

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäÙ § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1563 02

Int.Cl.³

3(51) G 05 D 3/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 05 D/ 2273 62 8

(22) 02.02.81

(44) 11.08.82

(71) siehe (72)

(72) KLINGENFELD, DIETMAR, DIPL.-PHYS.; SEIDE, WOLFGANG, DR. DIPL.-ING.; DD;

(73) siehe (72)

(74) HANS KUEGLER, VEB CARL ZEISS JENA, BFS, 6900 JENA, CARL-ZEISS-STR. 1

(54) VERFAHREN ZUR UEBERDECKUNG IN DER SCHRITTWEISEN PROJEKTIONSLITHOGRAPHIE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ueberdecken zweier flaechenhafter Gegenstaende in der schrittweisen Projektionslithografie. Ziel der Erfindung ist es, ein genaues Ausrichten der Strukturen von Schablone und Substrat zueinander in hochproduktiven, automatischen Einrichtungen zu ermoeeglichen, wobei die Aufgabe besteht, diese Einrichtungen so zu konzipieren, daÙ in Ruhestellung des Substrates fuer jede Position eine genaue Ortsbestimmung der Strukturen von Schablone und Substrat zueinander ausgefuehrt und die jeweilige Folgeposition nach Berechnung der Schrittkorrektur laut MeÙergebnis erreicht wird. ErfindungsgemaeÙ erfolgt die Loesung dadurch, daÙ die Koordinaten waehrend der Belichtung eines Chips fuer den Folgechip des Substrates und die Korrektur der Schrittlaenge im Positionierschritt waehrend des Ueberganges von einem Chip zum naechsten ermittelt werden und die Bewegung des Substrates entsprechend der korrigierten Schrittlaenge erfolgt.

-1- 227362

Titel: Verfahren zur Überdeckung in der schrittweisen Projektionslithografie

Anwendungsgebiet der Erfindung:

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überdecken zweier flächenhafter Gegenstände in der schrittweisen Projektionslithografie, die bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen zum Übertragen von Schablonenstrukturen auf Substrate verwendet werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

10 Die Fotolithografie erfolgt durch verkleinernde Projektion des Strukturfeldes und dessen Aneinanderreihen geschieht durch Bewegung des Substrates in die jeweils neue Position. Dabei sind die Strukturen jeder technologischen Schicht zu denen der vorhergehenden, d.h. zu den bereits
15 auf dem Substrat befindlichen Strukturen auszurichten. Die Lage der Strukturen wird durch die Lage von prozeßstabilen Justiermarken repräsentiert, wobei zwischen Flächen- und Kantenmarken zu unterscheiden ist. Für hohe Strukturdichten und hohe Ausbeuten an gebrauchsfähigen
20 Chips ist das automatische Überdecken der Justiermarken von Schablone und Substrat bei jedem Positionierschritt erforderlich. Die Bewertung der Lage der Justiermarken zueinander wird von fotoelektrischen Mikroskopen ausgeführt und die Überdeckung in Abhängigkeit davon mittels
25 Präzisionspositioniersysteme vollzogen.

Es sind Verfahren zur automatischen Überdeckung in der schrittweisen Projektionslithografie bekannt, bei denen die Justiermarken des Substrates im Auflicht als dunkle Flächen im hellen, von der Justiermarke der Schablone be-

- grenzten Umfeld erscheinen und die Überdeckung auf dem Symmetrieren der beiden Umfeldgrößen anhand des Abgleichs der von diesen Flächen kommenden Lichtströme beruht. Dieses Verfahren setzt voraus, daß sich das Reflexionsverhältnis von Flächemarke und Umfeld über die verschiedenen technologischen Schritte nicht verändert. Bei dünnen optischen Schichten (z.B. Fotoresist und Siliziumdioxid oder -nitrid auf Silizium) ist diese Voraussetzung nicht immer in befriedigendem Maße gegeben.
- Es sind weiterhin Verfahren bekannt, bei denen quadratische Flächenmarken und dazugehörige gleich große Fenster in der Schablone überdeckt werden, so daß sich im Überdeckungszustand ein minimaler Lichtstrom ergibt. Nachteilig ist, daß die zu fordernde Maßhaltigkeit der Flächenmarke über die einzelnen technologischen Schritte hin nicht gewährleistet werden kann.
- Es sind weiterhin Verfahren bekannt, die die Bewertung des Überdeckungszustandes zweier Justiermarken anhand der Bestimmung ihres Ortes gewinnen. So wird die Bildortbestimmung unter Zuhilfenahme der Signalgewinnung durch eine Videokamera vollzogen, wobei durch Bildung eines Referenzzone anzeigenden Signals, die Änderung dieses Signals nach Vergleich mit einem den ersten Gegenstand anzeigenden Signal, bei der eine neue ortsfeste Meßbasis für die Vorrichtung geschaffen wird, die Bildung eines den zweiten Gegenstand anzeigenden Signals und durch den Vergleich zwischen diesem Signal und der neuen Meßbasis ein Symmetrieabgleich der Gegenstände zueinander bewirkt wird. Nachteilig ist, daß aus energetischen Gründen bei der Bildortbestimmung relativ lange Meßzeiten benötigt werden und der Genauigkeit der Messungen die Unschärfe der Konturen der Marken bei der Ausrichtbewegung entgegensteht.
- Alle bekannten technischen Lösungen zum automatischen Überdecken in der schrittweisen Projektionslithografie ist gemein, daß in zeitlicher Folge erst die Überdeckung

5 nach Justiermarken, d.h. das Ausrichten von Schablonen- und Substratfeldern zueinander und daran anschließend die Strukturübertragung (Belichtung) erfolgt. Das bedeutet, daß hochproduktive Geräte ungenau überdecken und Geräte mit genauer Überdeckung unproduktiv sind.

Ziel der Erfindung:

10 Ziel der Erfindung ist es, ein genaues Ausrichten der Strukturen von Schablone und Substrat zueinander bei den unterschiedlichen technologischen Schritten in Einrichtungen der schrittweisen Projektionslithografie ohne Beschränkung der Arbeitsproduktivität zu ermöglichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, automatische Einrichtungen der schrittweisen Projektionslithografie so zu konzipieren, daß in Ruhestellung des Substrates für jede Position (d.h. für jedes Bildfeld auf dem Substrat) eine genaue Ortsbestimmung der Strukturen von Schablone und Substrat zueinander durch Bildanalyse ausgeführt und die jeweilige Folgeposition nach Berechnung der Korrektur laut Meßergebnis erreicht wird.

20 Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Überdeckung zweier Gegenstände, vorzugsweise in der schrittweisen Projektionslithografie, gelöst, bei dem mittels Lagevergleich von auf Schablone und Substrat befindlichen Justiermarken zunächst eine Positionierung und danach eine Belichtung durchgeführt wird, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Lageabweichung vom Überdeckungszustand der auf Schablone und Substrat befindlichen Justiermarken zueinander in mindestens einer Koordinate während der Belichtung eines Chips für mindestens einen nachfolgenden Chip gemessen wird und die zur Herstellung des Überdeckungszustandes erforderliche Korrektur bei der Bewegung des Substrates in die Position des Folgechips berücksichtigt wird.

Es ist von Vorteil, wenn die Bewertung der Justiermarken bezüglich Orts- und Winkelabweichung vom Überdeckungszustand in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Substrates erfolgt.

- 5 Vorteilhaft ist ferner, daß eine Messung und Korrektur des Winkels für mehrere Chips gleichzeitig erfolgt. Der Überdeckungsvorgang wird somit auf ein genaues Positionieren zurückgeführt, bei dem mindestens in der ersten Position die Lageabweichung vom Überdeckungszustand vor dem Belichten zu korrigieren ist. Für jeden der Folgechips steht zur Messung der Lageabweichung die gesamte Zeit für die Belichtung des vorhergehenden Chips zur Verfügung. Die Korrektur erfolgt vor Erreichen der Position des Folgechips, so daß die Zeiten für die Messung und Korrektur der Position nicht zur Verlängerung der Bearbeitungszeiten des Substrates führen.
- 10 Durch das Verfahren wird es möglich, sowohl dynamische als auch statische Meßverfahren zur Ermittlung der Lageabweichung der auf Schablone und Substrat befindlichen Justiermarken vom Überdeckungszustand einzusetzen.
- 15
- 20

Ausführungsbeispiel:

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- 25 Fig. 1 Automatische Einrichtung der schrittweisen Projektionslithografie zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens

- Fig. 2 Justiermarken im Überdeckungszustand
- Die automatische Einrichtung, dargestellt in Fig. 1, besteht aus einem Beleuchtungssystem 1, einer Schablone 2, aus Strahlenteilern 3.1 und 3.2, einem Projektionsobjektiv 4, einem Substrat 5, fotoelektrischen Mikroskopen 6.1 und 6.2 mit Meßsystemen 6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 und 6.2.2, einem Rechner 7 und einem Präzisionspositioniersystem 8.
- 30

- Das Beleuchtungssystem 1 beleuchtet die Schablone 2, die mittels Projektionsobjektiv 4 auf das Substrat 5 verklei-
- 35

nert abgebildet wird. Im Strahlengang 9 werden Strukturen der Schablone 2 mit aktinischem Licht auf die mit Fotoresist beschichtete Oberfläche des Substrates 5 abgebildet und so die Belichtung durchgeführt. In den Strahlengängen 5 10 und 11 erfolgt eine Abbildung von Justiermarken der Schablone 2 über die Strahlenteiler 3.1 und 3.2 (die auch die Farbblängsabweichung des Projektionsobjektivs korrigieren) auf Justiermarken des Substrates 5 mit anaktinischem Licht und eine gemeinsame Abbildung von Justiermarken- 10 bild der Schablone 2 und Justiermarken des Substrates 5 über die Strahlenteiler 3.1 und 3.2 in die fotoelektrischen Mikroskope 6.1 und 6.2. Die Justiermarken sind für beide Strahlengänge 10 und 11 gleich und als Doppelmarke (für die x- und y-Koordinate) ausgelegt (s.Fig.2). Die 15 Strahlenteiler 3.1 und 3.2 sind in den Koordinaten x und y beweglich, so daß die Justiermarkenlage im benachbarten Strukturfeld oder in dessen Nähe angeordnet werden kann.

In den fotoelektrischen Mikroskopen 6.1 und 6.2 werden die Justiermarkenbilder (s.Fig. 2) auf die Meßsysteme 20 6.1.1 und 6.2.1, die die x-Richtung und auf Meßsysteme 6.1.2 und 6.2.2, die die y-Richtung erfassen, abgebildet. Jedes der Meßsysteme 6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 und 6.2.2 ist gleichgestaltet und als dynamisches Meßsystem mit einem bewegten Spalt ausgeführt, so daß die Lageabweichung der 25 Justiermarken von Schablone 2 und Substrat 5 zueinander durch Aufnahme der ortsabhängigen Fotometerkurve und nachfolgender korrelativer Analyse in bekannter Weise durch den Rechner 7 erfaßt wird. Damit ist die genaue Bestimmung der Kantenlage der Justiermarkenbilder und der Ab- 30 weichung vom Überdeckungszustand unabhängig von den durch die Technologie bedingten Schwankungen der Reflexionsverhältnisse auf dem Substrat 5 gegeben. Die so von den Meßsystemen 6.1.1, 6.1.2, 6.2.1, 6.2.2 gewonnenen Ergebnisse werden vom Rechner 7 zu Korrekturbefehlen verarbeitet, die 35 an das Präzisionspositioniersystem 8 gegeben werden, das

die entsprechende Bewegung des Substrates in den Ortskoordinaten x und y sowie der Winkelkoordinate φ ausführt.

In Fig. 2 sind die Bilder der Justiermarken 12 (Fenster) der Schablone 2 und 13 (Flächenmarke) des Substrates 5 für die x -Koordinate und der Justiermarken 15 der Schablone 2 und 16 des Substrates 5 für die y -Koordinate im Überdeckungs-
zustand dargestellt, der durch gleiche Abstände der die Marken begrenzenden Kanten (gleiche Breite der Flächen 17 und 18 zueinander) gegeben ist.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren erläutert. Zunächst ist eine Vorausrichtung von Schablone 2 und Substrat 5 nach in Fig. 1 nicht dargestellten mechanischen Anschlägen in der Art notwendig, daß die Bilder der Justiermarken 12, 13 und 15, 16 der ersten Position (Chip) auf dem Substrat 5 im Meßbereich 14 (Fig. 2) der fotoelektrischen Mikroskope 6.1 und 6.2 liegen.

Der anschließend auszuführende Justierschritt zur Überdeckung der Justiermarken 12, 13 und 15, 16 von Schablone 2 und Substrat 5 wird so ausgeführt, daß die Abweichung in Ort x , y und Winkel φ aus den Meßergebnissen x_1 , y_1 und y_2 gewonnen und nachfolgend die erste Position (Chip) korrigiert wird. Danach erfolgt die Belichtung des ersten Chips bei gleichzeitiger Messung der Abweichung vom Überdeckungs-
zustand für die zweite Position (Chip). Es folgt die Bewegung in die zweite Position mit anschließender Belichtung, während der wiederum für den Folgechip die Abweichung vom Überdeckungs-
zustand gemessen wird und die erforderliche Korrektur bei der Bewegung des Substrates 5 in die Folgeposition berücksichtigt wird, bis eine Substratzelle vollständig bearbeitet ist. Am ersten Chip der Folgezeile erfolgt wiederum eine Messung der Abweichung vom Überdeckungs-
zustand und eine Korrektur vor der Belichtung, während für alle Folgechips der Bearbeitungsprozeß in der beschriebenen Weise fortgesetzt wird. Von Zeile zu Zeile erfolgt ein Wechsel der Bewegungsrichtung des Sub-

- strates 5. Damit die Justiermarken 13 und 16, die den Ort des Folgechips am besten charakterisieren, jeweils im oder in der Nähe des Folgechips liegen, wird bei Zeilenwechsel die Bewertung der für beide Strahlengänge 10 und 11 gleichgestalteten Justiermarken 12, 13 und 15, 16 hinsichtlich Ort und Winkel vertauscht. So werden in der zweiten Zeile die Meßergebnisse x_2 , y_2 und y_1 weiterverarbeitet, in der dritten Zeile wiederum die Meßergebnisse x_1 , y_1 und y_2 .
- 10 Das Verfahren wird fortgesetzt, bis das gesamte Substrat bearbeitet ist. Es ist nicht an die Anordnungen in Fig. 1 und Fig. 2 gebunden.

Erfindungsanspruch:

- 5 1. Verfahren zur Überdeckung zweier Gegenstände, vorzugsweise in der schrittweisen Projektionslithografie, bei dem mittels Lagevergleich von auf Schablone und Substrat befindlichen Justiermarken zunächst eine Positionierung und danach eine Belichtung durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageabweichung vom Überdeckungs-
10 zustand der auf Schablone und Substrat befindlichen Justiermarken zueinander in mindestens einer Koordinate während der Belichtung eines Chips für mindestens einen nachfolgenden Chip gemessen wird und die zur Herstellung des Überdeckungs-
15 zustandes erforderliche Korrektur bei der Bewegung des Substrates in die Position des Folgechips berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung der Justiermarken bezüglich Ort- und Winkelabweichung vom Überdeckungs-
20 zustand in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Substrates erfolgt.
3. Verfahren nach Punkt 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Messung und Korrektur des Winkels für mehrere
20 Chips gleichzeitig erfolgt.

28.1.1981
WEL 2/Hm

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

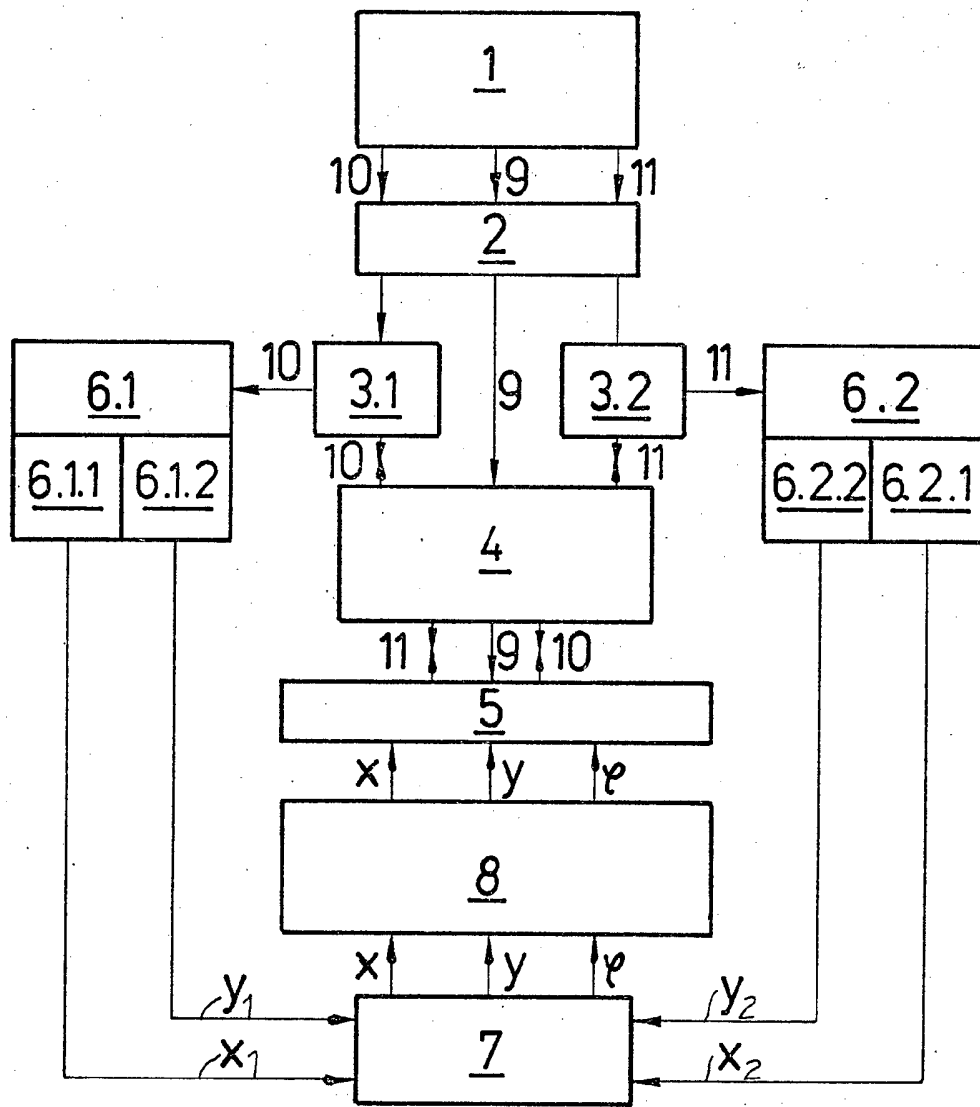


Fig. 1

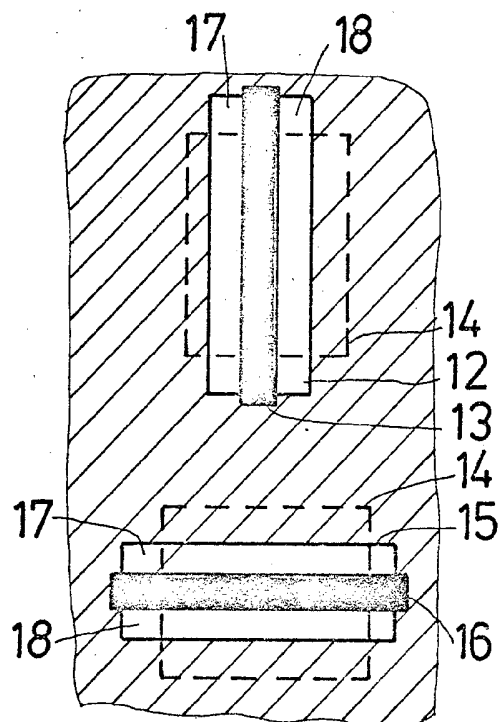


Fig. 2