DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **219 067 A3**

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

3(51) **G 01 B 9/08**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP G 01 B / 237 783 6	(22)	01.03.82	(45)	20.02.85

(71) **VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD**
(72) **Hartung, Staphan, Dipl.-Ing.; Kleie, Peter, Dipl.-Ing., DD**

(54) Anordnung zur Ermittlung von Überdeckungsfehlern

(57) Anordnung zur Ermittlung von Überdeckungsfehlern an Meßmarken oder Mikrostrukturen, insbesondere in der Halbleiterindustrie, welche bei hoher Genauigkeit und Geschwindigkeit subjektive Fehler bei der Messung vermeiden soll. Die Lösung besteht in der fotoelektrischen Auswertung eines in einem zweikanaligen Bildkomparator erzeugten Mischbildes, wobei sich im Strahlengang nach den fotoemetrischen Mitteln eine Anordnung zur farbselektiven Aufspaltung in zwei Teilstrahlengänge befindet. In den zwei Teilstrahlengängen ist jeweils ein Bandfilter und ein Strahlungsempfänger angeordnet, an die eine Auswerteeinheit angeschlossen ist.

ISSN 0433-6461

10 Seiten

Titel der Erfindung

Anordnung zur Ermittlung von Überdeckungsfehlern

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur fotoelektrischen Messung von Überdeckungsfehlern an Meßmarken oder Mikrostrukturen zur Prüfung der Maßhaltigkeit von Werkstücken, insbesondere in der Halbleiterindustrie.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Zur Kontrolle der Maßhaltigkeit von Werkstücken werden in der Industrie, besonders in der Halbleiterindustrie zur Kontrolle der Überdeckungsfehler von Schablonensätzen (Original- und Arbeitsschablonen) sowie Master-Reticles und Block-Reticles für Scheiben-Repeater Prüftechnologien angewendet, bei denen Kontrollgeräte eingesetzt werden, die als Komparatoren aufgebaut sind und den optischen Bildvergleich eines Vergleichsnormals mit dem zu prüfenden Werkstück gestatten. Hierbei wird die Schablone einer bestimmten technologischen Ebene des Schablonensatzes als Vergleichsnormal angesehen und die Überdeckbarkeit bzw. die Lagefehler der Strukturen der übrigen Schablonen des Schablonensatzes gegenüber dem Vergleichsnormal an bestimmten Meßmarken auf den Schablonen festgestellt. Zur besseren Erkennung von Maßabweichungen oder Lagefeh-

26 7 84-39872

lern von Strukturen bzw. von Meßmarken auf Werkstücken werden zur Erhöhung des Bildkontrastes bekannte optische Anordnungen angewendet.

Bekannt sind z.B. aus der DAS 1 923 465 Blink-Anordnungen, in denen zwei zu vergleichende Bilder abwechselnd auf einem Monitor dargestellt werden. Durch das wechselseitige Ein- und Abschalten entsteht je nach Schaltfrequenz betrachtungsseitig ein Flimmer- oder Blinkeffekt an den sich nicht überdeckenden Stellen der Werkstücke.

Weiterhin sind Anordnungen bekannt, in denen zwei farbige Einzelbilder überlagert werden (z. B. Feingerätetechnik, Heft 1/1976, S. 23). Dafür werden zweckmäßig die Farben rot/grün verwendet, wodurch bei genauer Überlagerung beider Bilder ein weißes Bild, bei fehlerhafter Überlagerung jedoch Farbsäume entstehen.

Es ist bekannt, die Messung von Lagefehlern unter Anwendung der genannten Anordnungen zum Sichtbarmachen von Maßabweichungen anhand visueller Methoden durchzuführen. Eine Methode ist, in beiden Bildkanälen eines Komparators angeordnete Planplattenmikrometer zu verwenden. Dabei werden die Planplatten für die x- und y-Richtung vom Beobachter unter visueller Kontrolle verdreht, bis die Überdeckung der zu kontrollierenden Objekte in beiden Richtungen hergestellt ist. Die erforderliche Planplattenverstellung bis zum Erreichen der Überdeckung der Objekte ist ein Maß für die Größe des Überdeckungsfehlers.

Nachteilig an der visuellen Methode ist, daß die Messung subjektiv durch einen Operateur erfolgt, der entsprechend dem visuellen Eindruck die Planplatten verstellt, und somit subjektive Fehler entstehen, die die Meßgenauigkeit beeinflussen. Gleichzeitig werden durch den Operateur Grenzen hinsichtlich der Produktivität gesetzt, und die visuelle Beobachtung ist stark belastend und ermüdend für den Operateur.

Ziel der Erfindung:

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Lösung zu entwickeln, die es erlaubt, Überdeckungsfehler an Werkstücken, insbesondere an Mikrostrukturen, mit höherer Genauigkeit und höherer Geschwindigkeit als bei bisher bekannten Lösungen zu messen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zu entwickeln, die zur Erhöhung der Meßgenauigkeit bei der Ermittlung von Überdeckungsfehlerns an Meßmarken oder Mikrostrukturen zur Prüfung der Maßhaltigkeit von Werkstücken, insbesondere von Schablonen der Halbleiterindustrie, den bei visuellen Meßmethoden entstehenden subjektiven Fehler vermeidet. Es sollen objektiv messende Systeme, die ohne Einfluß eine Operateurs arbeiten, angewendet werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei der Anordnung zur Ermittlung von Überdeckungsfehlern an Meßmarken oder Mikrostrukturen zur Prüfung der Maßhaltigkeit von Werkstücken, mit einem optischen Bildkomparator, der über zwei Bildkanäle in Abhängigkeit von der Lageabweichung zwischen Meßmarken eines Vergleichsobjektes und eines zu prüfenden Objektes, die sich beide auf einen in zwei orthogonalen Koordinatenrichtungen verschiebbaren Objekttisch befinden, ein überlagertes Mischbild erzeugt, wobei je ein Beleuchtungssystem für beide Bildkanäle installiert ist, das je eine Filterkombination enthält, die jeweils nur schmalbandiges Licht eines bestimmten Wellenlängenbereiches passieren läßt, mit einer Linsenanordnung am Ausgang des optischen Bildkomparators in einer Zwischenbildebene des überlagerten Mischbildes, die als Umkehrsystem für das Licht der entsprechenden Wellenlängen wirkt, im Strahlengang nach der Linsenanordnung an sich bekannte Mittel zur Fotometrie des in der Zwischenbildebene erzeugten Mischbildes vorgesehen sind, daß sich im Strahlengang hinter der zweiten Zwischenbildebene nach einem weiteren Linsen-

system Mittel zur selektiven Aufspaltung des Strahlenganges in zwei Teilstrahlengänge entsprechend den verwendeten Wellenlängen befinden, und daß in jedem der beiden Teilstrahlengänge jeweils ein Bandfilter und ein Strahlungsempfänger angeordnet sind, an die eine Auswerteeinheit angeschlossen ist.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Anordnung wird in folgenden beschrieben:

Am Eingang jedes der beiden Bildkanäle des optischen Bildkomparators ist ein Beleuchtungssystem vorgesehen, das aus einer Lampe, Kondensor und Filterkombinationen besteht. Diese Filterkombinationen sind so ausgelegt, daß sie jeweils nur für Licht eines bestimmten Wellenlängenbereiches durchlässig sind. Die Wellenlängenbereiche beider Bildkanäle dürfen sich nicht überschneiden. In einem Bildkanal befinden sich im Strahlengang ein Vergleichsobjekt, im anderen Bildkanal ein zu prüfendes Objekt. Als Vergleichsobjekt kann z.B. eine Schablone eines Schablonensatzes mit Meßmarken im Einzelbild der Schablone dienen. Das zu prüfende Objekt kann eine auszumessende Schablone, ebenfalls mit Meßmarken versehen, sein. Zu bestimmen ist anhand der Erfindung der Überdeckungsfehler der Meßmarken beider Objekte. Jedes der beiden Objekte wird mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge im Auf- oder Durchlicht beleuchtet. Beide Strahlengänge treffen jeweils über Umlenkspiegel auf einen Teilungswürfel, um ein aus beiden Bildkanälen additiv überlagertes Farbbild am Ausgang des optischen Bildkomparators zu erhalten. Dieses Bild kann über Okulare beobachtet werden, wobei die Überdeckungsfehler als farbige Ränder erkennbar sind. Gleichzeitig wird über ein Umlenksystem, für die entsprechenden Farben korrigiert, ein zweites Zwischenbild auf einem Meßspalt erzeugt. Durch Einsatz bekannter Mittel in diesem Strahlengang, z. B. Schwingspiegel, kann es relativ zu einem Meßspalt bewegt werden. Erfindungsgemäß wird hinter dem Meßspalt die

Austrittspupille auf zwei Strahlungsempfänger abgebildet, nachdem ihre gesamte Lichtenergie über einen Selektivspiegel in die beiden Lichtenergieanteile aufgespalten wurde, die den beiden verwendeten Farben der Bildkanäle entsprechen.

Der Überdeckungsfehler zwischen beiden zu vergleichenden Objekten wird dadurch bestimmt, daß die von den Strahlungsempfängern abgegebenen Signale gleichzeitig als Funktion der Schwingspiegelbewegung in der Objektebene bestimmt und daraus die Mitten beider Objekte und als Überdeckungsfehler die Differenz der Mittenlagen errechnet werden.

Die relative Bewegung des Bildes zum Meßspalt, die durch den Schwingspiegel oder ein anderes dynamisches System erzeugt wird, kann zur Kantendefinition der abgetasteten Struktur oder zur Kantenfindung und Breitenbestimmung verwendet werden.

Ausführungsbeispiel:

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der dazugehörigen Zeichnung näher erläutert werden.

Auf einem Koordinatentisch 1, der in den zueinander senkrechten Koordinatenrichtungen x und y verschiebbar ist, befinden sich eine als Vergleichsobjekt dienende Schablone 2 mit Meßmarken in einer vorgegebenen Lage und eine Schablone 3 z.B. aus einem Schablonensatz. Die Schablone 3 stellt das zu prüfende Objekt dar und enthält in ihren Einzelbildern Meßmarken, deren Lageabweichungen von den Meßmarken der Schablone 2 anhand der Erfindung gemessen werden.

Die Schablonen 2 bzw. 3 sind je in einem Bildkanal 4 bzw. 5 eines optischen Bildkomparators 6 in der Ebene O angeordnet.

Am Eingang jedes Bildkanals 4; 5 befindet sich eine Lichtquelle 7; 8, deren Licht jeweils einer Filterkombination 9; 10 zugeführt wird. Beide Filtersysteme

bestehen je aus einem Kollektor 11; 12, aus einem Steilkantfilter 13; 14 und einem Bandpaßfilter 15; 16, um die geforderten Bandbreiten mit steilen Flanken zu erreichen.

Die Filterkombination 9 ist für Licht der Wellenlänge λ_1 mit der Bandbreite $\Delta\lambda_1$ im roten Bereich, die Filterkombination 10 für Licht der Wellenlänge λ_2 mit der Bandbreite $\Delta\lambda_2$ im grünen Bereich durchlässig. Somit wird über einen Kondensor 17 die Schablone 2 mit rotem Licht und über einen Kondensor 10 die Schablone 3 mit grünem Licht beleuchtet. Die in den beiden Bildkanälen 4; 5 verlaufenden Strahlen werden über je ein Objektiv 19; 20 und Umlenkspiegel 21; 22; 23 auf einen Teilungwürfel 24 geführt. Die beiden Strahlen treffen senkrecht auf je eine Seitenfläche des Teilungswürfels 24, die senkrecht zueinander stehen. Durch teilweise Reflexion und teilweisen Durchtritt der Lichtstrahlen durch die im Würfel diagonal verlaufende Teilungsfläche treten aus dem Teilungswürfel 24 zwei Lichtstrahlen aus, die sowohl Rot- als auch Grünanteile enthalten. Am Ausgang des optischen Bildkomparators 6 liegt somit in der Zwischenbildebene 0' das überlagerte Bild aus beiden Bildkanälen 4; 5 vor. Über einen Bildschirm 25 oder ein Okular kann das Bild visuell beobachtet werden. Die Messungen erfolgen jedoch nicht auf diese Art und Weise, sondern dafür wird das zweite Bild der Zwischenbildebene 0' über ein Umkehrsystem 26 für die Farben rot/grün in die zweite Zwischenbildebene 0", die bei einem Meßspalt 27 liegt, übertragen. Vor dem Meßspalt befindet sich ein Schwingspiegel 28, der von einem nicht dargestellten Antriebssystem in sinusförmige Drehschwingungen versetzt wird und somit das Bild in der Zwischenbildebene 0" oszillieren läßt. Der Schwingspiegel 28 kann auch durch ein anderes dynamisches Ablenksystem zur Kantendefinition der Meßmarken ersetzt werden, z.B. durch einen schwingenden Meßspalt.

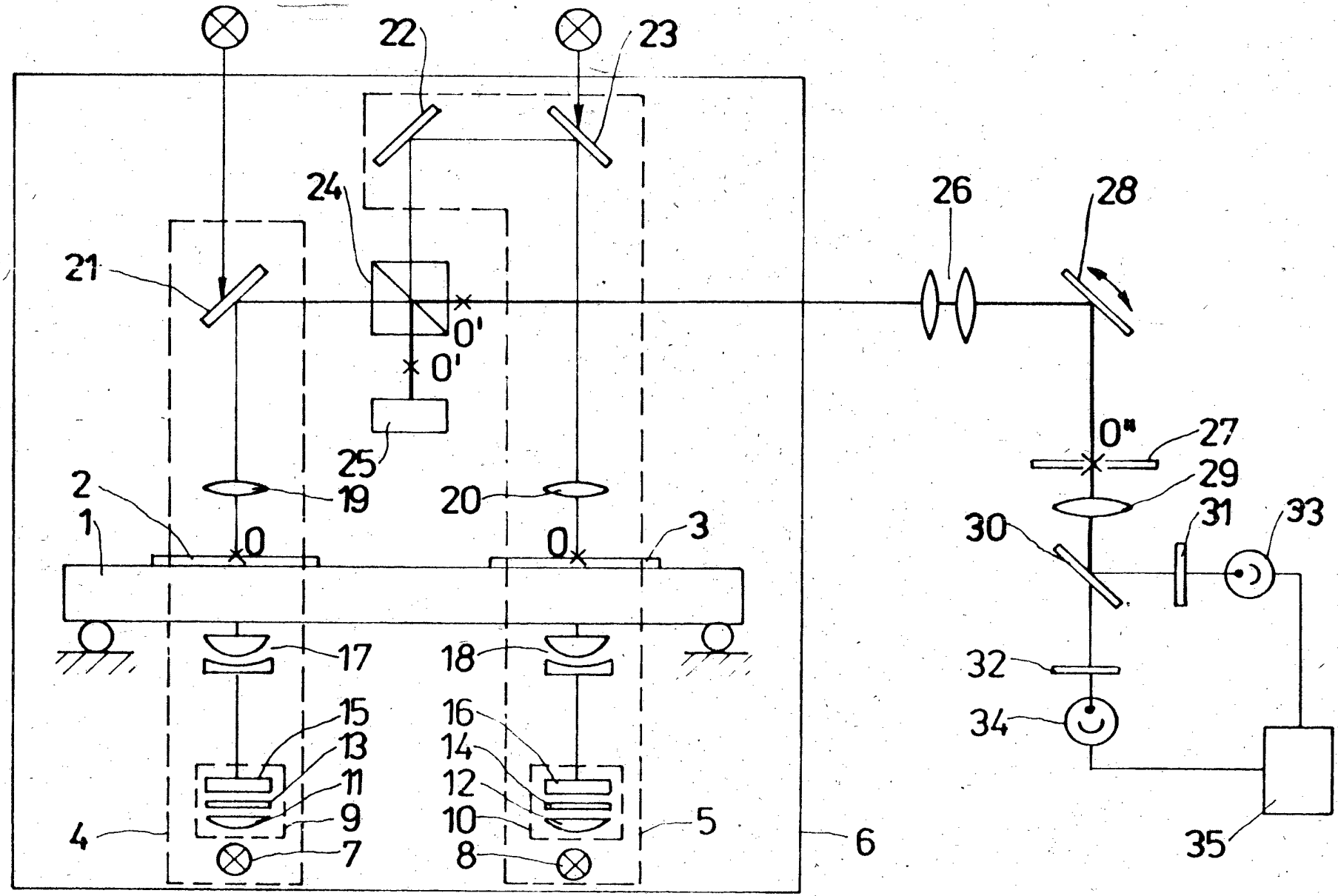
Es bestehen außerdem andere Möglichkeiten zur Bewegung des Bildes, wie z.B. durch Bewegung des Koordinatentisches 1, auf dem die Schablonen 2 und 3 liegen, wobei der Tisch mit einem hochauflösenden Meßsystem, z.B. Laserwegmeßsystem, verbunden ist. Weiterhin kann der Meßspalt 27 bewegt werden, wobei diese Bewegung durch ein Meßsystem am Spalt ermittelt wird. Hinter dem Meßspalt 27 wird die Austrittspupille über eine Linse 29 auf einen Selektivspiegel 30 gerichtet. Dieser bewirkt die Trennung der gesamten Lichtenergie $E\lambda_1 + E\lambda_2$ des gemischten Farbbildes in ihre Anteile $E\lambda_1$ und $E\lambda_2$ für die Farben rot/grün. Über Filter 31 bzw. 32 werden die beiden Lichtenergieanteile je auf einen Strahlungsempfänger 33 bzw. 34 geführt. Die Filter 31 bzw. 32 können zur Verbesserung der Selektivität Bandpaß- oder Interferenzfilter sein. Die von den Strahlungsempfängern 33; 34 abgegebenen Signale werden einer Auswerteeinheit 35 zugeführt und als Funktion der Wegkoordinaten x bzw. y, die durch das Meßsystem des Tisches oder des Meßspaltes gegeben sind, ermittelt.

Nach Definition der Kanten der Meßmarken und der dadurch gegebenen Zuordnung zu dem Wegmeßsystem werden rechnerisch durch Differenzbildung die Mitten der Lagen der Meßmarken ermittelt und daraus durch eine weitere Differenzbildung der Überdeckungsfehler der Marken der Schablonen 2; 3 zueinander festgestellt.

Patentanspruch:

Anordnung zur Ermittlung von Überdeckungsfehlern an Meßmarken oder Mikrostrukturen zur Prüfung der Maßhaltigkeit von Werkstücken, mit einem optischen Bildkomparator, der über zwei Bildkanäle in Abhängigkeit von der Lageabweichung zwischen Meßmarken eines Vergleichsobjektes und eines zu prüfenden Objektes, die sich beide auf einen in zwei orthogonalen Koordinatenrichtungen verschiebbaren Objekttisch befinden, ein überlagertes Mischbild erzeugt, wobei je ein Beleuchtungssystem für beide Bildkanäle installiert ist, das je eine Filterkombination enthält, die jeweils nur schmalbandiges Licht eines bestimmten Wellenlängenbereiches passieren läßt, mit einer Linsenanordnung am Ausgang des optischen Bildkomparators in einer Zwischenbildebene des überlagerten Mischbildes, die als Umkehrsystem für das Licht der entsprechenden Wellenlängen wirkt, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang nach der Linsenanordnung (26) an sich bekannte Mittel (27, 28) zur Fotometrie des in der Zwischenbildebene (O') erzeugten Mischbildes vorgesehen sind, daß sich im Strahlengang hinter der zweiten Zwischenbildebene (O") nach einem weiteren Linsensystem (29) Mittel (30) zur selektiven Aufspaltung des Strahlenganges in zwei Teilstrahlengänge entsprechend den verwendeten Wellenlängen befinden, und daß in jedem der beiden Teilstrahlengänge jeweils ein Bandfilter (31, 32) und ein Strahlungsempfänger (33, 34) angeordnet sind, an die eine Auswerteeinheit (35) angeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen


22
23
24
26
28
21
0'
0'
25
0"
27
2
19
20
29
1
0
0
3
31
33
30
17
18
32
15
16
13
14
11
12
9
10
5
4
7
8
6
34
35