



Ausschliessungspatent

Erteilt gemaeß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

212 580

Int.Cl.<sup>3</sup> 3(51) G 01 B 11/14

H 01 J 9/42

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) AP G 01 B/ 2547 106  
(31) 157005/82

(22) 09.09.83  
(32) 09.09.82

(44) 15.08.84  
(33) JP

(71) siehe (73)

(72) GOTOU, MINEO; YOSHIKAWA, RYOICHI; TOJO, TORU; WADA, HIROTSUGU, JP

(73) TOKYO SHIBAURA DENKI KABUSHIKI KAISHA, HORIKAWA-CHO, SAIWAI-KU, KAWASAKI-SHI, JP

(54) VERFAHREN ZUM MESSEN DER TATSAEHLICHEN STELLUNG EINES ZIELKOERPERS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen der Position eines Siliziumplättchens (16) als ein zu bestrahlendes Werkstück. Das Verfahren wird geeigneterweise in einem Elektronenstrahlbelichtungssystem eingesetzt. Ein Plättchen (16) hat eine Vielzahl von Chip-Ausrichtungsmarken (48), die eine Vielzahl von Chip-Feldbereichen (A) entsprechend kennzeichnen, die in einem linearen Plättchenzerteilungsbereich (B) eingeschlossen sind. Wenn das Halbleiterplättchen (16) in einer Halterung (28) eingesetzt und im Bestrahlungssystem befestigt ist, dann werden die Kantenabschnitte des Plättchens (16) mit dem Elektronenstrahl teilweise abgetastet, um die Stellung des Plättchens (16) grob zu messen. In Übereinstimmung mit diesen Plättchenpositionsdaten wird ein Plättchenflächenabschnitt, der für den Nachweis nur der Ausrichtungsmarken erforderlich ist, innerhalb des linearen Zerteilungsbereiches (B) definiert. Bei dem Markennachweis mit Hilfe des Elektronenstrahles bestrahlt dieser ausschließlich den begrenzten Plättchenflächenbereich der Plättchenfläche, wodurch eine sehr genaue Messung der Plättchenstellung möglich ist und eine unerwünschte Bestrahlung des Stromkreisbildungsbereiches verhindert wird. Figur 2

Verfahren zum Messen der tatsächlichen Stellung eines Zielkörpers

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen ein Zielkörperstellungsgemeßverfahren für den Nachweis der Stellung eines Zielkörpers durch Elektronenstrahlabtastung für die genaue Ausrichtung eines elektronischen optischen Systems auf einen Zielkörper wie beispielsweise auf ein Halbleiterplättchen in einem Elektronenstrahlbelichtungssystem zur Herstellung eines ultrafeinen Leitungsmusters in der Größenordnung von Submikrometern auf dem Zielkörper durch Elektronenstrahlen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Mit der Entwicklung der Technik der Größtintegrationschaltungen (VLSIs) gewann das schnelle Elektronenstrahlbelichtungssystem mit hohem Auflösungsgrad für die Herstellung eines hochfeinen Leitungsmusters auf einem Zielkörper wie beispielsweise einem monokristallinen Siliziumplättchen immer mehr an Bedeutung.

Zur Ausrichtung eines elektronischen optischen Systems auf ein Siliziumplättchen oder einen Zielkörper, der auf einem Werkstücktisch in einer herkömmlichen Elektronenstrahlbelichtungseinrichtung angeordnet ist, wird eine Ausrichtungs- oder Chipausrichtungsmarke auf dem Plättchen mit einem Elektronenstrahl abgetastet und die Stellung des Siliziumplättchens mit Hilfe der Markennachweisdaten gemessen. Wenn ein Stellungsfehler zwischen dem optischen System des Elektronenstrahlbelichtungssystems und dem Siliziumplättchen nachgewiesen wird, dann wird sowohl die Stellung des Siliziumplättchens als auch die Stellung des Elektronenstrahls entsprechend den Siliziumplättchen-Stellungsdaten korrigiert, wodurch eine feine Ausrichtung vorgenommen wird. Bei der herkömmlichen Ausrichtungsmethode jedoch neigt der Elektronenstrahl bei der Bestrahlung des Siliziumplättchens und dem Abtasten seiner Oberfläche zum Nachweis

der Ausrichtungsmarke dazu, die Stromkreisbildungsfläche oder Chipfläche (auch als Chipfeldfläche bezeichnet) zu bestrahlen und das Stromkreismuster auf der Chipfläche zu beschädigen. Wenn das Siliziumplättchen mechanisch auf den Werkstücktisch mittels einer Spannvorrichtung oder Halterung aufgebracht wird, dann ist die mechanische Ausrichtungsgenauigkeit verhältnismäßig gering.

Deshalb müssen die Abmessungen einer solchen Ausrichtungsmarke vergrößert werden, damit diese Marke mit dem Elektronenstrahl ohne weiteres innerhalb einer kurzen Zeit nachgewiesen werden kann. Eine vergrößerte Ausrichtungsmarke jedoch reicht nahe an die Chipfeldfläche auf dem Siliziumplättchen heran. Wenn ein Elektronenstrahl ein Plättchen bestrahlt, das für die Elektronenstrahlabtastung grob ausgerichtet ist, so daß die größere Ausrichtungsmarke nachgewiesen werden kann, kommt es gewöhnlich dazu, daß die Stromkreisbildungsfläche in unerwünschter Weise bestrahlt und dadurch der Schaltkreis zerstört wird.

Zur Überwindung des oben beschriebenen Nachteils kann die Ausrichtungsmarke auf die Breite einer stromkreisfreien Fläche wie beispielsweise auf den kleinen Bereich innerhalb einer linearen Plättchenzerteilungsfläche beschränkt werden, so daß der Elektronenstrahl nur die lineare Plättchenzerteilungsfläche bestrahlt. Zur wirksamen Anwendung des obigen Verfahrens jedoch muß die mechanische Präzision der Plättchenausrichtung mit Hinblick auf den Werkstücktisch wesentlich verbessert werden (z. B. muß der Ausrichtungsfehler in einem Bereich von  $\pm 20 \mu\text{m}$  liegen), sonst kann die Ausrichtungsmarke durch die Bestrahlung des Siliziumplättchens innerhalb einer kleinen Fläche mit dem Elektronenstrahl nicht schnell und wirksam aufgefunden werden. Mit Hilfe der bekannten mechanischen Ausrichtungsmechanismen ist es jedoch sehr schwierig, eine äußerst genaue Ausrichtung der Siliziumplättchen zu erreichen. Wenn eine derartig hohe Genauigkeit der Ausrichtung erreicht werden soll, dann ist dies nur durch sehr komplizierte Präzisionsmechanismen möglich, die einen hohen Kostenaufwand ergeben.

Ziel der Erfindung:

Es ist somit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Zielkörperstellungsmeßverfahren zu schaffen, das in geeigneter Weise auf ein Elektronenstrahlbelichtungssystem angewendet werden kann, so daß Beschädigungen eines Chipstromkreismusters auf einem Siliziumplättchen, die durch die Bestrahlung mittels eines Ladungsträgerstrahles für den Stellungsnachweis eines Werkstückes wie beispielsweise eines Siliziumplättchens als Zielkörper und für die Ermittlung einer Plättchenstellung mit hoher Genauigkeit verursacht wird, verhindert werden, so daß eine genaue Ausrichtung von Siliziumplättchen als Zielkörper und optischem System des Ladungsträgerstrahl-Belichtungssystems möglich ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Erfindungsgemäß wird eine grobe Messung einer Werkstückstellung als vorläufige Primärmessung zum Nachweis einer Kante eines Werkstückes durchgeführt und anschließend wird als Sekundärmessung eine Ausrichtungsmarke mittels eines Ladungsträgerstrahles wie beispielsweise eines Elektronenstrahles abgetastet.

Wenn ein Halbleiterplättchen als zu belichtendes Werkstück verwendet wird, ist ein derartiges Halbleiterplättchen im allgemeinen mit einer gestreckten Orientierungskante versehen. Die Kante des Halbleiterplättchens wird mit dem Elektronenstrahl an der gestreckten Orientierungskante abgetastet, wodurch eine Grobmessung vorgenommen wird. In diesem Fall kann die Differenz zwischen den Intensitäten der Elektronenstrahlssignale eines flachliegenden und eines geneigt- oder schief liegenden Halbleiterplättchens für die Messung herangezogen werden. Andererseits kann der Strom eines Elektronenstrahles, der durch die Kante fließt, herangezogen werden. Die Intensität bzw. die Stromstärken der Elektronenstrahlen werden an mehreren Punkten an der Kante für den Nachweis der Drehstellung und der Stellung auf der X-Achse des Halbleiterplättchens gemessen. Mindestens eine Stelle an einer gebogenen Kante, bei der es sich nicht um die Orientierungskante handeln darf, wird nachgewiesen, so daß die Y-Achsenlage des Halbleiterplättchens bestimmt werden kann. Die

Plättchenausrichtung auf dem Plättchenträger wurde mit einer Genauigkeit im Bereich von  $\pm 20 \mu\text{m}$  festgestellt. Eine Markenstellung kann mit Hilfe der Grobstellung des Halbleiterplättchens in der oben beschriebenen Weise nachgewiesen werden. Insbesondere wird die Ausrichtungsmarke mit einem Elektronenstrahl in einem Abstand von  $40 \mu\text{m}$  abgetastet, wodurch ein reflektiertes Elektronenstrahlsignal ermittelt wird. Anhand dieses reflektierten Signales wird eine Ausrichtungsmarke für den Nachweis der Ausrichtungsmarkenstellung ermittelt. Das Markensignal wird durch einen A/D-Wandler umgewandelt und von einem Rechner oder dergleichen analysiert, so daß die Stellung der Marke mit hoher Genauigkeit nachgewiesen werden kann. Selbst, wenn deshalb die Marke zwischen den Plättchenzerteilungslinien angebracht wurde, kann diese mit dem Elektronenstrahl ohne weiteres abgetastet und leicht nachgewiesen werden.

Die vorliegende Erfindung basiert auf obiger Voraussetzung und schafft ein Verfahren für die Messung einer Werkstückstellung durch die Abtastung einer Marke auf einem Werkstück auf einem Werkstücktisch mittels eines Ladungsträgerstrahles, das die folgenden Schritte umfaßt: Abtastung einer Kante des Werkstückes mit einem Ladungsträgerstrahl zur Bestimmung der Grobstellung des Werkstückes; und Abtastung der auf dem Werkstück aufgetragenen Marke anhand der Grobstellungsdaten für den Nachweis der Stellung der Ausrichtungsmarke.

#### Ausführungsbeispiel:

Die vorliegende Erfindung ist anhand der zugehörigen Zeichnungen am besten verständlich. In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild des Aufbaus eines Elektronenstrahlbelichtungssystems, auf das das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise angewendet wird;

Figur 2 eine Draufsicht auf eine Halbleiterplättchenhalterung, die zu dem Elektronenstrahlbelichtungssystem gemäß Figur 1 gehört, für die Aufnahme eines monokristallinen Siliziumplättchens

als Zielkörper, so daß das Halbleiterplättchen auf einem X-Y-Träger ausgerichtet und gehalten wird;

Figur 3 einen Schnitt durch die Halterung gemäß Figur 2 längs der Linie III-III;

Figur 4A und 4B eine Schnittdarstellung des Halbleiterplättchens und ein Diagramm mit einer Wellenform eines hochempfindlichen Elektronenstrahls für die Bestrahlung des Halbleiterplättchens, wobei der Elektronenstrahl durch einen Plättchenkantenabschnitt reflektiert wird; und

Figur 5 ein Verfahrensschema mit den Schritten für die Messung einer Werkstückstellung in einem Elektronenstrahlbelichtungssystem.

Figur 1 ist die schematische Darstellung eines Elektronenstrahlbelichtungssystems, auf das ein erfindungsgemäßes Verfahren angewendet wird. Ein Elektronenstrahlerzeuger 10 ist oben innerhalb eines Vakuengehäuses 12, das durch eine (nicht dargestellte) Vakuumpumpe evakuiert wird, befestigt. Ein Elektronenstrahl 14, der von einem Elektronenstrahlerzeuger 10 emittiert wird und sich in dem Gehäuse 12 nach unten fortpflanzt, bestrahlt ein Werkstück wie beispielsweise ein monokristallines Siliziumplättchen 16 als Zielkörper durch ein erstes elektromagnetisches Objektiv 18, Abdeckplatten 20, ein zweites elektromagnetisches Objektiv 22 und Abtastablenkplatten 24, die durch eine Zentraleinheit 34, die nachfolgend beschrieben wird, gesteuert werden. Das Halbleiterplättchen 16 wird in eine Plättchenhalterung wie beispielsweise eine Kassette oder eine Halterung 28 (Figuren 2 und 3) eingesteckt und auf einem Tisch oder einem X-Y-Träger 26 positioniert, der in dem Gehäuse 12 in einer Ebene senkrecht zur Strahlungsrichtung des Elektronenstrahls bewegbar ist. Die augenblickliche Lage und die Verschiebung des X-Y-Trägers 26 werden optisch mittels eines Laserdetektors 30 mit hoher Genauigkeit gemessen. Ein Ausgangsmeßsignal  $3A$  vom Laserdetektor 30 wird in eine Zentraleinheit (ZE) 34 eingespeist.

Andererseits trifft ein Elektronenstrahl 14, der durch das Halbleiterplättchen 16 reflektiert wird, auf ein Elektronennachweiselement 36 auf, das zum Beispiel einen Festkörperfühler enthält. Das Elektronennachweiselement 36 weist den reflektierten Elektronenstrahl 14' nach und liefert ein Nachweissignal 38 über einen Signalverstärker 40 zu einem Analog/Digital-Wandler 42. Der A/D-Wandler 42 wandelt ein analoges Signal in ein digitales Signal um, das durch das Elektronennachweiselement 36 erzeugt und durch den Verstärker 40 verstärkt wird. Ein Digitalspeicher 44 ist an die Ausgangsklemme des A/D-Wandlers 42 für den Empfang und die Speicherung des digitalen Nachweissignales angeschlossen.

Die im Speicher 44 gespeicherten Daten werden in die Zentraleinheit 34 weitergeleitet. Die Zentraleinheit 34 steuert die Abtastablenkplatten 24, wie hierin nachfolgend ausführlich beschrieben wird, damit der Elektronenstrahl 14 vom Elektronenerzeuger 10 aus gemäß der Eingabedaten richtig auf das Halbleiterplättchen 16 gestrahlt wird. Die Zentraleinheit 34 steuert ebenfalls einen Trägerantrieb 46 für die Bewegung des Trägers 26 in der Horizontalen und Vertikalen.

Das monokristalline Siliziumplättchen 16 in der Form eines dünnen Scheibchens, das in der Halterung 28, die an dem X-Y-Träger 26 befestigt ist, aufgenommen wird, besitzt einen gestreckten Kantenabschnitt 16a als gestreckte Orientierungskante, die in Figur 2 als Strichlinie gezeichnet ist. Die rechtwinkligen Chipflächen A erstrecken sich über den größten Teil der Fläche des Halbleiterplättchens 16. Auf den Chipflächen A werden identische Größtintegrations-Chipmuster gebildet. Chip-Ausrichtungsmarken 48 werden innerhalb einer Plättchenfläche B (rasterähnlich durch lineare Plättchenzerteilungsflächen unterteilte Fläche) außerhalb der Chipflächen A gebildet. Die Chip-Ausrichtungsmarken 48 geben die Chipflächen A an. Jede der Chip-Ausrichtungsmarken 48 auf dem Halbleiterplättchen 16 hat einen V-förmigen Abschnitt und besitzt im wesentlichen die Form eines L an der Kreuzung von zwei linearen Plättchenzerteilungsflächen B.

Die Halterung 28 für die Aufnahme eines Siliziumplättchens 16 besitzt eine Hauptöffnung 51, die kleiner ist als das darauf zu lagernde Siliziumplättchen, und eine Vielzahl von beispielsweise vier Öffnungen 50a, 50b, 50c und 50d, die auf dem Umfang oder im Kantenbereich des Siliziumplättchens 16 liegen. Die Öffnungen 50a und 50b befinden sich im Bereich der gestreckten Orientierungskante 16a des Plättchens 16, wenn das Plättchen 16 in der Halterung befestigt ist, wie in Figur 2 gezeigt wird. Die Öffnungen 50c und 50d werden im bogenförmigen Bereich der Kante des Plättchens 16 eingearbeitet, so daß eine Gerade zwischen den Öffnungen 50c und 50d parallel zu einer Geraden liegt, die die Öffnungen 50a und 50b verbindet. Figur 3 ist eine Schnittdarstellung der Halterung 28 längs der Geraden, die die Öffnungen 50c und 50d verbindet. Wie aus Figur 3 hervorgeht, sind die bogenförmigen Kantenbereiche des Plättchens 16 über die Öffnungen 50c und 50d der Außenatmosphäre ausgesetzt. Wenn das Plättchen 16 in der Halterung 28 von oben betrachtet wird, können wie durch die durchgezogenen Linien und die durchgezogenen Kurven gemäß Figur 5 deutlich wird, zwei Abschnitte der geraden, der sogenannten gestreckten Orientierungskante 16a und zwei Abschnitte der bogenförmigen Kante durch die Öffnungen 50 längs der Y-Achse beobachtet werden. Wenn der Elektronenstrahl 14 durch die Öffnungen 50 die Kantensegmente bestrahlt und abtastet, kann die Grobstellung des Plättchens 16 durch einen Vergleich mit den Kantenstellungsdaten an vier Stellen auf dem Plättchen ermittelt werden.

Ein Verfahren für die Ermittlung der Stellung eines Halbleiterplättchens im Elektronenstrahlbelichtungssystem, dessen Aufbau oben beschrieben wurde, wird nachfolgend anhand eines erfindungsgemäßen Beispiels beschrieben.

Das Siliziumplättchen 16, das Werkstück, wird durch die Halterung 28 an einer vorbestimmten Stelle des X-Y-Trägers 26 befestigt. In diesem Fall wird der X-Y-Träger 26 durch den Trägerantrieb 46 in bezug auf eine Bahn des Elektronenstrahles 14 in einer vorbestimmten Stellung eingestellt. Die elektromagnetischen Objektive 18 und 22 und die Ablenkplatten 20 und 22 wer-



den durch die Zentraleinheit 34 gesteuert, so daß der Elektronenstrahl 14, der aus dem Elektronenerzeuger 10 emittiert wird, die Kantenabschnitte des Halbleiterplättchens 16 bestrahlt. Der Elektronenstrahl 14 bestrahlt und tastet die vier Kantenabschnitte durch Öffnungen oder Fenster 50a, 50b, 50c und 50d, die in der Halterung 28 gemäß Figur 2 eingearbeitet wurden, ab. Der Elektronenstrahl 14 tastet die geradkantigen Abschnitte der gestreckten Orientierungskante 16a des Plättchens 16 durch die Halteröffnungen 50a und 50b in der X-Richtung (d. h. in einer Richtung, die im wesentlichen senkrecht auf der gestreckten Orientierungskante 16a steht) zwischen diesen Öffnungen ab. Der Elektronenstrahl 14 tastet die bogenförmigen Kantenabschnitte des Plättchens 16 durch die Öffnungen 50c und 50d in der Y-Richtung zwischen diesen Öffnungen ab. Der Energiepegel und die Wellenform des durch den Plättchenkantenabschnitt reflektierten Elektronenstrahles ändern sich wie in den Figuren 4A und 4B gezeigt, abrupt. Wenn der Elektronenstrahl 14 die für die Bildung des Chipmusters bestimmte Fläche 52 (Kristallfläche) 52 bestrahlt, die jeweils durch eine Plättchenkante 16b des Plättchens begrenzt sind, wie in Figur 4A gezeigt wird, dann haben die reflektierten Elektronenstrahlen 14', die von diesen beiden Flächen ausgehen, unterschiedliche Energiepegel 56 und 58. Eine Änderung des Energiepegels von Pegel 58 auf Pegel 56 bewirkt eine abrupte rampenförmige Zunahme, wie in Figur 4B gezeigt wird. Demgemäß kann die Stellung einer Plättchenkante durch die Bestimmung des Energiepegels und der Wellenform des reflektierten Elektronenstrahls ermittelt werden. Die Kantenstellung des Halbleiterplättchens 16 kann durch einen Vergleich mit den Daten über den reflektierten Strahl, die durch teilweises Abtasten der Hauptkantenbereiche des Plättchens 14 in der oben beschriebenen Weise gemessen werden. Selbst wenn das Plättchen 16 mit der vorgegebenen Form nur ungenau auf dem X-Y-Träger positioniert wird (ein Stellungsfehler wird z. B. auf mehrere Millimeter vergrößert), geben die Stellungsdaten die horizontale und vertikale Lage an und es kann die Winkelstellung des Plättchens im X-Y-Koordinatensystem ermittelt werden. Die Stellungsdaten werden in die Zentraleinheit 34 über den

Verstärker 40 und den A/D-Wandler 42 und den Digitalspeicher 44 eingespeist.

Die Zentraleinheit 34 verarbeitet die Positionsdaten und ermittelt die augenblickliche Lage des Halbleiterplättchens 16 auf dem X-Y-Träger 26. Dieser Nachweis der augenblicklichen Stellung des Halbleiterplättchens entspricht einer ersten Stufe oder einem ersten Meßschritt des erfindungsgemäßen Plättchenstellungsmeßverfahrens.

Es wird die Kantenstellung des Plättchens 16 der vorbestimmten Form in bezug auf die Stellungen der Chip-Ausrichtungsmarken 48 auf dem Plättchen 16 bestimmt. Mit Hilfe der Plättchenstellungsdaten tritt die Zentraleinheit 34 in Aktion, um eine begrenzte kleine Fläche (die der linearen Plättchenzerteilungsfläche B entspricht) des Plättchens 16 zum Abtasten der Chip-Ausrichtungsmarken 48 mit Hilfe des Elektronenstrahls 14 zu bestrahlen, die auf den linearen Plättchenzerteilungsflächen B des Plättchens 16 gebildet wurden. Mit anderen Worten, der Flächenbereich des Plättchens 16, der für die Abtastung der Chip-Ausrichtungsmarken 48 auf den linearen Plättchenzerteilungsflächen B mit dem Elektronenstrahl 14 erforderlich ist, wird wesentlich durch die groben Plättchenstellungsangaben, die mit dem ersten Meßschritt ermittelt wurden, begrenzt, so daß verhindert wird, daß der Abtastbereich den Stromkreisbereich oder die Chip-Feldflächen A des Plättchens 16 überlappt. Der Elektronenstrahl 14 wiederum bestrahlt das Plättchen 16 so, daß der auftreffende Leuchtfleck die begrenzte Elektronenstrahlbelichtungsfläche (d. h. die lineare Plättchenzerteilungsfläche B mit einer Breite von  $80 \mu\text{m}$ ) für den Nachweis der Ausrichtungsmarken 48 nicht überschreitet. Alle Chip-Ausrichtungsmarken 48, die sich in dem schmalen linearen Plättchenzerteilungsbereich B befinden, können mit großer Genauigkeit nachgewiesen werden (d. h. mit einem Fehler von etwa  $0,01 \mu\text{m}$ ). Wenn mehrere Marken 48 nachgewiesen werden, wird die Stellung des Plättchens 16 genau gemessen. Die Stellung des X-Y-Trägers 26 beziehungsweise die an den Ablenkplatten 24 anliegende Ablenkspannung kann in Übereinstimmung mit der Plättchen-

stellung gemessen werden, wodurch eine sehr genaue Ausrichtung zwischen dem optischen System und dem Plättchen 16 erreicht wird.

Der ausführliche Betrieb der Plättchenstellungsberechnung durch die Zentraleinheit 34 gemäß dem Stellungsmeßverfahren der vorliegenden Erfindung wird nunmehr unter Bezugnahme auf Figur 5 beschrieben.

Das auf dem X-Y-Träger 26 mittels der Halterung 28 positionierte Siliziumplättchen 16 kann mit einem bekannten Plättchenvoreinsteller innerhalb eines Bereiches von  $5 \times 10^{-4}$  Rad einer Drehwinkleinstellung unterworfen werden. Der Elektronenstrahl bestrahlt dann die Plättchenkantenbereiche durch die Öffnungen 50a, 50b, 50c und 50d, die in die Halterung 28 eingearbeitet sind. Wenn die Stellungsmeßwerte an den Plättchenkantenabschnitten, die den Öffnungen 50a, 50b, 50c und 50d entsprechen, gegeben sind durch  $x_a$ ,  $x_b$ ,  $y_c$  und  $y_d$ , kann die primäre zentrale Position ( $X_w$ ,  $Y_w$ ) des Siliziumplättchens bei der Grobstellungsmessung wie folgt angegeben werden:

$$X_w = (x_a + x_b) / 2 + x_L$$

$$Y_w = (y_c + y_d) / 2,$$

wobei  $x_L$  - Abstand der gestreckten Orientierungskante 16a vom Zentrum des Siliziumplättchens.

Die Kantenstellung des Plättchens 16 einer vorbestimmten Form in bezug auf die Stellungen der Chip-Ausrichtungsmarken 48, die darauf gebildet werden, wird, wie zuvor beschrieben, bestimmt. Wenn die zentrale Stellung ( $X_w$ ,  $Y_w$ ) bestimmt wird, kann der Elektronenstrahlbereich auf dem Plättchen 16 für den Nachweis der Chip-Ausrichtungsmarken 48 in bezug auf die zentrale Stellung ( $X_w$ ,  $Y_w$ ) abgegrenzt werden. Wenn die X-Komponenten der Abstände  $l_1$  und  $l_2$  zwischen der zentralen Stellung des Siliziumplättchens und einer anderen Marke gegeben sind durch  $x_{M1}$  und  $x_{M2}$  und die Y-Komponenten derselben gegeben sind durch  $y_{M1}$  und  $y_{M2}$ , dann sind die Koordinaten M1 und M2, die den Komponenten der beiden Marken entsprechen, definiert als ( $X_w + x_{M1}$ ,  $Y_w + y_{M1}$ ) und

$(X_w + x_{M2}, Y_w + y_{M2})$ . In diesem Fall wird eine quadratische Fläche, die als Zentrum wie oben beschrieben einen der Punkte M1 oder M2 und eine vorbestimmte Größe hat (die Seitenlänge beträgt z. B. 80  $\mu\text{m}$ ), berechnet. Diese quadratische Fläche ist der kleine Oberflächenbereich, der für die Abtastung der Marken mit dem Elektronenstrahl genutzt wird. Wenn die Markenstellungen, die wirklich durch Abtasten mit dem Elektronenstrahl gemessen werden, gegeben sind durch  $M1' = (x_{M1}', y_{M1}')$  und  $M2' = (x_{M2}', y_{M1}')$ , dann werden die Winkelstellung  $\theta$  und eine sekundäre (korrigierte) zentrale Stellung  $(X_w', Y_w')$  wie folgt dargestellt:

$$\theta = \tan^{-1} |(x_{M1}' - x_{M2}') / (y_{M1}' - y_{M2}')|$$

$$X_w' = (x_{M1}' + x_{M2}') / 2 - x_{M1}' \cos \theta$$

$$Y_w' = \left\{ y_{M1}' - y_{M1}' \cos \theta + x_{M1}' \sin \theta + (y_{M2}' + y_{M1}' \cos \theta - x_{M1}' \cos \theta) \right\} / 2$$

Wenn die berechnete Stellung zur Angabe der Stellung der Ausrichtungsmarke innerhalb des linearen Zerteilungsbereiches B, die für die einzelnen Chipflächen A gebildet sind, gegeben ist durch  $(x_{ci}, y_{ci})$  und die wirklich gemessene Markenstellung gegeben ist durch  $(x_{mi}, y_{mi})$ , dann sind die Differenzen zwischen den x-Komponenten und zwischen den y-Komponenten wie folgt:

$$\Delta x_i = x_{ci} - x_{mi}$$

$$\Delta y_i = y_{ci} - y_{mi}$$

Die Winkelstellung des Plättchens 16 oder die Ablenkspannung an den Ablenkplatten 24 wird so weit korrigiert, daß die oben angegebenen Differenzen Null sind, wodurch eine ganz präzise Ausrichtung zwischen dem optischen System und dem Siliziumplättchen 16 möglich ist.

Bei dem Plättchen-Stellungsmeßverfahren werden anfänglich die Kantenabschnitte mit dem Elektronenstrahl abgetastet und die Grobstellung des Plättchens 16 auf dem X-Y-Träger 26 wird bestimmt. Der kleine Flächenbereich (der sich auf die lineare Plättchenzerteilungsfläche B beschränkt) für den Nachweis der

Chip-Ausrichtungsmarken auf dem Plättchen 16 wird in Übereinstimmung mit der ersten Messung bestimmt. Als nächstes bestrahlt der Elektronenstrahl 14 die lineare Plättchenzerteilungsfläche B einschließlich der Chipfeldfläche A auf dem Plättchen 16 in einer Weise, daß die Chipfeldflächen A mit dem Leuchtfleck des Elektronenstrahles nicht abgetastet werden. Die Erfinder stellten fest, daß jede der kleinen Chip-Ausrichtungsmarken 48 mit hoher Genauigkeit nachgewiesen werden kann (tatsächlich kann die Plättchenstellung mit einem Fehler in einem Bereich von nicht größer als  $\pm 20 \mu\text{m}$  gemessen werden). Zu diesem Vorteil kommt hinzu, daß der Elektronenstrahl den kleinen Flächenbereich richtig bestrahlt, wobei er die Stromkreisflächen wie die Chipfeldbereiche ausspart. Darüber hinaus müssen zur Erzielung der oben angeführten Effekte keine zusätzlichen Bauelemente eingesetzt werden (obwohl die Öffnungen 50 in die Halterung 28 einzuarbeiten sind). Auf diese Weise ist die Hardware-Konfiguration des Elektronenstrahlbelichtungssystems nicht kompliziert. Erfindungsgemäß muß das Siliziumplättchen als das zu belichtende Werkstück innerhalb des mechanischen Plättchen-Ausrichtmechanismus nicht genau ausgerichtet werden. Deshalb kann der mechanische Plättchen-Ausrichtmechanismus vereinfacht werden. Dies führt zu einer einfachen System-Hardware. Neben diesen Vorteilen bestrahlt der Elektronenstrahl die Plättchenkantenbereiche, so daß ein lichtemittierendes Element wie beispielsweise eine lichtemittierende Diode und ein lichtempfangendes Element wie beispielsweise ein Fototransistor nicht eingesetzt werden müssen. Selbst ohne diese Elemente können die feinen Chip-Ausrichtungsmarken im linearen Zerteilungsbereich auf dem Plättchen in Form eines sehr feinen Musters wirksam und genau nachgewiesen werden.

Obwohl die vorliegende Erfindung in bezug auf ein ganz bestimmtes Ausführungsbeispiel dargestellt und beschrieben wurde, werden den Fachleuten auf diesem Gebiet verschiedene mögliche Änderungen und Modifikationen offenbar, die die Erfindung betreffen. Zum Beispiel muß die Anzahl der Fenster oder Öffnungen, die in die Kassette oder den Halter eingearbeitet werden, nicht auf vier beschränkt bleiben, sondern kann nach Notwendigkeit modifiziert

werden. Die Halterung kann jede beliebige Form haben, vorausgesetzt, die Kantenabschnitte können mit dem Elektronenstrahl abgetastet werden. Die Form und die Zahl der auf dem Plättchen aufgebrauchten Markierungen kann erforderlichenfalls auch geändert werden. Wenn der Grobstellungsnachweis durch den Kantennachweis geschehen kann, kann die vorliegende Erfindung auf eine Maske angewendet werden.

## Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Messung der tatsächlichen Stellung eines Zielkörpers wie beispielsweise eines Halbleiterplättchens für den Fall, daß der Zielkörper mit einem optischen Ladungsträgersystem eines leitungsmusterbildenden Gerätes für die Herstellung des gewünschten feinen Stromkreismusters auf dem Zielkörper unter Verwendung eines Ladungsträgerstrahles wie beispielsweise eines Elektronenstrahles ausgerichtet wird, gekennzeichnet dadurch, daß das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt: teilweises Abtasten einer Kante eines Zielkörpers mit dem Ladungsträgerstrahl und die Ermittlung von primären Zielkörperpositionsdaten für den Fall, daß der Zielkörper mit seinen Chip-Ausrichtungsmarken in dem leitungsmusterbildenden System positioniert wird, wobei die Chip-Ausrichtungsmarken in einem stromkreisfreien Bereich innerhalb einer Vielzahl von Chipfeldflächen aufgebracht werden, die einer Vielzahl von Chipfeldflächen entsprechen und die feinen Stromkreismuster auf einer Vielzahl von Chipfeldflächen gebildet werden; Abgrenzung eines Oberflächenabschnittes des mit dem Ladungsträgerstrahl zu bestrahlenden Zielkörpers, wobei der Zielkörperflächenbereich der stromkreisfreien Fläche entspricht und die Chip-Ausrichtungsmarken des Zielkörpers gemäß den primären Zielkörperpositionsdaten umfaßt; Ausstrahlen des Ladungsträgerstrahles auf den Zielkörper, so daß der Ladungsträgerstrahl ausschließlich auf eine Fläche strahlt, die dem abgegrenzten Zielkörperflächenabschnitt entspricht; und Abtasten des Zielkörperflächenabschnittes mit dem Ladungsträgerstrahl zum Nachweis der Chip-Ausrichtungsmarken; und

Ermittlung von sekundären Zielkörper-Positionsdaten, die genauer sind als die primären Zielkörper-Positionsdaten in Übereinstimmung mit den nachgewiesenen Markendaten, wodurch schließlich die tatsächliche Stellung des Zielkörpers in bezug auf das elektronische optische System gemessen wird.

2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der primäre Positionsdatenermittlungsschritt den Schritt der teilweisen Ausstrahlung des Elektronenstrahles auf einen geraden Kantenbe-

reich des Plättchens durch eine Vielzahl von Öffnungen in einem flachen Plattenabschnitt eines Halbleiterplattenhalteteiles, das das Halbleiterplättchen so bedeckt, daß sich der flache Plattenabschnitt an einer Stelle des Umfangs des Plättchens zum Zentrum desselben erstreckt, wobei ein Plättchenhalteteil zum Festhalten des Plättchens vorgesehen ist, das eine im wesentlichen scheibenähnliche Form und den geraden Kantenabschnitt hat und auf einem Werkstücktisch angeordnet ist, wodurch der gerade Kantenabschnitt mit dem Elektronenstrahl abgetastet wird.

3. Verfahren nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß der primäre Positionsdatenermittlungsschritt den Schritt der Abstrahlung eines Elektronenstrahles auf zumindest eine nicht auf dem geraden Kantenabschnitt des Plättchens liegenden Stelle eines bogenförmigen Abschnitts durch zumindest eine Öffnung auf dem flachen Plattenabschnitt des Plättchenhalteteils umfaßt, wodurch der bogenförmige Kantenabschnitt mit dem Elektronenstrahl abgetastet wird.

4. Verfahren nach Punkt 1 oder 3, gekennzeichnet dadurch, daß der Schritt zur Begrenzung des Strahlbeleuchtungsflächenabschnitts den Schritt der Berechnung des begrenzten Zielkörperflächenabschnittes umfaßt, der die Chip-Ausrichtungsmarken umfaßt, die im linearen Zerteilungsbereich eingeschlossen sind, der auf dem Plättchen zur Abgrenzung der Vielzahl von Chipfeldflächen gebildet wird und der gleichzeitig als stromkreisfreier Bereich dient, so daß die Vielzahl von Chipfeldflächen entsprechend gekennzeichnet wird, wobei der Zielkörperflächenabschnitt davor bewahrt wird, vom linearen Zerteilungsbereich abzuweichen.

5. Verfahren nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß die primären Zielkörperpositionsdaten Kantenpositionsdaten des Plättchens einschließen, die in Übereinstimmung mit den reflektierten Elektronenstrahlen, die durch den geraden Kantenabschnitt des Plättchens und den bogenförmigen Kantenabschnitt desselben reflektiert werden, ermittelt werden.



6. Verfahren nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß der abgegrenzte Zielkörperflächenabschnitt ausschließlich auf der Basis einer bestimmten Positionsbeziehung zwischen den Kantenpositionsdaten und den Chip-Ausrichtungsmarken in Übereinstimmung mit einem vorgegebenen Algorithmus unter Heranziehung der Kantenpositionsdaten als Eingangsdaten berechnet wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

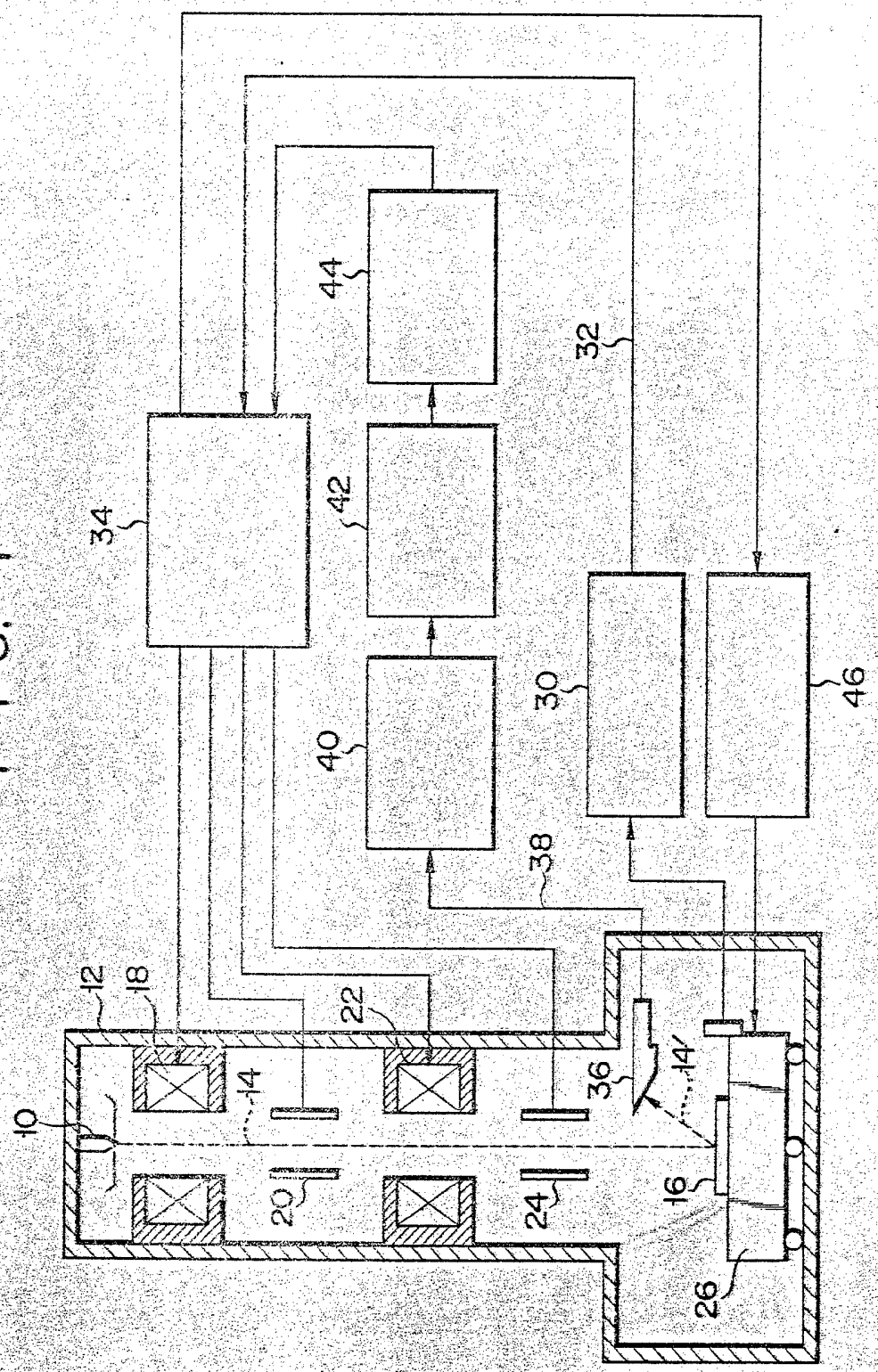


FIG. 2

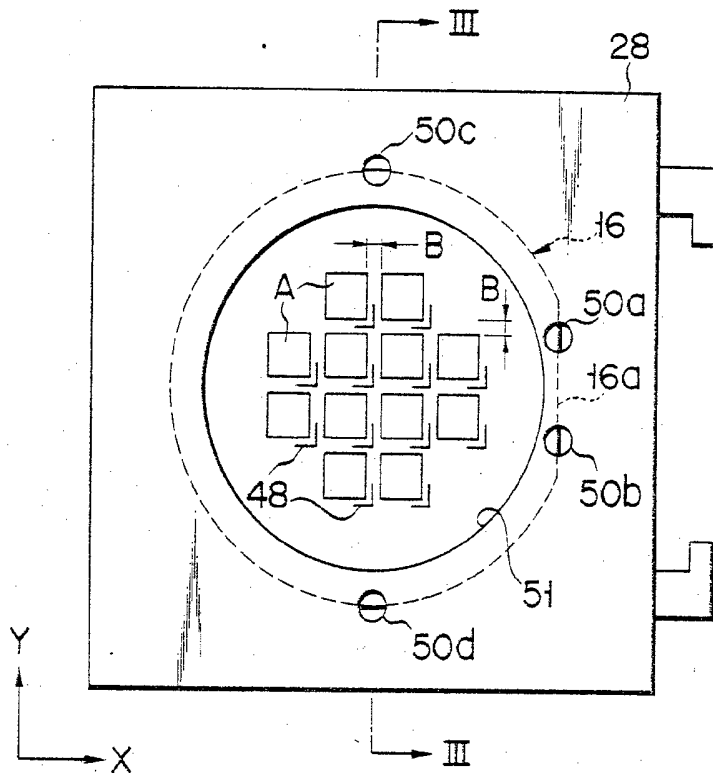


FIG. 3

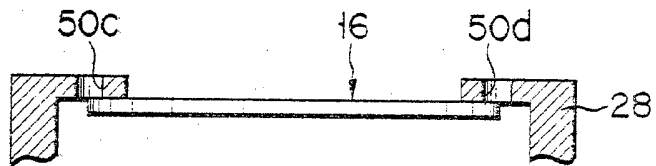


FIG. 4A

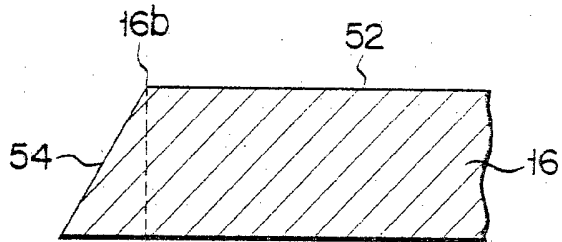
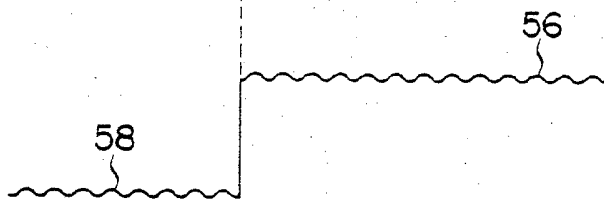


FIG. 4B



# FIG. 5

Werkstück auf dem X-Y-Träger unter Verwendung der Halterung positionieren

Ausrichtung des Elektronenstrahles auf die Kantenabschnitte des Werkstückes zur Messung der Stellung der Kante desselben

Vorläufige Bestimmung der zentralen Stellung des Werkstückes gemäß der nachgewiesenen Kantenstellung

Abgrenzung kleiner Flächenbereiche des Werkstückes, auf die der Elektronenstrahl für den Nachweis der Chip-Ausrichtungsmarken auszurichten ist

Ausrichten des Elektronenstrahles auf den kleinen Flächenbereich für den Nachweis der Stellung der Chip-Ausrichtungsmarke

Zweite Bestimmung der zentralen Stellung des Werkstückes und des Positionsfehlers

Korrektur der Positionsbeziehung zwischen dem Werkstück und dem Elektronenstrahlssystem