzustand in der Probenkammer davor bewahrt, von der die Probenkammer umgebenden Umgebung geschädigt zu werden.

[0026] Wenn der Basistisch zwischen der ersten

Position, der zweiten Position und der dritten Position hin und her bewegt wird, wobei an der dritten Position der Meßfühler in der Probenkammer durch einen anderen Meßfühler ersetzt wird, wird die Probe durch den Vakuumzustand in der Probenkammer sicher davor bewahrt, beim Ersetzen oder Austauschen geschädigt zu werden.

[0027] Wenn die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe feststeht, während sich der Basistisch von der ersten Position zu der zweiten Position bewegt, ist die Zeitspanne zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position und/oder dem in-Kontakt-bringen des Meßfühlers mit der Probe an der zweiten Position verkürzt.

Kurzbeschreibung der verschiedenen Ansichten der Zeichnungen

[0028] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht einer Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler.

[0029] [Fig. 2A](#) ist eine horizontale Aufsicht auf die Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler und die [Fig. 2B](#) eine Seitenansicht davon.

[0030] [Fig. 3](#) ist eine Seitenansicht der Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler, in der eine verschiebbare Basis aus einer Probenkammer herausgezogen ist.

[0031] [Fig. 4](#) ist eine horizontale Aufsicht auf eine Anordnung von Meßfühlern.

[0032] [Fig. 5A](#) ist eine schematische Schrägansicht eines Meßfühlerhalters und einer Meßfühlereinheit und die [Fig. 5B](#) eine Seitenansicht einer Anordnung des Meßfühlerhalters und der Meßfühlereinheit.

[0033] [Fig. 6](#) ist eine schematische Schrägansicht einer beweglichen Plattform.

[0034] [Fig. 7](#) ist eine schematische Schnittansicht durch den vertikalen Teil der beweglichen Plattform.

[0035] [Fig. 8A](#) ist eine schematische Seitenansicht der beweglichen Plattform und die [Fig. 8B](#) eine Schnittansicht längs der Linie A-A' in der [Fig. 8A](#).

[0036] [Fig. 9](#) ist eine seitliche Teil-Schnittansicht der beweglichen Plattform und einer Grundlinie.

[0037] [Fig. 10A](#) ist eine schematische Teil-Schnittansicht der beweglichen Plattform unter einem Elektronenmikroskop für die End- oder Feinpositionierung der Probe und des Meßfühlers unter Einstrahlen des Elektronenstrahls auf die Probe, die [Fig. 10B](#) eine schematische Teil-Schnittansicht der beweglichen Plattform unter einem optischen Mikroskop für die

grobe Annäherung oder Grobpositionierung der Probe und des Meßfühlers ohne Einstrahlen des Elektronenstrahls auf die Probe und die [Fig. 10C](#) eine schematische Teil-Schnittansicht der beweglichen Plattform unter einem Meßfühler-Austauschmechanismus.

[0038] [Fig. 11A](#) ist eine Schrägansicht auf einen Meßfühler austauschstab und einen Meßfühlerhalter und die [Fig. 11B](#) eine vergrößerte Ansicht des Bereichs A in der [Fig. 11A](#).

[0039] [Fig. 12A](#) ist eine schematische Ansicht der Positionsbeziehung, gesehen in vertikaler Richtung, zwischen dem Meßfühler und der Probe, die unter dem optischen Mikroskop grob zueinander positioniert wurden, [Fig. 12B](#) eine schematische Ansicht der Positionsbeziehung, gesehen in horizontaler Richtung, zwischen dem Meßfühler und der Probe, die unter dem optischen Mikroskop grob zueinander positioniert wurden, und [Fig. 12C](#) eine extrem vergrößerte schematische Ansicht der Positionsbeziehung, gesehen in vertikaler Richtung, zwischen dem Meßfühler und der Probe, die unter dem Elektronenmikroskop genau zueinander ausgerichtet wurden.

Genau Beschreibung der Erfindung

[0040] Wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, umfaßt eine Vorrichtung **1** zum Untersuchen von Produkten auf Fehler eine Probenkammer **7** mit einer Probenplattform mit einem Probenhalter **2**, auf dem eine Probe angeordnet wird, und mit einer Probenhalteraufnahme **17** für den Probenhalter **2** sowie eine Meßfühlerplattform **6** mit einer Meßfühlereinheit **33**. Eine elektronenoptische Einrichtung **4** (eine Einrichtung für geladene Teilchen) wie ein REM (Rasterelektronenmikroskop), eine Einrichtung mit einem fokussierten Ionenstrahl und dergleichen mit einer Ionenpumpe **44** ist gegenüber dem Probenhalter **2** auf dem Rahmen der Probenkammer **7** angeordnet. In der Nähe der elektronenoptischen Einrichtung **4** ist eine Abbildungseinrichtung **10** für eine Abbildung zur groben Annäherung der Meßfühler angeordnet. Von der elektronenoptischen Einrichtung **4** wird ein geladener Teilchenstrahl (Elektronenstrahl oder Ionenstrahl) auf den Probenhalter gestrahlt, um Bewegungen der Probe und eines Meßfühlers **3** zu überwachen.

[0041] Die in der Nähe der elektronenoptischen Einrichtung **4** auf der Oberseite des Rahmens der Probenkammer **7** angeordnete Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler weist ein optisches Mikroskop zur groben Annäherung der Meßfühler und eine CCD-Kamera zum Erhalten einer Abbildung auf, so daß die Bedingungen bei einer groben Annäherung des Meßfühlers **3** an die Probe durch Aufnehmen einer Abbildung davon überwacht werden können. Die Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler weist eine Abbil-

dungseinrichtung **10a** zur Überwachung der groben Annäherung der Meßfühler in der vertikalen Richtung und eine Abbildungseinrichtung **10b** zur Überwachung der groben Annäherung der Meßfühler in der horizontalen Richtung auf, so daß die Bedingungen bei einer groben Annäherung der Meßfühler an die Probe in zwei zueinander senkrechten Richtungen zuverlässig überwacht werden können. Dabei ist die Vergrößerung der Abbildungseinrichtung **10b** zur groben Annäherung der Meßfühler beim Vergrößern der dem Zustand bei der groben Annäherung in horizontaler Richtung entsprechenden Abbildung größer als die Vergrößerung der Abbildungseinrichtung **10a** zur groben Annäherung der Meßfühler beim Vergrößern der dem Zustand bei der groben Annäherung in vertikaler Richtung entsprechenden Abbildung, da die dem Zustand bei der groben Annäherung entsprechende Abbildung, die mit der Abbildungseinrichtung **10a** zur groben Annäherung der Meßfühler erhalten wird, eine Anzahl von Meßfühlern **3** umfassen muß, die einander angenähert und horizontal über den entsprechenden Bereichen der Probe positioniert werden müssen, um wenigstens eine elektrische Eigenschaft der Probe an diesen Bereichen der Probe zu erfassen, nachdem die Meßfühler **3** mit den entsprechenden Bereichen der Probe in Kontakt gebracht wurden. Jeder der Meßfühler wird nach unten in eine Position bewegt, die in der Nähe der Probe liegt, während die Abbildung überwacht wird, die den Zustand bei der groben Annäherung in horizontaler Richtung zeigt, und die Meßfühler werden zueinander oder voneinander weg bewegt, wobei in vertikaler Richtung ein kleiner Abstand dazwischen oder unter ihnen aufrechterhalten wird. Daraufhin wird jeder der Meßfühler dadurch in Kontakt mit dem ihm entsprechenden Bereich auf der Probe gebracht, daß jeder der Meßfühler nach unten bewegt wird, während der Unterschied zwischen dem Fokussierzustand für jeden der Meßfühler und dem Fokussierzustand für den entsprechenden Bereich der Probe überwacht wird, der in der in vertikaler Richtung gesehenen Abbildung abnimmt, die von der elektronenoptischen Einrichtung **4** erzeugt wird, das heißt während die Fokussierposition der elektronenoptischen Einrichtung **4**, an der jeder der Meßfühler fokussiert ist, und die Fokussierposition der elektronenoptischen Einrichtung **4** überwacht wird, an denen der entsprechenden Bereich der Probe oder ein ganz in der Nähe des entsprechenden Bereichs liegender Bereich der Probe fokussiert ist. Wenn der Abstand zwischen den einzelnen Meßfühlern und den entsprechenden Bereichen der Probe vor der Abwärtsbewegung der Meßfühler auf der Basis der von der elektronenoptischen Einrichtung **4** erzeugten Abbildung so klein wie möglich ist, kann die Zeitspanne für die Abwärtsbewegung der einzelnen Meßfühler für den Kontakt zwischen jedem der Meßfühler und dem entsprechenden Bereich der Probe auf der Basis der von der elektronenoptischen Einrichtung **4** erzeugten Abbildung verkürzt werden, so daß das Ausmaß, mit dem die

Probe von der elektronenoptischen Einrichtung **4** mit dem geladenen Teilchenstrahl bestrahlt wird, geringer wird. Die Vergrößerung der Abbildungseinrichtung **10b** zur groben Annäherung der Meßfühler ist daher größer als die Vergrößerung der Abbildungseinrichtung **10a** zur groben Annäherung der Meßfühler, damit die Genauigkeit beim Messen der Positionsbeziehung zwischen den einzelnen Meßfühlern und den entsprechenden Bereichen der Probe höher wird.

[0042] Eine Plattform umfaßt einen Basistisch **49**, auf dem sich eine Probenplattform **50** mit dem Probenhalter **2** zum Festhalten der Probe befindet und an dem die Meßfühlereinheit **33** angebracht ist, sowie eine Basisplatte **48**, auf der der Basistisch **49** linear geführt und horizontal bewegt wird, um eine Kombination aus einem Meßfühlersatz und der Probe in die gewünschte Fein- oder Endposition genau unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** zu bringen, um die Positionsbeziehung zwischen den einzelnen Meßfühlern (vorzugsweise die vorderen Endkontaktbereiche der Meßfühler) und dem entsprechenden der Bereiche der Probe extrem genau zu messen und jeden der Meßfühler dadurch mit der gewünschten Elektrode der Probe in Kontakt zu bringen, daß jeder der Meßfühler (vorzugsweise mit einer extrem geringen Einstellung der Positionsbeziehung zwischen dem jeweiligen Meßfühler und der entsprechenden gewünschten Elektrode der Probe, gesehen in der Dickenrichtung der Probe) mit der entsprechenden Elektrode der Probe in Kontakt gebracht wird, wobei die grob angenäherte Position unter der Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler zum Messen der Positionsbeziehungen zwischen oder unter den Meßfühlern und den Positionsbeziehungen zwischen den einzelnen Meßfühlern und der Probe und das Positionieren der einzelnen Meßfühler oder des Meßfühlersatzes bezüglich der Probe so erfolgt, daß der Abstand zwischen oder unten den Meßfühlern, der in dem Bereich in der Richtung parallel zur Dickenrichtung enthalten ist, nicht größer ist als das sichtbare oder meßbare Gebiet der elektronenoptischen Einrichtung **4**, und daß der Abstand zwischen jedem der Meßfühler und der Probe oder der Abstand zwischen dem Meßfühlersatz und der Probe, gesehen in der anderen Richtung senkrecht zur Dickenrichtung, nicht größer ist als ein vorgegebener Wert größer Null, so daß jeder der Meßfühler und der Meßfühlersatz etwas getrennt sind (so wenig wie möglich, während der Abstand oder Zwischenraum dazwischen auf einem Minimum gehalten wird) von der Probe, gesehen in der anderen Richtung senkrecht zur Dickenrichtung der Probe. Die Meßfühlerauschposition befindet sich gerade unter der Meßfühlerauschammer **9** zum Entfernen eines bestimmten Probenhalters **31** mit entsprechenden Meßfühlern **3**, wobei eine der Meßfühlereinheiten **33** in die Meßfühlerauschammer **9** gebracht wird und danach ein Ersatz-Meßfühlerhalter **31** von der

Meßfühleraustauschkammer **9** zu der entsprechenden Meßfühlereinheit **33** gebracht wird. Die Plattform ist mittels einer Platte **71** an einer Seitenfläche der Probenkammer **7** angebracht. Wie in der **Fig. 2** gezeigt, wird die Platte **71** von einer Führungsverbindungsplatte **71a** und einer Rollenführung **71b** beweglich an der Probenkammer **7** gehalten. Wie in der **Fig. 3** gezeigt, wird die Plattform längs der Rollenführung **71b** aus der Probenkammer **7** herausgezogen, wenn die Plattform zu warten ist oder wenn die Meßfühlereinheit auszutauschen ist. An der Unterseite der Probenkammer **7** angebrachte Führungsblöcke **48a** stützen die Plattform über Gleitelemente **48b** aus einem hochpolymeren Material mit geringer Reibung zwischen der Oberseite der Führungsblöcke **48a** und der Unterseite der Basisplatte **48** ab.

[0043] Die Meßfühlerplattform **6** umfaßt die Meßfühlereinheiten **33** mit den Meßfühlerhaltern **31** für die Meßfühler **3**, eine Meßfühlereinheitbasis **34**, an der die Meßfühlereinheiten **33** angebracht sind, und einen Meßfühlereinheitsträger **35**, der die Meßfühlereinheitbasis **34** mit dem Basistisch **49** verbindet. Jede der Meßfühlereinheiten **33** kann eine Bewegung eines der Meßfühler **3** in drei zueinander senkrechten Richtungen bezüglich der am Basistisch **49** befestigten Meßfühlereinheitbasis **34** bewirken. Die Basisplatte **48** kann mittels eines Befestigungselements **47** an der Seitenwand der Probenkammer **7** befestigt sein. Die Probenkammer **7** umfaßt eine Probenaustauschkammer **8** und die Meßfühleraustauschkammer **9**.

[0044] Die Platte **71** weist eine Durchführung zum Zuführen eines Signals zum Steuern der Meßfühlerantriebsbewegung jeder der Meßfühlereinheiten **33** und eines Signals zum Steuern der Bewegung jedes der x-, y- und z-Tische **61**, **62**, **63** der Probenplattform **50** in der Probenkammer **7** auf.

[0045] In der **Fig. 1** ist zwar die Probenaustauschkammer **8** auf der rechten Seite angeordnet, sie kann aber auch an der Vorderseite in der Nähe der elektronenoptischen Einrichtung **4** angebracht sein, so daß die Probe leicht ausgetauscht werden kann, wenn sich der Probentisch unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** befindet. Das Innere der Probenaustauschkammer **8** und das Innere der Probenkammer **7** sind miteinander über einen Schieber **21** verbunden. Das Innere der Probenaustauschkammer **8** ist mit einer Trockenpumpe **52** verbunden, die ein Vakuum herstellt. Der Austausch des Probenhalters mit der Probe darauf kann durch ein Transferelement **29** erfolgen, während in der Probenkammer **7** das Vakuum aufrecht erhalten wird.

[0046] Die Meßfühleraustauschkammer **9** ist neben der elektronenoptischen Einrichtung **4** und der Abbildungseinrichtung **10a** für die grobe Annäherung der Meßfühler angeordnet, wobei ihr Abstand zu der Ab-

bildungseinrichtung **10a** für die grobe Annäherung der Meßfühler kleiner ist als ihr Abstand von der elektronenoptischen Einrichtung **4**. Das Innere der Meßfühleraustauschkammer **9** ist mit dem Inneren der Probenkammer **7** über einen Schieber **23** verbunden. Die Meßfühleraustauschkammer **9** steht mit einer Turbomolekularpumpe (TMP) **51** und der an die Turbomolekularpumpe angeschlossenen Trockenpumpe (DP) **52** in einer Fluidverbindung, um ein Vakuum zu erzeugen. Während in der Probenkammer **7** ein Hochvakuum aufrecht erhalten wird, kann der Meßfühlerhalter **31** mittels eines Austauschmechanismus **55** ausgetauscht werden. Die Probenkammer **7** steht mit der TMP **11** über einen Schieber **53** in einer Fluidverbindung, und die TMP **11** ist an die DP **12** angeschlossen. Der Rahmen der Probenkammer **7** wird von einem Träger **25** gehalten, der strichpunktiert dargestellt ist. Eine Steuereinrichtung **13** umfaßt einen Steuerteil für die Meßfühlereinheit und einen Plattform-Steuerteil, und es ist eine weitere Steuereinrichtung **13A** zum Steuern der Hochvakuumoperation der TMP **11** und der DP **12** vorgesehen. Die Steuereinrichtung **13A** steuert auch die TMP **51** und die DP **52**.

[0047] Die Vorrichtung **1** zum Untersuchen von Produkten auf Fehler umfaßt des weiteren eine Anzeigevorrichtung **14** mit einem Abbildungsanzeigeteil **15** und einem Abbildungsanzeige-Steuerteil **16**, und es werden zum Steuern der Meßfühlereinheiten **33** und der Plattform vom Abbildungsanzeige-Steuerteil **16** ein Meßfühler-Operationssignal und ein Plattform-Operationssignal zu dem Meßfühlereinheit-Steuerteil und dem Plattform-Steuerteil übertragen.

[0048] Die Meßfühler werden ausgetauscht, wenn sich die x- und y-Tische der auszutauschenden Meßfühlereinheit an vorgegebenen Positionen befinden (zum Beispiel in den hinteren Endpositionen) und der z-Tisch sich ebenfalls an einer bestimmten Position befindet (zum Beispiel der oberen Endposition).

[0049] Die Probenplattform **50** wird so bewegt, daß der Bereich der Probe, der am Abbildungsanzeigeteil **15** zur Darstellung der von der elektronenoptischen Einrichtung **4** erzeugten Abbildung sichtbar sein sollte, richtig positioniert ist, das heißt daß der mit den Meßfühlern in Kontakt zu bringende Bereich sich im sichtbaren oder meßbaren Gebiet der elektronenoptischen Einrichtung **4** befindet, um sowohl den Meßfühlersatz als auch den Bereich der Probe überwachen zu können, nachdem sich der Basistisch **49** auf der Basisplatte **48** so bewegt hat und die x- und y-Tische **64** und **65** so angesteuert wurden, daß der Meßfühlersatz sich innerhalb des sichtbaren oder meßbaren Gebiets der elektronenoptischen Einrichtung **4** befindet, woraufhin jeder der Meßfühler **3** in Kontakt mit der entsprechenden Elektrode im Bereich der Probe gebracht wird, wozu die x-, y- und

z-Tische der Meßfühlereinheiten **33** entsprechend angesteuert werden, während jeder der Meßfühler und die Probe auf dem Abbildungsanzeigeteil **15** überwacht werden. Der Kontaktzustand und der Abstand zwischen dem jeweiligen Meßfühler und der Elektrode der Probe in der Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe ist anhand des Fokussierzustands der elektronenoptischen Einrichtung **4** am vorderen Ende (im Kontaktbereich) des Meßfühlers und der Elektrodenoberfläche oder dem an die Elektrodenoberfläche unmittelbar angrenzenden Oberflächenbereich der Probe meßbar, das heißt mittels der Fokussierposition der elektronenoptischen Einrichtung **4**, bei der das vordere Ende (der Kontaktbereich) des Meßfühlers fokussiert ist, und der Fokussierposition der elektronenoptischen Einrichtung **4**, bei der die Elektrodenoberfläche oder der Oberflächenbereich der Probe unmittelbar neben der Elektrodenoberfläche fokussiert ist.

[0050] Der Antriebsmechanismus für die Meßfühler und die Plattformen sind nicht notwendigerweise begrenzt, der Antriebsmechanismus für die Meßfühler kann ein piezoelektrisches Element, einen Gleichstrommotor oder einen Ultraschallmotor umfassen und der Antriebsmechanismus für die Plattformen einen Impulsmotor, einen Gleichstrommotor oder einen Ultraschallmotor.

1. Struktur und Aufbau der einzelnen Elemente

(1) Meßfühler **3** und Meßfühlereinheit **33**

[0051] Wie in der [Fig. 4](#) gezeigt, werden die Meßfühler **3** (sechs in der [Fig. 4](#)) von den Meßfühlerhaltern **31** jeweils so gehalten, daß sich an der Meßfühlereinheitbasis **34** sechs der Meßfühlereinheiten **31** befinden.

[0052] Die [Fig. 5](#) zeigt den Meßfühlerhalter und die Meßfühlereinheit genauer. Wie im Teil (a) der [Fig. 5](#) gezeigt, ist der Meßfühlerhalter **31** in den z-Tisch **83** der Meßfühlereinheit **33** eingesetzt und wird dort von einer Blattfeder **84** stationär gehalten. Im Teil (b) der [Fig. 5](#) ist die Meßfühlereinheit **33** im zusammengebauten Zustand dargestellt. Der Meßfühlerhalter **31** enthält den Meßfühler **3**, der mit der Probe in Kontakt kommen soll, einen Meßfühlerhaltstab **85** zum Festhalten des Meßfühlers **3** und einen Meßfühlerarm **86** zum Festhalten des Meßfühlerhaltstabs **85**. Der Meßfühlerhalter **86** umfaßt ein Haltestab-Befestigungselement **87**, einen Isoliering **88**, ein Verbindungsrohr **89** und einen Isoliering **90**, wobei der Isoliering **90** mit einer Meßfühlerhaltebasis **91** verbunden ist. Das Haltestab-Befestigungselement **87** wird durch den Isoliering **88** vom Verbindungsrohr **89** isoliert, und die Verbindungsleitung **89** wird durch den Isoliering **90** von der Meßfühlerhaltebasis **91** isoliert. Das Haltestab-Befestigungselement **87** erstreckt sich

im Verbindungsrohr **89** bis zur Rückseite der Meßfühlerhaltebasis **91** und steht mit einer Meßfühlersignalausgangselektrode **101** in Kontakt, wenn der Meßfühlerhalter **31** in den z-Tisch **83** eingesetzt ist. Die Meßfühlersignalausgangselektrode **101** ist vom z-Tisch **83** isoliert. Das Verbindungsrohr **98** steht mit einer Schutzsignalausgangselektrode **102** in Kontakt, wenn der Meßfühlerhalter **31** in den z-Tisch **83** eingesetzt ist. Vom z-Tisch **83** wird ein Massesignal erhalten. Das Meßfühlersignal von der Meßfühlersignalausgangselektrode **101**, das Schutzsignal von der Schutzsignalausgangselektrode **102** und das Massesignal vom z-Tisch **83** werden mittels eines dreiphasigen Koaxialkabels durch einen hermetischen dreiphasigen Koaxialverbinder, der an der Probenkammer **7** angebracht ist, aus der Probenkammer **7** herausgeführt und durch das dreiphasige Koaxialkabel zu einer Meßvorrichtung für elektrische Eigenschaften wie einem Halbleiter-Parameteranalysator und dergleichen geführt, um die elektrischen Eigenschaften zu messen.

(2) Plattform

[0053] Der Aufbau der Plattform ist in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) gezeigt. Die Plattform umfaßt den Basistisch **49** (als den beanspruchten Basistisch) und die Probenplattform **50**.

(a) Probenplattform **50**

[0054] Die Probenplattform **50** umfaßt den y-Tisch **62**, den x-Tisch **61** und den z-Tisch **63**, **63a**, die jeweils von einem Antriebsmechanismus so angetrieben werden, daß sie sich in die jeweilige y-, x- und z-Richtung bewegen, um den Bereich des Prüflings mit dem sichtbaren oder meßbaren Gebiet der elektronenoptischen Einrichtung **4** auszurichten. Dabei werden die Positionsbeziehungen zwischen den Meßfühlern mittels der x- und y-Tische der Meßfühlereinheiten **33** entsprechend den Positionsbeziehungen zwischen den Elektroden im Bereich der Probe so eingestellt, daß die Meßfühler jeweils zu der entsprechenden Elektrode im Bereich der Probe in der Dickenrichtung der Probe unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** ausgerichtet werden können, nachdem die Positionsbeziehungen zwischen oder unter den Meßfühlern unter der Abbildungseinrichtung **10** für die grobe Annäherung der Meßfühler so ausgerichtet wurden, daß die Meßfühler in dem Bereich, gesehen in der Dickenrichtung der Probe, enthalten sind, der innerhalb des sichtbaren oder meßbaren Gebiets der elektronenoptischen Einrichtung **4** liegt, wobei dann jeder der Meßfühler in der Dickenrichtung der Probe durch den jeweiligen z-Tisch der Meßfühlereinheiten **33** so bewegt wird, daß er unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** mit der entsprechenden Elektrode in Kontakt kommt. An den Elektroden wird unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** jeder der Meßfühler von den y- und x-Ti-

schen der jeweiligen Meßfühlereinheiten **33** so bewegt, daß die Meßfühler, gesehen in der Dickenrichtung, jeweils mit der entsprechenden Elektrode überlappen. Die x- und y-Tische der Meßfühlereinheiten **33** werden dazu verwendet, die Positionsbeziehungen zwischen den Meßfühlern in der Dickenrichtung der Probe gesehen entsprechend den Positionsbeziehungen zwischen den gewünschten Elektroden der Probe einzustellen, und die z-Tische der Meßfühlereinheiten **33** werden dazu verwendet, jeden der Meßfühler mit der jeweils gewünschten Elektrode der Probe in Kontakt zu bringen. Die x- und y-Tische der Probenplattform **50** werden dazu verwendet, den Bereich mit den gewünschten Elektroden der Probe zu dem sichtbaren oder meßbaren Gebiet der elektronenoptischen Einrichtung **4** auszurichten, und der z-Tisch der Probenplattform **50** kann dazu verwendet werden, den Abstand zwischen dem Bereich mit den gewünschten Elektroden der Probe und dem Meßfühlersatz (den Satz von Kontaktbereichen der Meßfühler, die entsprechend den Positionsbeziehungen zwischen den gewünschten Elektroden der Probe positioniert werden) mittels der Abbildungseinrichtung für die grobe Annäherung der Meßfühler so klein wie möglich zu machen, bevor jeder der Meßfühler unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** von den z-Tischen der Meßfühlereinheiten **33** mit der entsprechenden gewünschten Elektrode der Probe in Kontakt gebracht wird.

[0055] Die y- und x-Tische **62** und **61** werden in der Probenkammer jeweils durch eine Kugelspindel und einen Gleichstrommotor angetrieben und von Kreuzrollenführungen geführt. Wie in der [Fig. 7](#) gezeigt, wird der z-Tisch **63** durch Antreiben einer Kugelspindel **63e** durch den Gleichstrommotor **63b**, der am z-Tisch-Körper **63a** angebracht ist, über Kegelräder **63g**, **63h** und Wellen **63c**, **63d** bewegt. Der z-Tisch wird linear durch eine Kreuzrollenführung geführt. Der Probenhalter **2** zum Festhalten einer Probe **2a** ist an der Probenhalteraufnahme **17** befestigt, die am z-Tisch **63** angebracht ist. Die Probe **2a** ist daher bezüglich eines Elektronenstrahls **69** in der x-, y- und z-Richtung bewegbar. Der Probenhalter **2** am z-Tisch **63** ist zwischen einer Meßposition, einer Probenaustauschposition und einer Meßfühlerauschposition hin und her bewegbar. Die Meßposition ist die Position, an der der Abstand zwischen dem Meßfühler und der Probe **2a** unter der Abbildungseinrichtung **10** für die grobe Annäherung der Meßfühler so klein wie möglich gemacht wird, wobei der Meßfühler unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** mit der Probe **2a** in Kontakt gebracht wird. Die Probenaustauschposition ist eine Position, die unter der Meßposition liegt, und die Meßfühlerauschposition ist eine Position, die unter der Probenaustauschposition liegt, so daß ein unerwünschter Kontakt zwischen dem Meßfühler **3** und der Probe **2a** während der Meßfühlerauschoperation und während der Probenaustauschoperation verhindert wird. Die Plattform **50**

kann einen Positionssensor in der Art einer linearen Skala oder einen Kodierer und dergleichen umfassen, um quantitativ die Position der einzelnen Tische der Plattform **50** im Betrieb zu messen, so daß die Bewegungen mit hoher Genauigkeit und Wiederholbarkeit ausgeführt werden können. Beispiele für die Anordnung von Positionssensoren sind in den [Fig. 7](#) und [8](#) gezeigt. Der Positionszustand des z-Tisches wird von dem Kodierer **63f** gemessen, der mit der Welle **63c** verbunden ist, wie es in der [Fig. 7](#) gezeigt ist. Die Positionszustände des x-Tisches **61** und des y-Tisches **62** können mit den linearen Skalen gemessen werden, die wie in der [Fig. 8](#) gezeigt angebracht sind. Die linearen Skalen weisen Spiegel **61a**, **62a**, auf, die am x-Tisch **61** und am y-Tisch **62** angebracht sind, und Sensorelemente **61b**, **62b**. Im vorliegenden Fall wird der Kodierer zum Messen des Drehwinkels des Gleichstrommotors für den z-Tisch verwendet, und die linearen Skalen werden für den x-Tisch **61** und den y-Tisch **62** verwendet. Es können jedoch auch für alle Tische Kodierer, lineare Skalen und dergleichen verwendet werden.

[0056] Während des Überwachens mit dem REM ist die auf der Probenplattform **50** angeordnete Probe **2a** elektrisch über die Probenplattform **50** und die Probenkammer **7** geerdet, um Aufladungseffekte zu verhindern. Wenn die elektrischen Eigenschaften der Probe **2a** gemessen werden, ist die Probe **2a** vorzugsweise elektrisch von der Probenplattform **50** und der Probenkammer **7** isoliert. Zum Verhindern von Aufladungseffekten ist auch eine Strahlaustattung wirkungsvoll. Zur elektrischen Isolation ist wie in der [Fig. 9](#) gezeigt ein Isolierelement **18** zwischen der Probenhalteraufnahme **17** und dem z-Tisch **63** angeordnet, die Probenhalteraufnahme **17** mit der Probe **2a** darauf ist mit einem Kabel **20** verbunden, das sich vom Befestigungselement **47** durch die Platte **71** zur Außenseite der Vakuumumgebung erstreckt, wo das Kabel **20** über einen Schalter **19** mit einem Masseanschluß verbunden ist. Mit diesem Aufbau wird während der REM-Beobachtung die Probe **2a** durch Betätigen des Schalters **19** geerdet, um durch Rauschen verursachte Effekte zu verhindern. Wenn das Kabel **20** mittels des Schalters **19** nicht mit Masse, sondern mit einer Meßeinrichtung für elektrische Eigenschaften verbunden wird, können die elektrischen Eigenschaften der Probe **2a** wie der Absorptionsstrom und dergleichen gemessen werden, ohne daß Rauscheffekte von der Probenplattform **50** und der Probenkammer **7** erzeugt werden. Die Probenhalteraufnahme **17** kann ähnlich wie die Meßfühlereinheiten **33** und die Meßfühlerhalter **31** der [Fig. 5](#) eine Schutzelektrode und eine Masseelektrode umfassen, so daß das Kabel über ein dreiphasiges Koaxialkabel zur Außenseite der Vakuumumgebung führt. Die elektrische Isolation der Probe **2a** wird damit verbessert.

(b) Basistisch 49

[0057] Anhand der **Fig. 10** wird nun ein Prozeß zum Positionieren der Probe **2a** und der Meßfühler **3** in der Probenkammer erläutert.

[0058] Wie in der **Fig. 6** gezeigt, umfaßt der Basistisch **49** den y-Tisch **64** und den x-Tisch **65**, die in der y- bzw. x-Richtung angeordnet sind. Die Plattform **50** und die einzelnen Meßfühlerhalter **31** sind am Basistisch **49** angebracht, um die Positionsbeziehung zwischen der Probe **2a** und jedem der Meßfühler auf dem Basistisch **49** einzustellen und zu fixieren.

[0059] Auf dem Basistisch **49** sind die Meßföhler-einheiten **33**, die die Meßfühlerplattform **6** bilden, die Meßföhler-einheitbasis **34** zum Halten der Meßföhler-einheiten **33** und der Meßföhler-einheitsträger **35** angebracht. Jede der Meßföhler-einheiten **33** kann mittels des Meßfühlerhalters **31** an den einzelnen Meßföhler-einheiten **33** den Meßfühler in der y-, x- und z-Richtung positionieren.

[0060] Wie in der **Fig. 10** gezeigt, wird der Basistisch **49** auf der Basisplatte **48** mittels einer Kugelspindel und einem Servomotor längs einer linearen Führung bewegt, um eine Kombination aus der Probe und dem Meßfühlersatz bezüglich der Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler, der elektronenoptischen Einrichtung **4** und der Meßföhler-austauschkammer **9** schnell zueinander in Position zu bringen. Der y-Tisch **64** und der x-Tisch **65** des Basistisches **49** bringen dann die Kombination aus der Probe und dem Meßfühlersatz bezüglich der Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler, der elektronenoptischen Einrichtung **4** und der Meßföhler-austauschkammer **9** genau zueinander in Position.

[0061] Die Kombination aus der Probe und dem Meßfühlersatz wird daher unter der elektronenoptischen Einrichtung **4** in die Position A gebracht, unter der Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler in die Position B und unter der Meßföhler-austauschkammer **9** in die Position C, während die die Kombination aus der Probe und dem Meßfühlersatz umgebende Vakuumumgebung bei der Bewegung der Kombination aus der Probe und dem Meßfühlersatz zwischen den Positionen A, B und C in der Probenkammer aufrecht erhalten wird.

(3) REM

[0062] Das im oberen Abschnitt der Probenkammer angeordnete REM stellt ein Beispiel für eine elektronenoptische Einrichtung **4** zum Überwachen der Positionsbeziehungen zwischen den einzelnen Meßföhler (den Kontaktbereichen der Meßfühler) und den entsprechenden Elektroden der Probe dar, um jeden der Meßfühler mit der entsprechenden Elektrode der

Probe in Kontakt zu bringen. Die Vakuumoperation für das REM wird von der Ionenpumpe **44** ausgeführt. Die Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler mit dem optischen Mikroskop überwacht die Positionsbeziehungen zwischen den einzelnen Meßföhler und den entsprechenden Elektroden der Probe, ohne daß die Probe bestrahlt wird, um jeden der Meßfühler in eine Position in der Nähe der entsprechenden Elektrode der Probe zu bringen und den Abstand (der größer ist als Null) zwischen den einzelnen Meßföhler und den entsprechenden Elektroden der Probe so klein wie möglich zu machen.

(4) Probenkammer 7

[0063] Die Probenkammer **7** umfaßt eine obere Abdeckung und ein Probenkammergehäuse als Rahmen, wobei die Basis **48** mittels des Befestigungselements **47** an der Seitenfläche des Probenkammergehäuses an der Platte **71** angebracht ist, die Meßföhler-einheiten **33** in der Probenkammer auf dem Basistisch **49** angebracht sind und die Probenaustauschkammer **8** an der anderen Seitenfläche des Probenkammergehäuses angebracht ist. Die Abbildungseinrichtung **10** für die grobe Annäherung der Meßfühler, die elektronenoptische Einrichtung **4** und die Probenaustauschkammer **9** sind an der oberen Abdeckung angebracht. Die Probenkammer **7** ist auf einer Trägerplatte befestigt, die an einem Vibrationen absorbierenden Element am Träger **25** angebracht ist. In der Probenkammer **7** wird von der Turbomolekularpumpe (TMP) **11** und der Trockenpumpe (DP) **12** ein Vakuum erzeugt.

(5) Optisches Mikroskop für die grobe Annäherung, CCD-Kamera und Abbildungseinrichtung für die grobe Annäherung

[0064] Die Probe **2a**, deren elektrische Eigenschaften zu messen sind, ist ein Halbleiter mit Anschlüssen, die im allgemeinen zu einem Gate, einer Source, einem Drain und einer Quelle führen und die mit den Meßföhler in Verbindung zu bringen sind. Die Anschlüsse können einen Minimaldurchmesser von einigen zehn Nanometern haben, so daß ein REM mit hoher Auflösung erforderlich ist, um einen Meßfühler mit einem Anschluß in Kontakt zu bringen. Das Bestrahlen der Halbleiterprobe mit einem Elektronenstrahl und/oder einem Ionenstrahl birgt jedoch die Gefahr, daß die Halbleiterprobe geschädigt wird, so daß vorzugsweise die Zeitspanne so kurz wie möglich gehalten wird, in der die Halbleiterprobe mit dem Elektronenstrahl und/oder dem Ionenstrahl bestrahlt wird. Daher wird auf der Basis der Abbildung der Abbildungseinrichtung **10** für eine grobe Annäherung der Meßfühler, die am Abbildungsanzeigeteil **15** dargestellt wird, vorzugsweise der Abstand zwischen den einzelnen Meßföhler und dem entsprechenden Anschluß (der entsprechenden Elektrode) der Probe,

gesehen in der Dickenrichtung der Halbleiterprobe, so klein wie möglich und am besten zu Null gemacht, und der Abstand oder Zwischenraum dazwischen in der Richtung senkrecht zur Dickenrichtung wird so klein wie möglich gemacht, es wird jedoch verhindert, daß er zu Null wird. Die Operation wird durchgeführt, während eine Abbildung überwacht wird, die die Positionsbeziehungen zwischen den Meßfühlern und der Probenoberfläche zeigt und die mit dem optischen Mikroskop zur groben Annäherung der Meßfühler und der daran angebrachten CCD-Kamera erhalten wird und die am Abbildungsanzeigebereich **15** angezeigt wird.

[0065] Die Vergrößerung am Abbildungsanzeigebereich **15** liegt im Zehnerbereich, um eine Abbildung zu erhalten, die die Probe **2a** und die Meßfühler **3** so eng wie möglich nebeneinander umfaßt.

[0066] In der Nähe des optischen Mikroskops zur groben Annäherung der Meßfühler ist eine Lichtquelle vorgesehen. Die Überwachung durch das optische Mikroskop zur groben Annäherung der Meßfühler und die CCD-Kamera und die Einführung des Lichts von der Lichtquelle erfolgt durch eine Fensteröffnung **39**, wie es in der [Fig. 1](#) gezeigt ist.

(6) Probenaustauschkammer **8**

[0067] Die Probenaustauschkammer **8** ist vorgesehen, um die Probe **2a** austauschen zu können, während der Vakuumumgebungszustand um die Probe **2a** in der Probenkammer **7**, der von der Trockenpumpe **52** hergestellt wird, aufrecht erhalten wird. Durch den Schieber **21** kann die Probenaustauschkammer **8** fluidmäßig von der Probenkammer **7** isoliert werden. Wenn die Probe **2a** in die Probenkammer **7** gegeben wird, wird eine Schraube mit Außengewinde am vorderen Ende eines Austauschstabs **29** als Transferelement für die Probe **2a** und den Probenhalter **2** in ein Innengewinde des Probenhalters **2** mit der Probe **2a** darauf eingeschraubt, der Schieber **21** wird geöffnet und der Probenhalter **2** in die Probenhalteraufnahme **17** am oberen Ende des z-Tisches **63** der Probenplattform **50** eingesetzt. Wenn die Probe **2a** aus der Probenkammer herausgenommen wird, erfolgt die umgekehrte Operation. Die Zeitspanne für den Austausch der Proben kann so verkürzt werden.

(7) Meßfühler austauschkammer **9**

[0068] Die Meßfühler austauschkammer **9** ist vorgesehen, um den Meßfühler **3** austauschen zu können, während der Vakuumumgebungszustand um den Meßfühler **3** in der Probenkammer **7** erhalten bleibt, so daß die Zeitspanne für den Meßfühler austausch verkürzt ist. Durch den Schieber **23** kann die Meßfühler austauschkammer **9** fluidmäßig von der Probenkammer **7** isoliert werden. In der Meßfühler austauschkammer **9** wird von der Turbomolekularpumpe

51 und der Trockenpumpe **52** ein Vakuum erzeugt. Die Turbomolekularpumpe **51** wird zum Beschleunigen der Vakuumoperation für die Meßfühler austauschkammer **9** verwendet, da, wenn die Vakuumoperation für die Meßfühler austauschkammer **9** nur von der Trockenpumpe **52** ohne die Turbomolekularpumpe **51** geleistet wird, im großen Volumen der Meßfühler austauschkammer **9** der Druck nicht ausreichend innerhalb einer kurzen Zeit abgesenkt werden kann und die Trockenpumpe **52** ohne die Turbomolekularpumpe **51** einen erheblichen Anstieg des Innendrucks der Probenkammer **7** verursacht, wenn der Schieber **23** zum Austauschen des Meßfühlers **3** geöffnet wird, so daß die Zeitspanne zum Absenken des Drucks in der Probenkammer **7** auf den gleichen Wert wie vor dem Öffnen des Schiebers **23** groß wird.

[0069] In der Meßfühler austauschkammer **9** ist ein Halter (nicht gezeigt) zum Halten der Meßfühlerhalter **31** angeordnet, der bezüglich eines Meßfühler austauschstabs **92** von einer Kugelspindel bewegt wird. Der Meßfühlerhalter **31** wird unter den Meßfühler austauschstab **92** bewegt, um vom Halter weggezogen zu werden oder vom Halter aufgenommen zu werden. Ein Raste **96** am unteren Ende eines Austauschstabs **94** im Außenrohr **93** des Meßfühler austauschstabs, das coaxial zum Meßfühler austauschstab **92** angeordnet ist, wird um 90 Grad gedreht, um mit einer Rastaufnahme **95** am Meßfühlerhalter **31**, die mit dem Meßfühler austauschstab **92** verbunden ist, in Eingriff zu kommen. Der Austauschstab **94** wird um 90 Grad in der Gegenrichtung gedreht, um die Raste **96** von der Rastaufnahme **95** frei zu bekommen. Der Halter mit den gebrauchten Meßfühlerhaltern **31** wird aus der Meßfühler austauschkammer **9** genommen, und es werden neue Meßfühlerhalter **31** in den Halter eingesetzt und in die Meßfühler austauschkammer **9** eingeführt.

[0070] Wenn der Meßfühlerhalter **31** vom Halter zur Meßfühlereinheit **33** gebracht wird, kommt die Raste **96** des Meßfühler austauschstabs **94** mit der Rastaufnahme **95** am Meßfühlerhalter **31** in Eingriff, und der Meßfühler austauschstab **92** wird von einem Zahnstangenmechanismus nach oben bewegt, um den Meßfühlerhalter **31** vom Halter zu nehmen. Der Schieber **23** wird geöffnet und der Meßfühler austauschstab **92** nach unten bewegt, um den Meßfühlerhalter **31** in die Probenkammer einzuführen. Wie in der [Fig. 5](#) gezeigt, ist die Halteraufnahme auf dem z-Tisch **83** der Meßfühlereinheit **33** angeordnet. Der Basistisch **49** wird so angetrieben, daß sich die Halteraufnahme unter den eingeführten Meßfühlerhalter **31** bewegt, der Meßfühler austauschstab **92** wird so gedreht, daß die Orientierungen der Halteraufnahme und des Meßfühlerhalters **31** übereinstimmen, und der Austauschstab **92** wird nach unten bewegt, um den Meßfühlerhalter **31** in die Halteraufnahme einzuführen. Die Raste **96** kommt von der Rastaufnahme **95** frei, der Meßfühler austauschstab **92** wird nach

oben bewegt, um in die Meßfühler austauschkammer **9** gebracht zu werden, und der Schieber **23** wird geschlossen.

2. Steuersystem

[0071] Das REM, die Meßfühlereinheiten **33** und die Tische der Plattformen werden von entsprechenden Steuerschaltungen und Computern gesteuert, die in der Steuereinrichtung **13** enthalten sind. Das REM, die Meßfühlereinheiten **33** und die Tische der Plattformen sind von einem Bedienfeld oder einer graphischen Benutzeroberfläche auf dem Monitor aus steuerbar.

[0072] Die Steuereinrichtung **13** umfaßt eine Plattformsteuerung zum Steuern der Tische der Plattformen und eine Meßfühlersteuerung zum Steuern der Meßfühlereinheiten **33** unabhängig von den Plattformen. Der Abbildungssteuerteil **16** umfaßt einen Sekundärelektronendetektor-Steuerteil, einen Steuerteil für das den Elektronenstrahl emittierende optische System und so weiter. Außerdem weist ein Berechnungsbehandlungsteil eine Funktion zum Anzeigen einer Abbildung des Probenhalters, der Probe **2a** und der Positionsbeziehungen zwischen den Meßfühlern und der Probe **2a** auf.

[0073] Die Meßfühlereinheiten **33** und die Tische der Plattformen werden dadurch angesteuert, daß ein Bediendisplay des Abbildungsanzeigeteils so betätigt wird, daß ein Operationssignal vom Abbildungsanzeigesteuerteil zum Meßfühlereinheitsteuerteil und Plattformsteuerteil geführt wird. Alternativ kann ein Bedienfeld mit einem Joystick zum Ansteuern der Einheiten **33** und der Tische der Plattformen verwendet werden.

(1) REM

[0074] Der von einer Elektronenkanone erzeugte Elektronenstrahl wird durch eine Kondensorlinse und eine Objektivlinse zu der zu bestrahlenden Probe **2a** geführt, und die von der Probe **2a** emittierten Sekundärelektronen werden vom Sekundärelektronendetektor aufgenommen, um ein Signal zu erzeugen, das in der Anzeige elektrisch entsprechend behandelt wird, um eine Abbildung der Probenoberfläche auf dem Monitor des Abbildungsanzeigeteils **15** der Anzeigevorrichtung **14** auszubilden.

(2) Meßfühlereinheit **33**

[0075] Jeder der Meßfühlereinheiten **33** in der Probenkammer **7** wird über eine an der Platte **71** der Plattformen angebrachte Durchführung von der Steuerschaltung **13** im Träger **25** der [Fig. 1](#) ein Signal zum Steuern der Operationen der x-, y- und z-Tische der einzelnen Meßfühlereinheiten **33** zugeführt. Die den Proben **2a** über die Meßfühler **3** an den Meßfüh-

lerhalten **31** zugeführten Eingangssignale und die an der Probe **2a** erzeugten Ausgangssignale werden über einen hermetischen dreiphasigen Koaxialverbinder, der an der Probenkammer **7** angebracht ist, von bzw. zu einem Halbleiter-Parameteranalysator übertragen.

(3) Plattformen

[0076] Die von der Steuerschaltung im Träger **25** erzeugten Signale zum Steuern der Operationen der x-, y- und z-Tische **61**, **62** und **63** der Probenplattform **50** auf der Basisplatte **49** werden durch die an der Platte **71** angebrachte Durchführung zu der Probenplattform **50** in der Probenkammer geführt. Durch die an der Platte **71** angebrachte Durchführung werden auch die Signale zum Steuern der Operationen der x- und y-Tische **64** und **65** zu der Basisplatte **49** geführt.

3. Anzeigevorrichtung **14**

[0077] Die Anzeigevorrichtung **14** zeigt die Abbildung zur groben Annäherung, die von der Abbildungseinrichtung **10** zur groben Annäherung der Meßfühler aufgenommen wird, die Kontaktabbildung, die von der elektronenoptischen Einrichtung **4** aufgenommen wird und die die Positionsbeziehungen zwischen den einzelnen Meßfühlern und der damit in Kontakt stehenden Probe zeigt, die Meßfühler-Betätigungsabbildung und eine Abbildung der Abfolge der Betätigungen.

[0078] Der Nutzer positioniert gemäß der an der Anzeigevorrichtung **14** angezeigten Abfolge der Betätigungsschritte die Meßfühler **3** und die Probe **2a** relativ zueinander, während er die Abbildung für die grobe Annäherung und die Kontaktabbildung überwacht.

[0079] Wie in der [Fig. 12A](#) dargestellt, zeigt die von der Abbildungseinrichtung **10A** zur groben Annäherung der Meßfühler aufgenommene Abbildung für die grobe Annäherung die Positionsbeziehungen zwischen jedem der Meßfühler und der Probe in der Dickenrichtung der Probe mit einer Vergrößerung von zum Beispiel zehn. Wie in der [Fig. 12B](#) dargestellt, zeigt die von der Abbildungseinrichtung **10B** zur groben Annäherung der Meßfühler aufgenommene Abbildung für die grobe Annäherung die Positionsbeziehungen zwischen jedem der Meßfühler und der Probe in der Richtung senkrecht zur Dickenrichtung der Probe mit einer Vergrößerung von zum Beispiel **25**, eine Vergrößerung, die im Vergleich mit der Vergrößerung der von der Abbildungseinrichtung **10A** zur groben Annäherung der Meßfühler aufgenommenen [Abb. 2](#), 5 mal so groß ist, damit der Abstand zwischen jedem der Meßfühler **3** und der Probe **2a**, gesehen in der Richtung senkrecht zur Dickenrichtung der Probe, so klein wie möglich gemacht werden kann, ohne daß dieser Abstand zu Null wird. Wie in der [Fig. 12C](#) gezeigt, zeigt die von der elektronenoptischen Ein-

richtung **4** aufgenommene Kontaktabbildung die Positionsbeziehungen zwischen jedem der Meßfühler **3** (jedem der Kontaktbereiche der Meßfühler) und der entsprechenden Elektrode oder dem entsprechenden Anschluß **100** der Probe **2a**, die miteinander in Kontakt zu bringen sind, mit einer Vergrößerung von eintausend bis zehntausend. Die Elektroden oder Anschlüsse **100** sind in der Probe **2a** jeweils mit einem Gate, einer Source oder einem Drain verbunden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Untersuchung von Produkten auf Fehler zum Messen von elektrischen Eigenschaften einer Probe (**2a**) über einen Kontakt zwischen einem Meßfühler (**3**) und der Probe, mit einem Probenstisch (**2**) zum Aufnehmen der Probe (**2a**), einem Meßfühlerhalter (**31**) zum Aufnehmen des Meßfühlers (**3**), einer ersten Meßeinrichtung (**10**) zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**), und mit einer zweiten Meßeinrichtung (**4**) zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**), wobei die Meßgenauigkeit der zweiten Meßeinrichtung der Meßgenauigkeit der ersten Meßeinrichtung (**10**) überlegen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung des weiteren einen Basistisch (**49**) für die Aufnahme des Probenstisches (**2**) und des Meßfühlerhalters (**31**) derart umfaßt, daß der Probenstisch und der Meßfühlerhalter mit Bezug zueinander auf dem Basistisch bewegbar sind, um die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**) auf dem Basistisch so einzustellen, daß der Kontaktbereich des Meßfühlers und ein gewünschter Bereich der Probe miteinander in Kontakt gebracht werden können, und der Basistisch (**49**) zwischen einer ersten Position, an der die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**) von der ersten Meßeinrichtung (**10**) gemessen werden kann, und einer zweiten Position bewegbar ist, an der die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe von der zweiten Meßeinrichtung (**4**) gemessen werden kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Meßgenauigkeit der ersten und der zweiten Meßeinrichtung (**10**, **4**) jeweils durch deren Auflösungsvermögen oder Vergrößerungsfaktor bestimmt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Meßeinrichtung (**10**) dazu ausgelegt ist, die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**) zu messen, ohne daß die Probe mit einem Ionenstrahl und/oder einem Elektronenstrahl bestrahlt wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zweite Meßeinrichtung (**4**) dazu ausgelegt ist, die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**) zu messen, während die Probe mit einem Ionenstrahl und/oder einem Elektronenstrahl bestrahlt wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die erste Meßeinrichtung (**10**) die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**) in einer ersten und einer dazu senkrechten zweiten Richtung messen kann.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die erste Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe (**2a**) ist und die erste Meßeinrichtung (**10**) für die Vergrößerung der der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe in der ersten Richtung entsprechenden Abbildung einen ersten Vergrößerungsfaktor sowie für die Vergrößerung der der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe in der zweiten Richtung entsprechenden Abbildung einen zweiten Vergrößerungsfaktor anwendet, wobei der erste Vergrößerungsfaktor größer ist als der zweite Vergrößerungsfaktor.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit des weiteren einer Probenkammer (**7**), die in einem Vakuumzustand gehalten werden kann und die die erste und die zweite Position derart enthält, daß der Meßfühler (**3**) und die Probe (**2a**) in der Vakuumumgebung der Probenkammer gehalten werden, während der Basistisch (**49**) zwischen der ersten Position und der zweiten Position bewegt wird.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vorrichtung des weiteren eine dritte Position umfaßt, an der der Meßfühler (**3**) durch einen anderen Meßfühler ersetzt wird, wobei der Basistisch (**49**) zwischen der ersten, der zweiten und der dritten Position bewegbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Position kleiner ist als der Abstand zwischen der zweiten und der dritten Position.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die erste Meßeinrichtung (**10**) ein optisches Mikroskop und/oder eine CCD-Kamera umfaßt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Meßfühler (**3**) und die Probe (**2a**) in der Lage sind, mit Bezug zueinander zumindest in einer ersten Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe (**2a**) bewegt zu werden, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe an der ersten Position durch die erste Meßeinrichtung (**10**) gemessen wird, um jeweils in benachbarten Positio-

nen positioniert zu werden, an denen der Kontaktbereich des Meßfühlers und der gewünschte Bereich der Probe voneinander getrennt sind und dazwischen in der ersten Richtung ein Zwischenraum mit einem Wert ausgebildet wird, der nicht größer als ein vorgegebener Wert und dabei größer als Null ist, und daraufhin mit Bezug zueinander zumindest in der ersten Richtung bewegbar sind, um den Kontaktbereich des Meßfühlers (3) und den gewünschten Bereich der Probe (2a) miteinander in Kontakt zu bringen, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position durch die zweite Meßeinrichtung (4) gemessen wird.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) fixiert ist, während sich der Basistisch (49) von der ersten in die zweiten Position bewegt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) eine Positionsbeziehung zwischen dem Kontaktbereich des Meßfühlers und dem gewünschten Bereich der Probe ist.

14. Verfahren zum Einstellen der Positionsbeziehung zwischen einer Probe (2a) und einem Meßfühler (3) zum Messen von elektrischen Eigenschaften der Probe über einen Kontakt zwischen dem Meßfühler und der Probe, mit den Schritten des Positionierens eines Basistisches (49), der einen Probenstück (2) für die Probe (2a) und einen Meßfühlerhalter (31) für den Meßfühler (3) aufnimmt, in einer ersten Position zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der ersten Position, und daraufhin des Positionierens des Basistisches (49) in einer zweiten Position zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) an der zweiten Position derart, daß der Kontaktbereich des Meßfühlers und der gewünschte Bereich der Probe miteinander an der zweiten Position in Kontakt gebracht werden können, wobei die Meßgenauigkeit zum Messen der Positionsbeziehung an der ersten Position der Meßgenauigkeit zum Messen der Positionsbeziehung an der zweiten Position überlegen ist, und wobei der Basistisch (49) den Probenstück (2) und den Meßfühlerhalter (31) an der ersten und an der zweiten Position jeweils so aufnimmt, daß der Probenstück und der Meßfühlerhalter mit Bezug zueinander auf dem Basistisch so bewegt werden können, daß die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) eingestellt werden kann.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Meßgenauigkeit an der ersten und der zweiten Position jeweils durch das Auflösungsvermögen oder den Vergrößerungsfaktor bestimmt wird, der dort verwen-

det wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei der Meßfühler (3) und die Probe (2a) mit Bezug zueinander an der ersten Position zumindest in einer ersten Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe bewegt werden, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe gemessen wird, um in entsprechenden benachbarten Positionen so positioniert zu werden, daß der Kontaktbereich des Meßfühlers und der gewünschte Bereich der Probe voneinander getrennt sind und dazwischen in der ersten Richtung einen Zwischenraum mit einem Wert bilden, der nicht größer als ein vorgegebener Wert und dabei größer als Null ist, und wobei daraufhin der Meßfühler (3) und die Probe (2a) mit Bezug zueinander zumindest in der ersten Richtung an der zweiten Position so bewegt werden, daß der Kontaktbereich des Meßfühlers und der gewünschte Bereich der Probe miteinander in Kontakt gebracht werden, während die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe an der zweiten Position durch die zweite Meßeinrichtung (4) gemessen wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei an der ersten Position die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) gemessen wird, ohne daß die Probe mit einem Ionenstrahl und/oder einem Elektronenstrahl bestrahlt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei an der zweiten Position die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) gemessen wird, während die Probe mit einem Ionenstrahl und/oder einem Elektronenstrahl bestrahlt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei an der ersten Position die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (3) und der Probe (2a) in einer ersten und einer dazu senkrechten zweiten Richtung gemessen wird, wobei die erste Richtung parallel zur Dickenrichtung der Probe ist und eine erste Vergrößerungsfaktor bei der Vergrößerung einer der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe in der ersten Richtung entsprechenden Abbildung größer ist als ein zweiter Vergrößerungsfaktor bei der Vergrößerung einer der Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler und der Probe in der zweiten Richtung entsprechenden Abbildung.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, wobei um den Basistisch (49) eine Vakuumumgebung gehalten wird und der Meßfühler (3) und die Probe (2a) in der Vakuumumgebung gehalten werden, während der Basistisch zwischen der ersten Position und der zweiten Position bewegt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei der Basistisch (**49**) zwischen der ersten Position, der zweiten Position und einer dritten Position, an der der Meßfühler (**3**) durch einen anderen Meßfühler ersetzt wird, bewegt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei die Positionsbeziehung zwischen dem Meßfühler (**3**) und der Probe (**2a**) festgehalten wird, während der Basistisch (**49**) sich von der ersten Position zu der zweiten Position bewegt.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

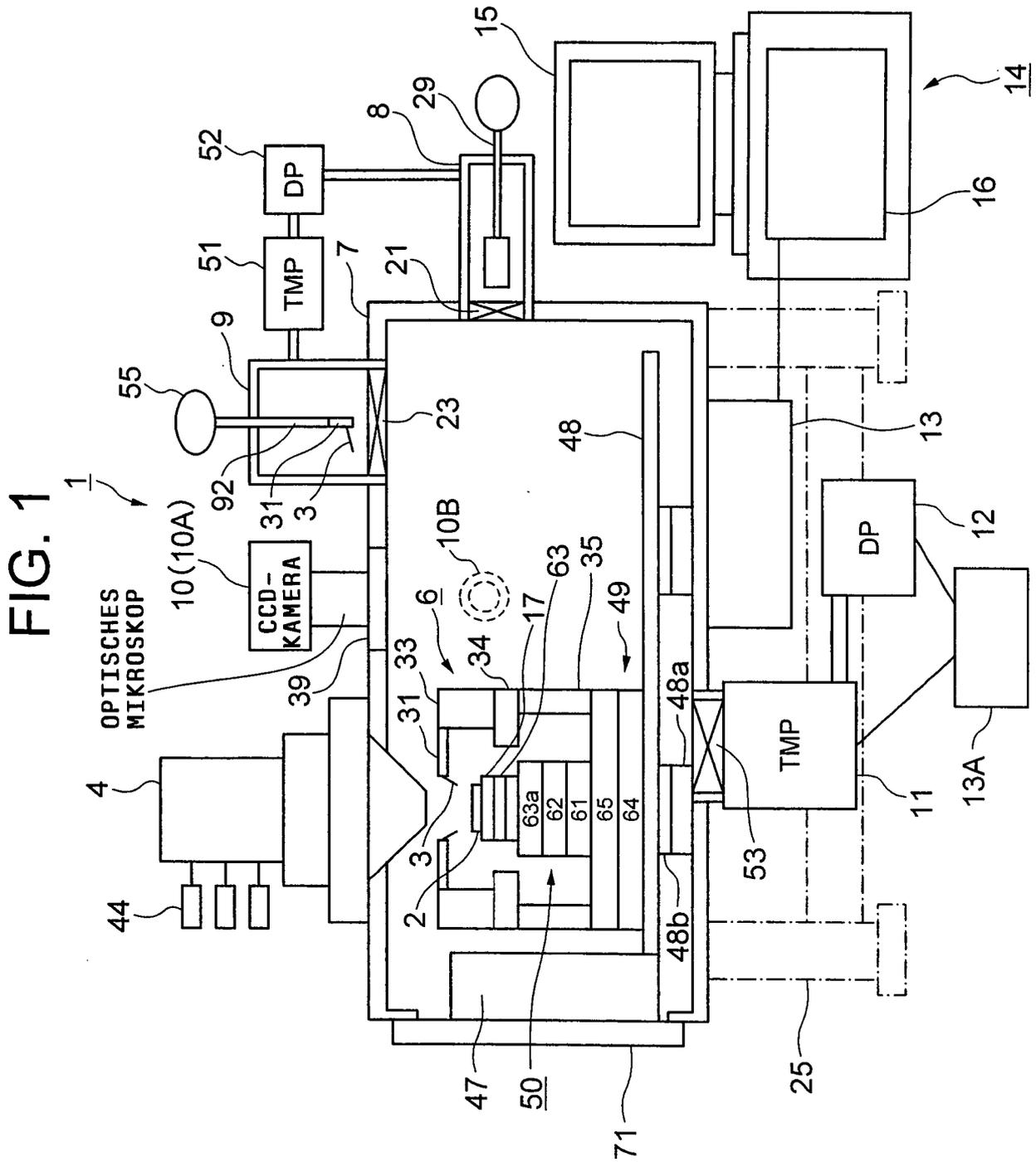


FIG. 2A

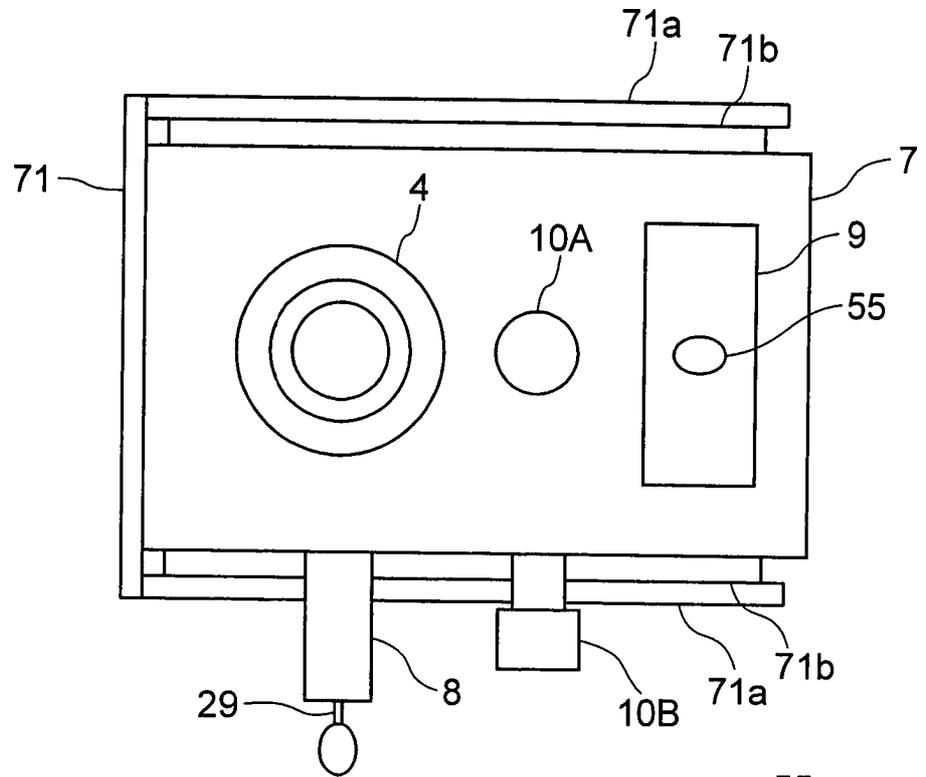


FIG. 2B

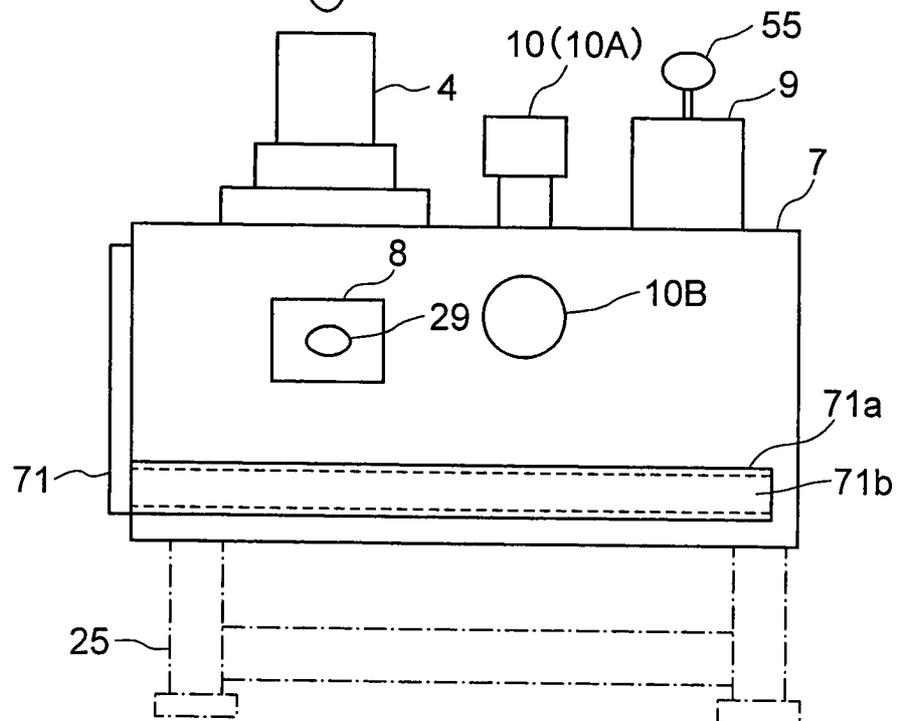


FIG. 4

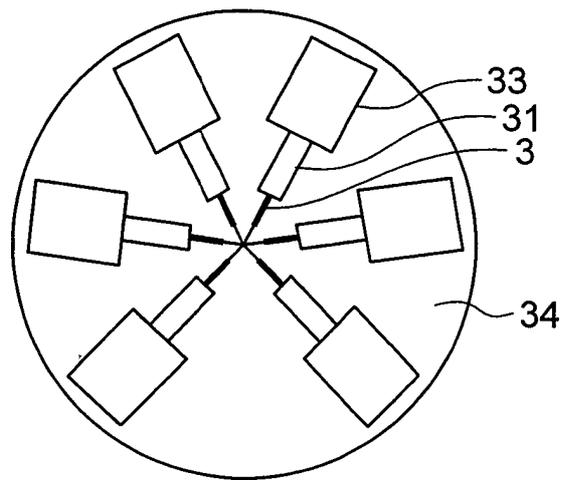


FIG. 5A

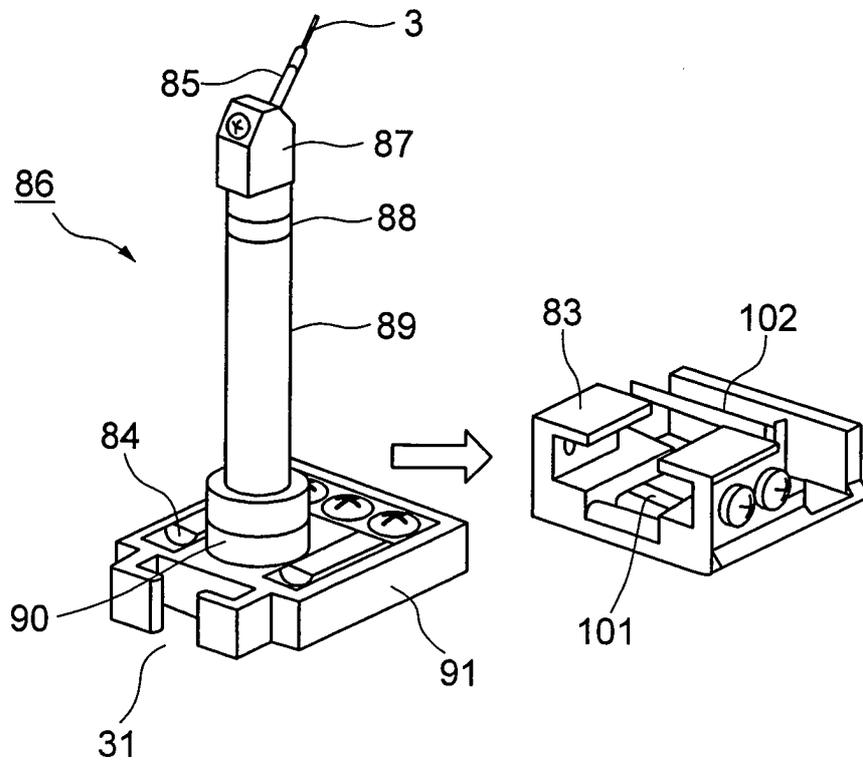


FIG. 5B

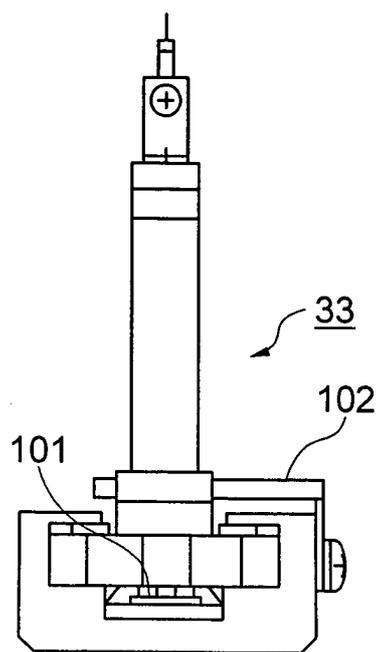


FIG. 6

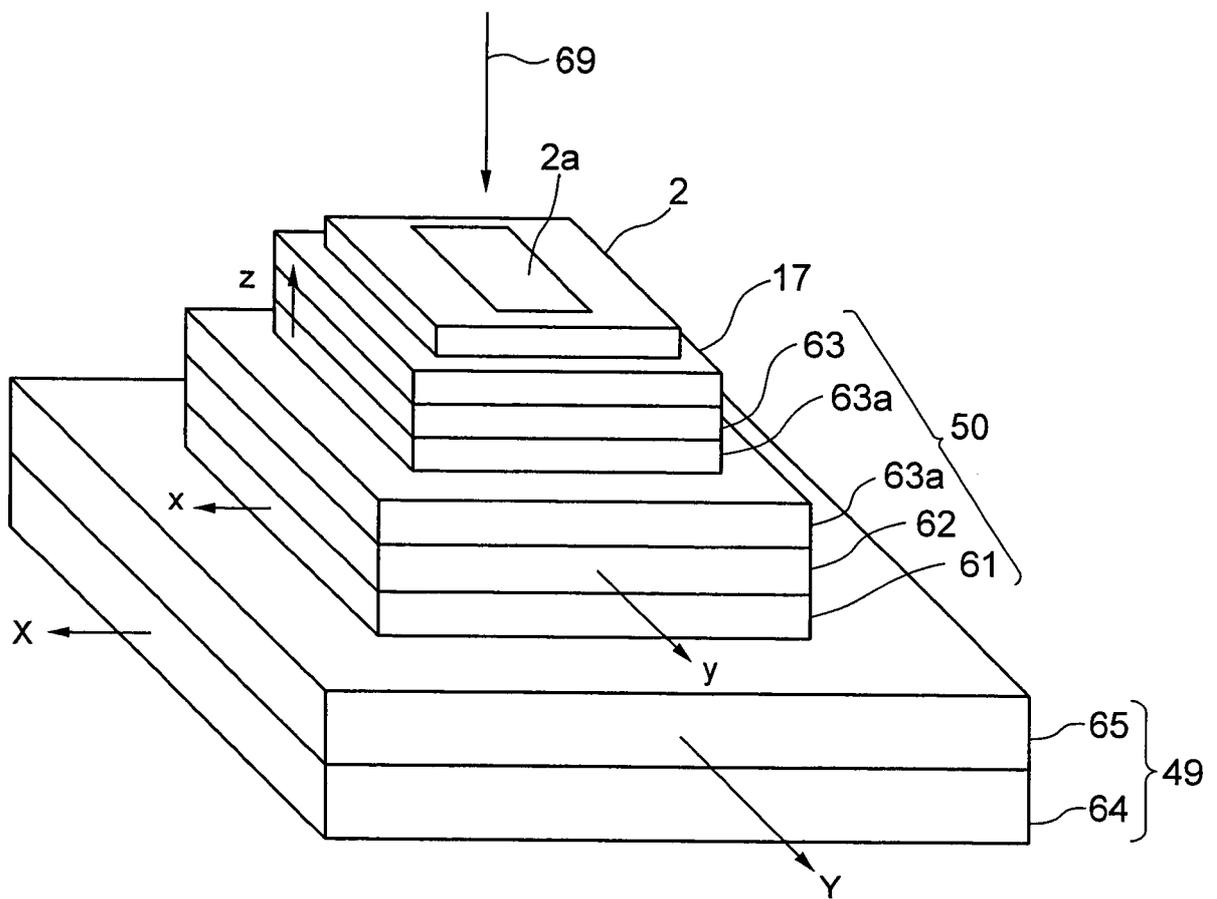


FIG. 7

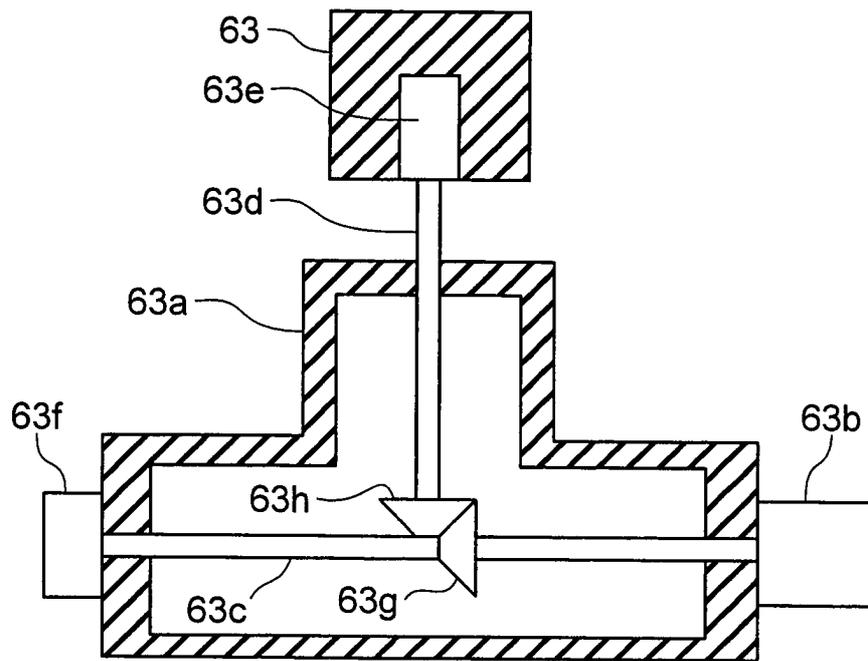


FIG. 8A

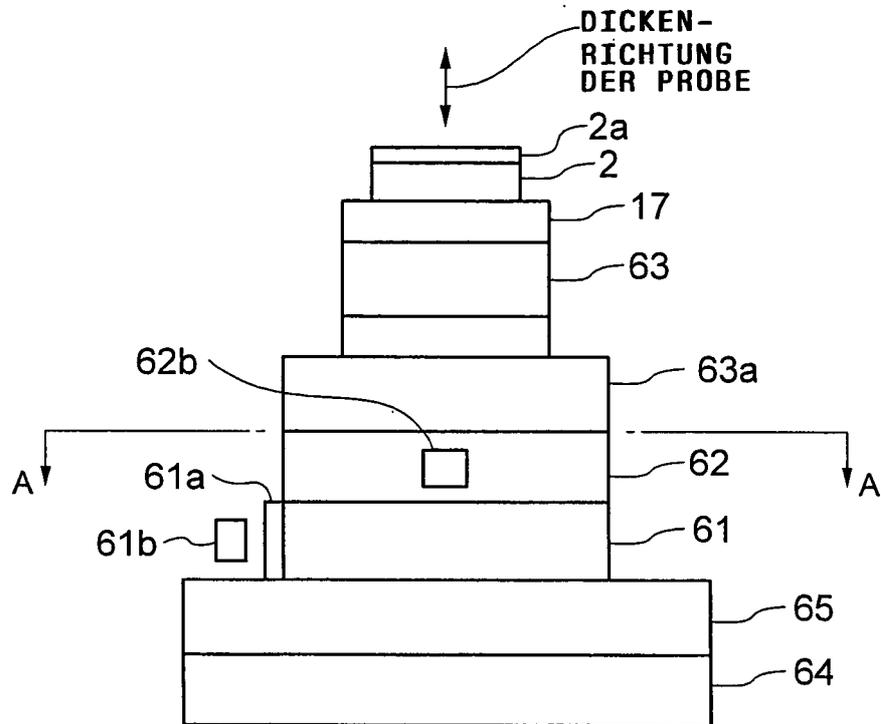


FIG. 8B

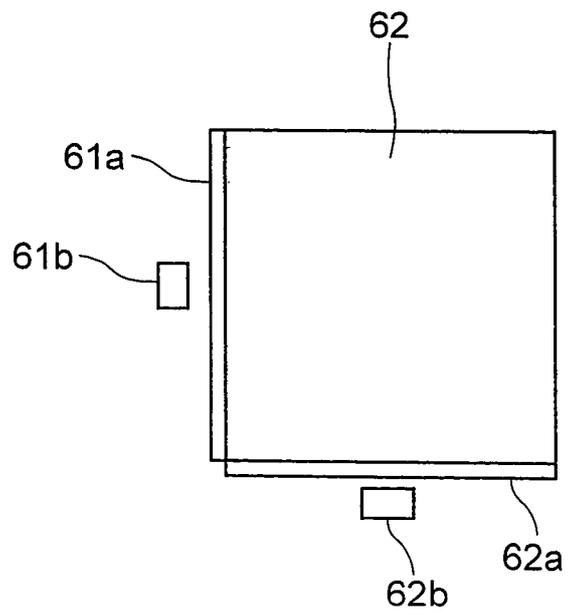


FIG. 9

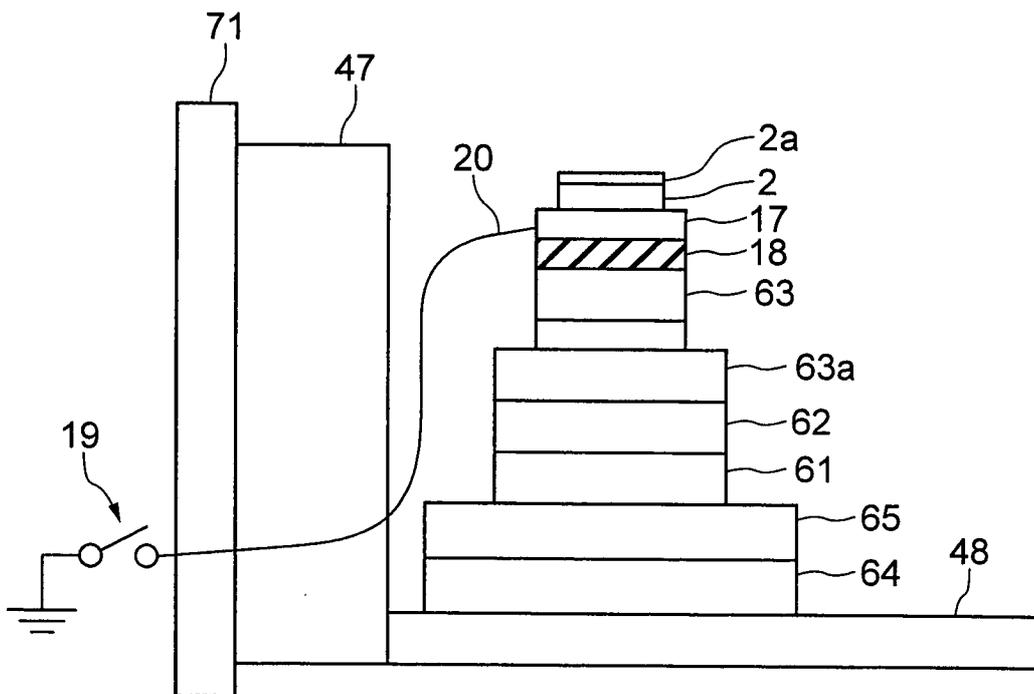


FIG. 10C

FIG. 10B

FIG. 10A

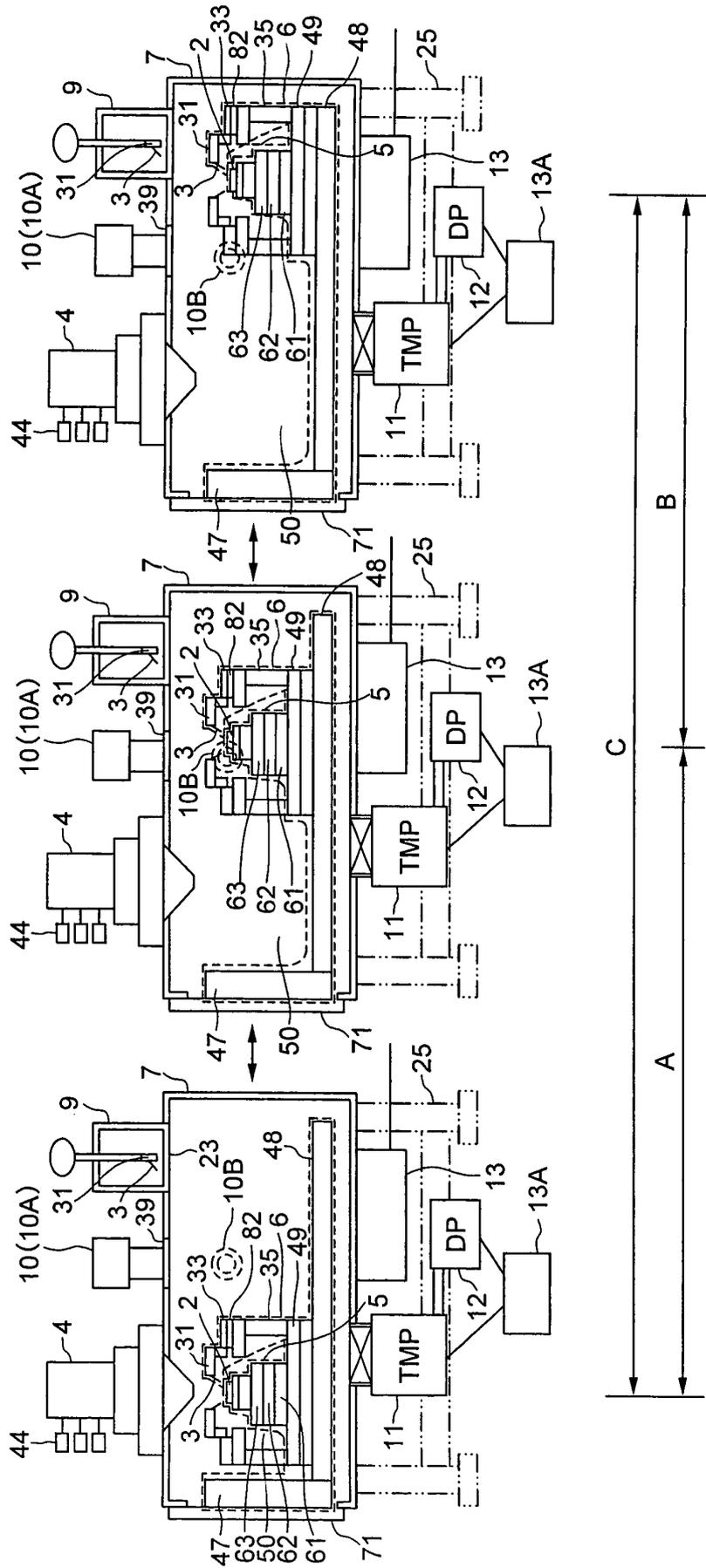


FIG. 11A

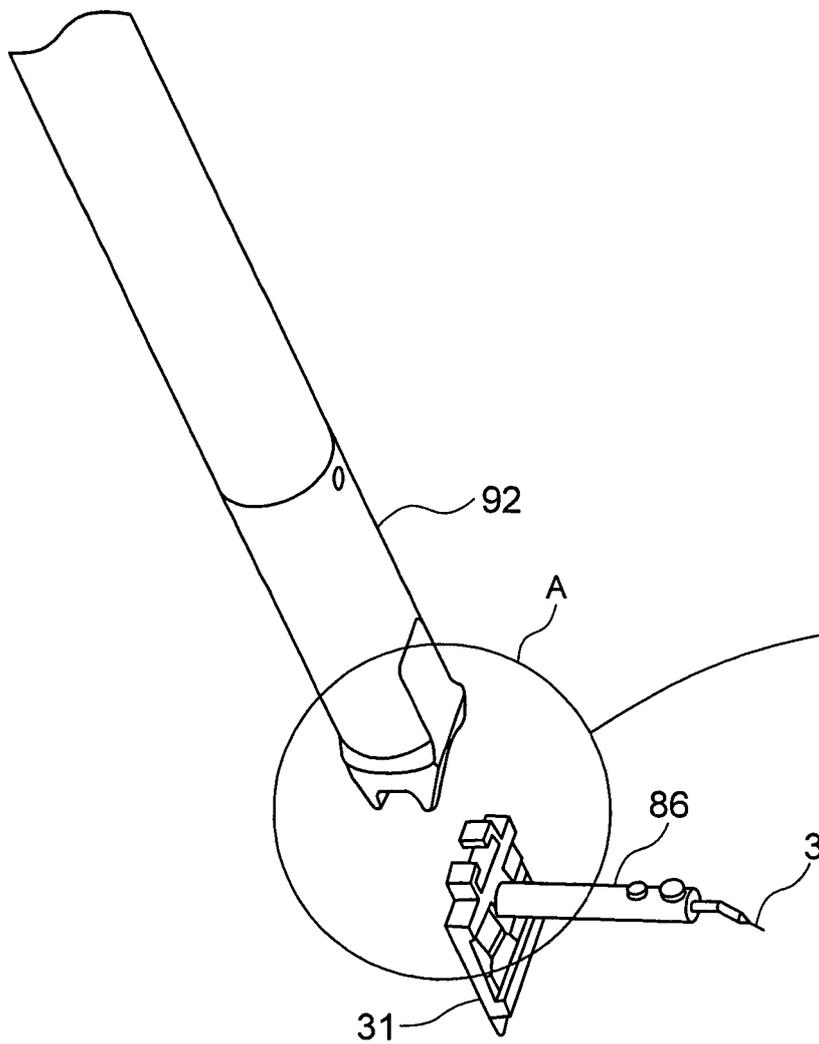


FIG. 11B

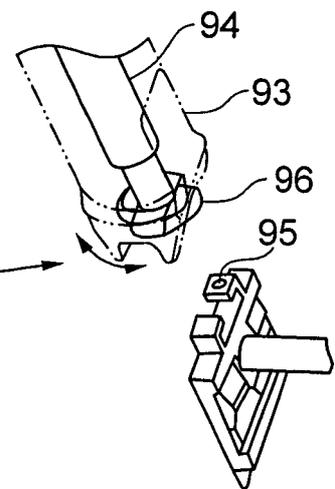


FIG. 12A

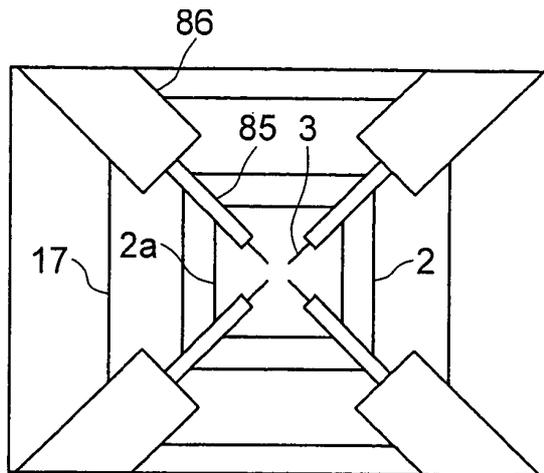


FIG. 12B

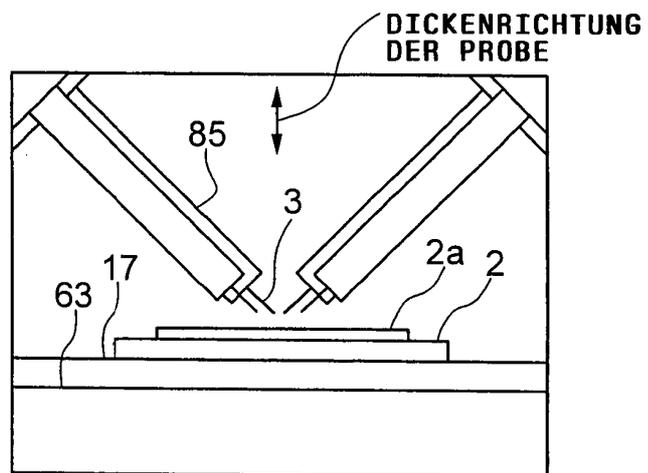


FIG. 12C

