



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 35 985 T2** 2007.03.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 838 679 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 35 985.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 250 312.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.10.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.04.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **31.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.03.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 21/956** (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
28082896 **23.10.1996** **JP**

(73) Patentinhaber:
NEC Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Wenzel & Kalkoff, 22143 Hamburg

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
Murakami, Shingo, Minato-ku, Tokyo, JP; Yamane, Tsuyoshi, Minato-ku, Tokyo, JP; Ogura, Yukio, Minato-ku, Tokyo, JP; Nakatani, Katsuhiko, Minato-ku, Tokyo, JP; Aida, c/o Showa Optronics Co., Yoshiaki, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Inspektion hochpräziser Muster**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Prüfverfahren und eine Prüfvorrichtung, die mit dem Prüfen der äußeren Ansichten der Masken für die Herstellung hoch integrierter Schaltkreise (LSI) oder der Muster der LSIs selbst verbunden sind.

BESCHREIBUNG DES STANDS DER TECHNIK

[0002] Herkömmlich ist es allgemein üblich, dass Masken für die LSI-Herstellung oder die Muster von LSIs selbst geprüft werden, indem zwei optische Systeme bereitgestellt werden, die metallurgische Mikroskope verwenden, wobei gleichzeitig identische Teile der zu prüfenden Muster betrachtet und ein Unterschied zwischen diesen Teilen erhalten wird, um einen Defekt zu erkennen.

[0003] Da die Größe der LSI-Muster abgenommen hat, kann das zuvor erwähnte herkömmliche Verfahren aufgrund der Begrenztheit des Auflösungsvermögens nicht länger die jüngsten LSI-Muster bewältigen. Um dieses Problem zu lösen, wurde ein Verfahren vorgeschlagen, wie in US-Patentschrift Nr. 5,572,598 offenbart. In diesem Verfahren wird ein Laserstrahl als Lichtquelle verwendet, der gute Konvergenzeigenschaften aufweist. Dieser Laser wird in einem mikroskopischen Fleck gesammelt. Die Oberfläche eines Teststücks, wie das Muster für die LSI-Herstellung, wird mit diesem Laserstrahl abgetastet. Ein Bild der betrachteten Oberfläche des Teststücks wird basierend auf der Veränderung der Lichtintensität des Laserstrahls aufgebaut, der durch das Teststück durchgelassen oder von ihm reflektiert wird.

[0004] Das zuvor erwähnte Verfahren wendet jedoch eine Technik an, in der das Teststück mit dem Laserfleck auf zweidimensionale Weise abgetastet wird, um ein betrachtetes Bild zu erhalten. Daher nimmt die Zeit für die Erkennung eines betrachteten Bildes beträchtlich zu, verglichen mit der herkömmlichen Technik, in der ein betrachtetes Bild unter Verwendung einer Kamera oder einer äquivalenten Erkennungsvorrichtung auf eindimensionale oder zweidimensionale Weise in einem Stapel erhalten wird.

[0005] Da das Auflösungsvermögen für die Prüfung weiter zunimmt, gibt es außerdem eine drastische Zunahme der Datenverarbeitungsanforderungen. Es ist daher sehr gewünscht, die Erkennungszeit für das betrachtete Bild von Teststücken zu verkürzen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die zuvor erwähnten Probleme zu lösen, in-

dem ein Prüfverfahren und eine Prüfvorrichtung nach Anspruch 1 und 7 bereitgestellt werden, die die Zeit zum Prüfen der Masken für die Herstellung von LSI-Halbleiterchips oder der Muster der LSIs selbst (nachfolgend als „Teststücke“ bezeichnet) verkürzt, das eine größere Genauigkeit aufweist als der Stand der Technik.

[0007] Bei der Ausführung der Erfindung und gemäß einem ihrer Gesichtspunkte umfasst ein Verfahren zur Inspektion eines hochpräzisen Musters durch Abtasten einer Oberfläche eines Teststücks mit einem Laserstrahl und unter Verwendung mindestens eines Lichtstrahls, der von der Oberfläche des Teststücks reflektiert wird, und eines Lichtstrahls, der durch die Oberfläche des Teststücks durchgelassen wird, folgende Schritte: Verzweigen des Laserstrahls in eine Mehrzahl Laserstrahlen, um die Oberfläche des Teststücks mit dem Laserstrahl als die Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen gleichzeitig abzutasten; Zuweisen einer Identifikationsmarkierung an jede der Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen; und Bestimmen jedes der Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen durch die Identifikationsmarkierung, um ein Bild der Oberfläche des Teststücks entsprechend jedem der bestimmten verzweigten Abtastlaserstrahlen bereitzustellen.

[0008] Der Laserstrahlverzweigungsschritt kann einen Schritt zum Spalten des Laserstrahls in zwei, einen Schritt zum Kippen der optischen Achse eines der gespaltenen Laserstrahlen und einen Schritt zum Synthetisieren der zwei gespaltenen Laserstrahlen umfassen. Die Identifikationsmarkierung kann entweder ein anderer polarisierter Zustand sein, der jedem verzweigten Abtastlaserstrahl zugeordnet ist oder eine Veränderung der Lichtintensität, die jedem verzweigten Abtastlaserstrahl in einer Zeitmultiplexweise zugeordnet ist.

[0009] Vorzugsweise weist der Laserstrahl eine ultraviolette Wellenlänge auf.

[0010] Bei der Ausführung der Erfindung und gemäß einem anderen Gesichtspunkt davon kann eine Vorrichtung zur Prüfung eines hochpräzisen Musters durch Abtasten einer Oberfläche eines Teststücks mit einem Laserstrahl und unter Verwendung mindestens eines Lichtstrahls, der von der Oberfläche des Teststücks reflektiert wird, und eines Lichtstrahls, der durch die Oberfläche des Teststücks durchgelassen wird, umfassen: ein Abtastmittel zum Abtasten der Oberfläche des Teststücks mit dem Laserstrahl; ein Laserstrahlverzweigungsmittel zum Verzweigen des Laserstrahls in eine Mehrzahl Laserstrahlen, um die Oberfläche des Teststücks mit dem Laserstrahl als die Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen gleichzeitig abzutasten; ein Identifikationsmarkierungsmittel zum Zuordnen einer Identifikationsmarkierung zu jedem der Mehrzahl verzweigter Ab-

tastlaserstrahlen; ein Ausstrahlmittel zum Ausstrahlen der Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen, die den Identifikationsmarkierungen auf der Oberfläche des Teststücks zugeordnet sind; ein Bildsignalerkennungsmittel zum Erkennen des Lichts, das von der Oberfläche des Teststücks reflektiert wird und des Lichts, das durch die Oberfläche des Teststücks durchgelassen wird; eine Systemsteuerung, die eine Bildverarbeitungseinheit zum Bestimmen jeder der Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen durch die Identifikationsmarkierungen und zum Erkennen eines Defekts durch Erhalten eines Bilds der Oberfläche des Teststücks unter Verwendung eines Erkennungssignals, das von dem Bildsignalerkennungsmittel erhalten wird, einen Bildanzeigebereich zum Anzeigen eines gewünschten Bilds und einen Eingabeabschnitt zum Eingeben von Daten von außen aufweist; und eine XY-Stufe zum Halten des Teststücks, um dasselbe in X-Richtung und Y-Richtung anzutreiben.

[0011] Das Laserstrahlverzweigungsmittel kann ein Spaltungsmittel zum Spalten des Laserstrahls in zwei, ein Mittel zum Ändern der optischen Achse zum Kippen der optischen Achse eines der zwei gespaltenen Laserstrahlen und ein Synthetisiermittel zum Synthetisieren der zwei gespaltenen Laserstrahlen umfassen.

[0012] Das Laserstrahlverzweigungsmittel kann eine Mehrzahl Einheitslaserstrahlverzweigungsmittel sein, die in Parallel- und/oder Reihenanordnung bereitgestellt ist, wobei die Einheitslaserstrahlverzweigungsmittel ein Spaltungsmittel zum Spalten des Laserstrahls in zwei, ein Mittel zum Ändern der optischen Achse zum Kippen der optischen Achse eines der zwei gespeicherten Laserstrahlen und ein Synthetisiermittel zum Synthetisieren der zwei gespaltenen Laserstrahlen umfassen.

[0013] Das Mittel zum Ändern der optischen Achse kann eine keilförmige Glasplatte umfassen.

[0014] Die Identifikationsmarkierung, die von dem Identifikationsmarkierungszuordnungsmittel zuzuordnen ist, kann ein anderer polarisierter Zustand sein, der jedem der Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen zugeordnet ist, oder eine Veränderung der Lichtintensität, die jedem der Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen in einer Zeitmultiplexweise zugeordnet ist.

[0015] Das Identifikationsmarkierungszuordnungsmittel zum Zuordnen der Veränderung der Lichtintensität, das die Identifikationsmarkierung bereitstellt, kann ein Ultraschallmodulierungsmittel aufweisen, um eine analoge Modulation an jeder der Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen auszuführen, um eine Lichtintensität davon zu verändern und ein Modulationssignalerzeugungsmittel zum Ausgeben eines Mo-

dulationssignals an das Ultraschallmodulierungsmittel in einer vorbestimmten Zeitmultiplexweise zu erzeugen.

[0016] Weiter kann der Laserstrahl vorzugsweise eine ultraviolette Wellenlänge aufweisen.

[0017] Der Laserstrahl, der von der Laserlichtquelle ausgestrahlt wird, ist durch das Laserstrahlverzweigungsmittel in eine Mehrzahl Laserstrahlen verzweigt, sodass die Teststückoberfläche mit der Mehrzahl Laserstrahlen zum Abtasten vorbestimmter Bereiche der Oberfläche abgetastet werden kann. Durch Kombinieren der Parallel- und/oder Reihenanordnung, einer Mehrzahl Einheitslaserstrahlspaltungsmittel zum Spalten des Laserstrahls in zwei, Kippen der optischen Achse eines der gespaltenen Laserstrahlen und Synthetisieren der gespaltenen Laserstrahlen kann eine gewünschte Anzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen, umfassend eine ungefähre Anzahl davon, erzeugt werden.

[0018] Indem jedem der verzweigten Abtastlaserstrahlen eine Identifikationsmarkierung zugeordnet wird, können die verzweigten Abtastlaserstrahlen in dem Erkennungssignal bestimmt werden, das von dem Bildsignalerkennungsmittel zum Erkennen mindestens eines der Lichtstrahlen erhalten wird, die von der Teststückoberfläche reflektiert werden und durch sie durchgelassen werden. Folglich kann in kurzer Zeit ein Bild der weiten Teststückoberfläche zur Defekterkennung erhalten werden.

[0019] Durch die XY-Stufe zum Halten des Teststücks und Antreiben desselben in X-Achsen-Richtung und Y-Achsen-Richtung im Verhältnis zur Laserstrahlstrahlungsposition, kann das Teststück in X-Achsen-Richtung abgetastet werden. Wenn das Teststück einmal in X-Achsen-Richtung abgetastet worden ist, wird es stufenweise in Y-Achsen-Richtung vorgeschoben, um in der Richtung abgetastet zu werden, die der X-Achse entgegengesetzt ist. Dieser Vorgang wird wiederholt, um den gesamten betreffenden Bereich des Teststücks in einer Abtastbreite abzutasten, in der die Mehrzahl verzweigter Abtastlaserstrahlen Seite an Seite angeordnet ist.

[0020] Ein erster Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass das Verfahren zur Prüfung, bei dem der Ultraschalldeflektor und die Technik zum Spalten des Laserstrahls in zwei kombiniert sind, die Bildsignalerkennung pro Einheitszeit von herkömmlichen 500 Punkten auf 1000 Punkte ausweiten kann. Weiter kann das Spalten des Laserstrahls überdies die Anzahl Punkte pro Einheit erhöhen. Folglich kann die Zeit zum Prüfen von beispielsweise Defekten der Masken für die LSI-Herstellung verkürzt werden, um die Produktivität zu verbessern. Dies verringert auch die Kosten des LSI selbst wesentlich.

[0021] Ein zweiter Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass UV-Licht, das eine Wellenlänge von 363,8 nm aufweist, als Lichtquelle verwendet wird, sodass verglichen mit der Auflösung des Stands der Technik von ungefähr 0,3 µm zur Defekterkennung, eine bis zu 0,1 µm kleine Defektgröße ausgeführt werden kann, was die Defekterkennung von höher präzisen Mustern als beim Stand der Technik ermöglicht. Dies stellt eine extrem wirkungsvolle Prüftechnik für die beispielsweise jüngsten Masken der LSI-Herstellung bereit, deren Merkmal es ist, immer mikroskopischer zu werden.

[0022] Ein dritter Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass, verglichen mit der Technik des Stands der Technik, in der die gleiche Laserlichtquelle sowohl zur Beleuchtung als auch zur Autofokussierung verwendet wird, die Anpassung der optischen Achse und Ähnlichem einfach erfolgen kann und gleichzeitig die Genauigkeit der Autofokuserkennung verbessert werden kann, weil ein He-Ne-Laser (Wellenlänge 632,8 nm) für die Autofokussierungslichtquelle unabhängig von der Lichtquelle für die Beleuchtung verwendet wird.

[0023] Ein vierter Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass die hochpräzise Ausrichtung des Teststücks unter Verwendung der Stufe ausgeführt werden kann, die einen Freiheitsgrad von drei, das heißt, X-, Y- und θ -Richtung, aufweist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] [Fig. 1](#) ist ein allgemeines Blockdiagramm, das eine Vorrichtung zur Prüfung hochpräziser Muster darstellt;

[0025] [Fig. 2](#) ist ein ausführliches Blockdiagramm, das ein optisches System in der Vorrichtung zur Prüfung, die als erste Ausführungsform der Erfindung ausgeführt ist, darstellt;

[0026] [Fig. 3](#) ist ein Zeitdiagramm der Ablenkungsabastung in der ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0027] [Fig. 4](#) ist ein Schaubild, das einen Zustand eines Abtastlaserstrahls, der auf dem Teststück in der ersten Ausführungsform der Erfindung abtastet, darstellt;

[0028] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, das Operationen einer Schaltung zum Erzeugen des Ablenkungsabastsignals in der ersten Ausführungsform der Erfindung darstellt;

[0029] [Fig. 6](#) ist ein schematisches Schaubild, das Operationen der XY-Stufe darstellt, wobei

[0030] [Fig. 6\(a\)](#) die perspektivische Zeichnung

zeigt, die die XY-Stufe darstellt,

[0031] [Fig. 6\(b\)](#) die Operation der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt und

[0032] [Fig. 6\(c\)](#) die Operation eines Beispiels des Stands der Technik zeigt;

[0033] [Fig. 7](#) ist ein ausführliches Blockdiagramm, das ein optisches System einer Vorrichtung zur Prüfung hochpräziser Muster darstellt, die als zweite Ausführungsform der Erfindung ausgeführt ist;

[0034] [Fig. 8](#) ist ein Zeitdiagramm der Ablenkungsabastung der zweiten Ausführungsform;

[0035] [Fig. 9](#) ist ein Schaubild, das einen Zustand eines Abtastlaserstrahls darstellt, der auf dem Teststück der zweiten Ausführungsform der Erfindung abtastet, wobei

[0036] [Fig. 9\(a\)](#) ein schematisches Schaubild des Abtastzustands ist und

[0037] [Fig. 9\(b\)](#) eine grafische Darstellung ist, die eine Beziehung zwischen dem Y-Achsen-Ablenkungsabastsignal und der verstrichenen Zeit darstellt;

[0038] [Fig. 10](#) ist ein schematisches Schaubild, das ausführlich die Beziehung zwischen Abtastbereichen, den Modulationssignalen und dem Y-Achsen-Ablenkungsabastsignal der zweiten Ausführungsform darstellt;

[0039] [Fig. 11](#) ist ein allgemeines Blockdiagramm, das ein optisches System zum Vierteln des Laserstrahls einer Vorrichtung zur Prüfung hochpräziser Muster darstellt, das als dritte Ausführungsform der Erfindung ausgeführt ist;

[0040] [Fig. 12](#) ist ein schematisches Schaubild, das die Operation der XY-Stufe darstellt, die als dritte Ausführungsform der Erfindung ausgeführt ist;

[0041] [Fig. 13](#) ist ein Zeitdiagramm der Ablenkungsabastung in der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0042] [Fig. 14](#) ist ein schematisches Schaubild, das einen Abtastzustand des Laserstrahls in der dritten Ausführungsform darstellt; und

[0043] [Fig. 15](#) ist ein allgemeines Blockdiagramm, das ein optisches System zum Spalten des Laserstrahls in acht (Strahlen) in der Vorrichtung zur Prüfung hochpräziser Muster dargestellt, das als vierte Ausführungsform der Erfindung ausgeführt ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0044] Nachfolgend erfolgt eine genaue Beschreibung einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#).

[0045] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Prüfung hochpräziser Muster ist eine Prüfvorrichtung zum Ermitteln von Defekten der Teststücke, beispielsweise Fehler der Form, Größe, Registrierung und Fehlen des Musters usw.

[0046] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Prüfung hochpräziser Muster aufgebaut aus dem optischen System **110**, umfassend die Laserlichtquelle **111**, die Beleuchtungslicht bereitstellt, die Ablenkungsabtastrmittel **113** und **114** zum ableitenden Abtasten des Laserstrahls **119**, der von der Laserlichtquelle ausgegeben wird, dem halbierenden optischen System **130**, das ein Laserstrahlverzweigungsmittel zum Spalten des Laserstrahls in zwei ist und anderen optischen Einheiten, der XY-Stufe **181**, um daran das zu prüfende Teststück **182** zu halten, und die Systemsteuerung **190**, die die Anzeige **192** und den Dateneingabeabschnitt **193** aufweist.

[0047] Die XY-Stufe **181** umfasst ein X-Tablett (nicht dargestellt), das automatisch in X-Achsen-Richtung und ein Y-Tablett, das stufenweise in Y-Achsen-Richtung vorgeschoben wird. Jedes Tablett wird durch einen Mechanismus (nicht dargestellt) angetrieben, der die Drehbewegung eines Wechselstrom-Werbungs motors in die lineare Bewegung durch eine Kugelumlaufspindel umgewandelt.

[0048] Nachfolgend wird das optische System **110** mit Bezug auf [Fig. 2](#) ausführlich beschrieben. Das optische System **110** ist aufgebaut aus einem ersten Übertragungssystem zum Ablenken des Laserstrahls und Durchlassen des sich ergebenden Laserstrahls an das halbierende optische System **130**, dem halbierenden optischen System **130**, einem zweiten Übertragungssystem zum Durchlassen des Laserstrahls, der von dem halbierenden optischen System zum Teststück **182** kommt, dem Detektor für den reflektierten Strahl **150**, dem Erkennungsabschnitt für den durchgelassenen Strahl **160** und dem Autofokusabschnitt **170**.

[0049] Das erste Übertragungssystem ist aufgebaut aus der Laserlichtquelle **111** zum Ausstrahlen des Laserstrahls **119** zur Beleuchtung, dem Dämpfer **112** zum Einstellen der Ausgabeintensität des Laserstrahls **119**, dem Raumfilter **113**, den Ablenkungsabtastrmitteln **120** und **125** (umfassend den Strahlaufweiter **122** und die Halbwellenplatte **123**), umfassend die Ultraschalldeflektoren **121** und **126** zum ablenkenden Abtasten des Teststücks mit dem Laserstrahl

119 bei hohen Geschwindigkeiten, der zylindrischen Linse **114** zum Kondensieren des Laserstrahls von diesen Ablenkungsabtastrmitteln **120** und **125** in X-Richtung, dem Strahlteiler **115** zum Ändern der Progressionsrichtung des Laserstrahls **119** und Übermitteln eines Teils davon, der Leistungsüberwachung **116** zum Erkennen des Laserstrahls, der durch den Strahlteiler **115** übermittelt wurde, und Überwachen der Ausgabeintensität des Laserstrahls **119** an der Ausgabeseite des Dämpfers **112**, den Relaislinsen **117** an der Seite des reflektierten Lichts und der Viertelwellenplatte **118**. Das erste so aufgebaute Übertragungssystem überträgt den Laserstrahl, der von dem Strahlteiler **115** an das halbierende optische System **130** reflektiert wurde.

[0050] Das halbierende optische System **130** zum Spalten des Laserstrahls in zwei Laserstrahlen mit P-Polarisation und S-Polarisation ist aufgebaut aus dem Polarisator **131** zum Spalten des einfallenden Laserstrahls **128** in zwei Laserstrahlen mit P-Polarisation und S-Polarisation, dem Spiegel **132a** zum Ändern der Richtung eines der gespaltenen Laserstrahlen **139**, der Keilplatte **133**, die aus einer keilförmige Glasplatte zum Verändern der optischen Achse des Laserstrahls **139** aufgebaut ist, dem Spiegel **132b** zum Ändern der Richtung des Laserstrahls **139**, den Spiegeln **132c**, **132d**, **132e** und **132f** zum Ändern der Progressionsrichtung des anderen gespaltenen Laserstrahls **128** und Einstellen der Übertragungsentfernung und dem Polarisator **134** zum Synthetisieren des Laserstrahls **138** und des anderen Laserstrahls **139**. Das so aufgebaute halbierende System **130** überträgt den synthetisierten Laserstrahl **129** an das zweite Übertragungssystem.

[0051] Das zweite Übertragungssystem ist aufgebaut aus dem Halbspiegel **141** zum Durchlassen des Laserstrahls **129** dort hindurch, dem Galvanospiegel **142** und dem Spiegel **143** zum Ändern der Richtung des Laserstrahls in X-Achsen-Richtung, anstelle von Stufenabtasten und zum Erhalten des Bilds in einem gewissen Bereich, dem Teleskop **144**, dem Kaltlichtspiegel **145** zum Ändern der Richtung des Laserstrahls durch Reflektieren desselben und der Objektivlinse **146**. Der Laserstrahl **149** wird auf der Oberfläche des Teststücks durch die Objektivlinse **146** gesammelt.

[0052] In dem Detektor für den reflektierten Strahl **150**, der eines der Bildsignalerkennungsmittel ist, tritt der von dem Teststück **182** reflektierte Strahl, der in den optischen Pfad des ursprünglichen Laserstrahls zurückkehrt, in den Polarisator **152** ein, nachdem er von dem Halbspiegel **141** reflektiert worden ist.

[0053] Der Detektor für den reflektierten Strahl **150** ist aufgebaut aus dem Polarisator **152** zum Durchlassen der P-polarisierten Komponente des reflektierten Laserstrahls dort hindurch und zum Reflektieren der

verbleibenden Komponente in der Richtung des Polarisators **155**, der Kondensatorlinse **153** zum Kondensieren der P-polarisierten Komponente, die durch den Polarisator **152** auf die Erkennungsoberfläche der Detektors für den reflektierten Strahl **154** übermittelt wird, dem Polarisator **155** zum trennenden Kondensieren der S-polarisierten Komponente des Lichts, das von dem Polarisator **152** reflektiert wird, und der Kondensatorlinse **156** zum Kondensieren der getrennten S-polarisierten Komponente auf der Erkennungsoberfläche des Detektors für den reflektierten Strahl **157**.

[0054] Der Erkennungsabschnitt für den durchgelassenen Strahl **160**, der ein weiteres Bildsignalerkennungsmittel ist, ist aufgebaut aus der Sammellinse **161** zum Sammeln des Laserstrahls, der durch das Teststück **182** durchgelassen wurde, dem Polarisator **162** zum Durchlassen der P-polarisierten Komponente dort hindurch und zum Reflektieren des verbleibenden Teils in der Richtung des Polarisators **165**, der Kondensatorlinse **163** zum Kondensieren des Lichts, das durch den Polarisator **162** auf die Erkennungsoberfläche des Detektors für den durchgelassenen Strahl **164** durchgelassen wurde, dem Detektor für den durchgelassenen Strahl **164**, dem Polarisator **165** zum Trennen des S-polarisierten Lichts von dem reflektierten Licht des Polarisators **162**, der Kondensatorlinse **166** zum Kondensieren der getrennten S-polarisierten Komponente auf die Erkennungsoberfläche des Detektors für den durchgelassenen Strahl **167** und dem Detektor für den durchgelassenen Strahl **167**.

[0055] Der Autofokusabschnitt **170** ist aufgebaut aus der Autofokuslichtquelle **171**, die einen linear polarisierten Laserstrahl verwendet, wie einen He-Ne-Laser (Wellenlänge 632,8 nm), dem Strahl-aufweiter **172** zum Aufweiten des Laserstrahls, der von der Autofokuslichtquelle **171** ausgestrahlt wird, dem Strahlteiler **173** zum Durchlassen des Laserstrahls dort hindurch, der von der Autofokuslichtquelle **171** ausgestrahlt wird, und der entlang dem gleichen optischen Pfad zurückgegeben wird, und zum Reflektieren des reflektierten Lichts von dem Teststück **182** zum Teilungsdetektor **177**, der Viertelwellenplatte **178** zum Wandeln des linear polarisierten Lichts in das kreisförmig polarisierte Licht, der Kompensierungslinse **174**, um den Laserstrahl dazu zu bringen, auf der gleichen Ebene wie der Laserstrahl **149** nach der Übertragung durch die Objektivlinse **146** zu fokussieren, dem Spiegel **175** zum Ausstrahlen zusammen mit dem Laserstrahl **129**, der durch den Kaltlichtspiegel **145** auf das Teststück **182** durchgelassen wird, und zum Reflektieren des Lichts, das von dem Teststück **182** auf den Strahlteiler **173** reflektiert wird, der Sammellinse **176** zum Sammeln des Lichts, das von dem Strahlteiler **173** reflektiert wird, der Messerschneide **179** und dem geteilten Detektor **177**.

[0056] Mit weiterem Bezug auf [Fig. 1](#) ist die Bildverarbeitungseinheit **191** aufgebaut aus dem Bilddatenspeicher **191b** zum Empfangen der Erkennungssignale, die von den Detektoren von dem Licht erkannt werden, das von dem Teststück **182** reflektiert und durch das Teststück durchgelassen wird, wobei es Bilder von den empfangenen Erkennungssignalen erzeugt und die erzeugten Bilder sequenziell speichert und Bilddaten von bereits geprüften Referenzteststücken zur Verwendung bei der Prüfung basierend auf dem Vergleich zwischen Teststücken speichert, dem Datenbankspeicher **191a** zum Speichern entsprechender Bilddaten, die von der Datenbank zu erhalten sind, wenn eine Prüfung durch Vergleich zwischen einem Teststück und einer Teststückdatenbank ausgeführt wird, dem Defektinformationsspeicher **191c** zum Speichern der Informationen über Defekte, die durch die Prüfung gefunden wurden, und der Bildverarbeitungssteuerung **191d** zum gemeinsamen Steuern der digitalen Operationen der Komponenten der Bildverarbeitungseinheit und zur Schnittstellenbildung mit externen Geräten.

[0057] Die Anzeige **192** zeigt Bilder, Defektinformationen und so weiter an und informiert dabei den Bediener über die Inhalte der erkannten Defekte durch eine Anzeigevorrichtung wie eine Kathodenstrahlröhre. Die Anzeige wird auch zum Editieren der Eingaben von dem Dateneingabeabschnitt **193** verwendet, was später beschrieben wird.

[0058] Der Dateneingabeabschnitt **193** wird beispielsweise als Mann-Maschine-Schnittstelle zum Eingeben von Daten in die zuvor erwähnte Datenbank und zum Bestimmen der Inhalte der Anzeige auf der Anzeige **192** verwendet. Normalerweise wird für den Dateneingabeabschnitt eine Tastatur verwendet.

[0059] Nachfolgend wird der Betrieb der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Der vorzugsweise zu verwendende Laserstrahl weist eine kürzere ultraviolette Wellenlänge von der Hinsicht aus auf, dass der Laserstrahl einen guten Fokus besitzt, oder die Fleckengröße auf dem Teststück **182** muss so gering wie möglich sein. In dem Wellenlängenband unter 360 nm sind die erhältlichen Linsenmaterialien jedoch extrem begrenzt, was es extrem schwierig macht, eine Linse herzustellen, die eine kleine Aberration aufweist und gleichzeitig schwierig, die Mittel zum Ablenken des Laserstrahls herzustellen. Folglich wurde ein gutes Ergebnis von dem UV-Licht eines Ar-Lasers erhalten, der in der vorliegenden Ausführungsform eine Wellenlänge von 363,8 nm aufweist.

[0060] Der Laserstrahl **119**, der von der Laserlichtquelle zur Beleuchtung ausgestrahlt wird, wird von den Ablenkungsabstastmitteln **120** und **125** in Y-Richtung abgelenkt und der abgelenkte Laserstrahl wird

von dem halbierenden optischen System **130** in P-Polarisation und S-Polarisation gespalten, die auf das Teststück **182** ausgestrahlt werden, das auf der XY-Stufe gehalten wird.

[0061] Nun wird mit Bezug auf [Fig. 3](#) ein Antriebsignal, wie es von dem Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **307** angegeben wird, auf die Ultraschalldeflektoren **121** und **126** der Ablenkungsabtastmittel **120** und **125** angewandt. In Synchronisierung mit einem Taktimpuls CLK wird, wenn die X-Stufe zu einer vorbestimmten Position gelangt, das erste Y-Abtaststartsignal **301** erzeugt, von dem ersten Y-Abtaststartsignal **301** wird das erste Einscansignal **301** erzeugt, wobei das Antriebssignal, das durch das Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **307** eingegeben wird, erzeugt wird. Wenn das erste Einscansignal **305** EIN ist, werden die Musteroberflächen in den Abtastbereichen 1-1 und den Abtastbereichen 1-2 des Teststücks **182** ablenkend mit jedem der zwei verzweigten Laserstrahlen abgetastet und die sich ergebenden Bilddaten werden gesammelt.

[0062] Wenn das erste Einscansignal **305** zu dem Zeitpunkt, zu dem der Abtastbereich **1** zu Ende geht, auf AUS schaltet, kehrt das Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **307** schnell zum 0-Pegel **308** des Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignals zurück und wird im Wartezustand gehalten, bis das zweite Einscansignal **306** vom zweiten Y-Abtaststartsignal **302** EIN geschaltet wird. Die Wartezeit wird so kurz wie möglich eingestellt.

[0063] Mit Bezug auf [Fig. 4\(a\)](#) bewegt sich der Laserstrahl auf der Musteroberfläche des Teststücks **182** wie folgt. Jeder der zwei verzweigten Laserstrahlen befindet sich ursprünglich an den Positionen **411** und **421** und bewegt sich in Richtung des Pfeils A durch das Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **307**. Das Y-Achsen-Abtastsignal **307** nimmt in Schritten (nicht linear) an jeder Fleckposition zu, wie in [Fig. 4\(b\)](#) dargestellt.

[0064] Das erste Einscansignal **305** geht AUS, wenn die Endpositionen **414** und **424** der Y-Achsen-Abtastung des Bereichs **1** ablenkend mit jedem Laserstrahl abgetastet werden. Wenn das erste Einscansignal **305** AUS geht, kehrt das Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **307** schnell auf den 0-Pegel **308** des Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignals zurück, sodass jeder Laserstrahl auch zur Ausstrahlungsstartposition zurückkehrt. Wenn sich die XY-Stufe in X-Achsen-Richtung bewegt, wird jeder Laser an den zweiten Ablenkungsabtaststartpositionen **415** und **425** positioniert und im Wartezustand gehalten, bis das zweite Einscansignal **306** vom zweiten Y-Abtaststartsignal **302** EIN geschaltet wird.

[0065] Wenn das zweite Y-Einscansignal in **306** EIN geht, wird das Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal

307 auf gleiche Weise erzeugt, wie die erste Y-Abtastung und das erzeugte Signal wird auf den Deflektor angewandt. Nachfolgend wird die zuvor erwähnte Operation wiederholt von der vorbestimmten Anzahl Malen an allen Bereichen des Abtastbereichs **1** ausgeführt.

[0066] Mit Bezug auf [Fig. 5](#) wird das Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **307**, das in die Ablenkungsabtastmittel **120** und **125** einzugeben ist, wie in [Fig. 5](#) dargestellt, von den Ausgaben des Zählers **332** zum Zählen der Anzahl Male, die der Taktimpuls CLK **331** eingegeben wird, dem Speicher **333** zum Ausführen der arithmetischen Operation, um einen akkumulierten Wert auszugeben, jedes Mal, wenn der Takt von der vorbestimmten Anzahl gezählt wird, dem D/A-Wandler **334** zum Wandeln der digitalen Ausgabe des Speichers **333** in einen analogen Wert und dem Verstärker **335** erzeugt.

[0067] Mit Bezug auf [Fig. 6\(b\)](#) trägt die XY-Stufe **181** das Teststück **382** und bewegt sich in einer Richtung entlang der X-Achse und stoppt die Bewegung, wenn der Teststückende **387** die Abtastlaserstrahl-ausstrahlungsposition **340** erreicht, woraufhin der X-Achsen-Vorschub für den ersten Abtastbereich **310**, dargestellt in [Fig. 6\(b\)](#) zu einem Ende kommt.

[0068] Die Position **340** ist eine feste Position. Der Laserstrahl wird in dieser Position in zwei Strahlen verzweigt, die in Y-Richtung abgetastet werden, um beispielsweise den P-polarisierten Abtastlaserstrahl **341** und den S-polarisierten Abtastlaserstrahl **342** bereitzustellen. Es ist anzumerken, dass zur leichteren Beschreibung ein Ende **341a** des Laserstrahls **342** und ein Ende **342b** des Laserstrahls **342** mit einem Raum dazwischen dargestellt sind; tatsächlich ist jedoch die Abtastbreite jedes Laserstrahls so eingestellt, dass beide Laserstrahlen **341** und **342** einander überlappen.

[0069] Als Nächstes, wenn die XY-Stufe **181** zwei Schritte in Y-Richtung vorgeschoben worden ist (die Richtung, die durch Pfeil A angegeben ist), wird die XY-Stufe **181** in X-Achsen-Richtung vorgeschoben, was entgegengesetzt zur Y-Richtung ist, woraufhin der zweite X-Achsen-Vorschub des Abtastbereichs **320** beginnt. Wenn das Teststückende **386**, das geprüft werden soll, die Abtastlaserstrahl-Ausstrahlungsposition **340** erreicht hat, stoppt die XY-Stufe.

[0070] Obgleich es in [Fig. 6\(b\)](#) nicht dargestellt ist, werden, wenn es mehrere Abtastbereiche gibt, wie einen dritten Abtastbereich und einen vierten Abtastbereich, der X-Achsen- und der Y-Achsen-Stufenvorschub wiederholt, sodass alle Abtastbereiche auf dem Teststück mit den Abtastlaserstrahlen **341** und **142** abgetastet werden.

[0071] Während dessen wird die Ausgabeintensität

des Laserstrahls **119** von der Leistungsüberwachung **116** überwacht. Unter Verwendung eines Erkennungssignals dieser Leistungsüberwachung **116** wird der Dämpfer **112** von einer Laserleistungssteuerung (nicht dargestellt) gesteuert, um die Ausgabeintensität des Laserstrahls **119** auf einem konstanten Pegel zu halten.

[0072] Die zuvor erwähnten Operationen werden in Zusammenarbeit mit den Operationen anderer Komponenten unter der Steuerung der Systemsteuerung **190** ausgeführt.

[0073] Mit Bezug auf [Fig. 6\(c\)](#) werden im Beispiel des Stands der Technik die zwei geteilten Laserstrahlen, wie sie in der vorliegenden Ausführungsform verwendet werden, nicht verwendet. Daher beträgt der erste Abtastbereich die Hälfte des ersten Abtastbereichs der vorliegenden Ausführungsform in der Abtastbreite, was zur gleichen X-Achsen-Richtung führt, wie die vorliegende Ausführungsform, aber zu einem Einzelstufenvorschub in Y-Richtung. Folglich wird, verglichen mit der vorliegenden Erfindung, die Zeit zum Prüfen des Teststücks ungefähr verdoppelt. Mit anderen Worten kann die vorliegende Erfindung die Prüfzeit auf die Hälfte des Beispiels des Stands der Technik verringern, was einen wesentlichen Vorteil bietet.

[0074] Nachfolgend wird ausführlich der Betrieb des optischen Systems **110** mit Bezug auf [Fig. 2](#) beschrieben. Der Laserstrahl **119**, der von der Laserlichtquelle **111** unter Verwendung eines UV-Ar-Lasers ausgestrahlt wird, wird von dem Dämpfer **112** in der Ausgabeintensität eingestellt, und der eingestellte Laserstrahl wird durch den Raumfilter **113** durchgelassen, um in Y-Achsen-Richtung auf den Prüfbildern (wie in [Fig. 6\(b\)](#) dargestellt) von den Ablenkungsabtastmitteln, die aus einem Paar von Ultraschalldeflektoren **121** und **126** aufgebaut sind, ablenkend abgetastet zu werden. Der Laserstrahl, der von dem Ultraschalldeflektor **126** ausgegeben wird, wird in X-Achsen-Richtung durch die zylindrische Linse **114** fokussiert. In der Y-Achsen-Richtung wird der Laser, wie bei der zylindrischen Linse **114**, durch die kondensierende Aktion des Ultraschalldeflektors **126** selbst auf die gleiche Fokusposition fokussiert. Dann wird der Laser durch die Relaislinse **117** und die Viertelwellenplatte **118** über den Strahlteiler **115** durchgelassen, um von dem halbierenden optischen System **130** verzweigt zu werden.

[0075] Der Laserstrahl, der durch den Strahlteiler **115** durchgelassen wird, wird von der Leistungsüberwachung **116** empfangen, wodurch Veränderungen der Laserstrahlintensität überwacht werden.

[0076] Der Laserstrahl, der in das halbierende optische System **130** eintritt, wird von der Viertelwellenplatte **118** in den kreisförmig polarisierten Zustand

versetzt, um in zwei Laserstrahlen mit P-Polarisation und S-Polarisation verzweigt zu werden. Einer der verzweigten Laserstrahlen oder der Laserstrahl **139** wird beim Kippen der optischen Achse davon durch den Spiegel **132a** verändert, um über den Spiegel **132b** in den Polarisator **134** zu gelangen.

[0077] Der andere Laserstrahl **138** wird durch die Übertragungsentfernungs-Einstellspiegel **132c**, **132d**, **132e** und **132f** in den Polarisator **134** eingegeben. Der Polarisator **134** synthetisiert die Laserstrahlen **138** und **139**, die von dem Polarisator **131** verzweigt werden. Der sich ergebende synthetisierte Laserstrahl besteht aus P-Polarisation und S-Polarisation.

[0078] Diese Laserstrahlen weisen eine leicht unterschiedliche Lichtachsenrichtung zueinander auf. Dieser Unterschied der Achsenrichtungen wird durch Einstellen des Kippens der Keilplatte **133** eingestellt, sodass diese Laserstrahlen voneinander durch eine Breite getrennt werden, die äquivalent zur Abtastbereichsbreite ist, dargestellt in [Fig. 6\(b\)](#). In dem Zustand, in dem die Laserstrahlen auf der Oberfläche des Teststücks fokussiert werden, ergibt sich eine Positionsänderung, in der das Kippen **17'** der Keilplatte **133** ungefähr $0,05\ \mu\text{m}$ auf der Teststückoberfläche beträgt, eine extrem präzise Einstellung.

[0079] Somit können, obwohl nur ein System als Abtastmittel des Laserstrahls in der Y-Achsen-Richtung vorhanden ist, zwei Bereiche auf dem Teststück **182** gleichzeitig abgetastet werden und die parallele Verarbeitung kann ausgeführt werden.

[0080] Der Laserstrahl **129**, der von dem halbierenden optischen System **130** ausgegeben wird, tritt durch den Halbspiegel **141** ein und wird von dem Galvanospiegel **142** und dem Spiegel **143** reflektiert, um in das Teleskop **144** einzutreten. Der Galvanospiegel **142** ändert die Richtung des Laserstrahls zur X-Achsen-Richtung, anstelle von Stufenabtastung, um ein Bild eines gewissen Bereichs zu erhalten. Bei der Prüfung der Muster von Masken wird, wie später beschrieben, die Montagemaske der XY-Stufe **181** bewegt, um ein Bild zu erhalten.

[0081] Der Laserstrahl, der von dem Teleskop **144** ausgegeben wird, wird von dem Kaltlichtspiegel **145** reflektiert, um mit dem autofokussierenden Laserstrahl, der durch den Kaltlichtspiegel **145** durchgelassen wird, gemischt zu werden, was später beschrieben wird. Der sich ergebende Laserstrahl tritt in die Objektivlinse **146** ein.

[0082] Das Teleskop **144** kann die Größe des Abtastflecks und den Abtastbereich des Laserstrahls auf dem Teststück **182** abtasten, sodass der Mindestwert erkennbarer Defekte ausgewählt werden kann. Es ist auch möglich, das Linsensystem des Teles-

kops **144** so zu konstruieren, dass die Länge des Abtastbereichs im Verhältnis zur Abtastfleckgröße erhöht wird. Der Laserstrahl, der von dem Teleskop **144** kommt, wird durch die Objektivlinse **146** auf die Oberfläche des Teststücks **182** fokussiert.

[0083] Der Laserstrahl **119**, der von der Laserlichtquelle **111** auf das Teststück **182** ausgestrahlt wird, wird teilweise von der Musteroberfläche des Teststücks **182** reflektiert, um entlang des optischen Pfads des ursprünglichen Laserstrahls zurückzukehren, und der Rest wird von dem Halbspiegel **141** reflektiert, um in die Richtung des Polarisators **152** des Detektors für den reflektierten Strahl **152** zu verlaufen. Der reflektierte Laserstrahl tritt in den Polarisator **152** ein und die P-Polarisation, die durch den Polarisator **152** durchgelassen wird, wird von der Kondensatorlinse **153** kondensiert, um von dem Detektor für den reflektierten Strahl **154** aufgenommen zu werden. Auf der anderen Seite tritt die S-Polarisation, die durch den Polarisator **155** durchgelassen wird, wie bei dem Strahl, der von dem Polarisator **152** reflektiert wird, in die Kondensatorlinse **156** ein, um von dem Detektor für den reflektierten Strahl **157** aufgenommen zu werden.

[0084] Der Laserstrahl, der durch das Teststück **182** durchgelassen wird, wird von der Sammellinse **161** gesammelt und die P-Polarisation wird durch den Polarisator **162** durchgelassen und von der Kondensatorlinse **163** kondensiert, um von dem Detektor für den durchgelassenen Strahl **164** aufgenommen zu werden. Auf der anderen Seite wird die S-Polarisation, wie bei dem Laserstrahl, der von dem Polarisator **162** reflektiert wird, von dem Polarisator **165** reflektiert und tritt in die Kondensatorlinse **166** ein, um von dem Detektor für den durchgelassenen Strahl **167** aufgenommen zu werden.

[0085] Der Laserstrahl, der von der Autofokussierungslichtquelle **171** ausgestrahlt wird, die einen He-Ne-Laser (linear polarisierter Laser einer Wellenlänge von 632,8 nm) in dem Autofokusabschnitt **170** verwendet, gelangt durch den Strahlaufweiter **172**, um die gewünschte Strahlgröße zu erhalten, den Strahlteiler **173**, die Viertelwellenplatte **178**, die Linse **174**, den Spiegel **175**, um das Kippen des Lichtpfads und des Kaltlichtspiegels **145** zu verändern, wobei der Laserstrahl durch die Objektivlinse **146** auf die Oberfläche des Teststücks **182** fokussiert und der Laserstrahl von der Oberfläche des Teststücks **182** reflektiert wird.

[0086] Der reflektierten Strahl kehrt in die Richtung zurück, die der Einfallrichtung des Teststücks **182** entgegengesetzt ist, wird durch den Kaltlichtspiegel **145** durchgelassen, wird von dem Spiegel **175** reflektiert, um den Verlauf zu ändern, wird erneut durch die Aktion der Viertelwellenplatte **178** von dem Strahlteiler **173** reflektiert, von der Sammellinse **176** gesam-

melt und tritt in den Teilungsdetektor **177** ein.

[0087] Vor dem Teilungsdetektor **177** wird die Lichtschneideplatte, das heißt die Messerschneide **179** angeordnet, um die Hälfte des Lichts abzuschneiden.

[0088] Die Messerschneide **179** ist so ausgerichtet, dass gleiche Mengen Licht nur dann in beide Detektoren des Teilungsdetektors **177** eintreten, wenn sich das Teststück **182** an einer solchen Position befindet, dass der reflektierte He-Ne-Laserstrahl auf der Oberfläche des Teilungsdetektors **177** fokussiert wird. Wenn sich die Höhe der Oberfläche des Teststücks **182** ändert, ändert sich die Fokusposition des reflektierten Laserstrahls und die Lichtmenge, die in jedem Detektor des Teilungsdetektors **177** eintritt, wird unsymmetrisch, weil ein Teil des reflektierten Lichts von der Messerschneide **179** abgeschnitten wird. Indem der Unterschied zwischen den Detektoren als ein Erkennungssignal genommen wird und die Auf-Ab-Position der Objektivlinse **146** durch einen Servomechanismus (nicht dargestellt) verändert wird, der die Objektivlinse **146** antreibt, wird die Rückführ-Positionssteuerung ausgeführt, sodass der Fokus des Laserstrahls von der Laserlichtquelle **111** zur Beleuchtung und der Fokus des Laserstrahls von der Laserlichtquelle **171** zum Autofokussieren aufeinander auf der Teststückoberfläche abgestimmt werden.

[0089] Die vorliegende Ausführungsform weist einen Laserstrahl zum Autofokussieren auf, der ein Wellenlängenband aufweist, das von dem der Laserlichtquelle zum visuellen Prüfen von Mustern aus folgendem Grund verschieden ist. Bei der Prüfung hochpräziser Muster, auf die die vorliegende Erfindung anzuwenden ist, ist es erforderlich, die Laserfleckgröße auf der Oberfläche des Teststücks **182** so klein wie die Größenordnung der Wellenlänge zu fokussieren. Dazu muss die NA der Objektivlinse **146** ziemlich groß sein. Die Objektivlinse, die eine hohe NA aufweist, weist unvermeidlicher Weise eine geringe Tiefenschärfe auf. In der vorliegenden Erfindung beträgt die erforderliche folgende Genauigkeit des Autofokussierens ebenfalls 0,05 µm. Der Schlüssel, um eine solche hohe Genauigkeit zu erreichen, ist, die Signaldifferenz in dem Teilungsdetektor **177**, der der Detektor des Autofokussierens ist, eindeutig zu erkennen. Da nur eine Halbleitervorrichtung für den praktischen Teilungsdetektor **177** verfügbar ist, ist es nicht vorteilhaft, UV-Licht, das eine geringe Aufnahmeempfindlichkeit aufweist, von der Halbleitervorrichtung zu verwenden. Daher verwendet die vorliegende Ausführungsform den He-Ne-Laser mit einem Wellenlängenband, das eine ausreichend hohe Empfindlichkeit aufweist.

[0090] Als nächstes wird mit Bezug auf Fig. 6 nachfolgend der Betrieb der XY-Stufe **181** während der Prüfung beschrieben. Das Teststück **182** wird auf der XY-Stufe **181** mit einem Freiheitsgrad von drei, das

heißt den Richtungen X, Y und θ eingestellt. In dieser Ausführungsform weist die XY-Stufe **181** eine gestapelte Struktur der X-Stufe **186**, der Y-Stufe **187** und der θ -Stufe **188** in dieser Reihenfolge auf und bewegt sich in X-Richtung, wenn die Prüfbilder erhalten werden.

[0091] Das Teststück **182** wird präzise eingestellt und durch einen Übertragungsmechanismus (nicht dargestellt) auf der Stufe **181** gehalten. Als Nächstes wird die θ -Stufe **188** betrieben und eine Ausrichtung ausgeführt. Durch Ausrichten mit der θ -Stufe wird ein präziser Betrieb besser aufrecht erhalten, als durch Ausrichten mit einer XY-Interpolationsoperation.

[0092] Die Operation der XY-Stufe **181** während der Prüfung ist wie nachfolgend dargestellt. Zuerst wird die X-Stufe **186** automatisch mit einer gleich bleibenden Geschwindigkeit vorgeschoben und in der Zwischenzeit, bis die Bilderhaltungspunkte durch den Prüfungsbereich **383**, **384**, **385** gelangen, hält die Y-Stufe **187** ein Register aufrecht und führt nicht die Interpolationsoperation aus. Die Bilderhaltungspunkte gelangen durch den Prüfungsbereich **385**, und wenn die X-Stufe **186** stoppt, wird die Y-Stufe **187** stufenweise vorgeschoben und die X-Stufe wird automatisch mit einer gleich bleibenden Geschwindigkeit in der entgegengesetzten Richtung vorgeschoben.

[0093] Während die X-Stufe **186** mit der gleich bleibenden Geschwindigkeit vorgeschoben wird, tasten die UV-Ar-Laserstrahlen wiederholt den Prüfungsbereich **383**, **384**, **385** in der Y-Achsen-Richtung durch den Ultraschalldeflektor **121**, **126** ab und das reflektierte Licht oder das durchgelassene Licht wird von dem zuvor erwähnten Detektor für den reflektierten Strahl **150** oder von dem Erkennungsabschnitt für den durchgelassenen Strahl **160** erkannt.

[0094] Jedes Tablett wird von einem Mechanismus (nicht dargestellt) angetrieben, der die Drehbewegung des Wechselstrom-Servomotors in die lineare Bewegung durch eine Kugelumlaufspindel wandelt.

[0095] Abschließend wird nachfolgend das Signalverarbeitungsverfahren beschrieben. Die Bildverarbeitungseinheit **191** empfängt die Erkennungssignale von den Detektoren der Strahlen, die durch das Teststück **182** durchgelassen und von ihm reflektiert worden sind, erzeugt Bilddaten von den empfangenen Erkennungsdaten und speichert die erzeugten Bilddaten in dem Bilddatenspeicher **191b**. Normalerweise wird bei der Prüfung von Defekten der Form, Größe usw. nur durchgelassenes Licht verwendet und bei der Prüfung von Fremdpartikeln wird nur das reflektierte Licht verwendet.

[0096] In dem Fall, in dem eine Mehrzahl der gleichen Schaltungsmuster auf dem gleichen Teststück

ausgebildet ist und das Stück-zu-Stück-Prüfungsverfahren verwendet wird, wenn ein Vergleich zwischen den Bilddaten, die aus dem Detektor herausgenommen wurden, und den Bilddaten eines Teststücks angestellt wird, das die gleichen Merkmale aufweist, die bereits geprüft und in dem Bilddatenspeicher **191b** gespeichert wurden, und wenn eine Nichtübereinstimmung gefunden wird, wird die Position des erkannten Defekts, der defekten Bilddaten und Referenzdaten als Defektinformation in den Defektinformationspeicher **191c** gespeichert.

[0097] Auf der anderen Seite wird für die Teststück-Datenbank-Prüfung ein Vergleich zwischen den Bilddaten des geprüften Stücks und den entsprechenden Bildinformationen, die in dem Datenbankspeicher **191b** gespeichert sind, angestellt, um einen Defekt zu erkennen. Der erkannte Defekt wird als Defektinformation gespeichert.

[0098] Die Anzeige **192** zeigt das Bild, die Defektinformationen usw., um den Bediener über die Inhalte des erkannten Defekts zu informieren.

[0099] Nachfolgend wird eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. In [Fig. 7](#) bezeichnet/bezeichnen Bezugszahl **711** eine Laserlichtquelle, Bezugszahl **712** einen Dämpfer, Bezugszahl **713** einen Raumfilter, Bezugszahl **714** eine zylindrische Linse, Bezugszahl **715** einen Strahlteiler, Bezugszahl **716** eine Leistungsüberwachung, Bezugszahl **717** eine Relaislinse, Bezugszahl **718** eine Viertelwellenplatte, Bezugszahl **719** einen Laserstrahl, Bezugszahl **721** einen Ultraschalldeflektor, Bezugszahl **722** einen Strahlaufweiter, Bezugszahl **723** eine Halbwellenplatte, Bezugszahl **728** und **729** Laserstrahlen, Bezugszahl **730** ein halbierendes optisches System, Bezugszahl **731** einen Strahlteiler, Bezugszahlen **732a**, **732b**, **732c**, **732d**, **732e** und **732f** Spiegel, Bezugszahl **734** ein Prisma, Bezugszahlen **735** und **736** Ultraschallmodulatoren, Bezugszahlen **738** und **739** Laserstrahlen, Bezugszahl **741** einen Halbspiegel, Bezugszahl **742** einen Galvanospiegel, Bezugszahl **743** einen Spiegel, Bezugszahl **744** ein Teleskop, Bezugszahl **745** einen Kaltlichtspiegel, Bezugszahl **746** eine Objektivlinse, Bezugszahl **749** einen Laserstrahl, Bezugszahl **750** einen Detektor für den reflektierten Strahl, Bezugszahl **753** eine Sammellinse, Bezugszahl **753** eine Kondensatorlinse, Bezugszahl **754** einen Detektor für den reflektierten Strahl, Bezugszahl **760** einen Erkennungsabschnitt für den durchgelassenen Strahl, Bezugszahl **761** eine Sammellinse, Bezugszahl **763** eine Kondensatorlinse, Bezugszahl **764** einen Detektor für den durchgelassenen Strahl, Bezugszahl **770** einen Autofokusabschnitt, Bezugszahl **771** eine Lichtquelle, Bezugszahl **772** einen Strahlaufweiter, Bezugszahl **773** einen Strahlteiler, Bezugszahl **774** eine Ausgleichlinse, Bezugszahl **775** einen Spiegel, Bezugszahl **776** eine

Sammellinse, Bezugszahl **778** eine Viertelwellenplatte und Bezugszahl **782** ein Teststück.

[0100] Mit Bezug auf [Fig. 7](#) unterscheidet sich die zweite Ausführungsform von der ersten Ausführungsform durch das halbierende optische System **730**. Der Polarisator **131** des halbierenden optischen Systems **130** in der ersten Ausführungsform, dargestellt in [Fig. 2](#), wird nämlich durch den Strahlteiler **731** ersetzt und der Polarisator **134** wird durch das Prisma **734** ersetzt, das die verzweigten Laserstrahlen **738** und **739** synthetisiert. Außerdem sind die Ultraschallmodulatoren **735** und **736** in den optischen Pfaden der verzweigten Laserstrahlen **738** und **739** angeordnet.

[0101] Als Nächstes erfordert der Detektor für den reflektierten Strahl **750** keine Polarisatoren **152** und **155**, dargestellt in [Fig. 2](#), und ist aus einem Paar Kondensatorlinsen **753** und dem Detektor für den reflektierten Strahl **754** aufgebaut. Der Erkennungsabschnitt für den durchgelassenen Strahl **760** erfordert keine Polarisatoren **162** und **165** und ist nur aus der Sammellinse **761**, der Kondensatorlinse **763** und dem Detektor für den durchgelassenen Strahl **764** aufgebaut. Die anderen Komponenten sind die gleichen wie die von [Fig. 2](#) und die Beschreibung dieser Komponenten wird ausgelassen.

[0102] Nachfolgend wird der Betrieb der zweiten Ausführungsform hauptsächlich hinsichtlich der Unterschiede von der ersten Ausführungsform beschrieben. Mit Bezug auf [Fig. 7](#) ändert der Laserstrahl, der von der Laserlichtquelle **711** ausgestrahlt wird, seinen Verlauf durch den Strahlteiler **715**, um in das halbierende optische System **730** einzutreten.

[0103] Der Laserstrahl, der in das halbierende optische System **730** eingetreten ist, wird von dem Strahlteiler **731** in zwei Laserstrahlen **738** und **739** gespalten.

[0104] Der Laserstrahl **738** und der Laserstrahl **739** werden von dem Ultraschallmodulator **735**, beziehungsweise dem Ultraschallmodulator **736** analog moduliert, um in der Intensität des Lichts verändert zu werden. Diese Analogmodulation wird in einer Zeitmultiplexweise ausgeführt, was später beschrieben wird.

[0105] [Fig. 8](#) ist ein Zeitdiagramm der Ablenkungsabtastung der zweiten Ausführungsform. In der Figur bezeichnet/bezeichnen Bezugszahl **801** ein erstes Y-Abtaststartsignal, Bezugszahl **802** ein zweites Y-Abtaststartsignal, Bezugszahl **805** ein erstes Einscansignal, Bezugszahl **806** ein zweites Einscansignal, Bezugszahl **807** ein Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal, Bezugszahl **808** den 0-Pegel des Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignals, Bezugszahl **811** ein erstes Strahlmodulationssignal (a) und Bezugszahl

812 ein zweites Strahlmodulationssignal (b).

[0106] Entsprechend den zwei verzweigten Abtastbereichen des ersten Abtastbereichs 1 gibt der Ultraschallmodulator **735** das erste Strahlmodulationssignal **811** an den ersten Strahlabtastbereich in der zeitlichen Abstimmung eines 1-1 Modulationssignals a aus und der Ultraschallmodulator **736** gibt das zweite Strahlmodulationssignal **812** an den zweiten Strahlabtastbereich in der zeitlichen Abstimmung eines 1-2-Modulationssignals b aus, um eine Modulieroperation auszuführen.

[0107] Der Laserstrahl **739** von [Fig. 7](#) wird im Kippen seiner optischen Achse durch die Keilplatte **733** verändert. Wie in der ersten Ausführungsform, wird das Kippen in Einheiten der Abtastbereichsbreite des Teststücks **382**, dargestellt in [Fig. 6\(b\)](#), eingestellt.

[0108] Beide analog modulierten Laserstrahlen werden von dem synthetisierenden Prisma **734** synthetisiert, um auf das Teststück **782** ausgestrahlt zu werden, wie mit Bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben.

[0109] Im Folgenden wird der Betrieb des Abtastlaserstrahls auf der Oberfläche des Teststücks **782** mit Bezug auf [Fig. 8](#), 9 und [Fig. 10](#) beschrieben.

[0110] [Fig. 9](#) ist ein Schaubild, das einen Zustand eines Abtastlaserstrahls darstellt, der auf dem Teststück in der zweiten Ausführungsform der Erfindung abtastet. In der Figur ist [Fig. 9\(a\)](#) ein vereinfachtes Schaubild des Abtastzustands und [Fig. 9\(b\)](#) ist eine grafische Darstellung, die eine Beziehung zwischen dem Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal und der verstrichenen Zeit darstellt. Bezugszahl **810** bezeichnet einen Abtastbereich 1, Bezugszahl **811** einen ersten Strahlabtastbereich 1-1, Bezugszahl **812** einen zweiten Strahlabtastbereich 1-2, Bezugszahl **911** eine erste Strahlfleckenstartposition, Bezugszahlen **912**, **913**, **914**, **915**, **916** und **917** Fleckpositionen, Bezugszahl **918** eine erste Endposition, Bezugszahl **919** eine zweite Startposition, Bezugszahl **921** eine zweite Strahlfleckstartposition, Bezugszahlen **922**, **923**, **924**, **925**, **926** und **927** Fleckpositionen, Bezugszahl **928** eine erste Endposition und Bezugszahl **929** eine zweite Startposition.

[0111] Die zwei verzweigten Laserstrahlen sind ursprünglich an den Fleckpositionen **911** und **921** und werden dann in Richtung des Pfeils A durch das Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **807** bewegt. In der Zwischenzeit werden die zwei verzweigten Laserstrahlen abwechselnd wie zuvor beschriebenen moduliert, sodass der starke Laserstrahl und der schwache Laserstrahl abwechselnd auf den Abtastbereichen 1-1 und 1-2 der Musteroberfläche des Teststücks **782** auftauchen.

[0112] In der Figur bezeichnen die mit einer dicken Linie gezeichneten Kreise **911**, **913**, **915**, **917** und **919** starke Laserstrahlen und die mit einer dünnen Linie gezeichneten Kreise **912**, **914**, **916** und **918** bezeichnen Laserstrahlen, deren Intensität fast null ist.

[0113] Zur leichteren Beschreibung weist der Laserstrahl an der Seite des Abtastbereichs 1-1 eine P-Polarisation auf, während der Laserstrahl an der Seite des Abtastbereichs 1-2 eine S-Polarisation aufweist. Wenn der Laserstrahl mit P-Polarisation, der dem Abtastbereich 1-1 entspricht, sich an einer der Positionen **911**, **913**, **915** und **917** befindet oder wenn das erste Achsen-Einscansignal **805** von [Fig. 8](#) EIN ist und das 1-1 Modulationssignal a des ersten Strahlmodulationssignals **811** EIN ist, stellt der reflektierte Strahl, der von dem Detektor für den reflektierten Strahl **750** von [Fig. 7](#) erkannt wird, das Erkennungssignal des reflektierten Strahls entsprechend dem Abtastbereich 1-1 des Teststücks **782** bereit.

[0114] Zu diesem Zeitpunkt wird der reflektierte Strahl des Laserstrahls mit S-Polarisation auch von dem Abtastbereich 1-2 von dem Detektor für den reflektierten Strahl **750** erkannt. Da dieser Laserstrahl eine Intensität fast gleich null aufweist, entsprechend den mit der dünnen Linie gezeichneten Kreisen **921**, **923**, **927** usw., wird das Erkennungssignal des reflektierten Strahls dieses Laserstrahls von dem starken Erkennungssignal des reflektierten Strahls, das von dem Abtastbereich 1-1 kommt, unterschieden.

[0115] Wenn sich der Laserstrahl mit S-Polarisation entsprechend dem Abtastbereich 1-2 an einer der Positionen **922**, **924**, **926** und **928** befindet oder das erste Achsen-Einscansignal **807** von [Fig. 8](#) EIN ist, ist das 1-2 Modulationssignal b des zweiten Strahlmodulationssignals **812** EIN, stellt der reflektierte Strahl, der von dem Detektor für den reflektierten Strahl **750** erkannt wird, das Erkennungssignal für den reflektierten Strahl entsprechend den Abtastbereichen 1-2 des Teststücks **782** bereit. Zur gleichen Zeit wird der reflektierte Strahl des Laserstrahls mit P-Polarisation auch von dem Abtastbereich 1-1 von dem Detektor für den reflektierten Strahl **750** erkannt. Da dieser Laserstrahl eine Intensität aufweist, die fast gleich null ist, entsprechend den mit der dünnen Linie gezeichneten Kreisen **912**, **914**, **916**, **918** usw., wird der reflektierte Strahl von dem starken Erkennungssignal des reflektierten Strahls, das von dem Abtastbereich 1-2 kommt, unterschieden. Wie zuvor beschrieben, verwendet die zweite Ausführungsform das Erkennungsmittel für den reflektierten Strahl, das mit dem Modulationssignal synchronisiert und benötigt die Trennmittel nicht um die P-Polarisation von der S-Polarisation in dem Detektor für den reflektierten Strahl **29** in der ersten Ausführungsform zu trennen, wodurch die gleichzeitige Erkennung der verzweigten Laserstrahlen an zwei Positionen, ungeachtet des polarisierten Zustands des Laserstrahls,

erkannt werden kann.

[0116] Außerdem ist die zweite Ausführungsform auf ein optisches System anwendbar, das unter Verwendung von Polarisation den Laserstrahl in zwei Strahlen verzweigt, in dem die Erkennung eines besseren S/R-Verhältnisses möglich ist.

[0117] [Fig. 10](#) ist ein Schaubild, das die Beziehung zwischen den Modulationssignalen a und b, den Abtastbereichen 1-1 und 1-2 und dem Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal **907** detailliert darstellt.

[0118] Der Strahl, der durch das Teststück **782** durchgelassen wird, wird von dem Detektor für den durchgelassenen Strahl **764** durch die Sammellinse **761** und die Kondensatorlinse **763** des Erkennungsabschnitts für den durchgelassenen Strahl **760** erkannt. Das Verfahren, in dem der durchgelassenen Strahl erkannt wird, ist das gleiche, wie das Verfahren, in dem das Erkennungssignal des reflektierten Strahls erkannt wird, und daher wird die Beschreibung ausgelassen.

[0119] Die anderen Operationen sind die gleichen, wie die, die mit Bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben sind, und daher wird die Beschreibung ausgelassen.

[0120] Nachfolgend wird eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit Bezug auf [Fig. 11](#) beschrieben. [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm, das ein optisches System zum Vierteln des Laserstrahls einer Vorrichtung zum visuellen Prüfen hochpräziser Muster darstellt, ausgeführt als dritte Ausführungsform der Erfindung. In der Figur bezeichnet/bezeichnen Bezugszahl **1120** ein erstes halbierendes optisches System, Bezugszahl **1121** einen Strahlteiler, Bezugszahl **1122** einen Spiegel, Bezugszahl **1123** eine Keilplatte, Bezugszahlen **1127**, **1128** und **1129** Laserstrahlen, Bezugszahl **1130** ein zweites halbierendes optisches System, Bezugszahl **1133** eine Keilplatte, Bezugszahl **1135** einen Ultraschallmodulator, Bezugszahl **1140** ein synthetisierendes optisches System, Bezugszahl **1141** einen Spiegel, Bezugszahl **1142** ein synthetisierendes Prisma und Bezugszahl **1149** einen Laserstrahl.

[0121] Die dritte Ausführungsform umfasst das erste halbierende optische System **1120**, aufgebaut aus dem Strahlteiler **1121**, dem Spiegel **1122** und der Keilplatte **1123**, zwei Sätzen des zweiten halbierenden optischen Systems, das das gleiche wie das mit Bezug auf die zweite Ausführungsform beschriebene ist, und das synthetisierende optische System **1140** zum Synthetisieren von zwei verzweigten Laserstrahlen, aufgebaut aus dem Spiegel **1141** und dem synthetisierenden Prisma **1142**.

[0122] Nachfolgend wird der Betrieb der dritten Aus-

führungsform beschrieben. Mit Bezug auf [Fig. 11](#) wird der Laserstrahl **1129** von dem ersten halbierenden optischen System **1120** in zwei Strahlen verzweigt. Die verzweigten Laserstrahlen **1127** und **1128** treten in die unterschiedlichen zweiten halbierenden optischen Systeme **1130** ein, um weiter in zwei Strahlen verzweigt zu werden. Der Laserstrahl **1129** wird nämlich schließlich in vier Strahlen verzweigt, die vier verzweigten Laserstrahlen werden separat verarbeitet und die verarbeiteten Laserstrahlen werden von dem synthetisierenden Prisma **1149** in den Laserstrahl **1149** synthetisiert, um auf das Teststück **1282** ausgestrahlt zu werden ([Fig. 12](#)).

[0123] Nachfolgend werden die Zustände der verzweigten Laserstrahlen beschrieben. Der Laserstrahl **1129** wird von dem ersten halbierenden optischen System **1120** in zwei Strahlen verzweigt. Der optische Pfad eines Laserstrahls **1127** wird von der Keilplatte **1123** hin zum optischen Pfad des anderen Laserstrahls **1128** gekippt, um die Position zwischen beiden Laserstrahlen zu verändern, die in die unterschiedlichen zweiten halbierenden optischen Systeme **1130** eintreten. Das Maß der Positionsänderung zwischen den zwei Laserstrahlen wird auf eine separierte Breite eingestellt, sodass der Laserstrahl **1127** den Abtastbereich 1-1 des Teststücks **1282** abtasten kann und der andere Laserstrahl **1128** den Abtastbereich 1-3 des Teststücks **1282** abtasten kann.

[0124] Der gekippte Laserstrahl **1127** wird weiter von dem zweiten halbierenden optischen System **1130** in zwei Strahlen verzweigt. Zu diesem Zeitpunkt wird einer der verzweigten Laserstrahlen von dem anderen durch die Bereichsbreite getrennt, die äquivalent zum Abtastbereich 1-1 durch die Keilplatte **1133** ist. Die Position zwischen den zwei Laserstrahlen wird durch Einstellen des Kippens bestimmt, sodass der Abtastbereich 1-2 abgetastet werden kann. Folglich wird der Laserstrahl **1127** in zwei Strahlen verzweigt, wobei einer von ihnen den Abtastbereich 1-1 abtastet und der andere den Abtastbereich 1-2 abtastet.

[0125] Wie bei dem anderen Laserstrahl **1128**, der von dem ersten halbierenden optischen System kommt, wird die gemeinsame Position von der Keilplatte **1133** wie der Laserstrahl **1127** eingestellt und auf den Abtastbereich 1-3 und den Abtastbereich 1-4 ausgestrahlt. Die vier verzweigten Laserstrahlen werden nämlich jeweils auf die vier geteilten Abtastbereiche 1-1, 1-2, 1-3 und 1-4 des Abtastbereichs 1 ausgestrahlt.

[0126] Die vier verzweigten Laserstrahlen werden von dem Prisma **1134** des zweiten halbierenden optischen Systems **1130** und dem synthetisierenden optischen System **1140** in den Laserstrahl **1149** synthetisiert, um auf das Teststück **1282** ausgestrahlt zu werden. Eine Gesamtheit von vier optischen Pfaden

in den halbierenden optischen Systemen wird von dem Ultraschallmodulator **1135** in einer Zeitmultiplexweise in unterschiedlichen zeitlichen Abstimmungen moduliert, um eine Veränderung der Lichtintensität zu erhalten.

[0127] [Fig. 12](#) ist ein schematisches Schaubild, das den Betrieb der XY-Stufe darstellt, die als dritte Ausführungsform der Erfindung ausgeführt ist. In der Figur bezeichnet/bezeichnen Bezugszahl **1210** einen ersten Abtastbereich, Bezugszahl **1220** einen zweiten Abtastbereich, Bezugszahl **1227a** einen ersten Laserstrahl, Bezugszahl **1227b** einen zweiten Laserstrahl, Bezugszahl **1228a** einen dritten Laserstrahl, Bezugszahl **1228b** einen vierten Laserstrahl, Bezugszahl **1282** ein Teststück, Bezugszahl **1283** einen ersten Prüfungsbereich, Bezugszahl **1284** einen zweiten Prüfungsbereich und Bezugszahl **1285** einen dritten Prüfungsbereich.

[0128] Der Abtastbereich 1-1 wird mit dem Laserstrahl **1227a** abgetastet, einem der Laserstrahlen, der sich aus dem Verzweigen des Laserstrahls **1127** ergeben hat, und der Abtastbereich 1-2 wird mit dem anderen Laserstrahl **1227b** abgetastet. Der Abtastbereich 1-3 wird mit dem Laserstrahl **1128a**, einem der Laserstrahlen, der sich aus dem Verzweigen des Laserstrahls **1128** ergeben hat, abgetastet und der Abtastbereich 1-4 wird mit dem anderen Laserstrahl **1128b** abgetastet.

[0129] Es ist offensichtlich, dass der gleiche Effekte wie zuvor erhalten werden kann, wenn die Entsprechung der verzweigten Laserstrahlen **1127** und **1128** und der Abtastbereiche umgekehrt zur zuvor erwähnten Beziehung ist.

[0130] Wie zuvor beschrieben, wird der Laserstrahl in vier Strahlen geteilt, um auf die Oberfläche des Teststücks **1282** ausgestrahlt zu werden. Die Laserstrahlen werden, wie zuvor beschrieben, analog moduliert, was in [Fig. 13](#) u. [Fig. 14](#) dargestellt ist.

[0131] [Fig. 13](#) ist ein Zeitdiagramm der Ablenkungsabtastung in der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In der Figur bezeichnet Bezugszahl **1301** ein erstes Y-Abtaststartsignal, Bezugszahl **1302** ein zweites Y-Abtaststartsignal, Bezugszahl **1305** ein erstes Einscan-Signal, Bezugszahl **1306** ein zweites Einscan-Signal, Bezugszahl **1307** ein Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignal, Bezugszahl **1308** den 0-Pegel des Y-Achsen-Ablenkungsabtastsignals, Bezugszahl **1311** ein erstes Strahlmodulationssignal, Bezugszahl **1312** ein zweites Strahlmodulationssignal, Bezugszahl **1313** ein drittes Strahlmodulationssignal und Bezugszahl **1314** ein viertes Strahlmodulationssignal.

[0132] [Fig. 14](#) ist eine schematische Darstellung, die einen Abtastzustand des Laserstrahls in der drit-

ten Ausführungsform darstellt. In der Figur bezeichnet/bezeichnen Bezugszahl **1210** einen Abtastbereich 1, Bezugszahl **1401** eine erste Strahlfleckstartposition, Bezugszahlen **1402**, **1403**, **1404**, **1407**, **1408** und **1409** schwache Fleckpositionen, Bezugszahlen **1405** und **1406** starke Fleckpositionen, Bezugszahl **1410** eine erste Endposition, Bezugszahl **1411** eine zweite Startposition, Bezugszahl **1421** eine zweite Strahlfleckstartposition, Bezugszahlen **1423**, **1424**, **1425**, **1426**, **1428** und **1429** schwache Fleckpositionen, Bezugszahlen **1422** und **1427** starke Fleckpositionen, Bezugszahl **1430** eine erste Endposition und Bezugszahl **1431** eine zweite Startposition.

[0133] Mit Bezug auf [Fig. 13](#) wird der Laserstrahl, der auf den Abtastbereich 1-1 auszustrahlen ist, analog moduliert in der zeitlichen Abstimmung eines 1-1 Modulationssignals a, das das erste Strahlmodulationssignal **1311** ist, wird der Laserstrahl, der auf den Abtastbereich 1-2 auszustrahlen ist, analog moduliert in der zeitlichen Abstimmung eines 1-2 Modulationssignals b, das das zweite Strahlmodulationssignal **1312** ist, wird der Laserstrahl, der auf den Abtastbereich 1-3 auszustrahlen ist, analog moduliert in der zeitlichen Abstimmung eines 1-3 Modulationssignals c, das das dritte Strahlmodulationssignal **1313** ist, und wird der Laserstrahl, der auf den Abtastbereich 1-4 auszustrahlen ist, analog moduliert in der zeitlichen Abstimmung eines 1-4 Modulationssignals d, das das vierte Strahlmodulationssignal **1314** ist.

[0134] [Fig. 14](#) zeigt einen Zustand, in dem die Flecken der zuvor erwähnten modulierten Laserstrahlen auf dem Teststück **16** arbeiten. Einzelheiten des Verzweigens des Laserstrahls in vier Strahlen von [Fig. 14](#) werden von der folgenden Beschreibung ausgelassenen, weil die zwei verzweigten Laserstrahlen von [Fig. 9](#) einfach in die vier verzweigten Laserstrahlen gewandelt werden.

[0135] Wie in [Fig. 14](#) dargestellt, wird in dem Abtastbereich 1-1 der starke Laserstrahl wie durch die mit den dicken Linien gezeichneten Kreise **1401**, **1404**, **1406**, **1411** usw. angegeben äquivalent zur zeitlichen Abstimmung, in der das Modulationssignal a auf die Oberfläche des Teststücks **1282** ausgestrahlt wird, und in einer anderen zeitlichen Abstimmung als die, in der der schwache Laserstrahl, dessen Intensität nahezu null wird, auf die Oberfläche des Teststücks **1282** ausgestrahlt wird. In dem Abtastbereich 1-2 wird der starke Laserstrahl an den mit dicken Linien gezeichneten Kreisen **1422**, **1427** usw., äquivalent zur zeitlichen Abstimmung des Modulationssignals b ausgestrahlt und in einer anderen zeitlichen Abstimmung wird der schwache Laserstrahl, dessen Intensität nahezu null wird, ausgestrahlt.

[0136] Ähnlich wird in dem Abtastbereich 1-3 der starke Laserstrahl in der zeitlichen Abstimmung des

Modulationssignals c ausgestrahlt. In dem Abtastbereich 1-4 wird der starke Laserstrahl in der zeitlichen Abstimmung des Modulationssignals d ausgestrahlt. In einer anderen zeitlichen Abstimmung wird der schwache Laserstrahl, dessen Intensität nahezu null wird, ausgestrahlt.

[0137] Die Bestimmung der Signale der Strahlen, die von dem Teststück **1282** reflektiert werden, erfolgt auf ähnliche Weise, wie die Bestimmung in der zweiten Ausführungsform, außer dass die zeitliche Abstimmung der Modulation für die verzweigten Laserstrahlen Vierteln anstelle von Halbieren ist.

[0138] Kurz beschrieben werden die reflektierten Strahlen unter Verwendung der Modulationssignale a, b, c und d und des ersten Einscansignals **1305** in einer Zeitmultiplexweise erkannt, wie in [Fig. 13](#) gezeigt. Das Erkennungssignal für den reflektierten Strahl in der zeitlichen Abstimmung des Modulationssignals a in dem ersten Einscansignal **1305** von [Fig. 13](#) wird bestimmt und als das Erkennungssignal des reflektierten Strahls von dem Abtastbereich 1-1 von [Fig. 12](#) erkannt, das Erkennungssignal des reflektierten Strahls in der zeitlichen Abstimmung äquivalent zum Modulationssignal b, wird durch Erkennen als das Erkennungssignal des reflektierten Strahls von den Abtastbereichen 1-2 bestimmt, das Erkennungssignal des reflektierten Strahls in der zeitlichen Abstimmung des Modulationssignals c wird als das Erkennungssignal des reflektierten Strahls von dem Abtastbereich 1-3 bestimmt und erkannt und das Erkennungssignal des reflektierten Strahls in der zeitlichen Abstimmung des Modulationssignals d wird als das Erkennungssignal des reflektierten Strahls von dem Abtastbereich 1-4 bestimmt.

[0139] Wie für den Abtastbereich 2, werden die Erkennungssignale des reflektierten Strahls ähnlich unter Verwendung des zweiten Einscansignals **1306** und der Modulationssignale a, b, c und d bestimmt und erkannt. Obgleich es nicht dargestellt ist, werden, wenn es Abtastbereiche 3, 4 usw. gibt, die Erkennungssignale des reflektierten Strahls auf gleiche Weise wie zuvor bestimmt und erkannt. Das Bestimmen der durchgelassenen Strahlsignale erfolgt auf gleiche Weise, sodass die Beschreibung davon ausgelassen wird.

[0140] [Fig. 15](#) ist ein allgemeines Blockdiagramm, das ein optisches System zum Spalten des Laserstrahls in acht Strahlen in der Vorrichtung zum visuellen Prüfen hochpräziser Muster darstellt, ausgeführt als vierte Ausführungsform der Erfindung. In der Figur bezeichnet Bezugszahl **1520** ein erstes halbierendes optisches System, Bezugszahl **1521** einen Strahlteiler, Bezugszahl **1522** einen Spiegel, Bezugszahl **1523** eine Keilplatte, Bezugszahl **1529** einen Laserstrahl, Bezugszahl **1530** ein zweites halbierendes optisches System, Bezugszahl **1540** ein synthetisierendes

rendes optisches System und Bezugszahl **1549** einen Laserstrahl.

[0141] Wie in [Fig. 15](#) dargestellt, ist ersichtlich, dass der Laserstrahl **1529** weiter in acht, 10, 12 usw. Strahlen verzweigt werden kann.

[0142] Es ist außerdem ersichtlich, dass der Laserstrahl in ungerade Anzahlen verzweigt werden kann. Um beispielsweise den Laserstrahl in fünf Strahlen zu verzweigen, kann der Laserstrahl des Spiegels **1522** von [Fig. 15](#) nur mit einem anderen Laserstrahl durch Überspringen des nächsten ersten halbierenden optischen Systems **1520** und des halbierenden optischen Systems **1530** synthetisiert werden.

[0143] Es ist weiter ersichtlich, dass die Technik der zweiten Ausführungsform und die Technik der ersten Ausführungsform unter Verwendung von Polarisation in Kombination verwendet werden kann. Die vorliegende Erfindung umfasst eine solche Abwandlung.

[0144] Für das Autofokussierungsverfahren wird das so genannte Messerschneidenverfahren unter Verwendung des Teilungsdetektors **177**, vor dem die Messerschneide **179** positioniert wird, beschrieben. Es ist offensichtlich, dass an Stelle des Messerschneidenverfahrens das so genannte astigmatische Verfahren unter Verwendung einer Sammellinse, die einen Astigmatismus und einen viertelnden Detektor aufweist, verwendet werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung einer Oberfläche eines Teststücks mit einem Laserstrahl, umfassend die folgenden Schritte:

Teilen des Laserstrahls in eine Mehrzahl Laserstrahlen;
Vorsehen einer Identifikationsmarkierung in jedem der Mehrzahl Laserstrahlen;
Abtasten der Oberfläche des Teststücks mit der Mehrzahl markierter Laserstrahlen;
Erkennung des von der Oberfläche des Teststücks reflektierten Lichts und/oder des durch die Oberfläche des Teststücks durchgelassenen Lichts für jeden der Mehrzahl markierter Laserstrahlen;
Erhalten eines Bildes der Oberfläche des Teststücks aus dem detektieren Licht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Laserstrahlteilungsschritt das Spalten des Laserstrahls in zwei Strahlen, Kippen der optischen Achse eines der geteilten Laserstrahlen und Synthetisieren der beiden gespaltenen Laserstrahlen umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Identifikationsmarkierung ein anderer polarisierter Zustand ist, der jedem der Mehrzahl Laserstrahlen zugeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Identifikationsmarkierung eine Änderung der Lichtintensität ist, die jedem der Mehrzahl Laserstrahlen zugeordnet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Laserstrahl eine ultraviolette Wellenlänge aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Abtastens den Schritt des gleichzeitigen Abtastens eines anderen Abschnitts des Teststücks mit jedem der markierten Laserstrahlen umfasst.

7. Vorrichtung zur Prüfung einer Oberfläche eines Teststücks (**182**) mit einem Laserstrahl (**119**), umfassend:

eine Quelle (**111**) eines Laserstrahls;
Mittel (**130**) zum Teilen des Laserstrahls in eine Mehrzahl Laserstrahlen (**138**, **139**);
Mittel (**131**, **134**, **735**, **736**), um jedem der Mehrzahl Laserstrahlen eine Identifikationsmarkierung zuzuordnen;
Mittel (**120**, **125**) zum Abtasten der Oberfläche des Teststücks mit der Mehrzahl markierter Laserstrahlen;
Mittel (**154**, **157**, **164**, **167**) zum Erkennen des von der Oberfläche des Teststücks reflektierten Lichts und/oder des durch die Oberfläche des Teststücks durchgelassenen Lichts für jeden der Mehrzahl markierter Laserstrahlen; und
eine Bildbearbeitungseinheit (**191**) zum Identifizieren jedes der Mehrzahl markierter Laserstrahlen durch die Identifikationsmarkierungen und zum Erkennen eines Defekts in der Oberfläche des Stücks durch Erhalten eines Bildes der Oberfläche des Teststücks von den Erkennungsmitteln.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das Teilungsmittel ein Spaltungsmittel (**131**) zum Spalten des Laserstrahls in zwei Strahlen, ein Mittel (**133**) zum Ändern der optischen Achse zum Kippen der optischen Achse eines der beiden gespaltenen Laserstrahlen und ein Synthetisiermittel (**134**) zum Synthetisieren der beiden gespaltenen Laserstrahlen umfasst.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei das Mittel zum Ändern der optischen Achse eine keilförmige Glasplatte (**133**) umfasst.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das Teilungsmittel eine Mehrzahl Einheitslaserstrahlverweigungsmittel (**131**, **134**) ist, die in Parallel- und/oder Reihenanzahl vorgesehen sind, wobei die Einheitslaserstrahlverweigungsmittel ein Spaltungsmittel (**131**) zum Spalten des Laserstrahls in zwei Strahlen, ein Mittel (**133**) zum Ändern der optischen Achse zum Kippen der optischen Achse eines der beiden gespaltenen Laserstrahlen und ein Synthetisiermittel (**134**) zum Synthetisieren der beiden

gespaltenen Laserstrahlen umfasst.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Mittel zum Ändern der optischen Achse eine keilförmige Glasplatte (**133**) umfasst.

12. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Identifikationsmarkierung ein anderer polarisierter Zustand ist, der jedem der Mehrzahl geteilter Laserstrahlen zugeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Identifikationsmarkierung eine Änderung der Lichtintensität ist, die jedem der Mehrzahl geteilter Laserstrahlen zugeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei das Identifikationsmarkierungszuordnungsmittel ein Ultraschallmodulierungsmittel (**735, 736**) zur Analogmodulation jedes der Mehrzahl geteilter Laserstrahlen zum Ändern dessen Lichtintensität und ein Modulationssignalerzeugungsmittel zum Ausgeben eines Modulationssignals an das Ultraschallmodulierungsmittel in einer Zeitmultiplexweise umfasst.

15. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Laserstrahl eine ultraviolette Wellenlänge aufweist.

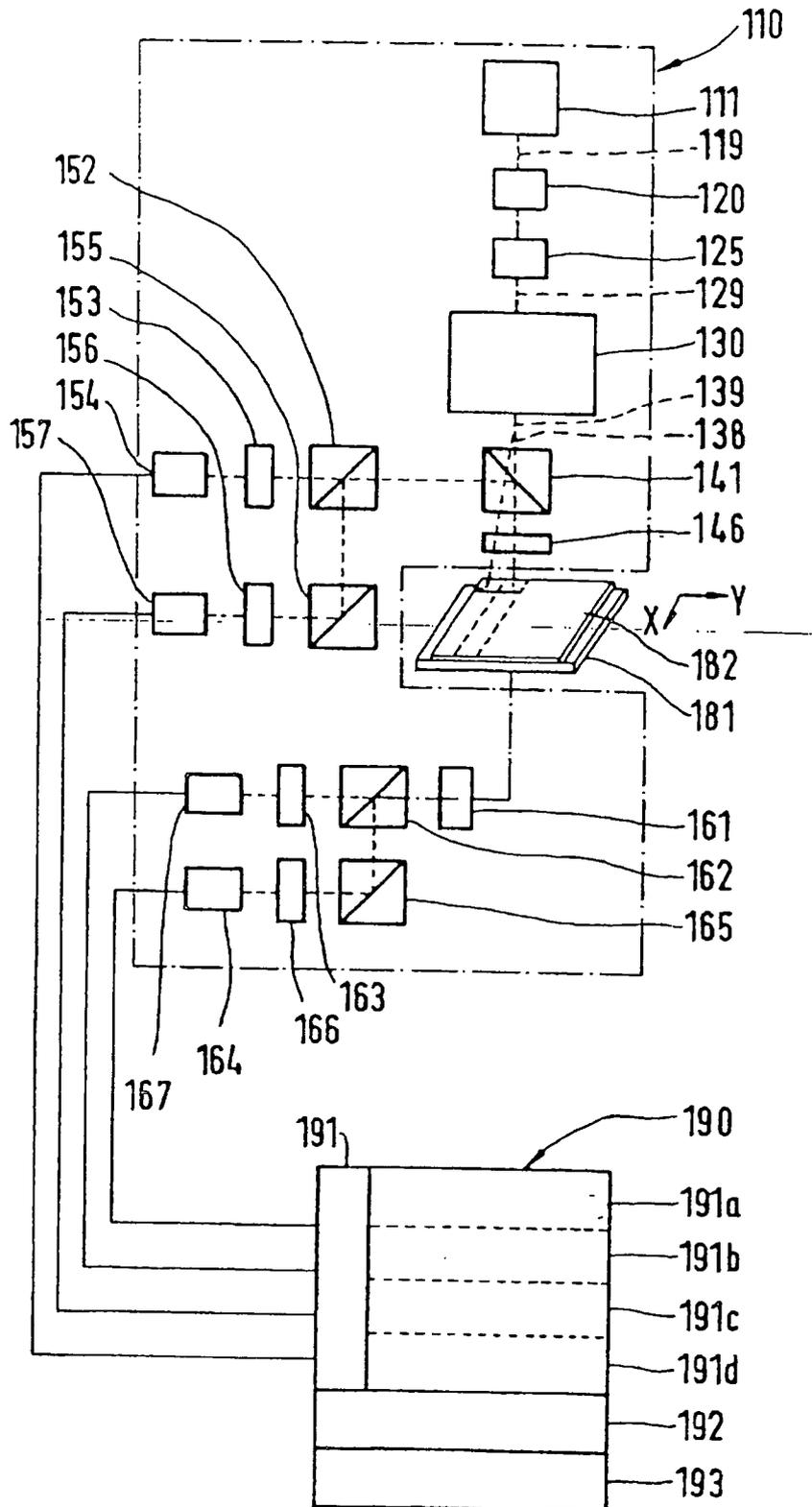
16. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das Ausstrahl- bzw. Abtastmittel umfasst:
ein Fokussiermittel (**770**) zum Ausstrahlen eines Fokussierlaserstrahls einer Wellenlänge, die von dem Laserstrahl zum Fokussieren auf die Oberfläche des Teststücks unterschiedlich ist;
ein Fokuspositionserkennungsmittel zum Erkennen der Abweichung der Fokusposition des vom Teststück (**777, 779**) reflektierten Lichts; und
ein Fokuspositionsbewegungsmittel zum Bewegen der Fokusposition basierend auf einem Signal von dem Fokuspositionserkennungsmittel.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei das Fokuspositionserkennungsmittel umfasst: einen Spaltungsdetektor (**777**); und eine Messerkante (**779**) zum Abschneiden der Hälfte des reflektierten Lichts.

18. Vorrichtung nach Anspruch 7, weiterhin umfassend eine XY-Stufe (**181**), die eine nur in X-Richtung bewegliche X-Stufe, eine nur in Y-Richtung bewegliche Y-Stufe und eine nur rotierbare θ -Stufe umfasst.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

Fig.1



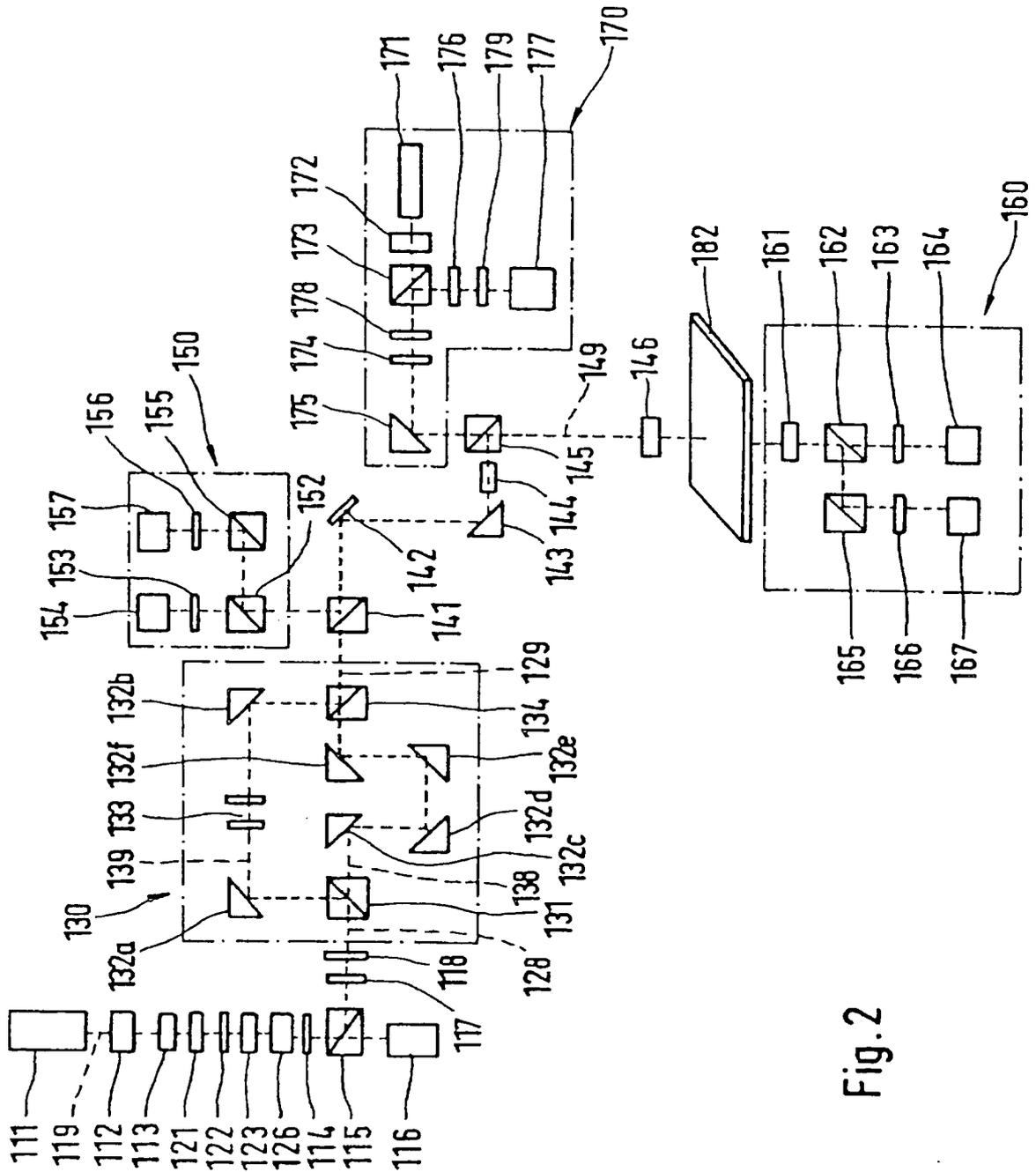
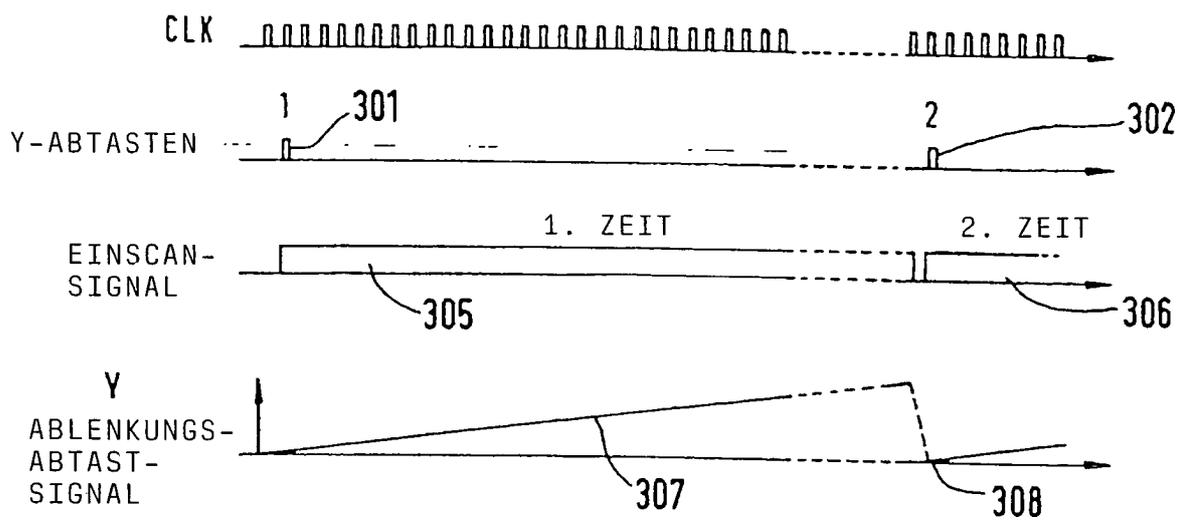


Fig. 2

Fig.3



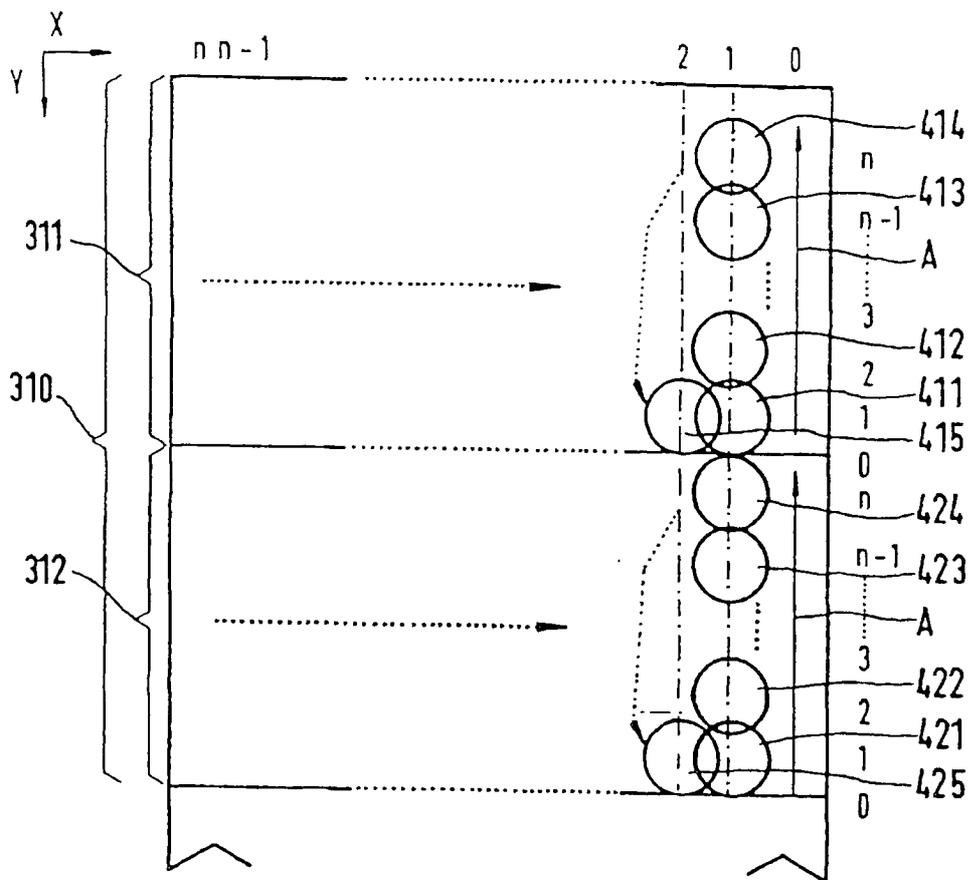


Fig.4(a)

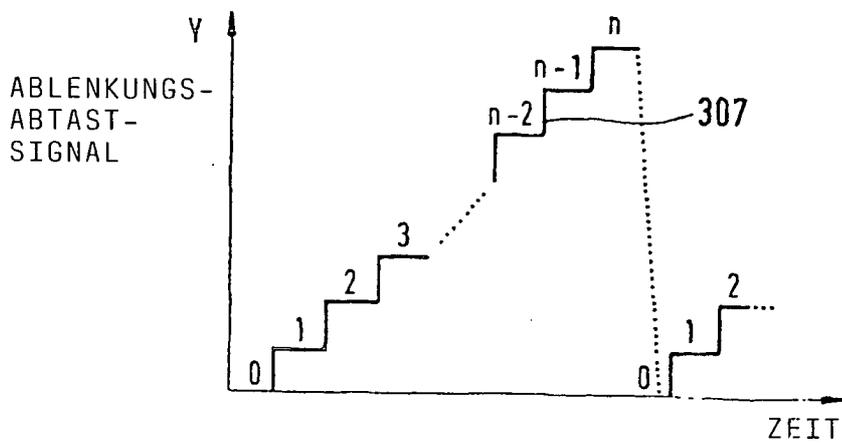


Fig.4(b)

Fig.5

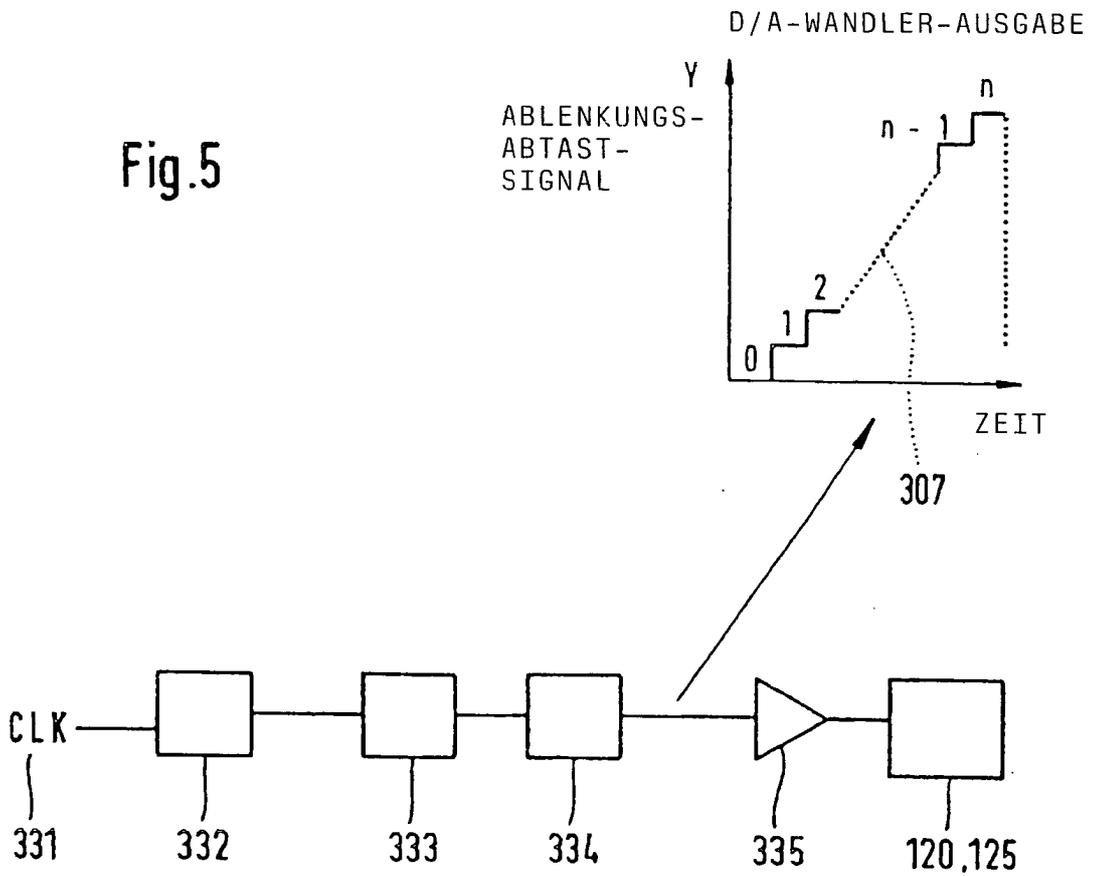
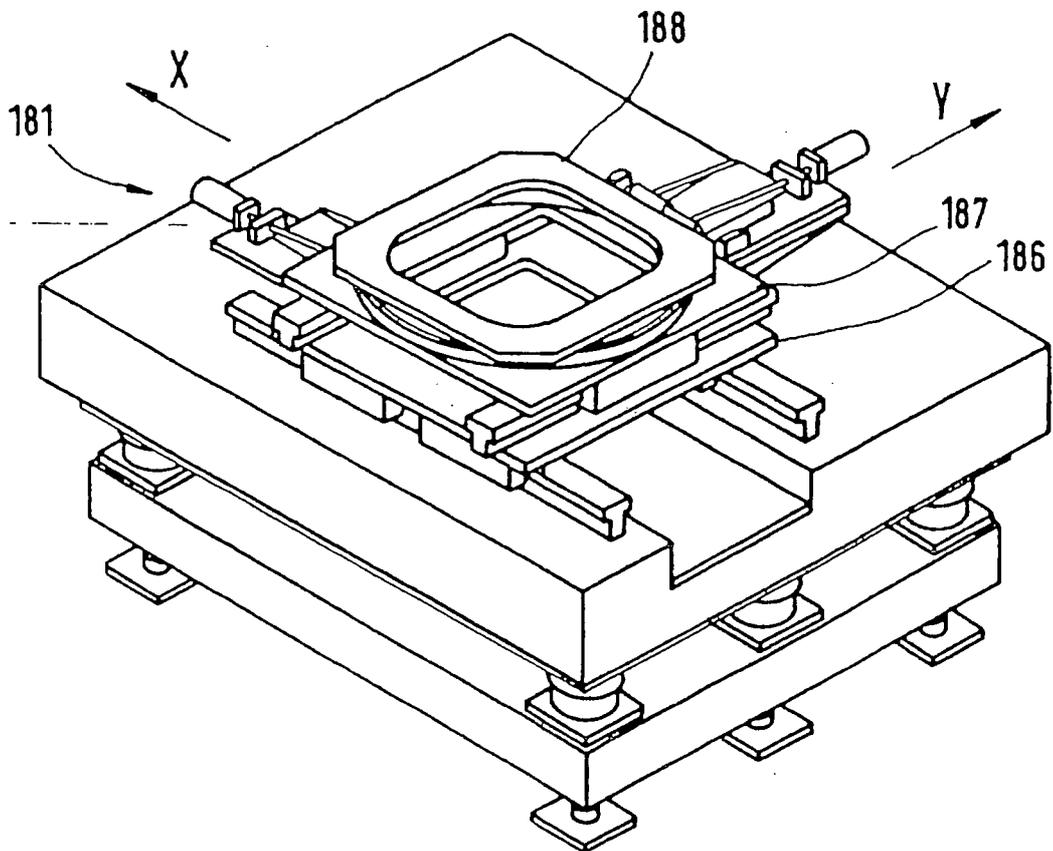


Fig. 6(a)



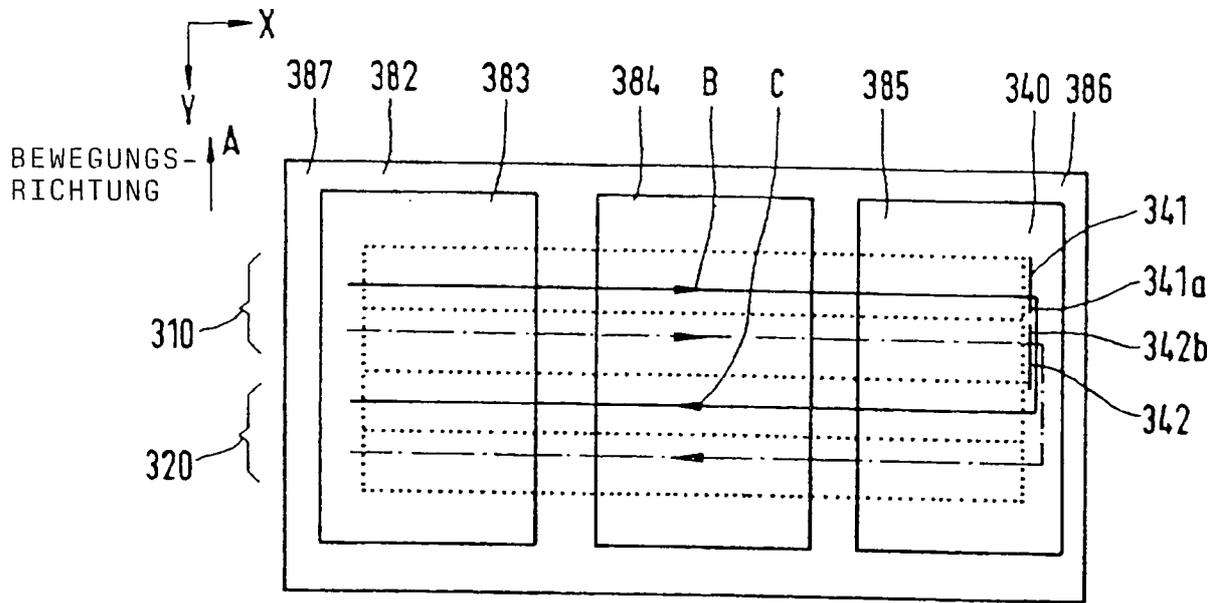


Fig.6 (b)

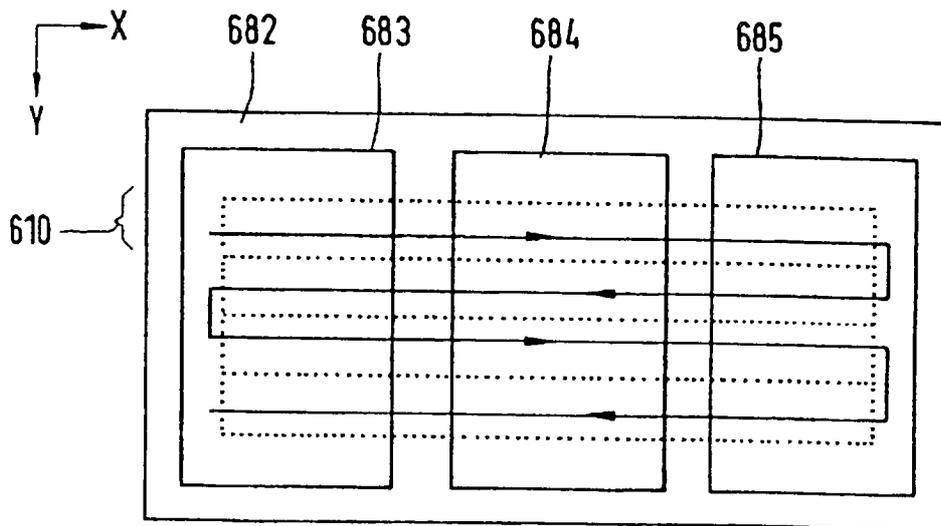


Fig.6 (c)

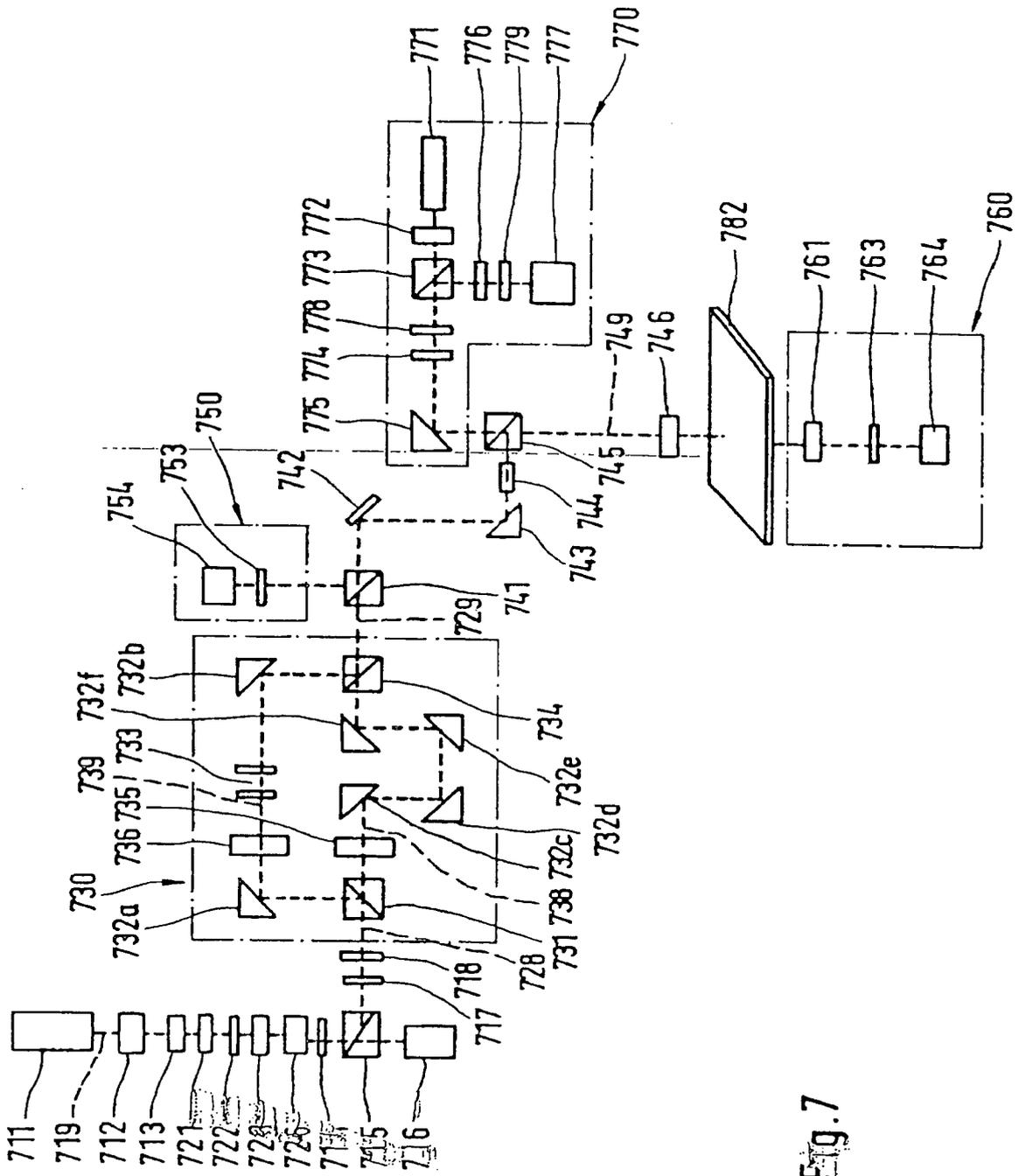
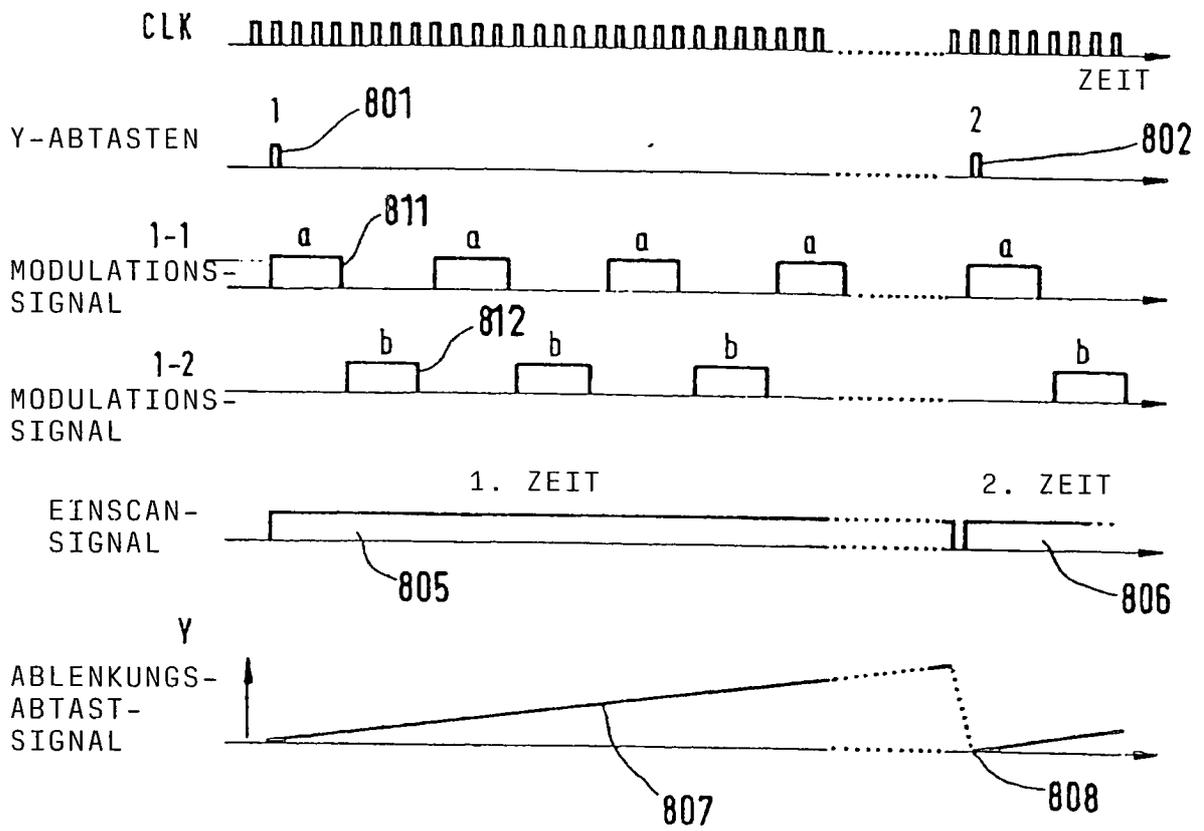


Fig. 7

Fig.8



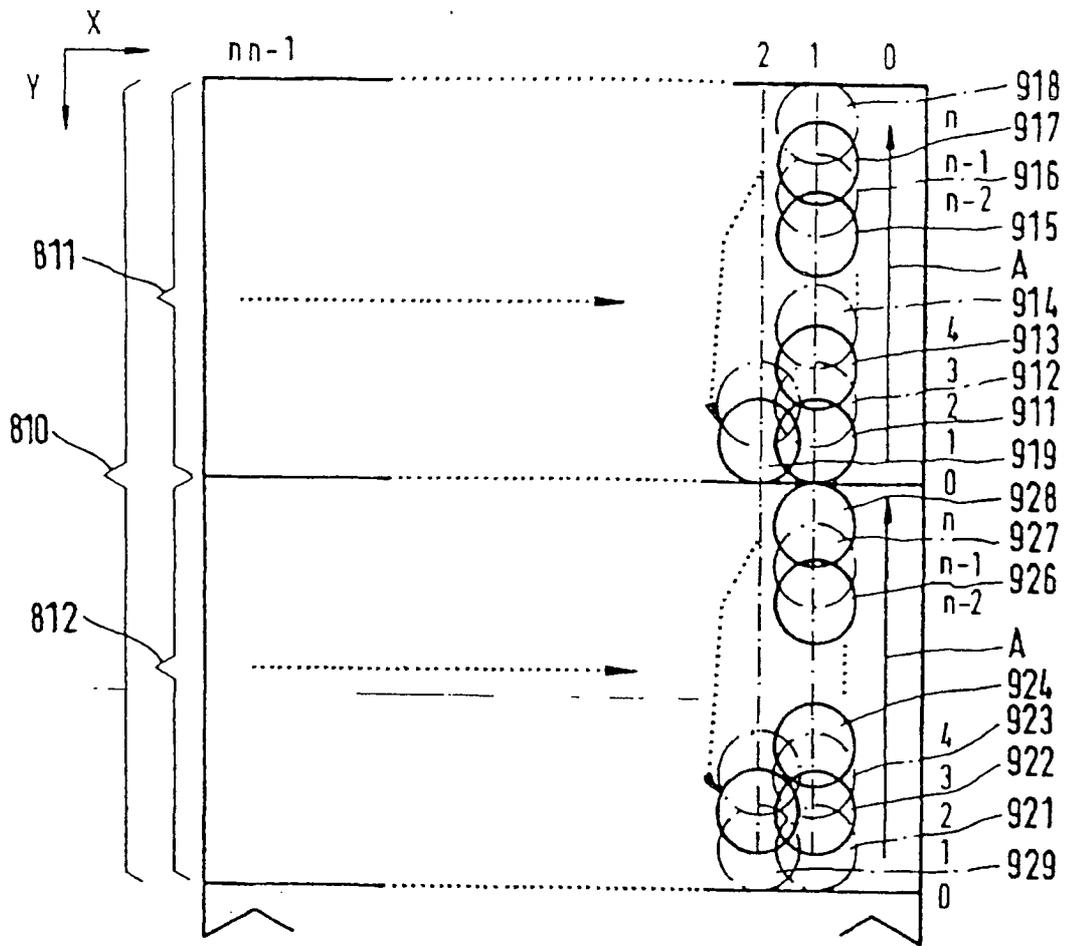


Fig.9(a)

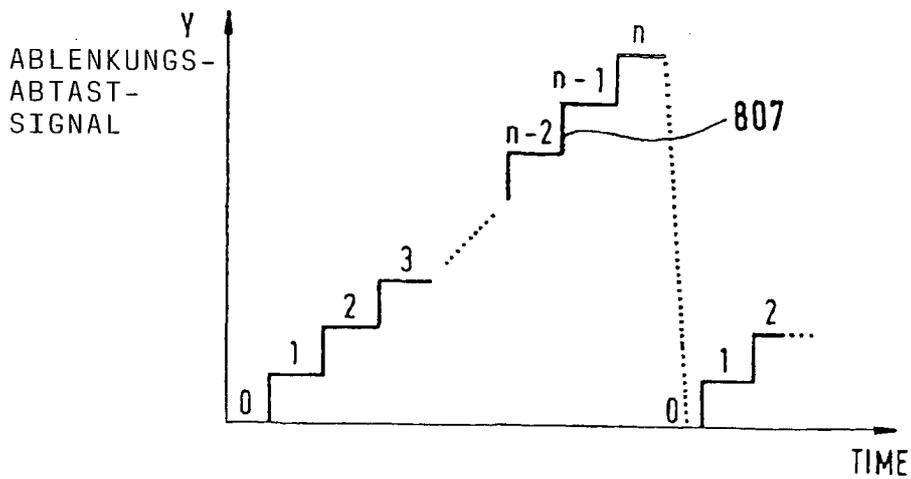


Fig.9(b)

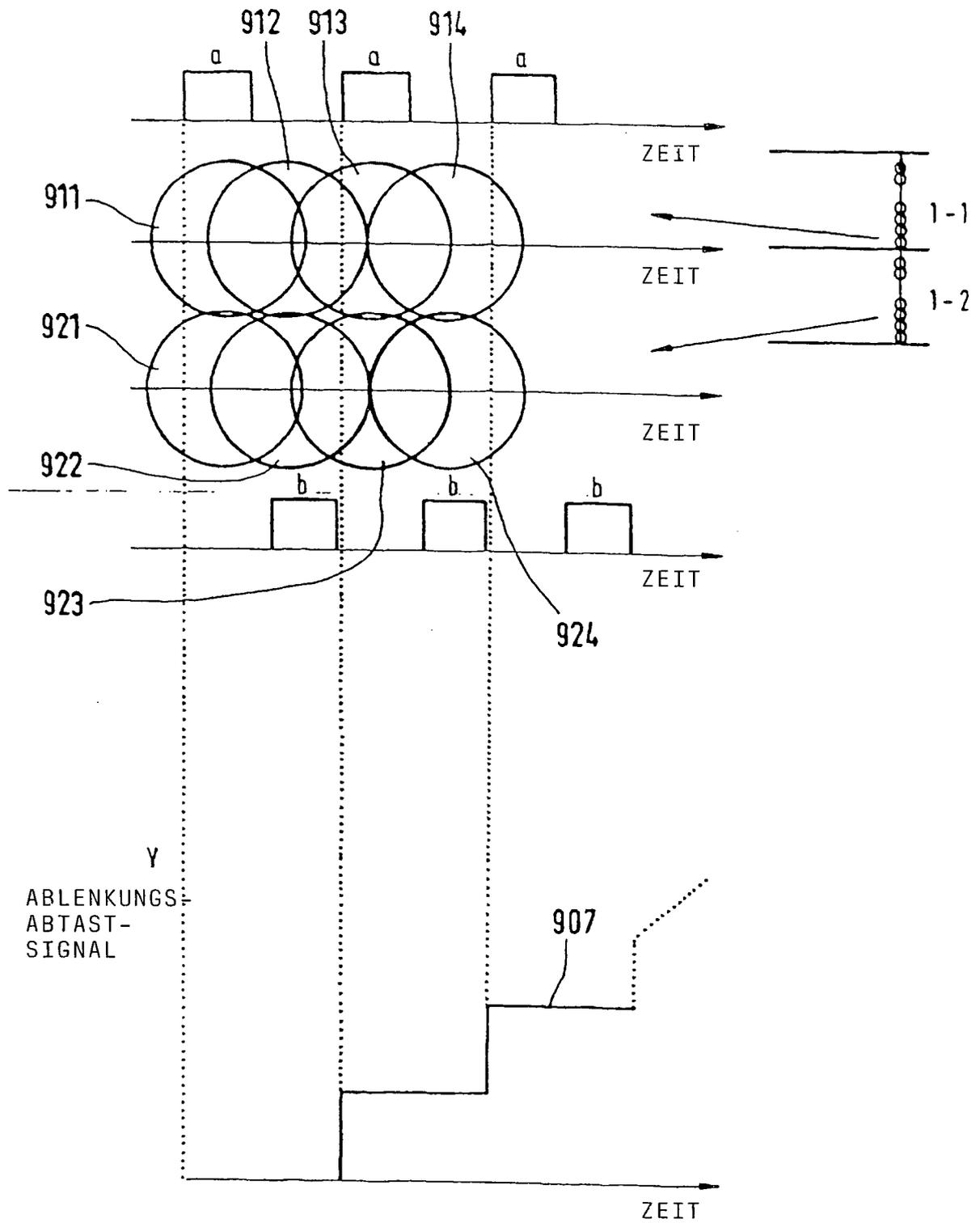


Fig.10

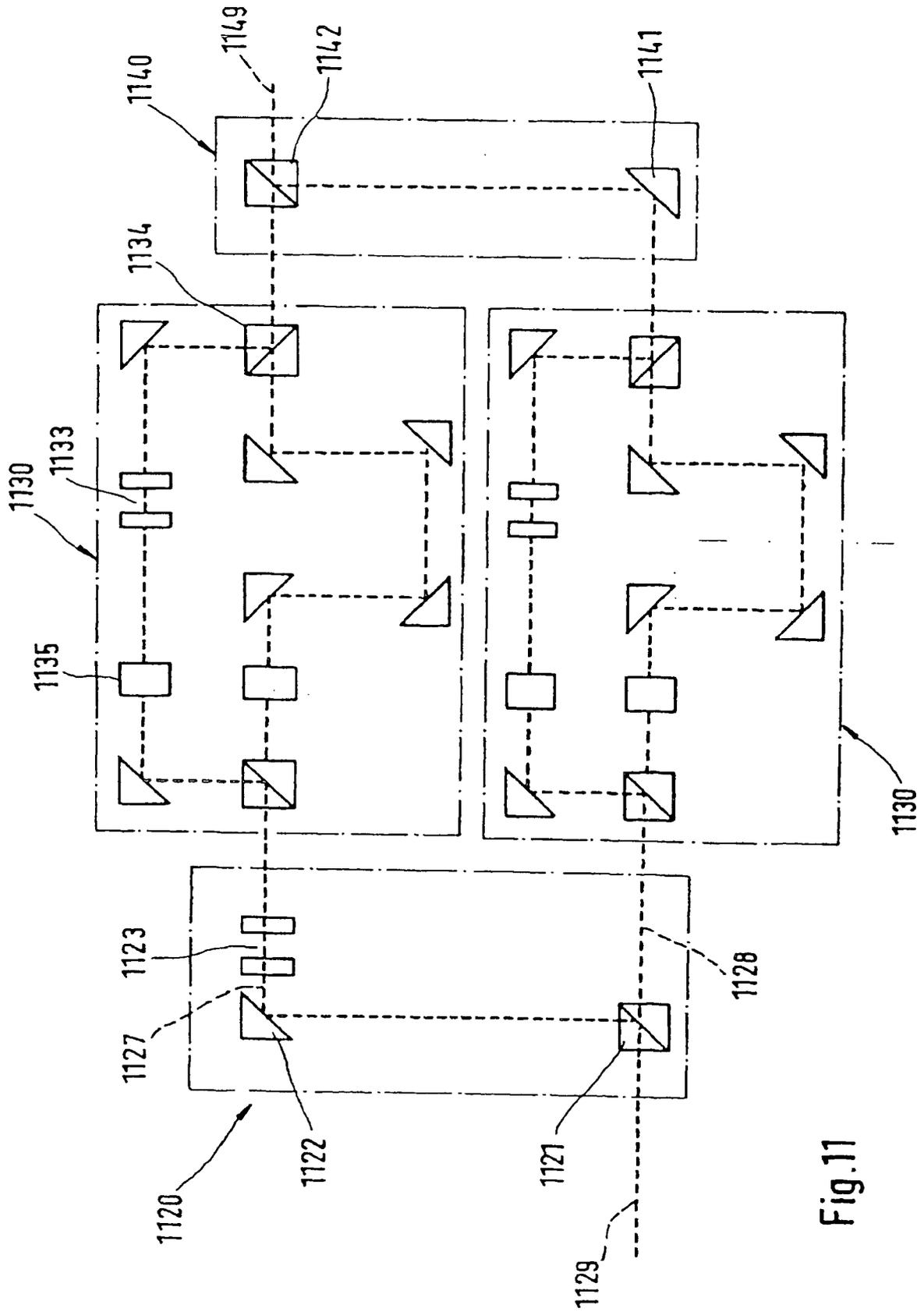


Fig.11

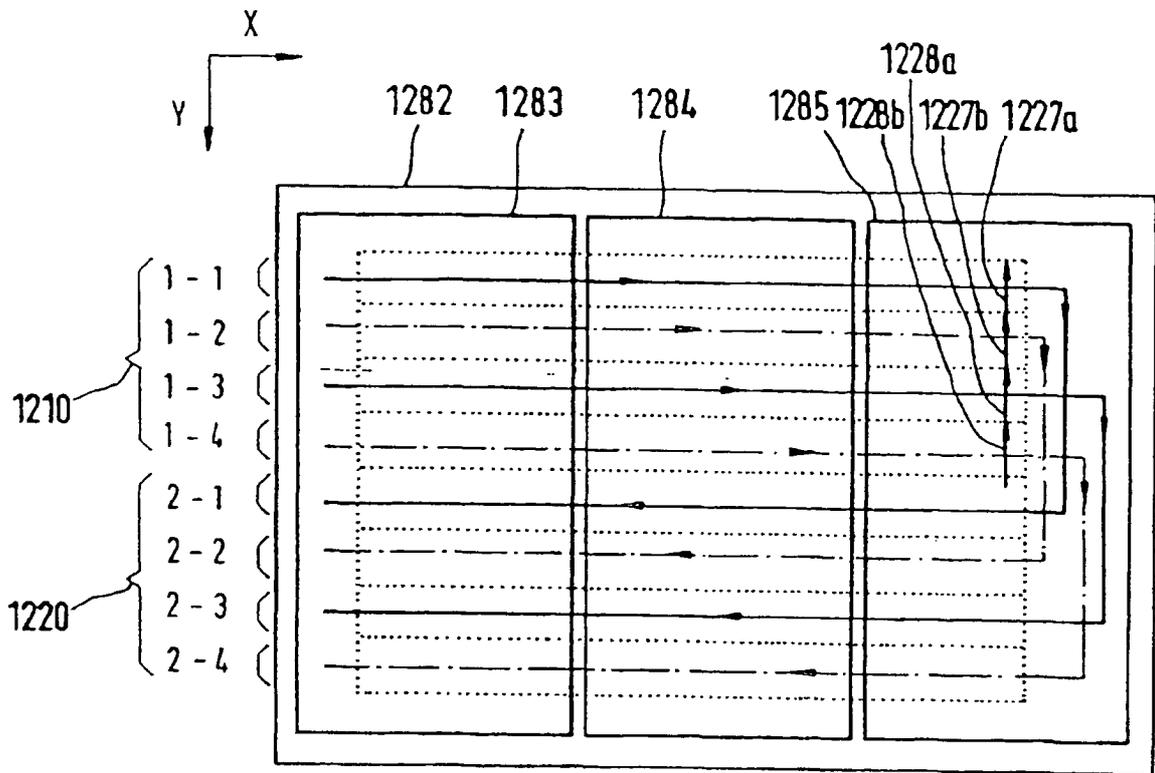


Fig.12

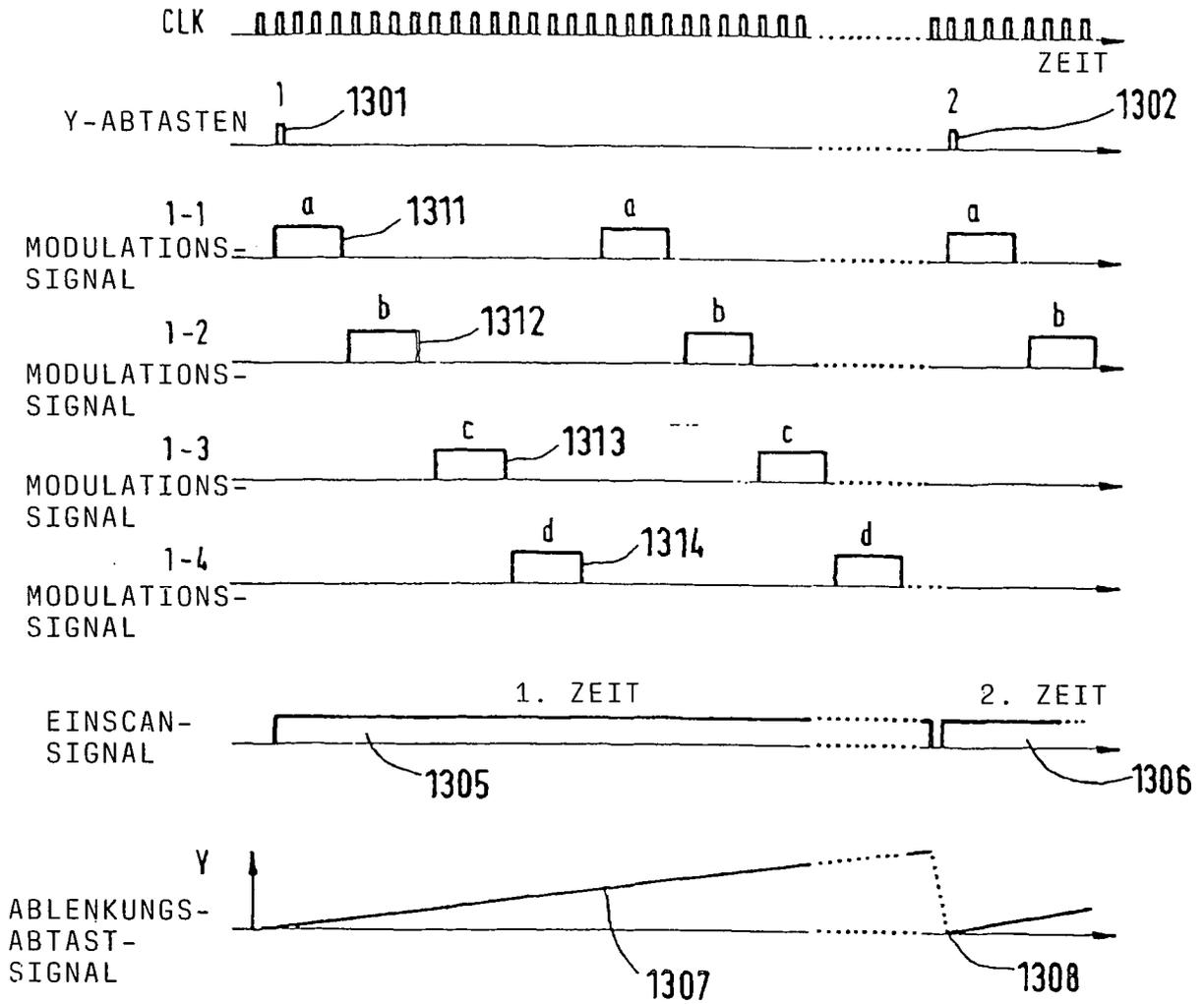


Fig.13

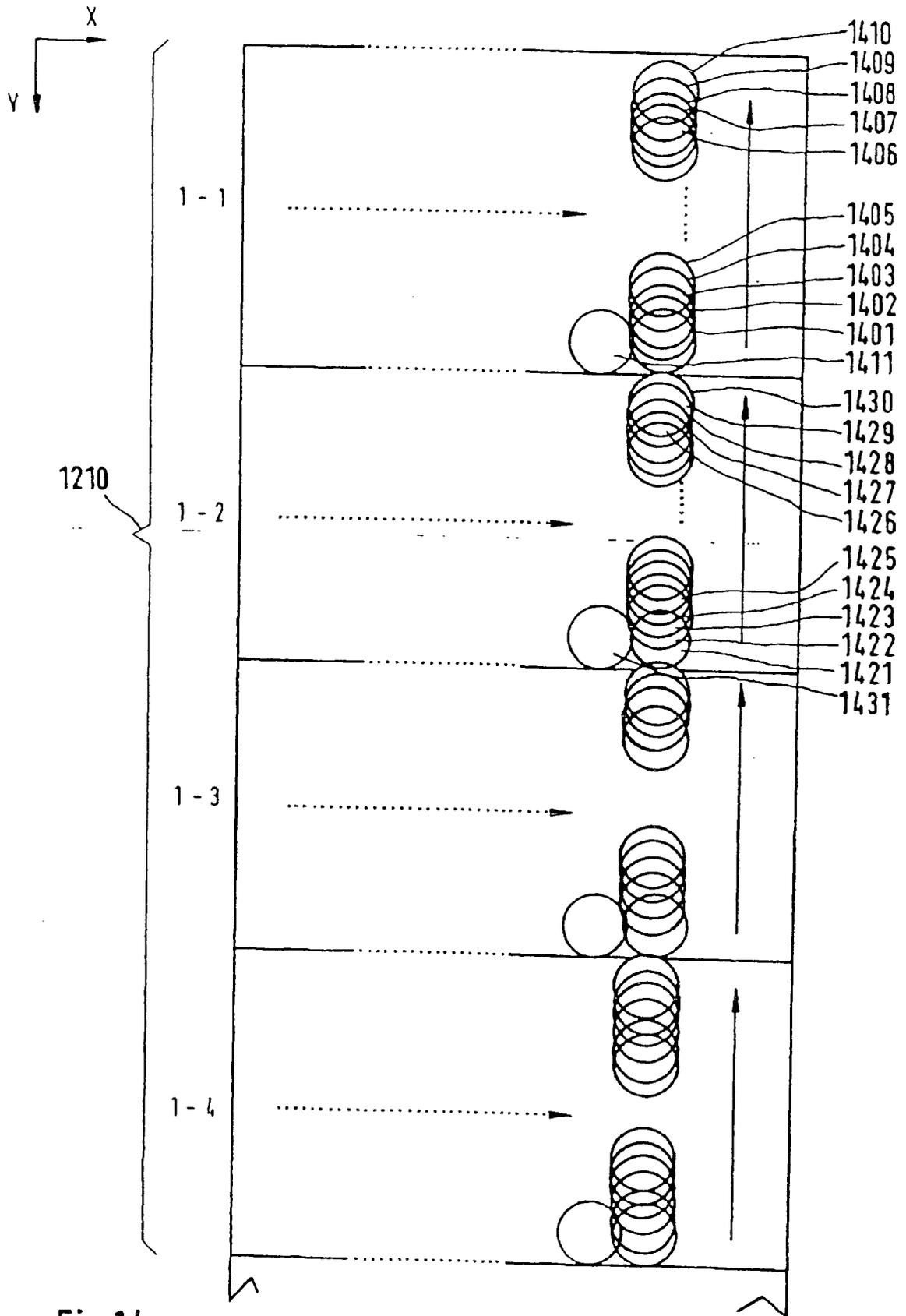


Fig.14

Fig.15

