(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2021 114 506 A1** 2021.12.09

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 114 506.6**
(22) Anmeldetag: **07.06.2021**
(43) Offenlegungstag: **09.12.2021**

(51) Int Cl.: ***G01D 5/347*** (2006.01)
G01D 5/244 (2006.01)
G01B 11/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2020-099491 08.06.2020 JP

(71) Anmelder:
Canon Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

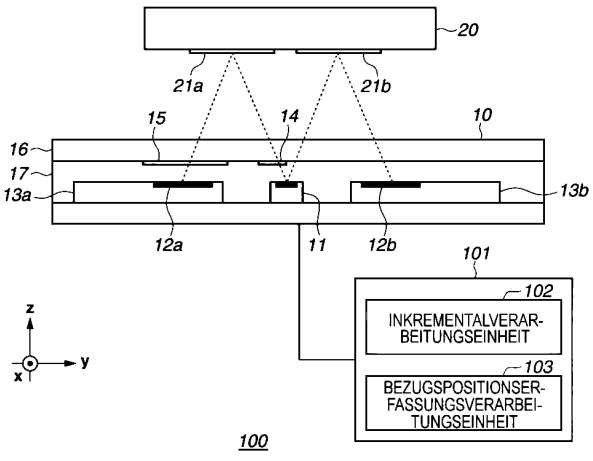
(72) Erfinder:
Nagura, Chihiro, Tokyo, JP; Uemura, Takanori, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Optischer Encoder und Steuergerät**

(57) Zusammenfassung: Ein Maßstab umfasst ein Beugungsgitter, das dazu eingerichtet ist, ein gebeugtes Licht in einer periodischen Richtung des Beugungsgitters zu sammeln, um eine Bezugsposition zu erfassen. Eine Lichtempfangsbauelementanordnung ist dazu eingerichtet, Licht von dem Beugungsgitter zu empfangen. Die Lichtempfangsbauelementanordnung umfasst erste bis vierte Lichtempfangsbauelemente, die dazu eingerichtet sind, Signale mit voneinander verschiedenen Phasen auszugeben. Das erste Lichtempfangsbauelement und das zweite Lichtempfangsbauelement sind zueinander benachbart, und sind zwischen dem dritten Lichtempfangsbauelement und dem vierten Lichtempfangsbauelement angeordnet. Die Verarbeitungseinheit erzeugt ein die Bezugsposition darstellendes Signal auf der Grundlage eines differentiellen Signals zwischen einem Signal von dem ersten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem dritten Lichtempfangsbauelement, und eines differentiellen Signals zwischen einem Signal von dem zweiten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem vierten Lichtempfangsbauelement.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft optische Encoder und Steuergeräte.

Stand der Technik

[0002] Encoder (bzw. Geber) werden gewöhnlich als Positionserfassungsgeräte in Maschinengeräten, Fabrikautomatisierungsgeräten (FA-Geräten) und dergleichen verwendet. Ein Encoder einer Zuwachsart (bzw. Inkrementalgeber) erfasst eine Bezugsposition wie etwa einen Ursprung unter Verwendung einer Bezugsmarkierung, die an einer bestimmten Position auf einem Maßstab bereitgestellt ist, und erfasst eine Position in einem Takt auf der Grundlage einer relativen Bewegungsmenge von der Bezugsposition.

[0003] Die Druckschrift JP 2000 - 304 574 A offenbart einen Encoder, der eine Bezugsposition auf einem Maßstab erfasst. Der Encoder erlangt durch eine geteilte Fotodiode unter Verwendung einer beugenden Linsenstruktur ein Differenzsignal und kann somit eine Kantenerfassung durchführen, die hinsichtlich Rauschen widerstandsfähig und in einem hohen Maße reproduzierbar ist.

[0004] Bei dem in der Druckschrift JP 2000 - 304 574 A diskutierten Encoder wird eine Lichtmenge an einer Punktposition konzentriert, an der das Licht durch die beugende Linsenstruktur kondensiert wird, und umgekehrt wird in deren Nähe die Lichtmenge verringert. In dem Fall, dass die Bezugsposition aus einer Lichtintensitätsverteilung nahe der Punktposition erfasst wird, gibt es das Problem, dass eine Erfassungsgenauigkeit aufgrund einer Verringerung der Lichtmenge in der Nähe abfällt.

ERFINDUNGSZUSAMMENFASSUNG

[0005] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung umfasst ein optischer Encoder eine Lichtquelle, einen Maßstab, eine Lichtempfangseinheit, die dazu eingerichtet ist, Licht von dem Maßstab zu empfangen, und eine Verarbeitungseinheit, die dazu eingerichtet ist, ein Signal von der Lichtempfangseinheit zu verarbeiten. Der Maßstab umfasst ein Beugungsgitter, das dazu eingerichtet ist, ein gebeugtes Licht in einer periodischen Richtung des Beugungsgitters zu kondensieren, um eine Bezugsposition zu erfassen. Die Lichtempfangseinheit umfasst eine Lichtempfangsbauelementanordnung, die dazu eingerichtet ist, Licht von dem Beugungsgitter zu empfangen. Die Lichtempfangsbauelementanordnung umfasst ein erstes Lichtempfangsbauelement, ein zweites Lichtempfangsbauelement, ein drittes Lichtempfangsbauelement und ein viertes Lichtempfangsbauelement, die dazu eingerichtet sind, Signale mit voneinander verschiedenen Phasen auszugeben. Das erste Lichtempfangsbauelement und das zweite Lichtempfangsbauelement sind zueinander benachbart, und sind zwischen dem dritten Lichtempfangsbauelement und dem vierten Lichtempfangsbauelement angeordnet. Die Verarbeitungseinheit erzeugt ein die Bezugsposition darstellendes Signal auf der Grundlage eines Differenzsignals zwischen einem Signal von dem ersten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem dritten Lichtempfangsbauelement und eines Differenzsignals zwischen einem Signal von dem zweiten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem vierten Lichtempfangsbauelement.

[0006] Weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der nachstehenden Beschreibung von exemplarischen Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung ersichtlich.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine schematische Konfigurationsdarstellung eines Positionserfassungsgeräts gemäß einem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht eines Maßstabs gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 3 zeigt eine Draufsicht einer Sensoreinheit gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 4 zeigt eine Abwicklungsansicht eines optischen Pfads gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 5 zeigt eine Draufsicht einer Lichtempfangsbauelementanordnung gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 6 zeigt eine Draufsicht einer Lichtempfangsbauelementanordnung gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 7 zeigt eine Blockdarstellung, die eine Signalverarbeitungseinheit und eine lichtempfangende integrierte Schaltung (IC) gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel umfasst.

Die **Fig. 8A** bis **Fig. 8D** zeigen jeweils Darstellungen von Signalwellenformen nahe einer Bezugsmarkierung gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Die **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** zeigen jeweils eine Darstellung einer/von Signalwellenform(en) nahe einer Bezugsmarkierung gemäß einem Vergleichsbeispiel.

Fig. 10 zeigt eine schematische Konfigurationsdarstellung eines Positionserfassungsgeräts gemäß einem zweiten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 11 zeigt eine Abwicklungsansicht eines optischen Pfads gemäß dem zweiten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 12 zeigt eine schematische Konfigurationsdarstellung eines Positionserfassungsgeräts gemäß einem dritten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 13 zeigt eine Draufsicht eines Maßstabs gemäß dem dritten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 14 zeigt eine Draufsicht einer Sensoreinheit gemäß dem dritten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 15 zeigt eine Draufsicht einer Lichtempfangsbauelementanordnung gemäß dem dritten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 16 zeigt eine Draufsicht einer Lichtempfangsbauelementanordnung gemäß dem dritten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Die **Fig. 17A** bis **Fig. 17D** zeigen jeweils eine Darstellung von Signalwellenformen nahe einer Bezugsmarkierung gemäß dem dritten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 18 zeigt eine Draufsicht eines Maßstabs gemäß einem vierten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Die **Fig. 19A** bis **Fig. 19D** zeigen jeweils eine Darstellung von Signalwellenformen nahe einer Bezugsmarkierung gemäß dem vierten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

Fig. 20 zeigt eine Konfigurationsdarstellung, die ein Belichtungsgerät gemäß einem fünften exemplarischen Ausführungsbeispiel veranschaulicht.

Fig. 21 veranschaulicht eine Konfiguration eines Laserverarbeitungsgeräts gemäß einem sechsten exemplarischen Ausführungsbeispiel.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0007] Verschiedene exemplarische Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind nachstehend ausführlich unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben. Jedes der nachstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele kann alleine oder als Kombination einer Vielzahl von Ausführungsbeispielen oder deren Merkmalen je nach Bedarf oder bei vorteilhaften Kombinationen von Bauelementen oder Merkmalen von einzelnen Ausführungsbeispielen in einem einzelnen Ausführungsbeispiel umgesetzt werden.

[0008] Ein erstes exemplarisches Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist nachstehend beschrieben. **Fig. 1** zeigt eine schematische Konfigurationsdarstellung, die ein optisches Positionserfassungsgerät (einen optischen Encoder) 100 gemäß dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel veranschaulicht. Das Positionserfassungsgerät **100** umfasst einen Maßstab **20**, der an einem beweglichen Abschnitt (einem zu messenden Gegenstand) angebracht ist, eine Sensoreinheit **10** (eine Erfassungseinrichtung), die als eine an einem festen Abschnitt angebrachte Erfassungseinrichtung dient, und eine Signalverarbeitungsschaltung **101** (eine Signalverarbeitungseinheit). Gemäß dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel ist ein Linearencoder als ein Beispiel beschrieben, bei dem sich der Maßstab **20** in einer X-Richtung linear bewegt. Eine Beziehung zwischen dem festen Abschnitt und dem beweglichen Abschnitt kann umgekehrt sein, sodass die Sensoreinheit **10** an dem beweglichen Abschnitt angebracht sein kann, und der Maßstab **20** an dem festen Abschnitt angebracht sein kann. Mit anderen Worten, die Sensoreinheit **10** und der Maßstab können relativ beweglich sein.

[0009] Die Signalverarbeitungsschaltung **101** umfasst eine Inkrementalverarbeitungseinheit **102** und eine Bezugspositionserfassungsverarbeitungseinheit **103**, und verarbeitet eine Signalausgabe von der Sensoreinheit **10**. Die Inkrementalverarbeitungseinheit **102** führt eine Interpolationsverarbeitung und eine kumulative Verarbeitung auf einem Encodersignal (einem Positionserfassungssignal) durch, das von der Sensoreinheit **10** erlangt ist. Die Bezugspositionserfassungsverarbeitungseinheit **103** erfasst eine Bezugsposition auf dem Maßstab **20**. Wie später nachstehend beschrieben ist, erlangt ferner die Signalverarbeitungsschaltung **101** eine relative Bezugsposition zwischen dem Maßstab **20** und der Sensoreinheit **10** unter Verwendung einer Lichtintensitätsverteilung (einer Energieverteilung), die mittels einer Bezugsmarkierung **22** erlangt ist.

[0010] Die Sensoreinheit **10** ist eine Sensoreinheit einer Lichtempfangs- und -emissionsintegrierten Art, bei der beispielsweise eine Lichtquelle **11** mit einer lichtemittierenden Diode (LED, ein lichtemittierendes Bauelement), ein lichtempfangender integrierter Schaltkreis (IC) **13a** mit einer Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** und ein lichtempfangendes IC **13b** mit einer Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** in demselben Gehäuse angebracht sind. Der Maßstab **20** umfasst einen Stufenabschnitt, der auf einem Quarzsubstrat verarbeitet wurde, und als Maßstabsspuren **21a** und **21b** strukturiert wurde. Der Stufenabschnitt wird durch Ätzen zu einer Tiefe von ungefähr 1/4 einer Wellenlänge der Licht-

quelle ausgebildet, und eine als eine reflektierende Schicht dienende Aluminiumschicht und eine dielektrische Schicht sind auf einer Oberfläche des Stufenabschnitts laminiert.

[0011] Ein Lichtquellengitter **14**, das als ein Transmissionsbeugungsgitter mit in der X-Richtung abwechselnd angeordneten Transmissionsabschnitten und lichtabschirmenden Abschnitten dient, ist entlang eines optischen Pfads von der Lichtquelle **11** in der Sensoreinheit **10** für die Maßstabsspur **21a** bereitgestellt. Ein Inkrementalerfassungsgitter **15** ist entlang eines optischen Pfads von der Maßstabsspur **21a** zu der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** bereitgestellt. Das Inkrementalerfassungsgitter **15** ist ein Transmissionsbeugungsgitter mit Transmissionsabschnitten und lichtabschirmenden Abschnitten, die in der X-Richtung abwechselnd angeordnet sind.

[0012] Ein Lichtstrom von der Lichtquelle **11** in der Sensoreinheit **10** in Richtung der Maßstabsspur **21b** wird durch die Maßstabsspur **21b** reflektiert, und durch die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** empfangen.

[0013] Das Lichtquellengitter **14** und das Inkrementalerfassungsgitter **15** sind jeweils durch Ausbilden einer Chromschicht bereitgestellt, die der Transmissionsabschnitt auf einer Oberfläche eines Deckglases **16** wird. Das Deckglas **16** ist an einem lichttransmittierenden Harz **17** für ein Versiegeln der Lichtquelle **11** und der Lichtempfangs-ICs **13a** und **13b** angebracht, und ist befestigt, um mit der Lichtquelle **11** und den Lichtempfangs-ICs **13a** und **13b** integriert zu sein.

[0014] Nachstehend sind die Konfigurationen der Maßstabspuren **21a** und **21b** in dem Maßstab **20** unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. **Fig. 2** zeigt eine teilweise vergrößerte Draufsicht des Maßstabs **20** (die Maßstabspuren **21a** und **21b)**. In **Fig. 2** stellen mit Punkten versehene Abschnitte Vertiefungen in einem Stufenmuster (Erhebungen und Vertiefungen) dar. Die Maßstabsspur **21a** umfasst eine Musterreihe, in der eine Vertiefung mit einer Breite von 2 µm in einer periodischen Richtung bei jeder Periode angeordnet ist, und zwar einer Abstufung von 4 µm in einer Bewegungsrichtung (der X-Richtung). In der parallel zu der Maßstabspur **21a** angeordneten Maßstabspur **21b** ist die Bezugsmarkierung **22** (ein Bezugsgitter, ein erstes Beugungsgitter) ausgebildet, in dem Vertiefungen an ungleichen Intervallen in der X-Richtung (einer periodischen Richtung) an einer bestimmten Position (der Bezugsposition) auf dem Maßstab **20** angeordnet sind. Die Intervalle zwischen den Vertiefungen sind mit größerer Entfernung von der Mitte der Bezugsmarkierung **22** verringert, und eine Breite der Vertiefung ist mit größerer Entfernung von dem Mittelpunkt verringert. Somit weist die Bezugsmarkierung **22** eine Beugungslinsenstruktur auf, in der ein divergenter Lichtfluss von der Lichtquelle **11** an einer vorbestimmten Entfernung durch eine Beugung in der periodischen Richtung des Gitters linear konvergiert (kondensiert wird). Die Bezugsmarkierung **22** ist ein Beugungsgitter für eine Erfassung der Bezugsposition, beispielsweise eines Ursprungs. Ein Reflexionsabschnitt **23** ist unter Verwendung einer gleichförmigen Reflexionsschicht in einer anderen Fläche als der Bezugsmarkierung **22** in der Maßstabspur **21b** ausgebildet.

[0015] Nachstehend ist eine Konfiguration der Sensoreinheit **10** unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben. **Fig. 3** zeigt eine Draufsicht auf die Sensoreinheit **10** bei Ansicht von der Seite des Maßstabs **20**. Ein Gittermuster des Lichtquellengitters **14** weist ein Abstandsmaß (eine Gitterperiode) von 4 µm auf. Das Inkrementalerfassungsgitter **15** umfasst ein Gittermuster mit einem vorbestimmten Abstandsmaß (= 4,069952 µm) in der X-Richtung.

[0016] Nachstehend ist ein optischer Pfad in dem Positionserfassungsgerät **100** unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben. **Fig. 4** zeigt eine Abwicklungsansicht des optischen Pfads in dem Positionserfassungsgerät **100**, in der eine Reflexion abgewickelt ist, als wäre sie transmittiert. Eine Entfernung **L1** als einer effektiven optischen Pfadlänge von der Lichtquelle **11** zu der Bezugsmarkierung **22** ist in einem Bereich von 1 mm ±0,3 mm eingestellt. Die effektive optische Pfadlänge ist ein Wert, der durch Dividieren einer physikalischen Länge durch einen Brechungsindex (oder dessen ungefähren Wert) erhalten ist. Eine Entfernung **L2**, die eine effektive optische Pfadlänge von der Bezugsmarkierung **22** zu der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** ist, ist derart eingestellt, dass L2 = L1.

[0017] In der Bezugsmarkierung **22** ist eine von der Mitte der Bezugsmarkierung **22** gezählte n-te Grenzposition an einer Position Xn ausgebildet, die durch die nachstehende Gleichung (1) dargestellt ist.

$$X(n) = \sqrt{n \cdot f \cdot \lambda} \qquad (1)$$

[0018] In der Gleichung (1) ist f eine Brennweite einer Beugungslinse, und λ ist eine Mittelwellenlänge der Lichtquelle **11**.

[0019] Gemäß dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel ist f = 0,5 mm und λ = 650 nm. Eine Breite der Bezugsmarkierung **22** entspricht einer Fläche von ±128 µm von der Mitte.

[0020] Wahlweise kann dieselbe Wirkung durch die nachstehende Gleichung (2) als einem weiteren Entwurfsbeispiel erlangt werden.

$$X(n) = \sqrt{\frac{2n - 1}{2} \cdot f \cdot \lambda} \qquad (2)$$

[0021] Nachstehend ist eine Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** (einer Lichtempfangseinheit) in dem Lichtempfangs-IC **13a** unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. **Fig. 5** zeigt eine Draufsicht der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a**, und veranschaulicht die Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** auf einer Lichtempfangsoberfläche. In der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** ist eine Vielzahl von (32 Stück von) Lichtempfangsbauelementen in einer Reihe entlang der X-Richtung angeordnet. Ein Lichtempfangsbauelement weist eine Breite X_{pd} von 64 µm in der X-Richtung und eine Breite Y_{pd} von 450 µm in der Richtung (einer Y-Richtung) senkrecht zu der X-Richtung auf. Die Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** weist eine gesamte Breite Wpd von 2048 µm in der X-Richtung auf.

[0022] Die **32** Lichtempfangsbauelemente sind in einer zirkulierenden Weise in der Reihenfolge einer A+ Phase, einer B+ Phase, einer A- Phase und einer B- Phase (bzw. einer Phase A+, einer Phase B+, einer Phase A-, einer Phase B-) zugeordnet, und die einer der vier Phasen zugeordneten acht Lichtempfangsbauelemente bilden jeweils eine Lichtempfangsbauelementgruppe. Die acht Lichtempfangsbauelemente (erste Lichtempfangsbauelemente) sind zu der A + Phase zugeordnet, und bilden eine Gruppe aus. Die acht Lichtempfangsbauelemente (zweite Lichtempfangsbauelemente) sind der B+ Phase zugeordnet, und bilden eine Gruppe aus. Die acht Lichtempfangsbauelemente (dritte Lichtempfangsbauelemente) sind der A- Phase zugeordnet, und bilden eine Gruppe aus. Die acht Lichtempfangsbauelemente (vierte Lichtempfangsbauelemente) sind der B- Phase zugeordnet, und bilden eine Gruppe aus. Die der A+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente (die ersten Lichtempfangsbauelemente) und die der B+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente (die zweiten Lichtempfangsbauelemente) sind benachbart zueinander. Die der A+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente (die ersten Lichtempfangsbauelemente) und die der B+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente (die zweiten Lichtempfangsbauelemente) sind zwischen den der A- Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelementen (den dritten Lichtempfangsbauelementen) und den der B- Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelementen (den vierten Lichtempfangsbauelementen) angeordnet. Eine Periode P_{pd} (eine Zirkulationsperiode) der Lichtempfangsbauelemente in derselben Phase ist 256 µm, was einer Breite von vier Lichtempfangsbauelementen entspricht, und einer Erfassungsperiode der Lichtintensitätsverteilung auf einer Lichtempfangsbauelementoberfläche entspricht.

[0023] Die jeweils eine Lichtempfangsbauelementgruppe ausbildenden acht Lichtempfangsbauelemente sind elektrisch miteinander verbunden, und Ausgaben (Ströme) der Lichtempfangsbauelemente werden zueinander addiert und an einen (nicht gezeigten) Strom-zu-Spannung-Umwandlungsverstärker (IV-Umwandlungsverstärker) eingegeben, der für jede Phase in einer nachfolgenden Stufe bereitgestellt ist. Die vier IV-Umwandlungsverstärker geben jeweils das entsprechende von vier Phasensignalen S1(A+), S1(B+), S1(A-) und S1(B-) aus, die verschiedene Phasen aufweisen. Die Signale S1(A+), S1(B +), S1(A-) und S1(B-) sind Spannungssignale (sinusförmige Signale), deren Werte sich in einer sinusförmigen Weise in Übereinstimmung mit einer Bewegung des Maßstabs **20** ändern. Die Ausgabesignale der für die vier Phasen bereitgestellten vier IV-Umwandlungsverstärker entsprechen jeweils einer verschiedenen von Signalphasen von 0 Grad, 90 Grad, 180 Grad und 270 Grad. Mit anderen Worten, die Phasen des Signals von dem ersten Lichtempfangsbauelement und des Signals von dem dritten Lichtempfangsbauelement sind um 180 Grad verschieden, und die Phasen des Signals von dem zweiten Lichtempfangsbauelement und des Signals von dem vierten Lichtempfangsbauelement sind um 180 Grad verschieden.

[0024] Ferner werden die vier Phasensignale S1(A +), S1(B+), S1(A-) und S1(B-) Berechnungen unterzogen, die durch die nachstehenden Gleichungen (3) und (4) dargestellt sind, und in zwei sinusförmige Phasensignale S1(A) und S1(B) umgewandelt, in denen ein Gleichstromanteil (DC-Anteil) der vier Phasensignale entfernt ist.

$$S1(A) = S1(A+) - S1(A-) \qquad (3)$$

$$S1(B) = S1(B+) - S1(B-) \qquad (4)$$

[0025] Die von dem Lichtempfangs-IC **13a** ausgegebenen zwei sinusförmigen Phasensignale S1(A) und S1(B) werden zu der Signalverarbeitungsschaltung **101** übermittelt. Die Inkrementalverarbeitungseinheit **102** in der Signalverarbeitungsschaltung **101** erlangt durch Durchführen einer durch die nachstehende Gleichung (5) dargestellten Berechnung ein Phasensignal für Φ1, das eine Quelle eines Positionssignals ist.

$$\Phi 1 = ATAN2[S1(A), S1(B)] \qquad (5)$$

[0026] In der Gleichung (5) ist ATAN2[Y, X] eine Arkustangensoperationsfunktion, die einen Quadranten unterscheidet und das Signal in eine Phase von 0 bis 2π umwandelt. Ferner erzeugt die Inkrementalverarbeitungseinheit **102** durch Akkumulieren von Ände-

rungsmengen in dem Phasensignal Φ11 Positionsinformationen.

[0027] Nachstehend ist eine Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** (der Lichtempfangseinheit) in dem Lichtempfangs-IC **13b** unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6** zeigt eine Draufsicht der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** und veranschaulicht die Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** auf der Lichtempfangsoberfläche. In der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** ist eine Vielzahl von (32 Stück von) Lichtempfangsbauelementen in einer Reihe entlang der X-Richtung angeordnet. Die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** umfasst die das B- Phasensignal ausgebenden ersten Lichtempfangsbauelemente, die das A+ Phasensignal ausgebenden zweiten Lichtempfangsbauelemente, die das B+ Phasensignal ausgebenden dritten Lichtempfangsbauelemente und die das A- Phasensignal ausgebenden vierten Lichtempfangsbauelemente. In der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** sind das erste Lichtempfangsbauelement, das zweite Lichtempfangsbauelement, das dritte Lichtempfangsbauelement und das vierte Lichtempfangsbauelement in dieser Reihenfolge angeordnet. Ein Lichtempfangsbauelement weist die Breite X_{pd} von 64 µm in der X-Richtung und der Breite Y_{pd} von 450 µm in der Richtung senkrecht zu der X-Richtung (der Y Richtung) auf. Die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** weist eine gesamte Breite Wpd von 2048 µm in der X-Richtung auf.

[0028] Von den 32 Lichtempfangsbauelementen sind die mittigen acht Lichtempfangsbauelemente der B- Phase, der B- Phase, der A+ Phase, der A+ Phase, der B+ Phase, der B+ Phase, der A- Phase und der A- Phase in dieser Reihenfolge zugeordnet. Die zwei in derselben Phase zueinander benachbarten Lichtempfangsbauelemente bilden eine Lichtempfangsbauelementgruppe aus. Die jede Lichtempfangsbauelementgruppe ausbildenden zwei Lichtempfangsbauelemente sind elektrisch verbunden, und Ausgaben (Ströme) dieser werden zueinander addiert und an den (nicht gezeigten) IV-Umwandlungsverstärker eingegeben, der für jede Phase in der darauffolgenden Stufe bereitgestellt ist. Die vier IV-Umwandlungsverstärker geben jeweils das entsprechende von vier Phasensignalen S2(A+), S2(B+), S2 (A-) und S2(B-) aus, die verschiedene Phasen aufweisen.

[0029] Ferner führt das Lichtempfangs-IC **13b** durch die nachstehenden Gleichungen (6) und (7) dargestellte Subtraktionen auf den vier Phasensignalen S2 (A+), S2(B+), S2(A-) und S2(B-) durch, und wandelt die Signale in zwei Phasendifferenzsignale S2(A) und S2(B) um. Die von dem Lichtempfangs-IC **13b** ausgegebenen zwei Phasensignale S2(A) und S2(B) werden an die Bezugspositionserfassungsverarbeitungseinheit **103** in der Signalverarbeitungsschaltung **101** übermittelt.

$$S2(A) = S2(A+) - S2(A-) \qquad (6)$$

$$S2(B) = S2(B-) - S2(B-) \qquad (7)$$

[0030] Eine Entfernung D von der Mitte eines von der Beugung der Bezugsmarkierung **22** herrührenden Schattens kann unter Verwendung der nachstehenden Gleichung (8) berechnet werden. In der Gleichung (8) bezieht sich eine Entfernung **Z1** auf eine Entfernung von der Lichtquelle **11** zu dem Maßstab **20** (bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel die Entfernung **L1**), eine Entfernung **Z2** bezieht sich auf eine Entfernung von dem Maßstab **20** zu der Oberfläche der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** (bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel die Entfernung **L2**). Ferner bezieht sich w auf eine Breite der Bezugsmarkierung **22**.

$$D = (Z1+Z2)/Z1\times(w/2) \qquad (8)$$

[0031] Eine Breite des Schattens, der von der Beugung der Bezugsmarkierung **22** bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel herrührt, entspricht einem doppelten Bild der Bezugsmarkierung **22**, und weist ± 256 µm von der Mitte her auf. Andererseits sind die für eine Subtraktion verwendeten Lichtempfangsbauelemente („A-“ und „B-“ in **Fig. 6**) von der Mitte her in einem Bereich von einschließlich -256 bis -128 µm und einem Bereich von einschließlich + 128 bis +256 µm. Mit anderen Worten, das Lichtempfangsbauelement in der A-Phase und das Lichtempfangsbauelement in der B- Phase sind an Positionen angeordnet, an denen eine Entfernung X von der Mitte der Lichtempfangsbauelementanordnung $X < (Z1 + Z2)/Z1 \times (w/2)$ erfüllt. Somit werden die Lichtempfangsbauelemente für eine Subtraktion verwendet, die an der Position angeordnet sind, die die Schattenfläche der Beugungslinsenstruktur umfasst, sodass eine Signalamplitude nahe der Bezugsmarkierung **22** vergrößert werden kann. Folglich kann die Bezugspositionserfassung realisiert werden, die mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit eine fehlerhafte Erfassung hervorruft.

[0032] Nachstehend ist die Bezugspositionserfassungsverarbeitungseinheit **103** in der Signalverarbeitungsschaltung **101** unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben. **Fig. 7** zeigt eine Blockdarstellung, die die Bezugspositionserfassungsverarbeitungseinheit **103** und das Lichtempfangs-IC **13b** veranschaulicht. Die Bezugspositionserfassungsverarbeitungseinheit **103** führt durch die nachstehenden Gleichungen (9) und (10) dargestellte Berechnungen auf den zwei Pha-

sensignalen S2(A) und S2(B) aus, und erlangt ein Differenzsignal Zsub und ein Additionssignal Zadd.

$$Zsub = S2(A) - S2(B) \quad (9)$$

$$Zadd = S2(A) + S2(B) \quad (10)$$

[0033] Versatzstücke (bzw. Offsets) werden sowohl zu dem Differenzsignal Zsub als auch zu dem Additionssignal Zadd zur Ausgabe einer Bezugsspannung Vref als einem Bezug addiert. Das Additionssignal Zadd wird an einen Komparator eingegeben, und als ein Gatesignal Zgate wird eine binarisierte Ausgabe erzeugt, die unter der Bedingung der nachstehenden Gleichung (11) einen hohen Pegel erreicht.

$$Zadd > Th2 \quad (11)$$

[0034] In der Gleichung (11) ist Th2 ein Binarisierungsschwellwert des Komparators, und wird vorab derart eingestellt, dass das Hochpegelsignal nur nahe der Bezugsmarkierung **22** ausgegeben wird. Das Differenzsignal Zsub wird an den Komparator eingegeben, und eine unter der Bedingung der nachstehenden Gleichung (12) den hohen Pegel erreichende binarisierte Ausgabe wird als ein Kantensignal erzeugt.

$$Zsub > Th1 \quad (12)$$

[0035] In der Gleichung (12) ist Th1 ein Binarisierungsschwellwert des Komparators, und beispielsweise kann derselbe Wert wie die Bezugsspannung Vref verwendet werden. Das Kantensignal wird ferner an eine differenzierende Schaltung eingegeben, und ein ansteigendes Kantensignal Zrise wird als ein Pulssignal mit einer vorbestimmten Zeitbreite bei einem Anstieg des Kantensignals ausgegeben. Ferner werden das Gatesignal Zgate und das ansteigende Kantensignal Zrise an eine logische UND-Schaltung (eine UND-Schaltung) eingegeben, und ein Ursprungssignal Zpulse wird ausgegeben.

[0036] Nachstehend ist jede Signalform nahe der Bezugsmarkierung **22** unter Bezugnahme auf die **Fig. 8A** bis **Fig. 8D** beschrieben. Die **Fig. 8A** bis **Fig. 8D** zeigen jeweils eine Darstellung von Signalformen nahe der Bezugsmarkierung **22** in dem Fall, dass Licht von der Bezugsmarkierung **22** durch die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** erfasst wird. **Fig. 8A** veranschaulicht Wellenformen der zwei Phasensignale S2(A) und S2(B) nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 8B** veranschaulicht Wellenformen des Additionssignals Zadd und des Schwellwerts Th2 nahe der Bezugsmarkierung **22**.

[0037] **Fig. 8C** veranschaulicht Wellenformen des Differenzsignals Zsub und des Schwellwerts Th1 nahe der Bezugsmarkierung **22**. Der Schwellwert Th1 weist eine Hysterese derart auf, dass er zu einer Minusseite hin versetzt ist, falls die Ausgabe von dem Komparator hoch wird. In dieser Weise kann eine Kantenerfassung nahe der Mitte der Bezugsmarkierung **22** durchgeführt werden, bei der eine Signaländerung steil ist, und eine unnötige Kantenerfassung kann in anderen Arealen gesteuert werden. Eine Steuerung der unnötigen Kantenerfassung verringert ein Übersprechen in ein Inkrementalsignal.

[0038] **Fig. 8 D** veranschaulicht Wellenformen des Gatesignals Zgate, des ansteigenden Kantensignals Zrise und des Ursprungssignals Zpulse (eines Ursprungspulses) nahe der Bezugsmarkierung **22**. Es ist ersichtlich, dass die Wellenform des Originalsignals Zpulse (des Ursprungspulses) eine Mittelposition (die Bezugsposition) der Bezugsmarkierung **22** angibt. Gemäß dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel kann die Bezugsposition mit einer hohen Genauigkeit auch in dem Fall erfasst werden, dass die Bezugsmarkierung die beugende Linsenstruktur aufweist.

[0039] Nachstehend ist eine Beschreibung eines Falls bereitgestellt, in dem der Ursprungspuls unter Verwendung von nur zwei Phasensignalausgaben als einem Vergleichsbeispiel erlangt ist. Für das Vergleichsbeispiel ist eine Beschreibung eines Falls einer Verwendung von nur den Phasensignalen S2 (A+) und S2(B+) unter den vier Phasensignalen S2 (A+), S2(B+), S2(A-) und S2(B-) bereitgestellt, die von den vier IV-Umwandlungsverstärkern ausgegeben werden. In dem Vergleichsbeispiel wird eine Berechnung der nachstehenden Gleichung (13) unter Verwendung der Phasensignale S2(A+) und S2(B+) durchgeführt.

$$Zadd' = S2(A+) + S2(B+) \quad (13)$$

[0040] Jede Signalwellenform nahe der Bezugsmarkierung **22** gemäß dem Vergleichsbeispiel ist nachstehend unter Bezugnahme auf die **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** beschrieben. Die **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** zeigen jeweils eine Darstellung von Signalwellenformen nahe der Bezugsmarkierung **22** in dem Fall, dass bei dem Vergleichsbeispiel durch die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** das Licht von der Bezugsmarkierung **22** erfasst wird. **Fig. 9A** veranschaulicht Wellenformen der zwei Phasensignale S2(A+) und S2(B+) nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 9B** veranschaulicht Wellenformen des Additionssignals Zadd' und des Schwellwerts Th2 nahe der Bezugsmarkierung **22**.

[0041] **Fig. 9C** veranschaulicht eine Wellenform des Gatesignals Zgate nahe der Bezugsmarkierung **22**. Ein Wert eines Signals **901** nahe der Mittelposition der Bezugsmarkierung **22** in dem Gatesignal Zga-

te ist ungefähr derselbe wie der Wert eines Signals **902** an einer Position des Reflexionsabschnitts **23**, der von der Bezugsmarkierung **22** entfernt ist. Aus diesem Grund kann die Mittelposition der Bezugsmarkierung **22** nicht mit einer hohen Genauigkeit aus dem Gatesignal Zgate erlangt werden. Dies beruht darauf, dass eine Lichtmenge in einem anderen Randabschnitt als einer Kondensationsposition aufgrund der beugenden Linsenstruktur der Bezugsmarkierung **22** verringert ist, und es ist ersichtlich, dass es nicht ausreichend ist, nur die Signale S2(A+) und S2(B+) zu verwenden.

[0042] Die Breite des von der Beugung der Bezugsmarkierung **22** herrührenden Schattens entspricht dem doppelten Bild der Bezugsmarkierung **22**, sodass die Signale S2(A-) und S2(B-) von den Lichtempfangsbauelementen in der A- Phase und der B-Phase bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel verwendet werden. Somit kann die Bezugsposition der Bezugsmarkierung mit einer hohen Genauigkeit erfasst werden. Mit anderen Worten, die an der Position mit der Schattenfläche der Beugungslinsenstruktur angeordneten Lichtempfangsbauelemente werden für eine Subtraktion verwendet, und somit kann die Signalamplitude nahe der Bezugsmarkierung **22** vergrößert werden. Dies realisiert die Bezugspositionserfassung, durch die es weniger wahrscheinlich ist, dass eine Position fehlerhaft erfasst wird. Falls die Bezugsposition mit einer hohen Genauigkeit erfasst wird, kann eine Position des Maßstabs (eines Gegenstands) mit einer hohen Genauigkeit in Kombination mit einer relativen Position berechnet werden, die durch die Gleichung (5) unter Verwendung der Maßstabsspur **21a** berechnet ist.

[0043] Nachstehend ist ein zweites exemplarisches Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. **Fig. 10** zeigt eine Konfigurationsdarstellung, die ein Positionserfassungsgerät **200** gemäß dem zweiten exemplarischen Ausführungsbeispiel veranschaulicht. Das zweite exemplarische Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel darin, dass Licht von der Lichtquelle **11** in der Sensoreinheit **10** durch das Lichtquellengitter **14** hindurchtritt und nachfolgend die Maßstabsspur **21b** beleuchtet.

[0044] Ein optischer Pfad in dem Positionserfassungsgerät **200** ist nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 11** beschrieben. **Fig. 11** zeigt eine Abwicklungsansicht des optischen Pfads in dem Positionserfassungsgerät **200**, bei der eine Reflexion abgewickelt ist, als ob sie transmittiert ist. Eine als eine effektive optische Pfadlänge von der Lichtquelle **11** zu dem Lichtquellengitter **14** dienende Entfernung **L0** beträgt 0,3 mm. Eine als eine effektive optische Pfadlänge von dem Lichtquellengitter **14** zu der Bezugsmarkierung **22** dienende Entfernung **L3** ist auf einen Bereich von 0,7 mm ± 0,3 mm eingestellt. Eine als eine effektive optische Pfadlänge von der Bezugsmarkierung **22** zu der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** dienende Entfernung **L4** ist derart eingestellt, dass L4 = L0 + L2.

[0045] In der Bezugsmarkierung **22** ist die von der Mitte der Bezugsmarkierung **22** aus gezählte n-te Grenzposition an der Position Xn ausgebildet, die durch die Gleichung (1) dargestellt ist. Die Brennweite f der Beugungslinse bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel beträgt 0,7 mm. Mit anderen Worten, der divergente Lichtfluss von der Lichtquelle **11** konvergiert auf eine Position, die weiter weg liegend als die Oberfläche der Lichtempfangsbauelementanordnung ist. In dieser Weise kann eine Wirkung erlangt werden, dass ein periodisches Bild des Lichtquellengitters **14** auf der Lichtempfangsoberfläche ausgebildet wird und verhindert wird, dass das Signal unstabil wird.

[0046] Ein drittes exemplarisches Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist nachstehend beschrieben. **Fig. 12** zeigt eine Konfigurationsdarstellung, die ein Positionserfassungsgerät **300** gemäß dem dritten exemplarischen Ausführungsbeispiel veranschaulicht. Das dritte exemplarische Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem zweiten exemplarischen Ausführungsbeispiel darin, dass ein Ursprungserfassungsgitter **19** entlang eines optischen Pfads von der Maßstabsspur **21b** zu der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** bereitgestellt ist, und ebenso in den Konfigurationen der Maßstabsspur **21b** und des Lichtempfangs-ICs. Das Ursprungserfassungsgitter **19** ist ein Transmissionsbeugungsgitter mit Transmissionsabschnitten und lichtabschirmenden Abschnitten, die in der Richtung senkrecht zu der X-Richtung abwechselnd angeordnet sind.

[0047] Nachstehend sind die Konfigurationen der Maßstabsspuren **21a** und **21b** in dem Maßstab **20** bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 13** beschrieben. **Fig. 13** zeigt eine teilweise vergrößerte Draufsicht des Maßstabs **20** (die Maßstabsspuren **21a** und **21b)**. In **Fig. 13** stellen mit Punkten versehene Abschnitte Vertiefungen in einem Stufenmuster dar. Die Maßstabsspur **21a** umfasst eine Musterreihe, in der das Stufenmuster mit einer Breite von 2 µm an jeder Periode angeordnet ist, und zwar bei jedem Abstandsmaß (= 4 µm) in der Bewegungsrichtung (der X-Richtung).

[0048] In der parallel zu der Maßstabspur **21a** angeordneten Maßstabsspur **21b** ist die Bezugsmarkierung **22** (das Bezugsgitter) ausgebildet, in der Vertiefungen an ungleichen Intervallen in der Bewegungsrichtung (der X-Richtung) an der bestimmten Position (der Bezugsposition) auf dem Maßstab **20** angeordnet sind. Ein Gitterintervall ist mit größerer Ent-

fernung von der Mitte der Bezugsmarkierung **22** verringert, und die Bezugsmarkierung **22** weist die beugende Linsenstruktur auf, in der der divergente Lichtfluss von der Lichtquelle **11** durch Beugung an der vorbestimmten Entfernung linear konvergiert. In einer anderen Fläche als der Bezugsmarkierung **22** ist in der Maßstabsspur **21b** eine Gitterfläche **24** (ein zweites Beugungsgitter) ausgebildet, die eine Musterreihe umfasst, in der das Stufenmuster mit einer Breite von 2,45 µm an jeder Periode angeordnet ist, und zwar mit einem Entfernungsmaß (= 4,9 µm) in der Bewegungsrichtung (der X-Richtung). Eine Gitterperiode in der Gitterfläche **24** ist derart eingestellt, dass ein gebeugtes Licht einer positiven ersten Ordnung und ein gebeugtes Licht einer negativen ersten Ordnung von demselben Punkt an Positionen von ungefähr entgegengesetzter Phase getrennt eindringen (256 µm). Somit können Einflüsse von Staub, der an dem Maßstab anhaftet, und ein Musterdefekt durch die nachstehende Berechnung aufgehoben werden, und eine fehlerhafte Erfassung tritt weniger wahrscheinlich auf.

[0049] Nachstehend ist die Konfiguration der Sensoreinheit **10** unter Bezugnahme auf **Fig. 14** beschrieben. **Fig. 14** zeigt eine Draufsicht der Sensoreinheit **10** bei Ansicht von der Seite des Maßstabs **20**. Das Gittermuster des Lichtquellengitters **14** weist das Abstandsmaß (die Musterperiode) von 4 µm auf. Das Inkrementalerfassungsgitter **15** umfasst ein Gittermuster mit einem vorbestimmten Abstandsmaß (= 4,069952 µm) in der X-Richtung. In dem Ursprungserfassungsgitter **19** sind die lichtabschirmenden Abschnitte mit einer Breite von 18 µm und Öffnungsabschnitte mit einer Breite von 2 µm in der Richtung senkrecht zu der X-Richtung (der Y-Richtung) abwechselnd angeordnet. Mit dieser Gitterkonfiguration kann eine durch die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** empfangene Lichtmenge abgeschwächt werden, und das Lichtmengenverhältnis kann hinsichtlich des Inkrementalsignals eingestellt werden. Eine Gitterperiodenrichtung ist auf eine Richtung senkrecht zu einer Positionserfassungsrichtung eingestellt, und somit kann verhindert werden, dass ein Lichtmengenprofil in der Bewegungsrichtung beeinflusst wird.

[0050] Die als die effektive optische Pfadlänge von der Lichtquelle **11** zu dem Lichtquellengitter **14** dienende Entfernung **L0** beträgt 0,3 mm. Die als die effektive optische Pfadlänge von dem Lichtquellengitter **14** zu der Bezugsmarkierung **22** dienende Entfernung **L3** ist auf einen Bereich von 1,6 mm ±0,3 mm eingestellt. Die als die effektive optische Pfadlänge von der Bezugsmarkierung **22** zu der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** dienende Entfernung **L4** ist derart eingestellt, dass L4 = L0 + L3.

[0051] Nachstehend ist eine Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** in dem Lichtempfangs-IC **13a** bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 15** beschrieben. **Fig. 15** zeigt eine Draufsicht der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel und veranschaulicht die Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** auf der Lichtempfangsoberfläche. In der Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** ist eine Vielzahl von (64 Stück von) Lichtempfangsbauelementen in einer Reihe entlang der X-Richtung angeordnet. Jedes Lichtempfangsbauelement weist die Breite X_{pd} von 32 µm in der X-Richtung und die Breite Y_{pd} von 450 µm in der Y-Richtung auf. Die Lichtempfangsbauelementanordnung **12a** weist die gesamte Breite Wpd von 2048 µm in der X-Richtung auf.

[0052] Die **64** Lichtempfangsbauelemente sind in einer zirkulierenden Weise der A+ Phase, der B+ Phase, der A- Phase und der B- Phase in dieser Reihenfolge zugeordnet, wobei einige Teile übersprungen sind, und die einer jeweiligen der vier Phasen zugeordneten 12 Lichtempfangsbauelemente bilden eine Lichtempfangsbauelementgruppe. Die Periode P_{pd} (die Zirkulationsperiode) der Lichtempfangsbauelemente in derselben Phase ist 256 µm, was der Breite von acht Lichtempfangsbauelementen entspricht, und der Erfassungsperiode der Lichtintensitätsverteilung auf der Lichtempfangsbauelementoberfläche entspricht. Die jeweils eine Lichtempfangsbauelementgruppe ausbildenden 12 Lichtempfangsbauelemente sind elektrisch miteinander verbunden, und Ausgaben (Ströme) der Lichtempfangsbauelemente werden zueinander addiert und an den (nicht gezeigten) IV-Umwandlungsverstärker eingegeben, der für jede Phase in der nachfolgenden Stufe bereitgestellt ist. Die vier IV-Umwandlungsverstärker geben jeweils das entsprechende der vier Phasensignale, S1(A+), S1(B+), S1(A-) und S1(B-), aus.

[0053] Die Signale S1(A+), S1(B+), S1(A-) und S1 (B-) sind Spannungssignale (sinusförmige Signale), deren Werte sich in einer sinusförmigen Weise in Übereinstimmung mit der Bewegung des Maßstabs **20** ändern. Die jeweiligen Ausgabesignale von den vier IV-Umwandlungsverstärkern, die für die vier Phasen bereitgestellt sind, entsprechen einer verschiedenen einen der Signalphasen von 0 Grad, 90 Grad, 180 Grad und 270 Grad. Ferner werden die vier Phasensignale S1(A+), S1(B+), S1(A-) und S1(B-) den durch die Gleichungen (3) und (4) dargestellten Berechnungen unterzogen und in die zwei sinusförmigen Phasensignale S1(A) und S1(B) umgewandelt, in denen ein DC-Anteil von den vier Phasensignalen entfernt ist.

[0054] Die von der Sensoreinheit **10** ausgegebenen zwei sinusförmigen Phasensignale S1(A) und S1(B) werden an die Signalverarbeitungsschaltung **101** übermittelt. Die Inkrementalverarbeitungseinheit

102 in der Signalverarbeitungsschaltung **101** erlangt das Phasensignal Φ1, das durch Durchführen der durch die Gleichung (5) dargestellten Berechnung die Quelle des Positionssignals wird. Ferner erzeugt die Inkrementalverarbeitungseinheit **102** die Positionsinformationen durch Akkumulieren von Änderungsmengen des Phasensignals Φ1.

[0055] Fig. 16 veranschaulicht die Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** in dem Lichtempfangs-IC **13b**. In der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** ist eine Vielzahl von (64 Stück von) Lichtempfangsbauelementen in einer Reihe entlang der X-Richtung angeordnet. Ein Lichtempfangsbauelement weist die Breite X_{pd} von 32 µm in der X-Richtung und die Breite Y_{pd} von 450 µm in der Y-Richtung auf. Die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** weist die gesamte Breite Wpd von 2048 µm in der X-Richtung auf.

[0056] Die **64** Lichtempfangsbauelemente sind in einer zirkulierenden Weise der A+ Phase, der B+ Phase, der A- Phase und der B- Phase in dieser Reihenfolge zugeordnet, wobei einige Teile übersprungen sind, und die einer jeweiligen einen der vier Phasen zugeordneten 12 Lichtempfangsbauelemente bilden eine Lichtempfangsbauelementgruppe. Die der A+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente umfassen acht Lichtempfangsbauelemente an einem Mittelabschnitt und vier Lichtempfangsbauelemente an einer linken Seite des Randabschnitts, die eine Gruppe bilden. Die der B+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente umfassen acht Lichtempfangsbauelemente an dem Mittelabschnitt und vier Lichtempfangsbauelemente an einer rechten Seite des Randabschnitts, die eine Gruppe ausbilden. Die der A- Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente umfassen acht Lichtempfangsbauelemente an dem Mittelabschnitt und vier Lichtempfangsbauelemente an der rechten Seite des Randabschnitts, die eine Gruppe bilden. Die der B- Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente umfassen acht Lichtempfangsbauelemente an dem Mittelabschnitt und vier Lichtempfangsbauelemente an der linken Seite des Randabschnitts, und bilden eine Gruppe aus. Das der A+ Phase zugeordnete Lichtempfangsbauelement und dass der B+ Phase zugeordnete Lichtempfangsbauelement sind an dem Mittelabschnitt zueinander benachbart. Ein der A+ Phase zugeordnetes Lichtempfangsbauelement und ein der B+ Phase zugeordnetes Lichtempfangsbauelement ist zwischen einem der A- Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelement und einem der B- Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelement angeordnet. Die Periode P_{pd} (die Zirkulationsperiode) beträgt 1024 µm, was einer Breite von 32 Lichtempfangsbauelementen entspricht.

[0057] Die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** umfasst vier Gruppen von acht Lichtempfangsbauelementen an dem Mittelabschnitt und eine Vielzahl von Lichtempfangsbauelementen **91**, von denen eine Ausgabe zu der der an beiden Seiten des Mittelabschnitts angeordneten Lichtempfangsbauelementen hinzugefügt wird. Die jeweils eine Lichtempfangsbauelementgruppe ausbildenden 12 Lichtempfangsbauelemente sind elektrisch miteinander verbunden, und Ausgaben (Ströme) der Lichtempfangsbauelemente werden zueinander addiert, und an den (nicht gezeigten) IV-Umwandlungsverstärker eingegeben, der für jede Phase in der nachfolgenden Stufe bereitgestellt ist. Die vier IV-Umwandlungsverstärker geben jeweils das entsprechende eine der vier Phasensignale S2(A+), S2(B+), S2(A-) und S2(B-) aus. Die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b**, deren Ausgabe zu der des an dem Mittelabschnitt der A + Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelements (des ersten Lichtempfangsbauelements) addiert wird, umfasst die in dem Randabschnitt der A+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente (fünfte Lichtempfangsbauelemente). Die an dem Randabschnitt der A+ Phase zugeordneten Lichtempfangsbauelemente sind an einer Position angeordnet, an der eine Entfernung von einem benachbarten Abschnitt (der Mitte), bei dem ein der A+ Phase zugeordnetes Lichtempfangsbauelement zu einem der B+ Phase an dem Mittelabschnitt zugeordneten Lichtempfangsbauelement benachbart ist, größer als die Entfernung von den Lichtempfangsbauelementen (den dritten Lichtempfangsbauelementen) ist, die an dem Mittelabschnitt der A- Phase zugeordnet sind.

[0058] Ferner werden die vier Phasensignale S2(A+), S2(B+), S2(A-) und S2(B-) den durch die Gleichungen (6) und (7) dargestellten Berechnungen unterzogen, und in die zwei Phasensignale S2(A) und S2(B) umgewandelt. Die zwei Phasensignale S2(A) und S2(B), die von dem Lichtempfangs-IC **13b** ausgegeben werden, werden an die Bezugspositionserfassungsverarbeitungseinheit **103** in der Signalverarbeitungsschaltung **101** übermittelt.

[0059] Die Entfernung D von der Mitte des Schattens, der von der Beugung der Bezugsmarkierung **22** herrührt, kann durch die nachstehende Gleichung (14) berechnet werden.

$$D = (Z1 + Z2)/Z1 \times \left(w/2 + Z2 \times \tan\left(\arcsin\left(\lambda/d\right)\right)\right) \tag{14}$$

[0060] In der Gleichung 14 ist Z1 eine Entfernung von der Lichtquelle **11** zu dem Maßstab (bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel **L0 +** L3), und Z2 ist eine Entfernung von dem Maßstab zu der Oberfläche der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** (bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel **L4**). Ferner ist λ eine Wellenlänge der Lichtquelle **11**, d ist ein Gitterintervall der Git-

terfläche **24** und w ist eine Breite der Bezugsmarkierung **22**.

[0061] Gemäß dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel sind zumindest einige der Lichtempfangsbauelemente („A-“ und „B-“ in **Fig. 16**), die für eine Subtraktion verwendet werden, innerhalb eines Bereichs der Entfernung D angeordnet. Mit anderen Worten, ein der A- Phase zugeordnetes Lichtempfangsbauelement und ein der B- Phase zugeordnetes Lichtempfangsbauelement sind an Positionen angeordnet, an denen die Entfernung X von der Mitte der Lichtempfangsbauelementanordnung $X < (Z1 + Z2)/Z1 \times (w/2 + Z2 \times \tan(\arcsin(A/d)))$ erfüllt. Somit werden die an der Position mit der Schattenfläche der Beugungslinsenstruktur angeordneten Lichtempfangsbauelemente für eine Subtraktion verwendet, und somit kann die Signalamplitude nahe der Bezugsmarkierung **22** vergrößert werden. Dies realisiert die Bezugspositionserfassung, durch die es weniger wahrscheinlich wird, dass eine fehlerhafte Erfassung auftritt.

[0062] Nachstehend ist jede Signalwellenformen nahe der Bezugsmarkierung **22** unter Bezugnahme auf die Figuren sind 17A bis 17D beschrieben. Die **Fig. 17A** bis **Fig. 17D** zeigen jeweils eine Darstellung von Signalwellenformen nahe der Bezugsmarkierung **22** in dem Fall, dass Licht von der Bezugsmarkierung **22** durch die Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** erfasst wird. **Fig. 17A** veranschaulicht Wellenformen der zwei Phasensignale S2(A) und S2(B) nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 17B** veranschaulicht Wellenformen des Additionssignals Zadd und des Schwellwerts Th2 nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 17C** veranschaulicht Wellenformen des Differenzsignals Zsub und des Schwellwerts Th1 nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 17D** veranschaulicht Wellenformen des Gatesignals Zgate, des ansteigenden Kantensignals Zrise und des Ursprungssignals Zpulse (des Ursprungspulses) nahe der Bezugsmarkierung **22**. Es ist ersichtlich, dass die Wellenform des Ursprungssignals Zpulse (des Ursprungspulses) die Mittelposition der Bezugsmarkierung **22** angibt. Gemäß dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel kann die Bezugsposition mit einer hohen Genauigkeit auch in dem Fall erfasst werden, dass die Bezugsmarkierung eine beugende Linsenstruktur aufweist.

[0063] Nachstehend ist ein viertes exemplarisches Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Konfigurationen der Maßstabsspuren **21a** und **21b** in einem Maßstab **20** gemäß dem vierten exemplarischen Ausführungsbeispiel sind unter Bezugnahme auf **Fig. 18** beschrieben. **Fig. 18** zeigt eine teilweise vergrößerte Draufsicht des Maßstabs **20** (der Maßstabspuren **21a** und **21b**). In **Fig. 18** stellen mit Punkten versehene Abschnitte Vertiefungen in einem Stufenmuster dar. Die Maßstabspur **21a** umfasst eine Musterreihe, in der das Stufenmuster mit einer Breite von 2 µm an jeder Periode von 4 µm in der Bewegungsrichtung (der X-Richtung) angeordnet ist. In der zu der Maßstabsspur **21a** parallel angeordneten Maßstabsspur **21b** ist eine Bezugsmarkierung **22** (ein Bezugsgitter) ausgebildet, in dem Vertiefungen an ungleichen Intervallen in der X-Richtung an einer bestimmten Position (einer Bezugsposition) auf dem Maßstab **20** angeordnet sind. Ein Gitterintervall ist mit einer größeren Entfernung von der Mitte der Bezugsmarkierung **22** verringert, und die Bezugsmarkierung **22** weist eine beugende Linsenstruktur auf, in der ein divergenter Lichtfluss von einer Lichtquelle **11** an einer vorbestimmten Entfernung durch Beugung linear konvergiert. In einer anderen Fläche als der Bezugsmarkierung **22** ist in der Maßstabsspur **21b** eine Gitterfläche **24** (ein zweites Beugungsgitter) ausgebildet, die eine Musterreihe umfasst, in der das Stufenmuster mit einer Breite von 2,45 µm an jeder Periode von 4,9 µm in der X-Richtung angeordnet ist. Eine Vielzahl von Gitterflächen **24**, die die Musterreihen umfassen, ist an Intervallen angeordnet. Es gibt Flächen **25** (Reflexionsabschnitte) ohne Gitter in einem Bereich von einschließlich 384 bis 512 µm, und einem Bereich von einschließlich 640 bis 768 µm auf beiden Seiten der Mitte der Bezugsmarkierung **22**.

[0064] Die Anordnung der Lichtempfangsbauelementanordnung **12b** ist dieselbe wie die des dritten exemplarischen Ausführungsbeispiels. Ein reflektiertes Licht von dem Bereich von einschließlich 384 bis 512 µm von der Mitte der Bezugsmarkierung **22** dringt in eine positive Seite einer Vielzahl von Lichtempfangsbauelementen **91** ein („A+“ und „B+“ der Lichtempfangsbauelemente **91** gemäß **Fig. 16**). Diese Anordnung verhindert, dass das Additionssignal Zadd an einer Ursprungsposition vergrößert wird, und verhindert somit eine fehlerhafte Erfassung.

[0065] Nachstehend ist jede Signalwellenform nahe der Bezugsmarkierung **22** unter Bezugnahme auf die **Fig. 19A** bis **Fig. 19D** beschrieben. Die **Fig. 19A** bis **Fig. 19D** zeigen Signalwellenformdarstellungen nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 19A** veranschaulicht Wellenformen der zwei Phasensignale S2(A) und S2(B) nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 19B** veranschaulicht Wellenformen des Additionssignals Zadd und des Schwellwerts Th2 nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 19C** veranschaulicht Wellenformen des Differenzsignals Zsub und des Schwellwerts Th1 nahe der Bezugsmarkierung **22**. **Fig. 19D** veranschaulicht Wellenformen des Gatesignals Zgate, des ansteigenden Kantensignals Zrise und des Ursprungssignals Zpulse (des Ursprungspulses) nahe der Bezugsmarkierung **22**. Es ist ersichtlich, dass die Wellenform des Originalsignals Zpulse (des Ursprungspulses) die Mittelposition der Bezugsmarkierung **22** angibt. Gemäß dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel kann die Bezugsposition mit einer hohen Genauigkeit auch in dem Fall erfasst wer-

den, dass die Bezugsmarkierung eine beugende Linsenstruktur aufweist.

[0066] Bei den vorstehend beschriebenen exemplarischen Ausführungsbeispielen wurde ein Positionserfassungsgerät einer Reflexionsart beschrieben, das ein Licht von der Lichtquelle durch einen Maßstab einer Reflexionsart (ein Maßstabsgitter) reflektiert und das Licht durch die Lichtempfangsbauelementanordnung empfängt. Jedoch ist die Konfiguration nicht auf die vorstehend beschriebene begrenzt. Jedes exemplarische Ausführungsbeispiel kann beispielsweise auf ein Transmissionspositionserfassungsgerät angewendet werden, das Licht von der Lichtquelle durch einen Transmissionsmaßstab transmittiert und das Licht durch die Lichtempfangsbauelementanordnung empfängt. Bei jedem exemplarischen Ausführungsbeispiel wurde das Positionserfassungsgerät (ein Linearencoder, bzw. Lineargeber) unter Verwendung einer linearen Skala beschrieben. Jedoch ist die Konfiguration nicht hierauf begrenzt. Jedes exemplarische Ausführungsbeispiel kann beispielsweise auf einen Drehencoder (bzw. Drehgeber) unter Verwendung eines Rotationsmaßstabs angewendet werden. In dem Fall eines Drehencoders kann ein Maßstabsmuster radial eingerichtet sein. Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen ist ein Muster des Maßstabs **20** ein Phasenmuster unter Verwendung einer Stufe. Jedoch ist die Konfiguration nicht hierauf begrenzt. Eine ähnliche Wirkung kann mit demselben Entwurf unter Verwendung von reflektierenden und nichtreflektierenden Mustern anstelle von Erhebungen und Vertiefungen erlangt werden.

[0067] Nachstehend ist ein fünftes exemplarisches Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Ein Belichtungsgerät gemäß einem fünften exemplarischen Ausführungsbeispiel ist unter Bezugnahme auf **Fig. 20** beschrieben. **Fig. 20** zeigt eine schematische Konfigurationsdarstellung eines Belichtungsgeräts **400** gemäß dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel. Das Belichtungsgerät **400** ist dazu eingerichtet, einen elektronischen Schaltkreis auf einem Halbleiterwafer durch Belichten auszubilden, und ist beispielsweise mit dem Positionserfassungsgerät **100** gemäß der Beschreibung des ersten exemplarischen Ausführungsbeispiels bereitgestellt. Das Belichtungsgerät **400** verwendet das Positionserfassungsgerät **100**, um eine Position einer Plattform zu erfassen, auf der ein Halbleiterwafer anbringbar ist und die in einer zweidimensionalen Richtung antreibbar ist.

[0068] Gemäß **Fig. 20** umfasst das Belichtungsgerät **400** eine Plattform **50**, die als ein betreibbarer beweglicher Abschnitt dient, und ein Projektionsoptiksystem **51**, das ein Bild eines elektronischen Schaltkreises als ein optisches Bild einer nicht gezeigten Maske auf einen Wafer **53** projiziert (belichtet). Der Wafer **53** ist auf der Plattform **50** angebracht. Die Plattform **50** wird durch einen Antriebsmechanismus **55** in der X-Richtung und der Y-Richtung hinsichtlich des Projektionsoptiksystems **51** angetrieben. Mit dieser Anordnung wird eine Projektionsposition des elektrischen Schaltkreisbildes auf dem Wafer **53** gesteuert.

[0069] Das Belichtungsgerät **400** umfasst das Positionserfassungsgerät **100**. Der Maßstab **20** des Positionserfassungsgeräts **100** ist an der Plattform **50** angebracht (der bewegliche Abschnitt). Die Sensoreinheit **10** in dem Positionserfassungsgerät **100** ist an einem Gehäuse **54** angebracht, das ein fester Abschnitt des Belichtungsgeräts **400** ist. Bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel kann eine Beziehung zwischen dem festen Abschnitt und dem beweglichen Abschnitt umgekehrt sein, sodass die Sensoreinheit **10** an dem beweglichen Abschnitt angebracht sein kann und der Maßstab **20** an dem festen Abschnitt angebracht sein kann. Mit anderen Worten, die Sensoreinheit **10** und der Maßstab können relativ beweglich sein. Bei dem vorliegenden exemplarischen Ausführungsbeispiel kann das Positionserfassungsgerät gemäß dem zweiten bis vierten exemplarischen Ausführungsbeispiel anstelle des Positionserfassungsgeräts **100** (der Sensoreinheit **10**) verwendet werden.

[0070] Das Belichtungsgerät **400** umfasst eine Steuereinheit **56**, die die Position der Plattform **50** auf der Grundlage eines Ergebnisses der durch das Positionserfassungsgerät **100** erfolgenden Erfassung, mit anderen Worten, basierend auf Ausgabesignalen der Lichtempfangsbauelementanordnungen **12a**, **12b** in der Sensoreinheit **10** berechnet und den Antriebsmechanismus **55** steuert.

[0071] Die Bezugsposition wird mit einer hohen Genauigkeit durch das Positionserfassungsgerät erfasst, sodass die Position der Plattform **50** in dem Belichtungsgerät **400** mit einer hohen Auflösung stabil erfasst werden kann, und eine Bewegung (ein Betrieb) der Plattform **50** mit einer hohen Genauigkeit gesteuert werden kann.

[0072] Nachstehend ist ein sechstes exemplarisches Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. **Fig. 21** veranschaulicht ein Beispiel eines Laserverarbeitungsgeräts mit einem Galvano-Abtastgerät (ein Galvano-Scanner). Das Laserverarbeitungsgerät umfasst eine Laserlichtquelle **610**, Galvano-Abtastgeräte **620** und **630**, und eine Linse **640**. Ein Laserstrahl von der Laserlichtquelle **610** wird in orthogonalen biaxialen Richtungen durch die Galvano-Abtastgeräte **620** und **630** abgelenkt. Das durch die Linse **640** fokussierte Laserlicht wird auf ein Verarbeitungszielgegenstand **650** angewendet.

[0073] Die Galvano-Abtastgeräte **620** und **630** umfassen Spiegel in drehbeweglichen Abschnitten, und werden durch Motoren angetrieben. Die Galvano-Abtastgeräte **620** und **630** umfassen die vorstehend beschriebenen optischen Encoder (Drehencoder), die an die rotierenden Wellen des Motors und des Spiegels angebracht sind. Eine Ausgabe des optischen Encoders wird an eine (nicht gezeigte) Steuereinheit eingegeben, die ein eingebautes arithmetisches Gerät wie etwa eine Zentralverarbeitungseinheit (CPU) umfasst, und die Steuereinheit steuert einen Drehwinkel des Motors. Eine Position (der Drehwinkel) kann mit einer hohen Genauigkeit unter Verwendung des vorgenannten Encoders erfasst werden, und der Drehwinkel des Motors kann mit einer hohen Genauigkeit gesteuert werden.

[0074] Der bewegliche Abschnitt in einem Antriebssteuergerät ist nicht auf die Plattform und den Spiegel wie bei dem fünften oder sechsten exemplarischen Ausführungsbeispiel begrenzt, und die vorliegende Erfindung kann auf einen beweglichen Abschnitt angewendet werden, der angetrieben und versetzt werden kann. Mit anderen Worten, die vorliegende Erfindung kann auf allgemeine Antriebssteuergeräte angewendet werden, die eine Versetzungsmenge des beweglichen Abschnitts unter Verwendung des vorstehend beschriebenen optischen Encoders messen, und eine Bewegung des beweglichen Abschnitts auf der Grundlage der gemessenen Versetzungsmenge steuern. Beispielsweise ist ein Bearbeitungsgerät dazu eingerichtet, eine Bearbeitungsvorrichtung mit einem Roboterarm oder einem Beförderungskörper zur Beförderung eines Zusammenbauziels und den Encoder bei jedem exemplarischen Ausführungsbeispiel für eine Positionserfassung oder eine Orientierung der Bearbeitungsvorrichtung zu umfassen, und somit kann eine Position des Beförderungskörpers mit einer hohen Genauigkeit erfasst werden.

[0075] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein optischer Encoder bereitgestellt werden, der eine Bezugsposition mit einer hohen Genauigkeit erfasst.

[0076] Obgleich die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf exemplarische Ausführungsbeispiele beschrieben ist, muss die Erfindung als nicht auf die offenbarten exemplarischen Ausführungsbeispiele begrenzt erachtet werden. Dem Umfang der nachstehenden Patentansprüche muss die weiteste Interpretation zuerkannt werden, sodass alle solchen Abwandlungen und äquivalenten Strukturen und Wirkungen umfasst sind.

[0077] Ein Maßstab umfasst ein Beugungsgitter, das dazu eingerichtet ist, ein gebeugtes Licht in einer periodischen Richtung des Beugungsgitters zu sammeln, um eine Bezugsposition zu erfassen. Eine Lichtempfangsbauelementanordnung ist dazu eingerichtet, Licht von dem Beugungsgitter zu empfangen. Die Lichtempfangsbauelementanordnung umfasst erste bis vierte Lichtempfangsbauelemente, die dazu eingerichtet sind, Signale mit voneinander verschiedenen Phasen auszugeben. Das erste Lichtempfangsbauelement und das zweite Lichtempfangsbauelement sind zueinander benachbart, und sind zwischen dem dritten Lichtempfangsbauelement und dem vierten Lichtempfangsbauelement angeordnet. Die Verarbeitungseinheit erzeugt ein die Bezugsposition darstellendes Signal auf der Grundlage eines differentiellen Signals zwischen einem Signal von dem ersten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem dritten Lichtempfangsbauelement, und eines differentiellen Signals zwischen einem Signal von dem zweiten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem vierten Lichtempfangsbauelement.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2000304574 A [0003, 0004]

Patentansprüche

1. Optischer Encoder, mit:
einer Lichtquelle;
einem Maßstab;
einer Lichtempfangseinheit, die dazu eingerichtet ist, Licht von dem Maßstab zu empfangen; und
einer Verarbeitungseinheit, die dazu eingerichtet ist, ein Signal von der Lichtempfangseinheit zu verarbeiten,
wobei der Maßstab ein Beugungsgitter umfasst, das dazu eingerichtet ist, ein gebeugtes Licht in einer periodischen Richtung des Beugungsgitters zu kondensieren, um eine Bezugsposition zu erfassen,
wobei die Lichtempfangseinheit eine Lichtempfangsbauelementanordnung umfasst, die dazu eingerichtet ist, Licht von dem Beugungsgitter zu empfangen,
wobei die Lichtempfangsbauelementanordnung ein erstes Lichtempfangsbauelement, ein zweites Lichtempfangsbauelement, ein drittes Lichtempfangsbauelement und ein viertes Lichtempfangsbauelement umfasst, die dazu eingerichtet sind, Signale mit voneinander verschiedenen Phasen auszugeben,
wobei das erste Lichtempfangsbauelement und das zweite Lichtempfangsbauelement benachbart zueinander sind, und zwischen dem dritten Lichtempfangsbauelement und dem vierten Lichtempfangsbauelement angeordnet sind, und
wobei die Verarbeitungseinheit ein die Bezugsposition darstellendes Signal auf der Grundlage eines differentiellen Signals zwischen einem Signal von dem ersten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem dritten Lichtempfangsbauelement und eines differentiellen Signals zwischen einem Signal von dem zweiten Lichtempfangsbauelement und einem Signal von dem vierten Lichtempfangsbauelement erzeugt.

2. Optischer Encoder nach Anspruch 1, wobei das Beugungsgitter ein erstes Beugungsgitter umfasst, dessen Gitterperiode mit einer größeren Entfernung von einer Mitte verringert ist.

3. Optischer Encoder nach Anspruch 2, wobei das Beugungsgitter einen Reflexionsabschnitt umfasst, der in einer Nähe des ersten Beugungsgitters ausgebildet ist.

4. Optischer Encoder nach Anspruch 3, wobei in dem Reflexionsabschnitt kein Beugungsgitter ausgebildet ist.

5. Optischer Encoder nach Anspruch 2, wobei das Beugungsgitter ein zweites Beugungsgitter umfasst, das sich von dem ersten Beugungsgitter unterscheidet und das in einer Nähe des ersten Beugungsgitters ausgebildet ist.

6. Optischer Encoder nach Anspruch 5, wobei die Lichtempfangsbauelementanordnung ein fünftes Lichtempfangsbauelement umfasst, dessen Ausgabe zu einer Ausgabe des ersten Lichtempfangsbauelements hinzugefügt wird, und das fünfte Lichtempfangsbauelement an einer Position angeordnet ist, an der eine Entfernung von einem Abschnitt, an dem das erste Lichtempfangsbauelement zu dem zweiten Lichtempfangsbauelement benachbart ist, größer als die von dem dritten Lichtempfangsbauelement ist.

7. Optischer Encoder nach Anspruch 5, wobei eine Vielzahl von zweiten Beugungsgittern an vorbestimmten Intervallen in der Nähe des ersten Beugungsgitters in dem Beugungsgitter ausgebildet ist.

8. Optischer Encoder nach Anspruch 1, wobei das dritte Lichtempfangsbauelement und das vierte Lichtempfangsbauelement an Positionen angeordnet sind, an denen eine Entfernung X von einer Mitte der Lichtempfangsbauelementanordnung den nachstehenden Bedingungsausdruck erfüllt:

$$X < (Z1 + Z2)/Z1 \times (w/2),$$

wobei Z1 eine Entfernung von der Lichtquelle zu dem Maßstab ist, Z2 eine Entfernung von dem Maßstab zu einer Oberfläche der Lichtempfangsbauelementanordnung ist, und w eine Breite des ersten Beugungsgitters ist.

9. Optischer Encoder nach Anspruch 5, wobei das dritte Lichtempfangsbauelement und das vierte Lichtempfangsbauelement an Positionen angeordnet sind, an denen eine Entfernung X von einer Mitte der Lichtempfangsbauelementanordnung den nachstehenden Bedingungsausdruck erfüllt:

$$X < (Z1 + Z2)/Z1 \times \left(w/2 + Z2 \times \tan\left(\arcsin\left(\lambda/d\right)\right)\right),$$

wobei Z1 eine Entfernung von der Lichtquelle zu dem Maßstab ist, Z2 eine Entfernung von dem Maßstab zu einer Oberfläche der Lichtempfangsbauelementanordnung ist, λ eine Wellenlänge der Lichtquelle ist, d eine Periode des zweiten Beugungsgitters ist und w eine Breite des Beugungsgitters ist.

10. Optischer Encoder nach Anspruch 1, ferner mit einem Beugungsgitter, das zwischen der Lichtquelle und dem Maßstab angeordnet ist, wobei ein divergenter Lichtfluss von der Lichtquelle zu einer Seite hin konvergiert, die weiter weg liegend als eine Oberfläche der Lichtempfangsbauelementanordnung ist.

11. Optischer Encoder nach Anspruch 1, ferner mit einem Beugungsgitter, das zwischen dem Maßstab und der Lichtempfangsbauelementanordnung angeordnet ist.

12. Optischer Encoder nach Anspruch 1, wobei Phasen des Signals von dem ersten Lichtempfangsbauelement und des Signals von dem dritten Lichtempfangsbauelement um 180 Grad verschieden sind, und wobei Phasen des Signals von dem zweiten Lichtempfangsbauelement und des Signals von dem vierten Lichtempfangsbauelement um 180 Grad verschieden sind.

13. Optischer Encoder nach Anspruch 1, wobei das erste Lichtempfangsbauelement, das zweite Lichtempfangsbauelement, das dritte Lichtempfangsbauelement und das vierte Lichtempfangsbauelement jeweils eine Vielzahl von Lichtempfangsbauelementen umfassen, die zueinander benachbart sind.

14. Steuergerät, mit:
dem optischen Encoder nach Anspruch 1; und
einer Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, eine Versetzung eines Gegenstands auf der Grundlage eines Ergebnisses einer durch den optischen Encoder erfolgten Erfassung zu steuern.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

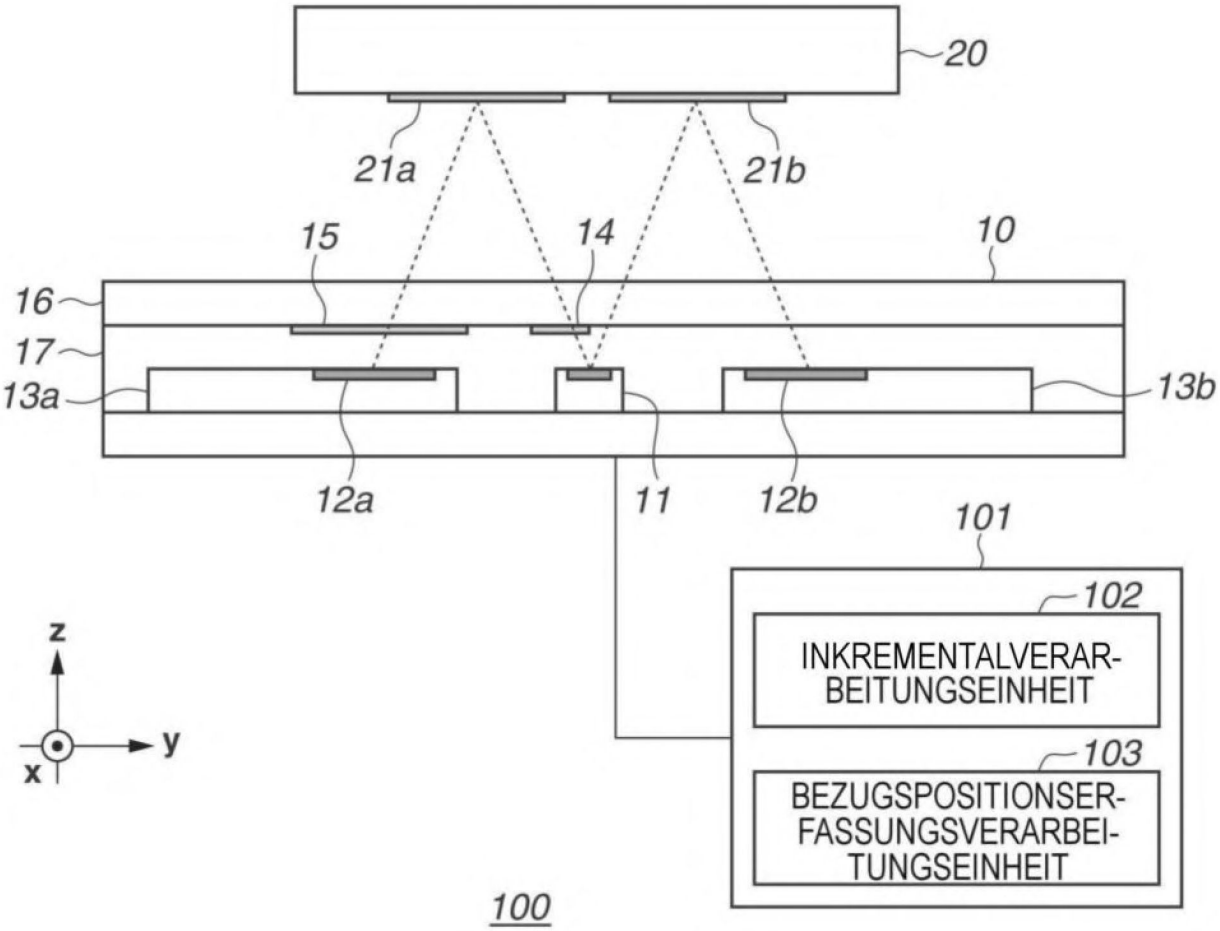


FIG.2

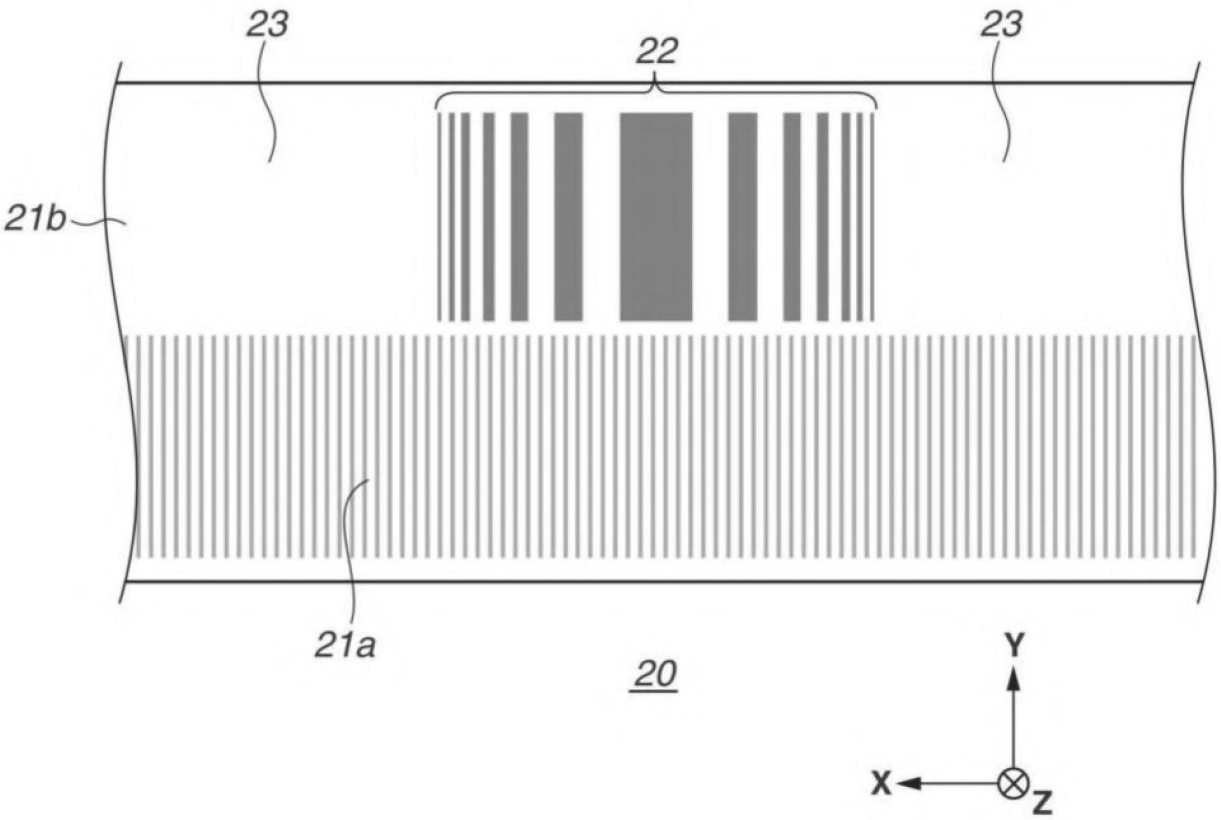


FIG.3

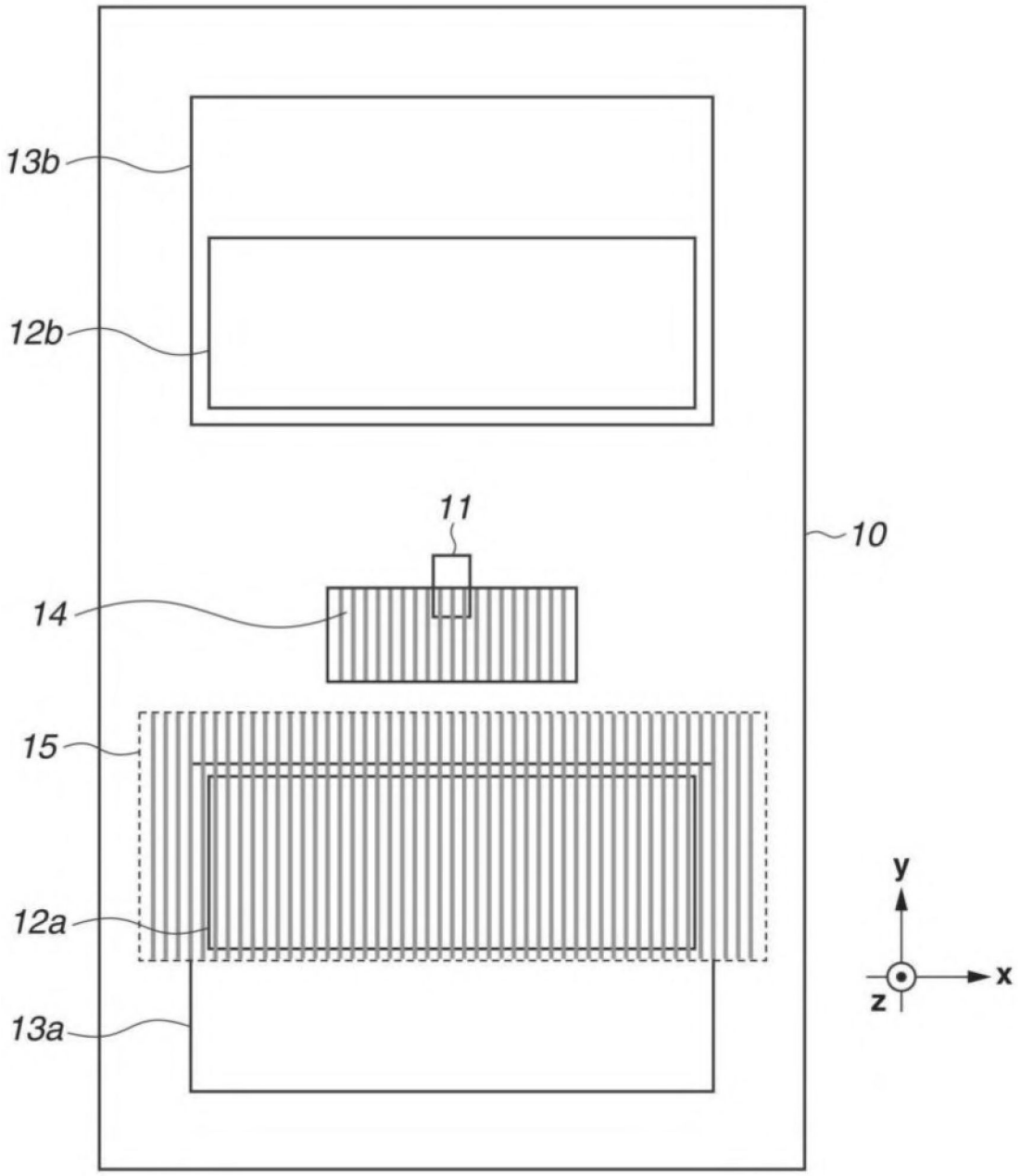


FIG.4

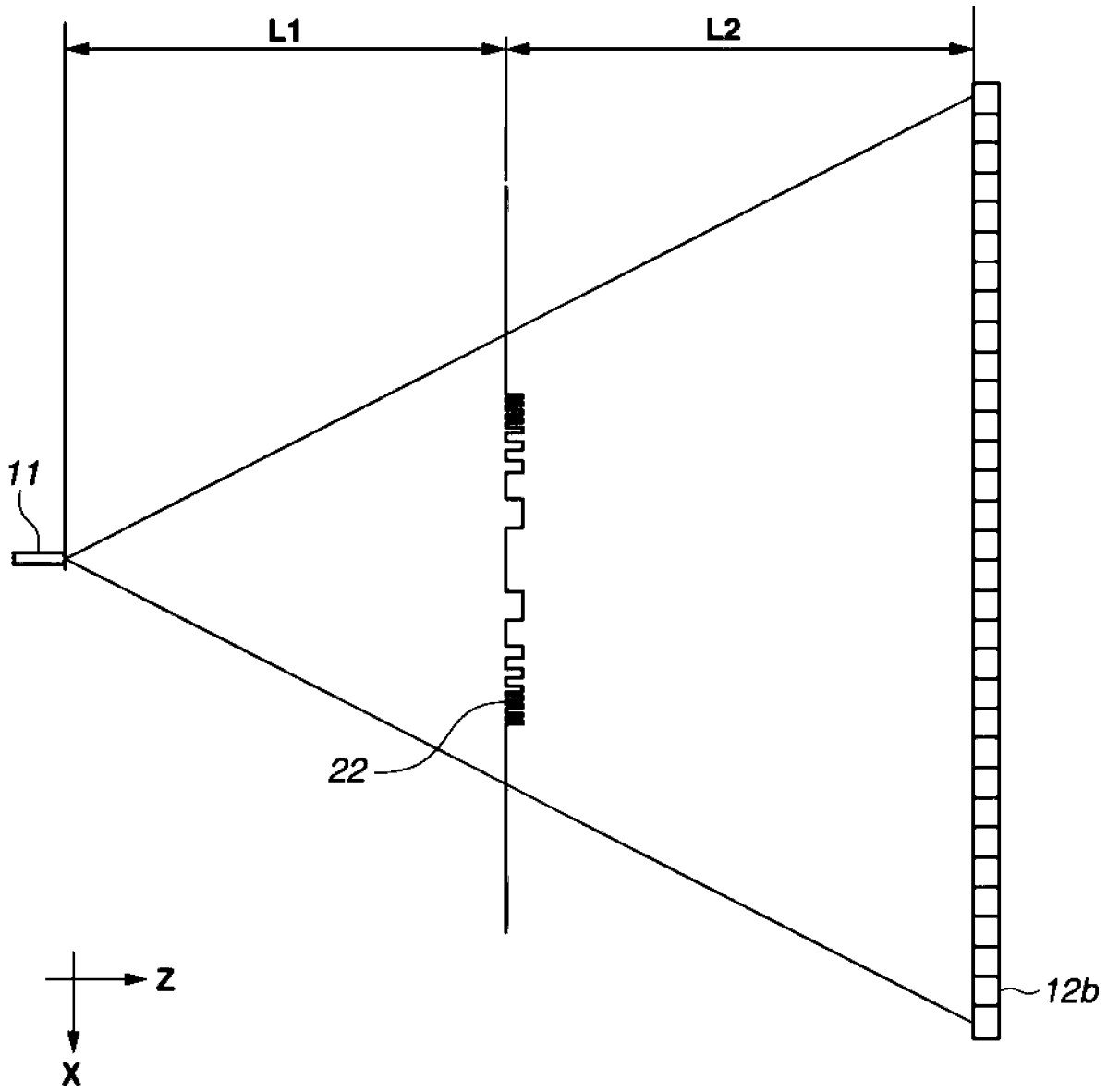


FIG.5

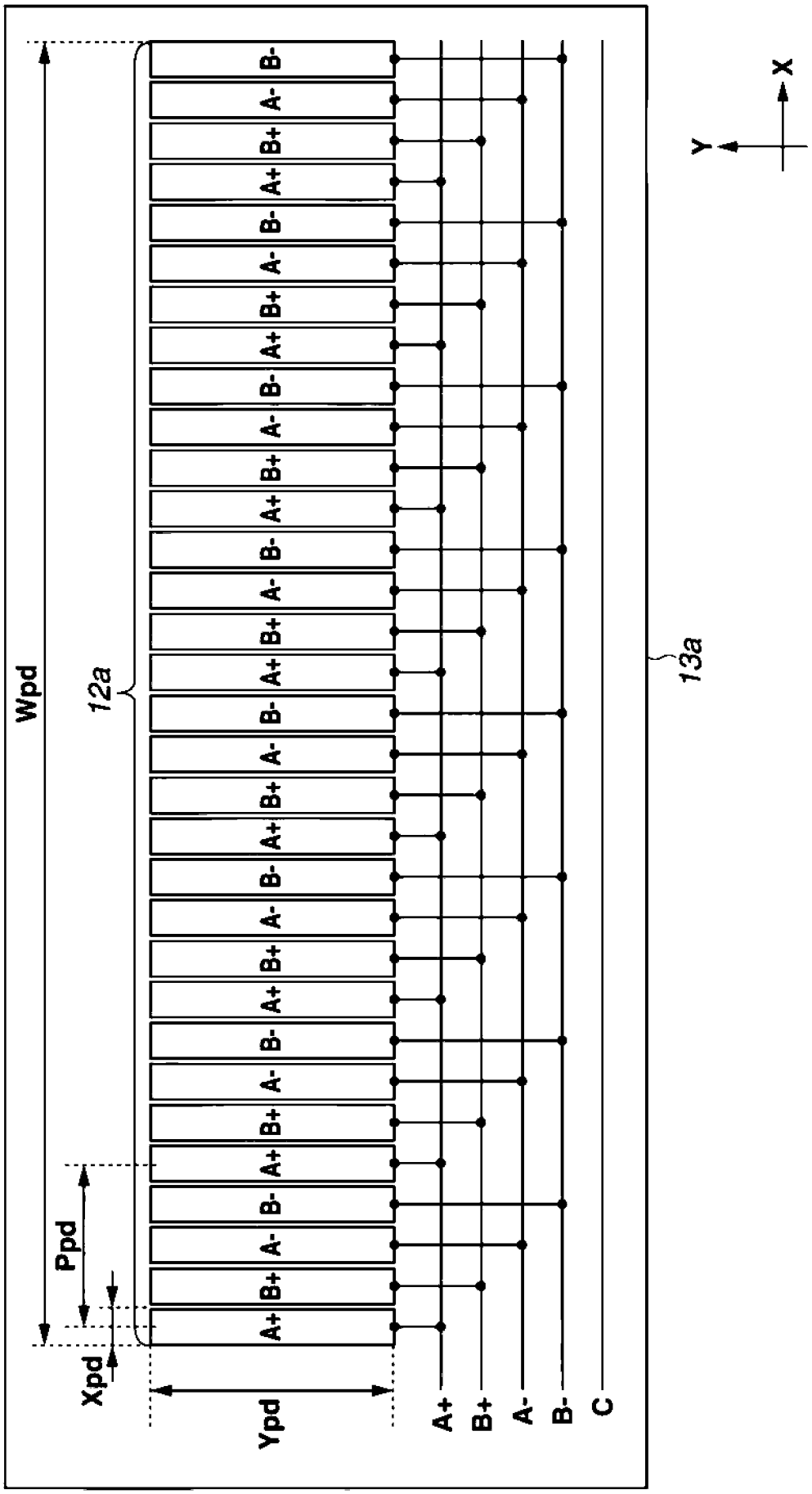


FIG.6

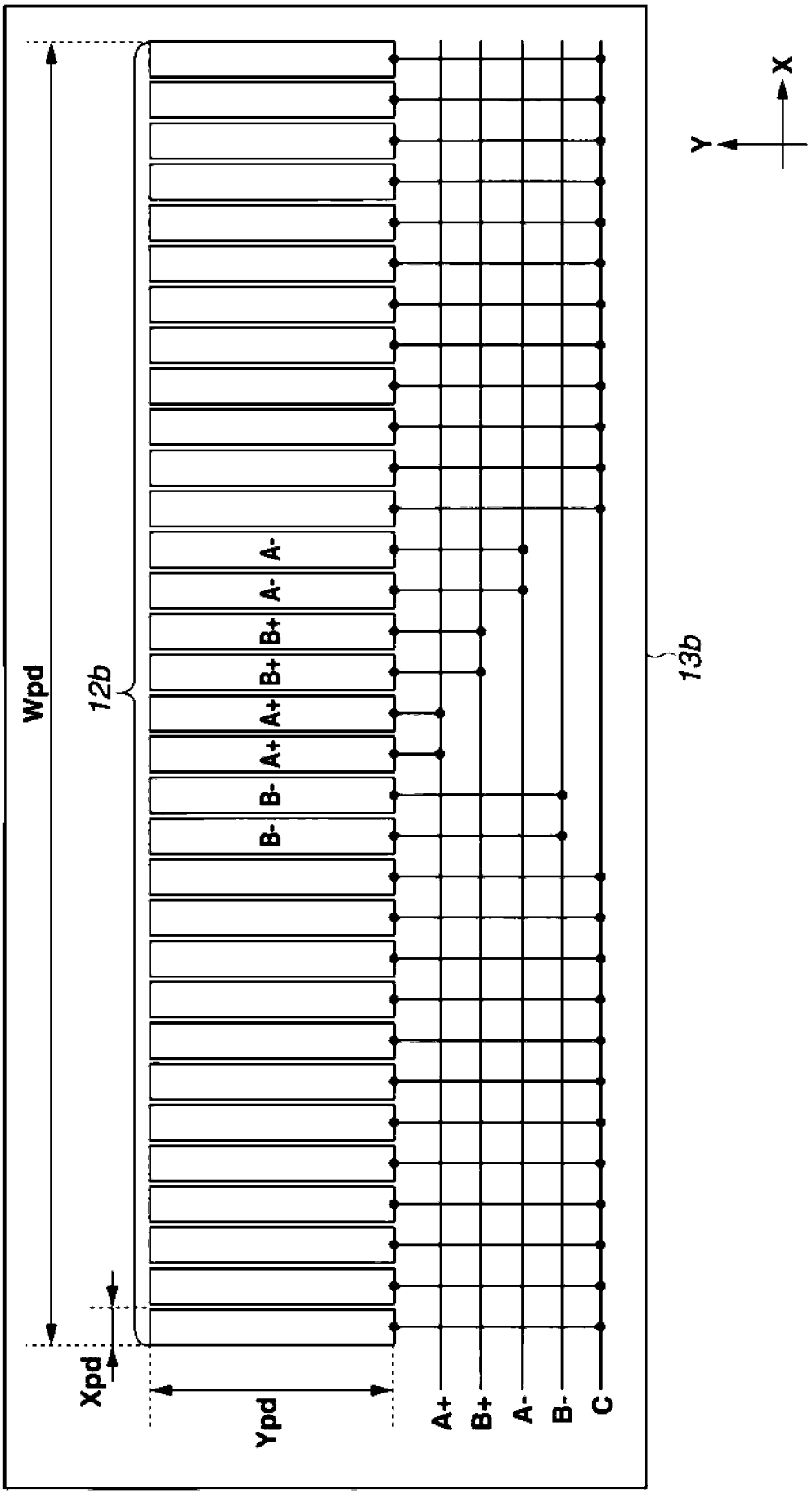


FIG.7

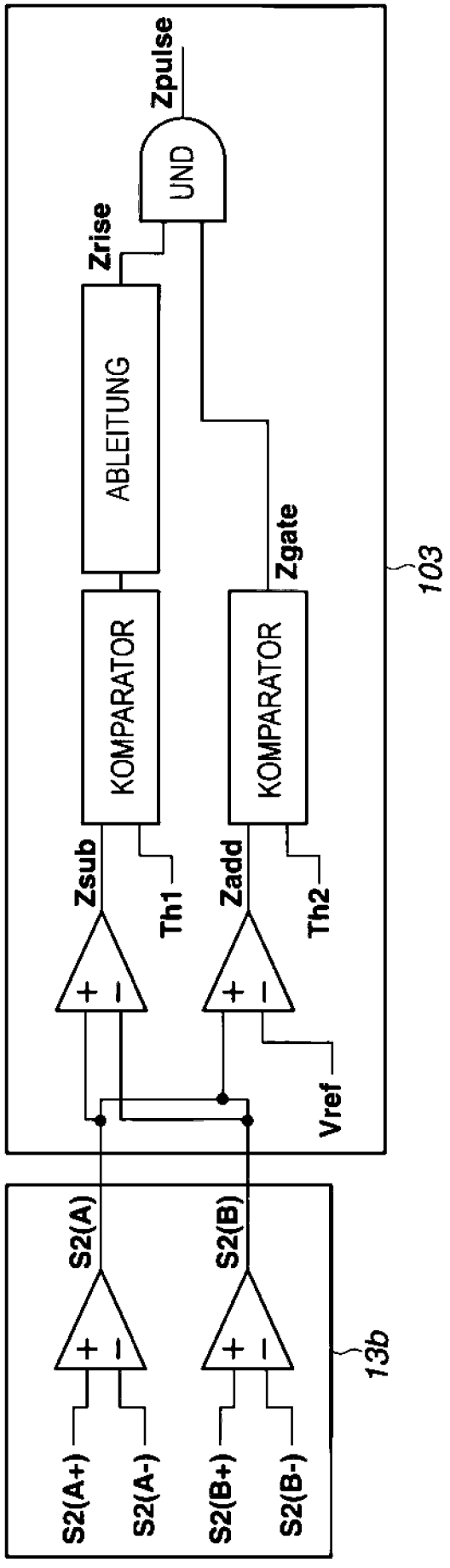

Zpulse
UND
Zrise
ABLEITUNG
Zgate
KOMPARATOR
KOMPARATOR
Zsub
Th1
Zadd
Th2
Vref
103
S2(A)
S2(B)
S2(A+)
S2(A-)
S2(B+)
S2(B-)
13b

FIG.8A

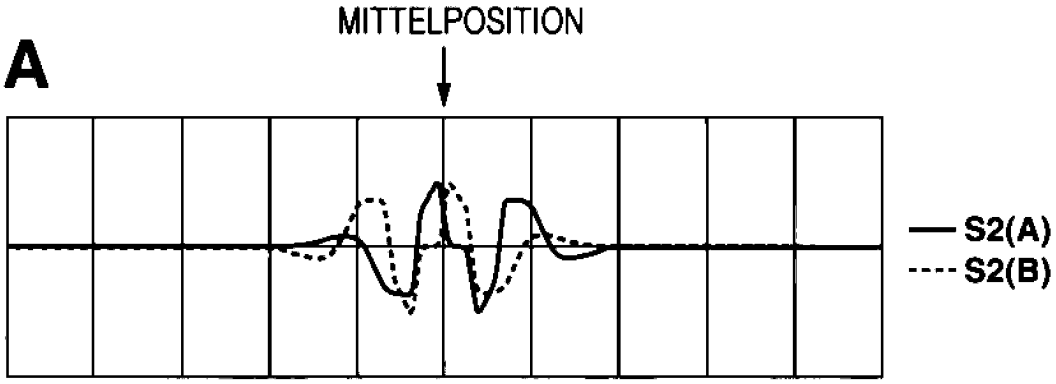


FIG.8B

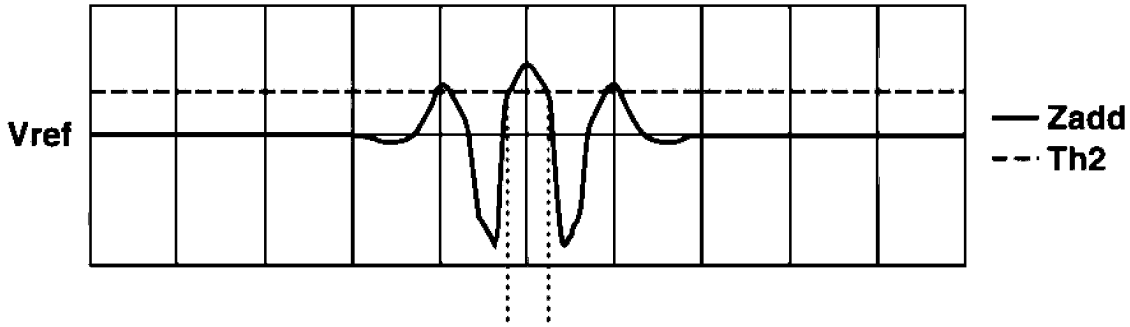


FIG.8C

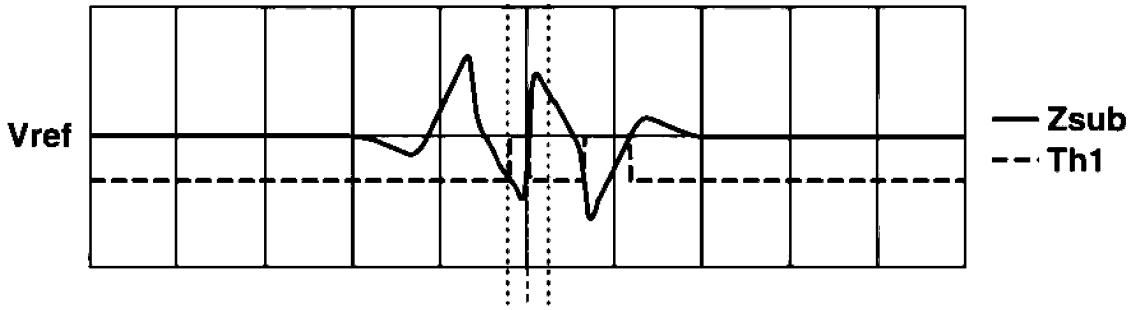


FIG.8D

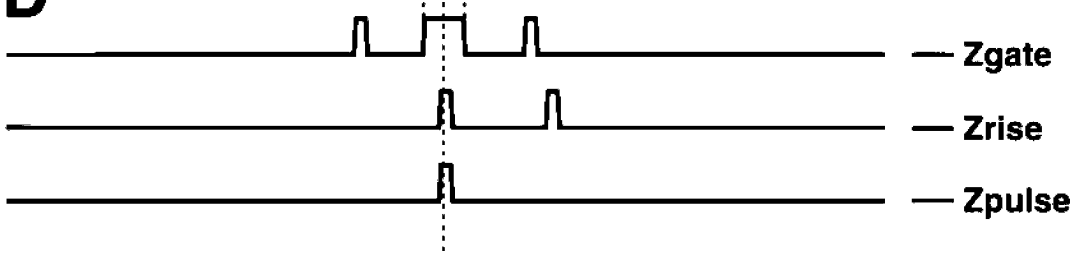


FIG.9A

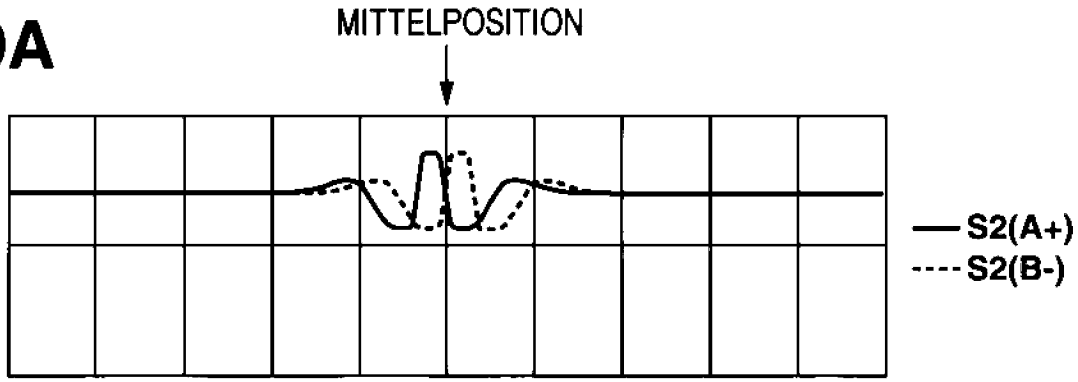


FIG.9B

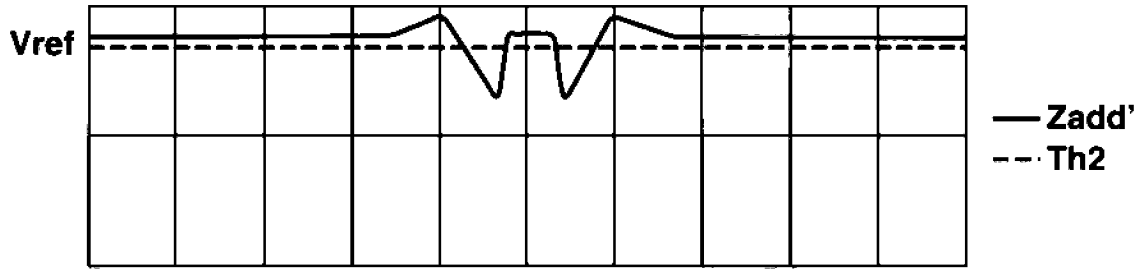


FIG.9C

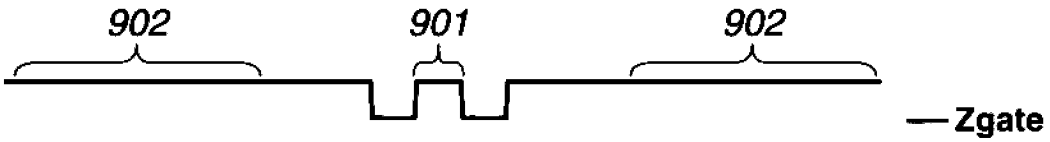


FIG.10

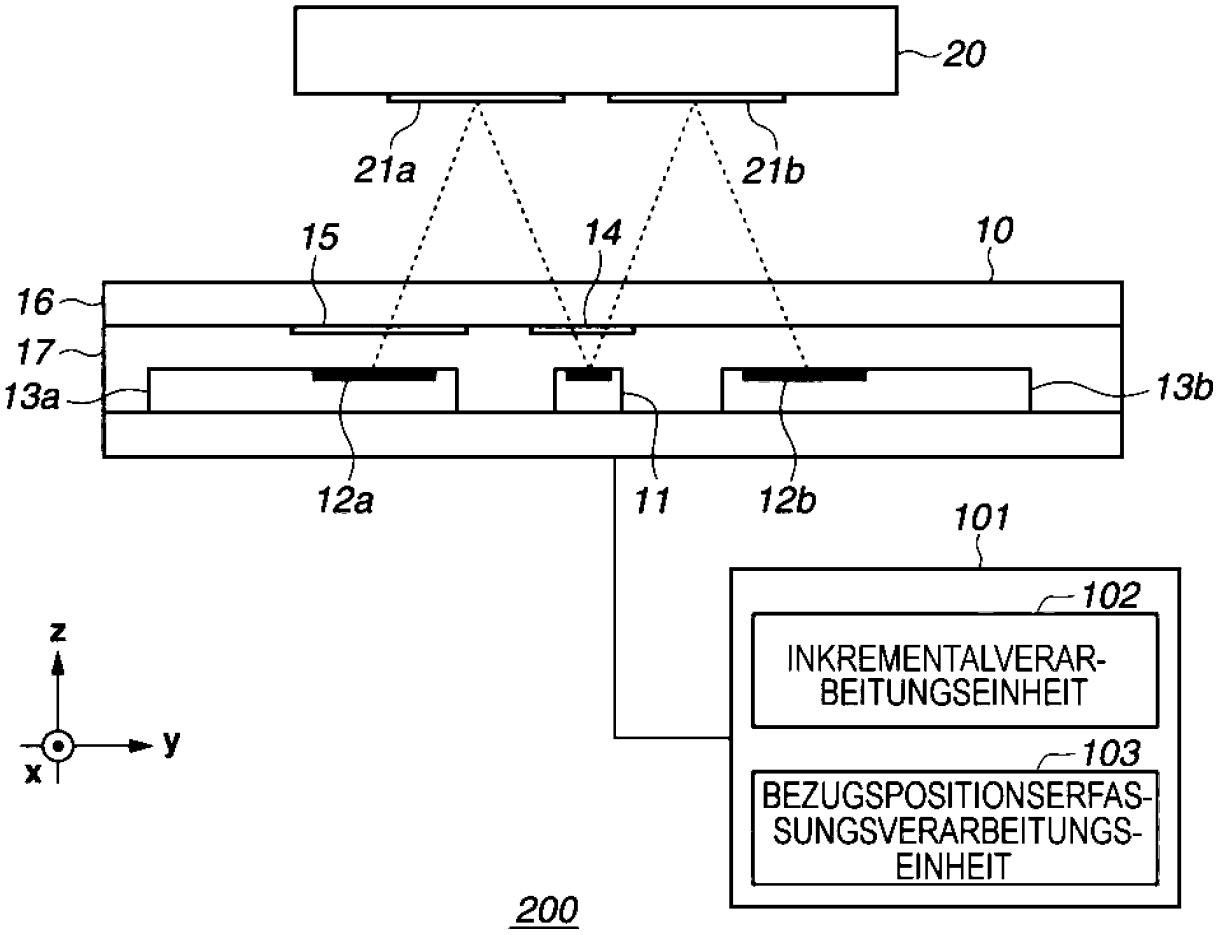

20
21a
21b
15
14
10
16
17
13a
13b
12a
11
12b
101
102
INKREMENTALVERAR-
BEITUNGSEINHEIT
103
BEZUGSPOSITIONSERFAS-
SUNGSVERARBEITUNGS-
EINHEIT
z
y
x
200

FIG.11

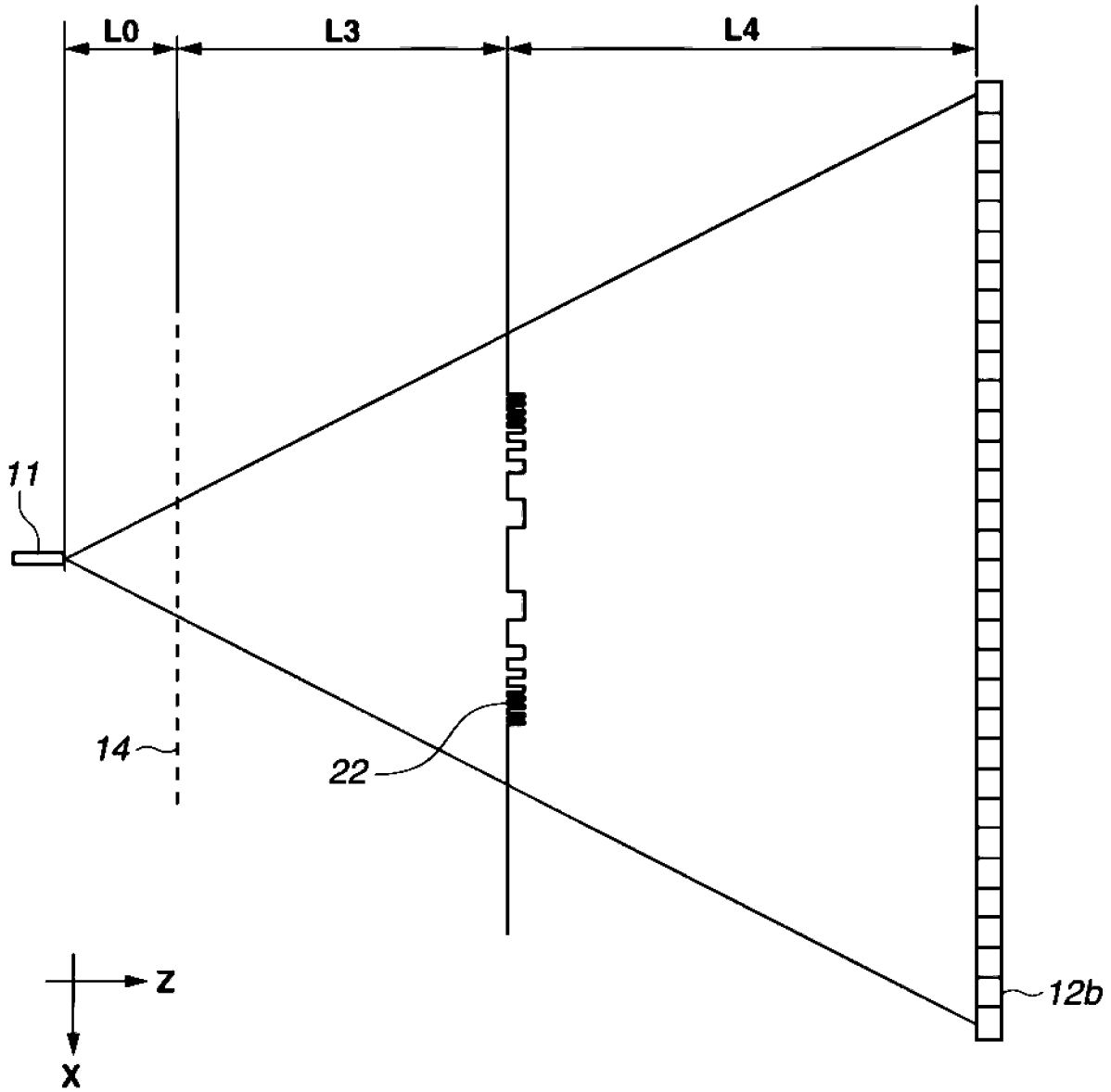


FIG.12

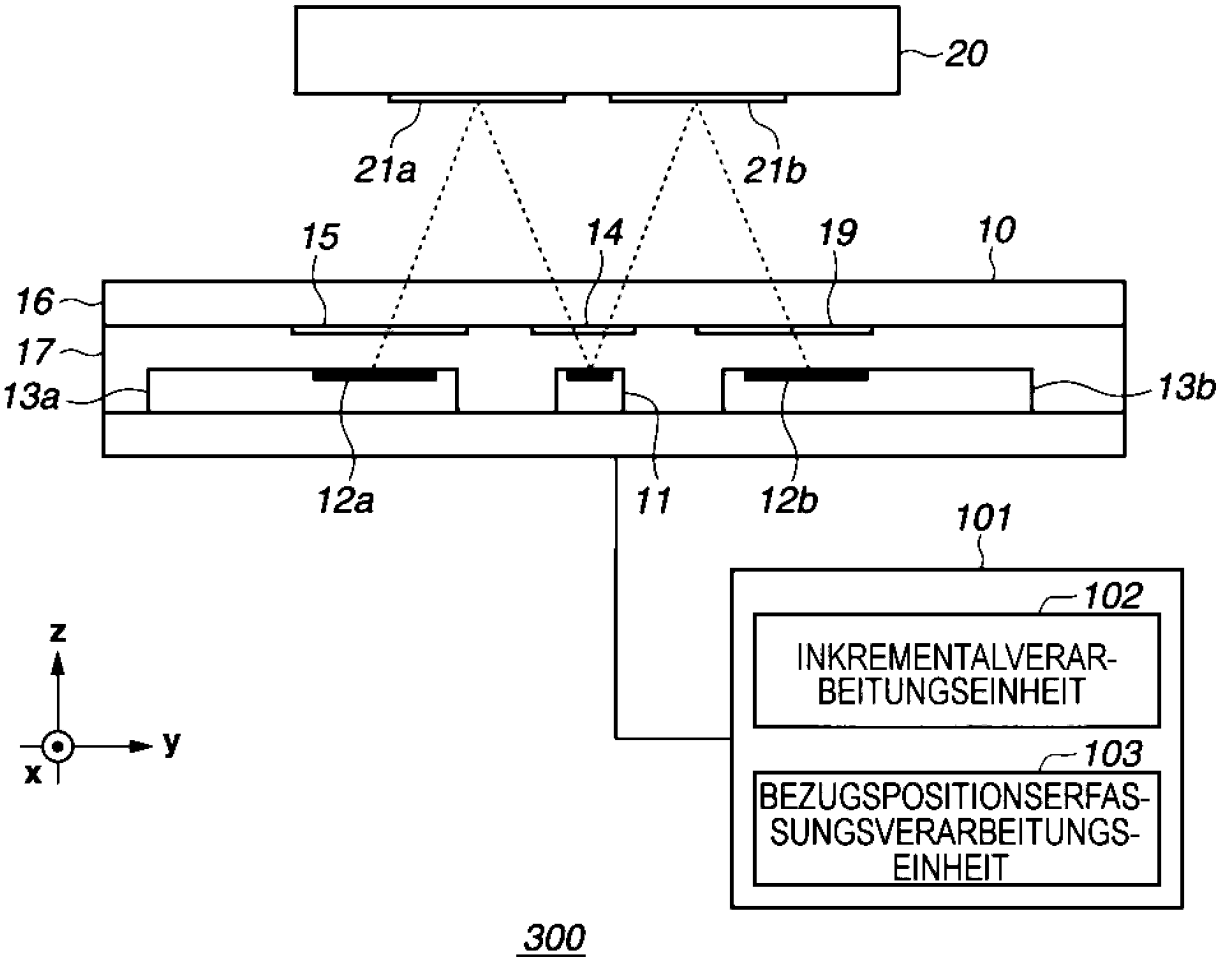

20
21a
21b
15
14
19
10
16
17
13a
13b
12a
11
12b
101
102
INKREMENTALVERAR-
BEITUNGSEINHEIT
103
BEZUGSPOSITIONSERFAS-
SUNGSVERARBEITUNGS-
EINHEIT
z
y
x
300

FIG.13

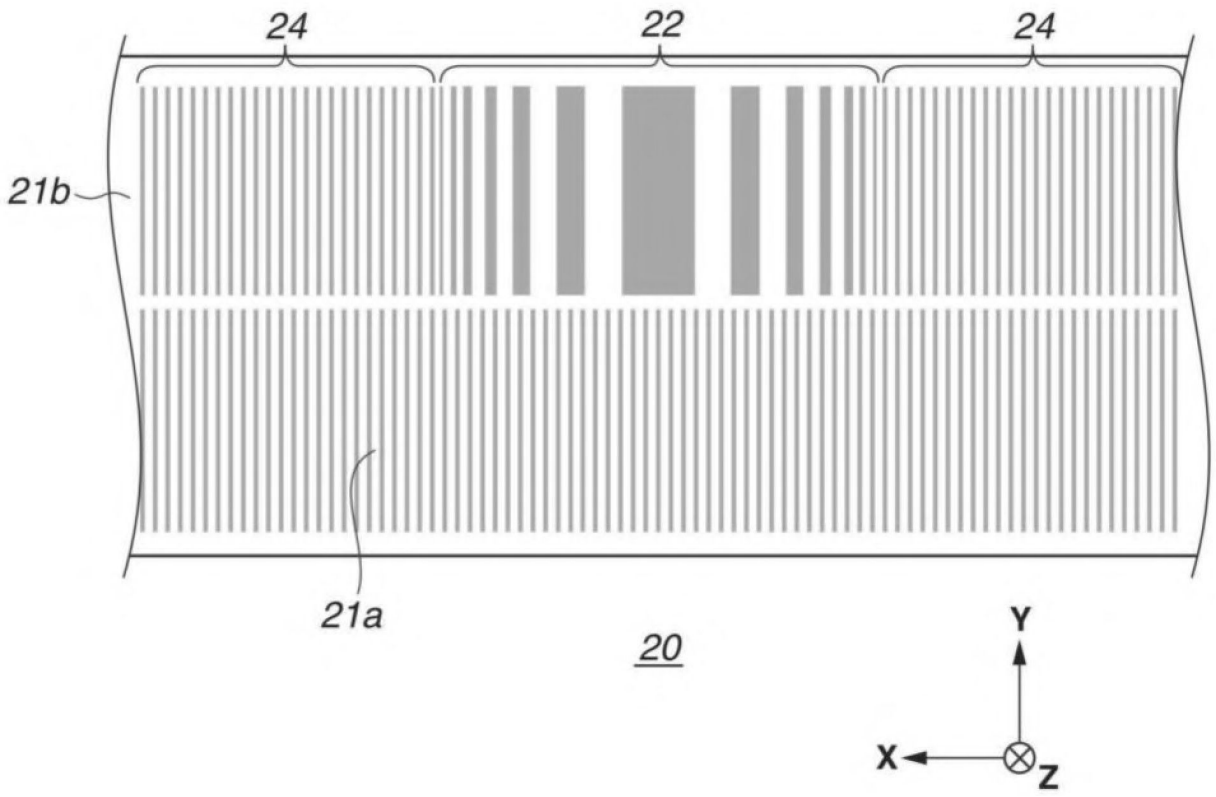


FIG.14

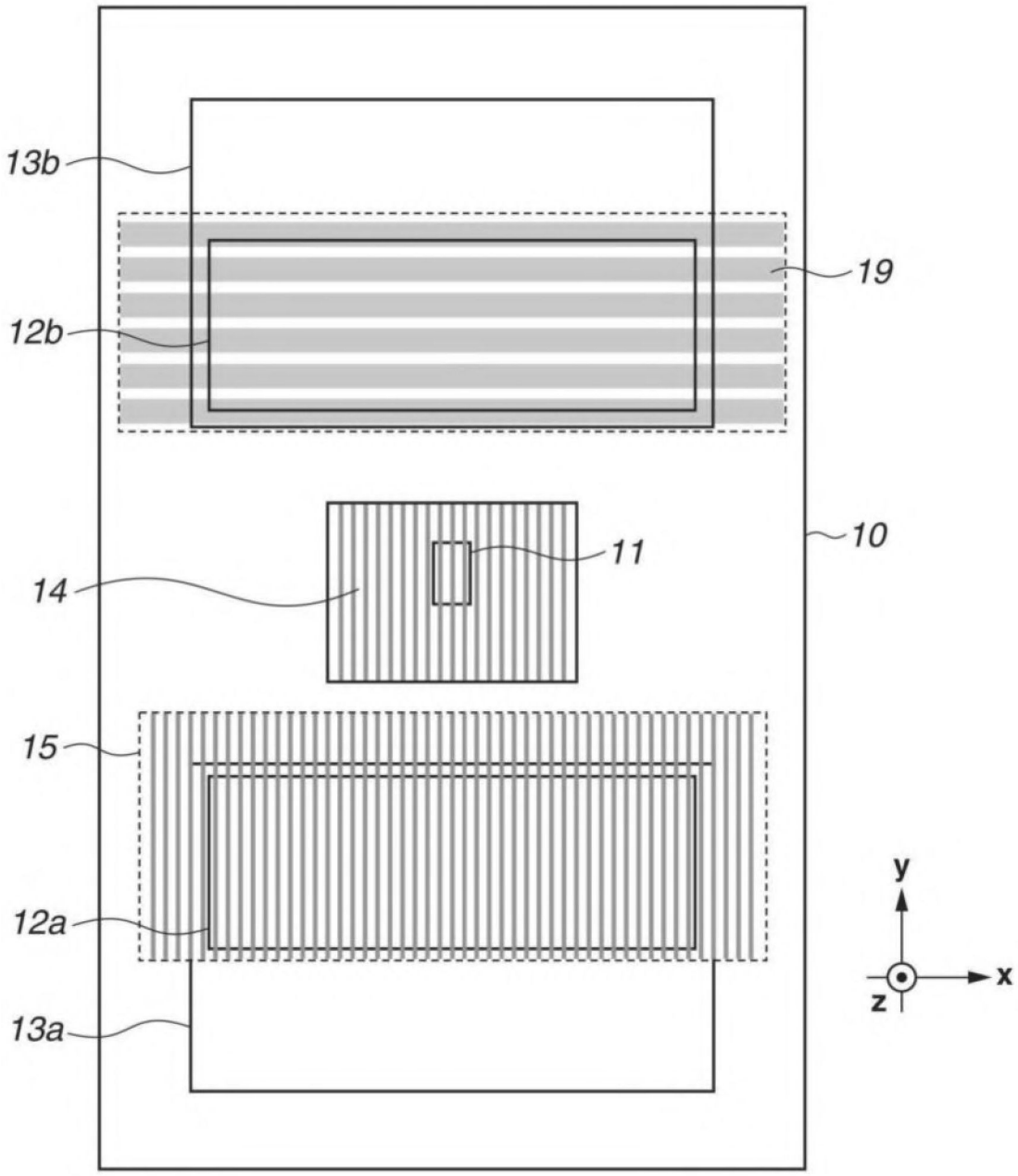


FIG.15

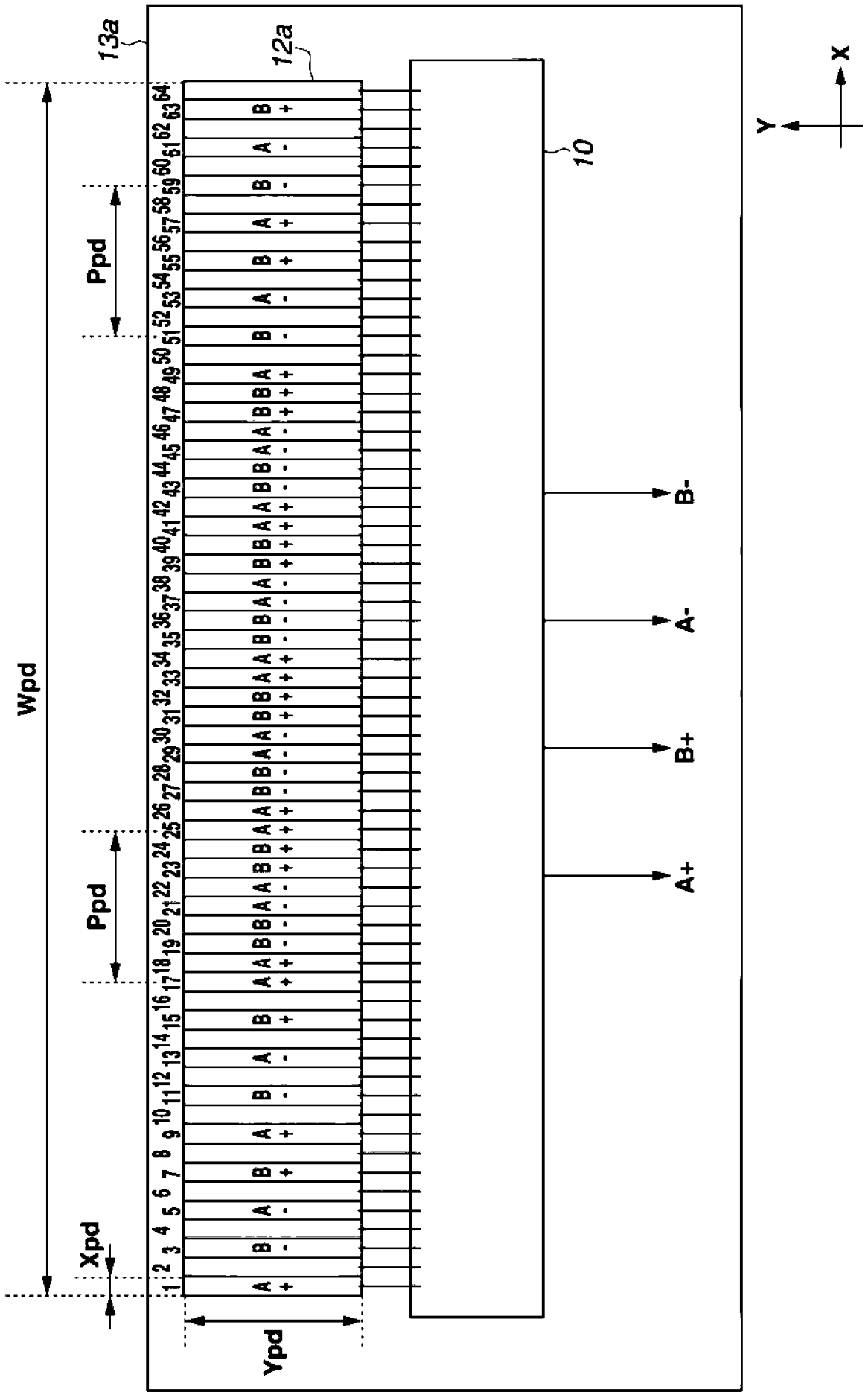


FIG.16

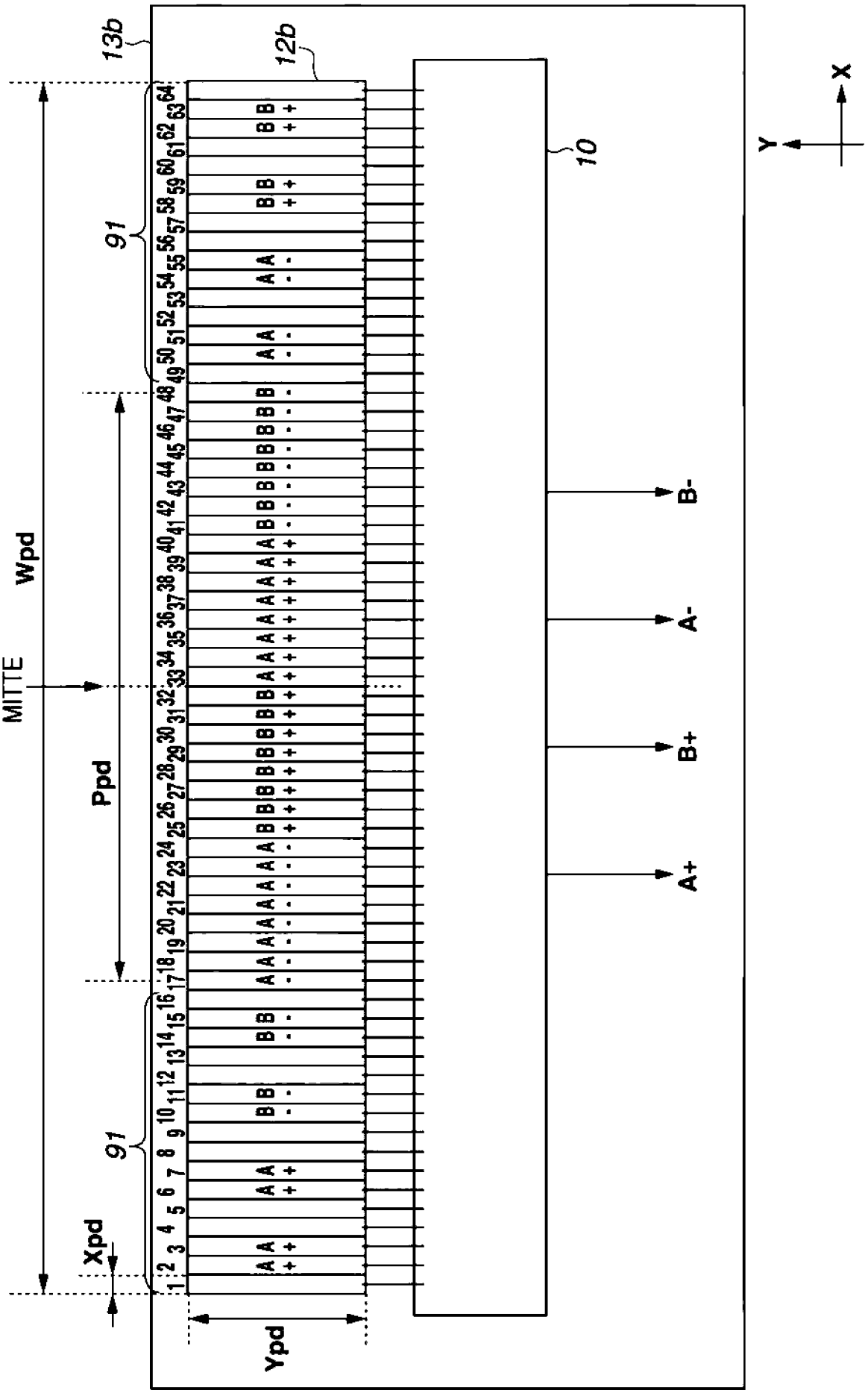


FIG.17A

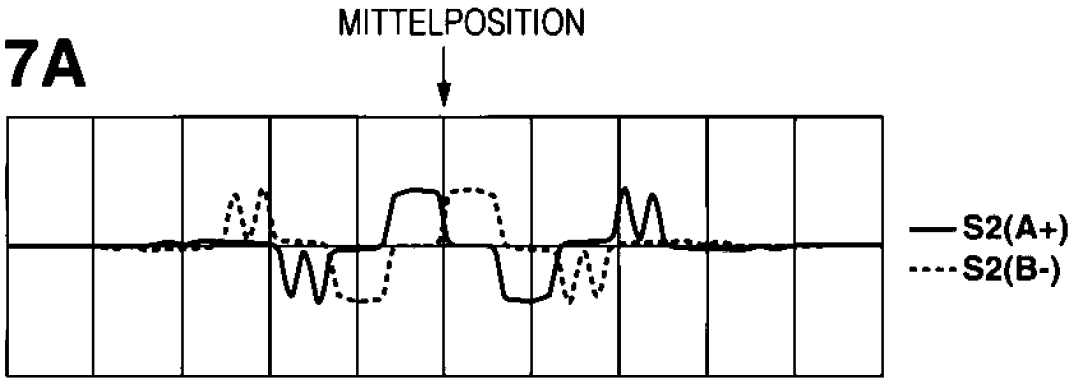


FIG.17B

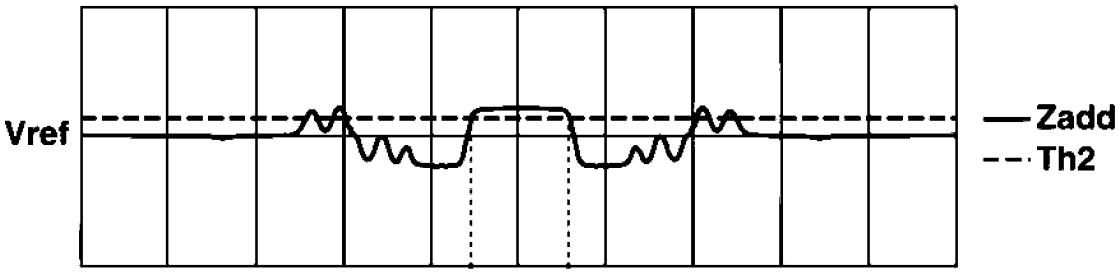


FIG.17C

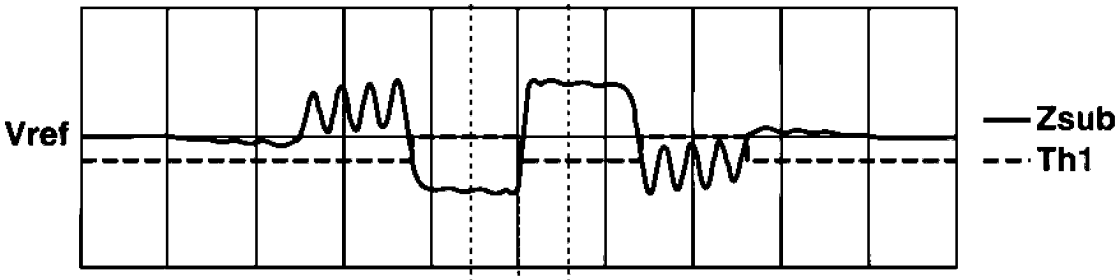


FIG.17D

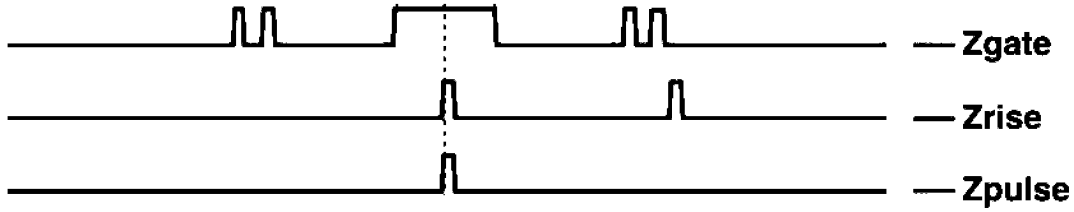


FIG.18

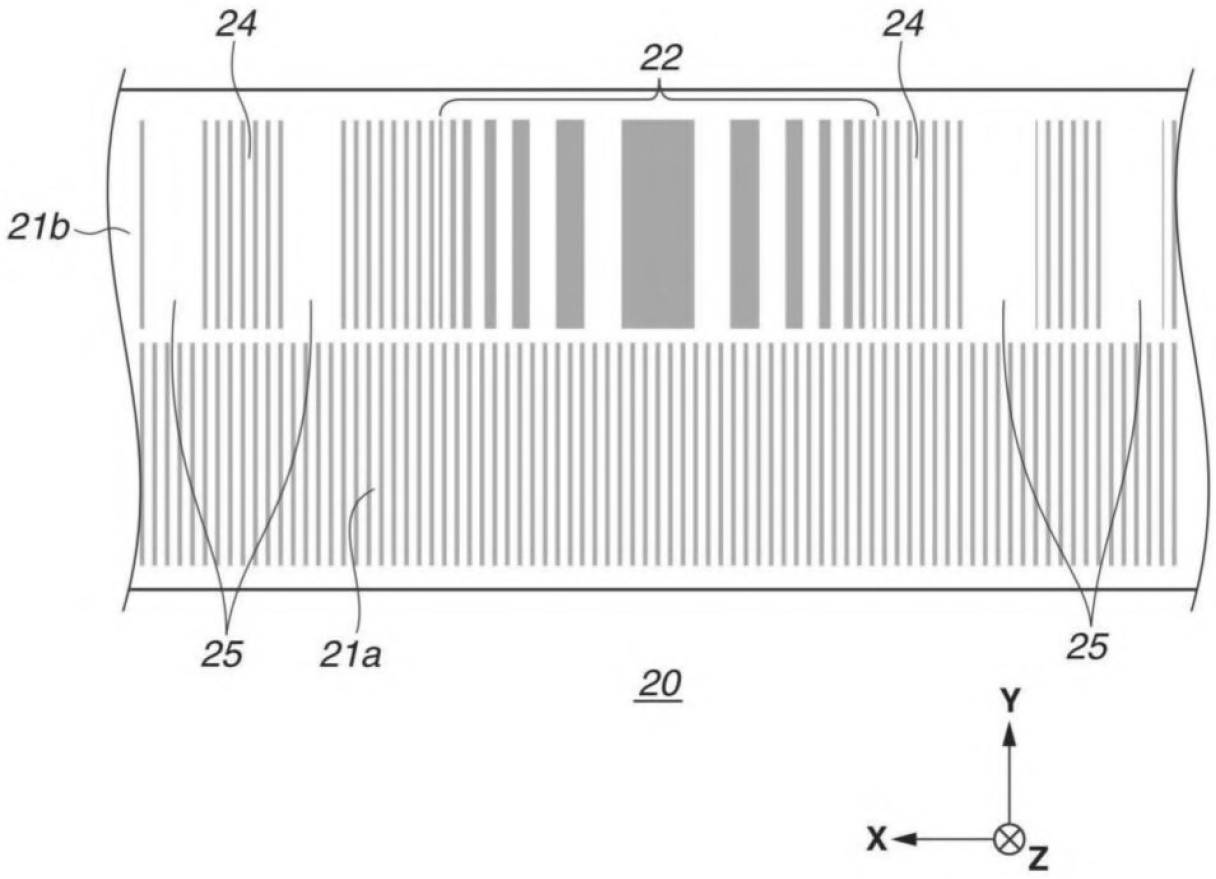


FIG.19A

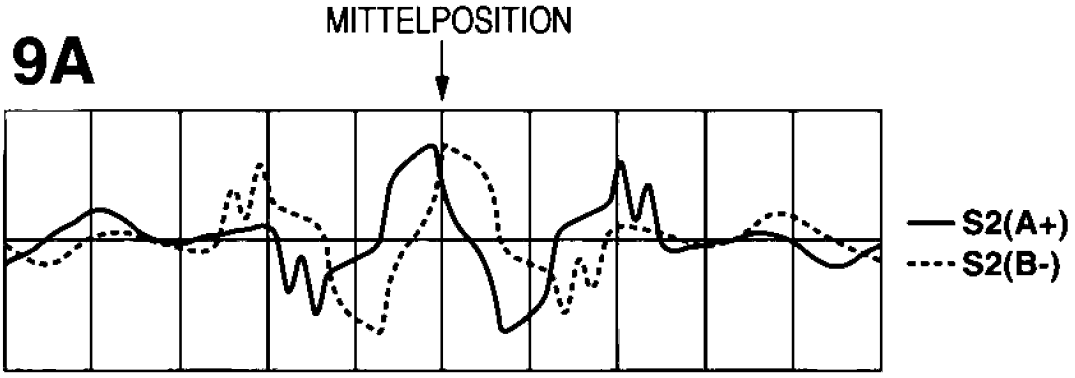


FIG.19B

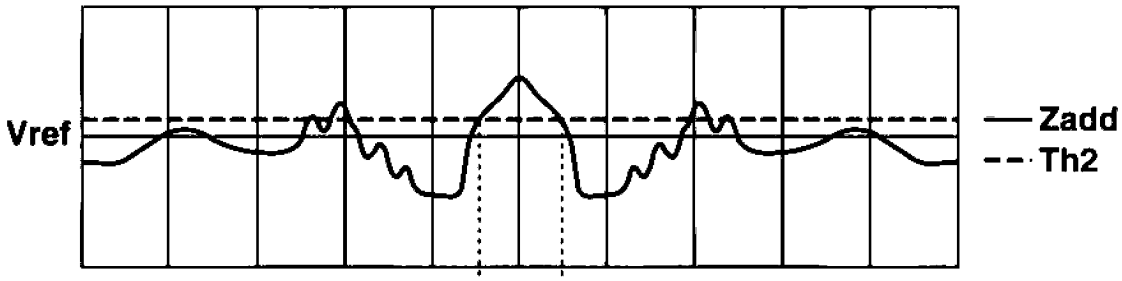


FIG.19C

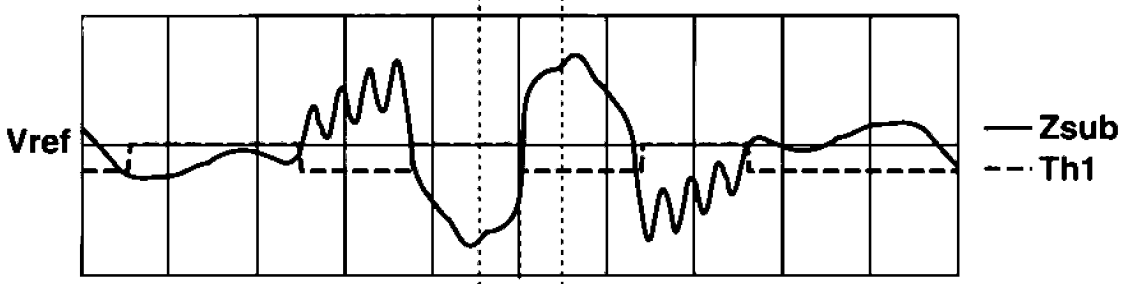


FIG.19D

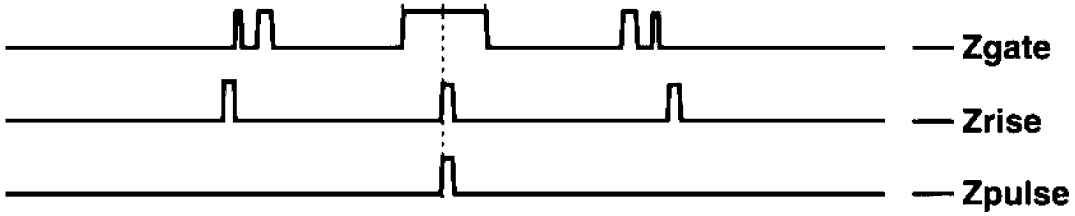


FIG.20

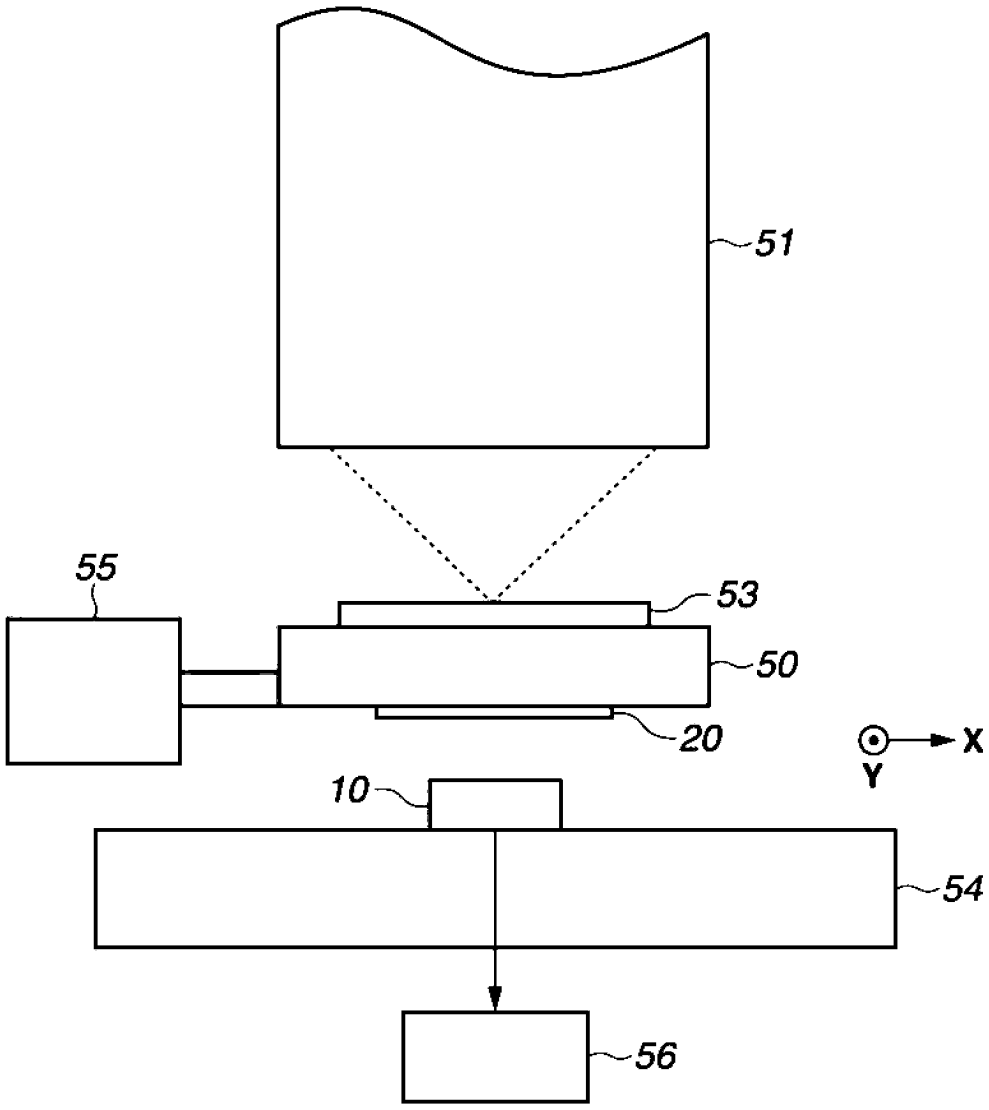
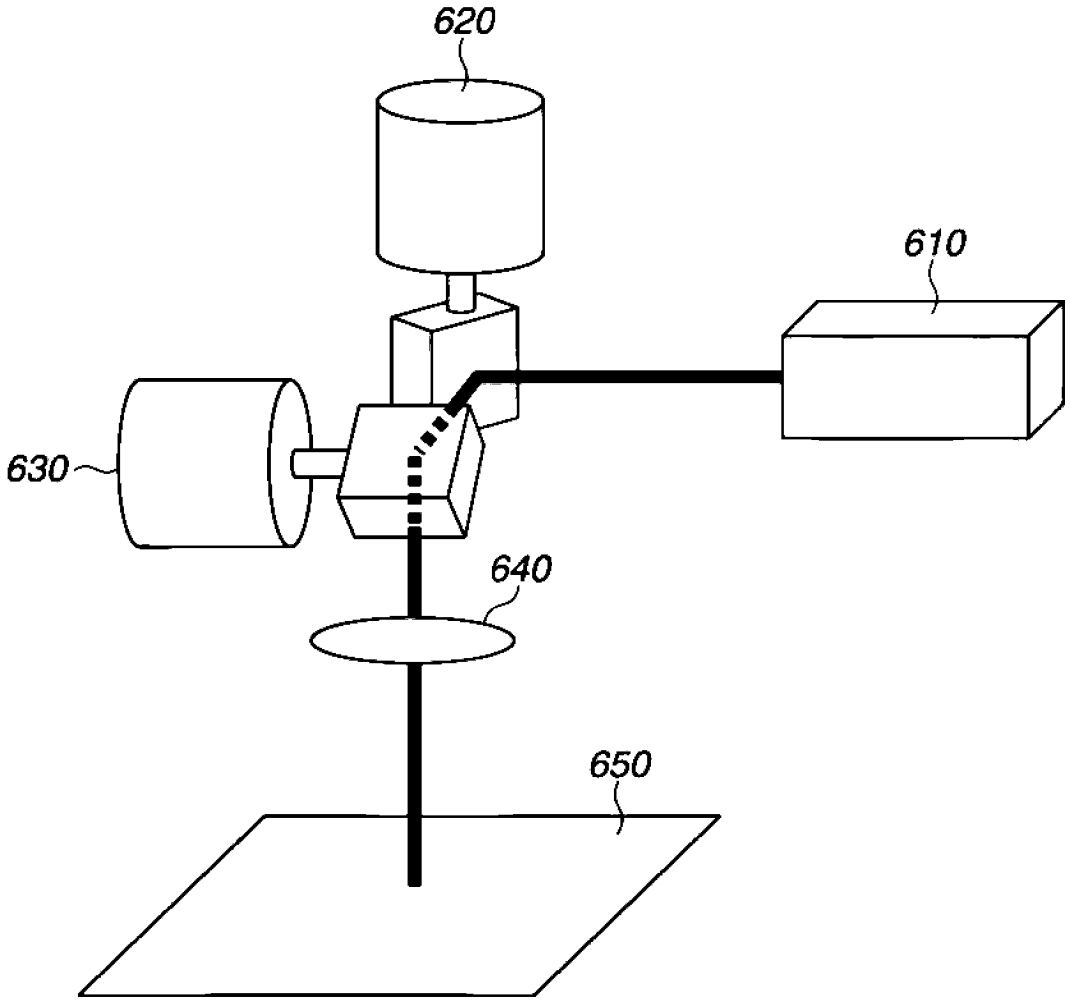


FIG.21



 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.