



(10) **DE 11 2022 001 486 T5** 2024.01.25

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/196189**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 001 486.5**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/004900**  
(86) PCT-Anmeldetag: **08.02.2022**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.09.2022**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **25.01.2024**

(51) Int Cl.: **H01L 27/146** (2006.01)  
**H01L 27/06** (2006.01)  
**H01L 27/088** (2006.01)  
**H01L 25/18** (2023.01)

(30) Unionspriorität:  
**2021-041892**      **15.03.2021**    **JP**

(71) Anmelder:  
**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS  
CORPORATION, Atsugi-shi, Kanagawa, JP**

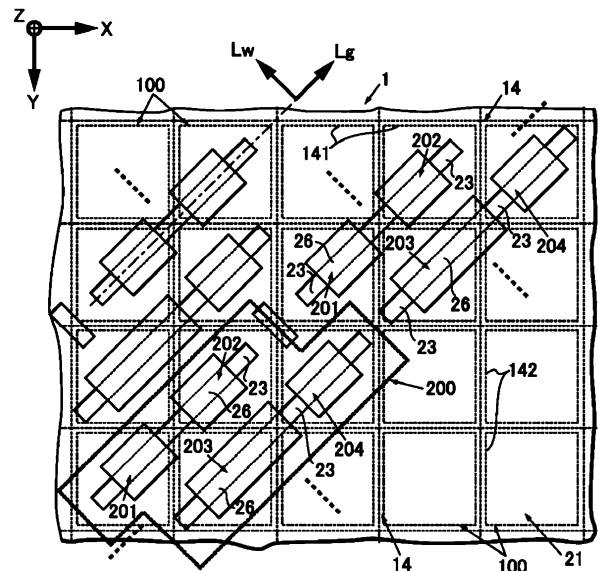
(74) Vertreter:  
**MFG Patentanwälte Meyer-Wildhagen Meggle-  
Freund Gerhard PartG mbB, 80799 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Oishi, Hidetoshi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;**  
**Ammo, Hiroaki, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;**  
**Miyake, Shinichi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FESTKÖRPERBILDGEBUNGSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Festkörperbildgebungs-  
vorrichtung ist bereitgestellt, die eine Miniaturisierung eines  
Pixels und eine Verbesserung der elektrischen Eigenschaf-  
ten eines Transistors einer Pixelschaltung ermöglicht. Die  
Festkörperbildgebungs Vorrichtung enthält erste Halbleiter-  
schicht und eine zweite Halbleiterschicht. In der ersten Halb-  
leiterschicht ist ein Pixel, das einen photoelektrischen  
Umsetzer enthält, in einer Matrix entlang einer Ebenenrich-  
tung angeordnet. Die Anzahl der Pixel ist zwei oder mehr.  
Die zweite Halbleiterschicht ist auf der ersten Halbleiter-  
schicht auf einer gegenüberliegenden Seite einer Lichtein-  
fallsseite des Pixels gestapelt. In der zweiten Halbleiter-  
schicht ist ein erster Transistor vorgesehen, der elektrisch  
mit dem Pixel gekoppelt ist. Eine Gate-Längsrichtung des  
ersten Transistors ist in Bezug auf eine Anordnungsrichtung  
des Pixels geneigt.



**Beschreibung**

Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung.

Stand der Technik

**[0002]** PTL 1 offenbart eine Bildgebungsvorrichtung. In der Bildgebungsvorrichtung ist ein zweites Substrat auf dem ersten Substrat gestapelt. Auf dem ersten Substrat sind Pixel (Sensorpixel), die eine photoelektrische Umsetzung ausführen. Eine Pixelschaltung (eine Leseschaltung), die Pixelsignale basierend auf der von den Pixeln ausgegebenen Ladung ausgibt, ist in dem zweiten Substrat angeordnet.

**[0003]** In der Bildgebungsvorrichtung sind die Pixel und die Pixelschaltung getrennt in den verschiedenen Substraten angeordnet. Dies ermöglicht es, einen ausreichenden Raum sicherzustellen, um die Pixelschaltung anzuordnen, unabhängig von dem Fortschritt in der Miniaturisierung der Pixel.

Entgegenhaltungsliste

Patentliteratur

**[0004]** PTL 1: Internationale Veröffentlichung mit der Nr. WO2019/131965A1

Zusammenfassung der Erfindung

**[0005]** Für die vorstehend beschriebene Bildgebungsvorrichtung gibt es einen Trend zu weiterer Miniaturisierung der Pixel. Die Miniaturisierung der Pixel führt zu einer Verkleinerung der Fläche zum Anordnen eines Transistors einer Pixelschaltung, die in Übereinstimmung mit den Pixeln angeordnet ist. Dementsprechend gibt es Raum für Verbesserungen, um das Auftreten eines Kurzkanaleffekts zu verhindern und den Einfluss von Rauschen effektiv zu unterdrücken, um die Eigenschaften des Transistors zu verbessern.

**[0006]** Die vorliegende Offenbarung stellt eine Festkörperbildgebungsvorrichtung, die eine Miniaturisierung von Pixeln und eine Verbesserung der elektrischen Eigenschaften eines Transistors einer Pixelschaltung ermöglicht, bereit.

**[0007]** Eine Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung enthält eine erste Halbleiterschicht und eine zweite Halbleiterschicht. In der ersten Halbleiterschicht ist ein Pixel in einer Matrix entlang einer Ebenenrichtung angeordnet. Das Pixel enthält einen photoelektrischen Umsetzer. Die Anzahl der

Pixel ist zwei oder mehr. Die zweite Halbleiterschicht ist auf der ersten Halbleiterschicht auf der gegenüberliegenden Seite einer Lichteinfallseite des Pixels gestapelt und enthält einen ersten Transistor. Der erste Transistor ist mit dem Pixel elektrisch gekoppelt und weist eine Gate-Längsrichtung auf, die in Bezug auf eine Anordnungsrichtung des Pixels geneigt ist.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[Fig. 1]** Fig. 1 ist eine schematische Draufsicht einer Pixelschaltung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[Fig. 2]** Fig. 2 ist eine schematische Querschnittsansicht der Festkörperbildgebungsvorrichtung, die die in Fig. 1 dargestellte Pixelschaltung enthält.

**[Fig. 3]** Fig. 3 ist ein Schaltplan, der Pixel und die Pixelschaltung der in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Festkörperbildgebungsvorrichtung enthält.

**[Fig. 4]** Fig. 4 ist ein Fig. 3 entsprechender Schaltplan einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[Fig. 5]** Fig. 5 ist eine schematische Draufsicht, die Fig. 1 entspricht, einer Pixelschaltung der in Fig. 4 dargestellten Festkörperbildgebungsvorrichtung.

**[Fig. 6]** Fig. 6 ist eine schematische Querschnittsansicht, die Fig. 2 entspricht, eines Hauptteils, die Pixel und eine Pixelschaltung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung darstellt.

**[Fig. 7]** Fig. 7 ist eine schematische Draufsicht, die Fig. 1 entspricht, einer Pixelschaltung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[Fig. 8]** Fig. 8 ist eine schematische Draufsicht, die Fig. 1 entspricht, einer Pixelschaltung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[Fig. 9]** Fig. 9 ist eine schematische Querschnittsansicht, die Fig. 2 entspricht, eines Hauptteils, die Pixel und eine Pixelschaltung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung darstellt.

**[Fig. 10]** Fig. 10 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Kondensators, der in einer Festkörperbildgebungsvorrichtung zu

montieren ist, gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[Fig. 11]** Fig. 11 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Widerstands, der in einer Festkörperbildgebungsvorrichtung zu montieren ist, gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[Fig. 12]** Fig. 12 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Speicherelements, das in einer Festkörperbildgebungsvorrichtung zu montieren ist, gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[Fig. 13]** Fig. 13 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel einer schematischen Konfiguration eines Fahrzeugsteuersystems abbildet.

**[Fig. 14]** Fig. 14 ist ein Diagramm zum Unterstützen der Erläuterung eines Beispiels von Installationspositionen eines Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionsabschnitts und eines Bildgebungsabschnitts.

**[Fig. 15]** Fig. 15 ist eine Ansicht, die ein Beispiel für eine schematische Konfiguration eines endoskopischen Chirurgesystems abbildet.

**[Fig. 16]** Fig. 16 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine funktionale Konfiguration eines Kamerakopfes und einer Kamerasteuereinheit (CCU) abbildet. Ausführungsweisen der Erfindung

**[0008]** Eine ausführliche Beschreibung von Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen gegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass die Beschreibung in der folgenden Reihenfolge gegeben wird.

#### 1. Erste Ausführungsform

**[0009]** In einer ersten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem die vorliegende Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung angewandt wird.

#### 2. Zweite Ausführungsform

**[0010]** In einer zweiten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem mehrere Verstärkertransistoren in Bezug auf eine Pixelschaltung in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform vorgesehen sind.

#### 3. Dritte Ausführungsform

**[0011]** In einer dritten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem eine Art zum Bonden einer ersten Halbleiterschicht und

einer zweiten Halbleiterschicht aneinander in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform verändert ist.

#### 4. Vierte Ausführungsform

**[0012]** In einer vierten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem eine planare Form der Pixelschaltung in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform verändert ist.

#### 5. Fünfte Ausführungsform

**[0013]** In einer fünften Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Modifikationsbeispiels eines Anordnungs-Layout von Transistoren der Pixelschaltung in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform gegeben.

#### 6. Sechste Ausführungsform

**[0014]** In einer sechsten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem eine Kristallorientierung der Halbleiterschicht, in der die Pixelschaltung vorgesehen ist, in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform verändert ist.

#### 7. Siebte Ausführungsform

**[0015]** In einer siebten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem ein Kondensator in der zweiten Halbleiterschicht in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform vorgesehen ist.

#### 8. Achte Ausführungsform

**[0016]** In einer achten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem ein Widerstand in der zweiten Halbleiterschicht in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform vorgesehen ist.

#### 9. Neunte Ausführungsform

**[0017]** In einer neunten Ausführungsform wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem ein Speicherelement in der zweiten Halbleiterschicht in der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform vorgesehen ist.

#### 10. Anwendungsbeispiel für einen Mobilkörper

**[0018]** Es wird eine Beschreibung für ein Beispiel gegeben, in dem die vorliegende Technologie auf ein Fahrzeugsteuersystem, das ein Beispiel für ein Steuersystem eines Mobilkörpers ist, angewandt wird.

## 11. Anwendungsbeispiel für ein endoskopisches Chirurgiesystem

**[0019]** Es wird eine Beschreibung eines Beispiels gegeben, in dem die vorliegende Technologie auf endoskopisches Chirurgiesystem angewandt wird.

## 12. Andere Ausführungsformen

### <1. Erste Ausführungsform>

**[0020]** Unter Verwendung von **Fig. 1** bis **Fig. 3** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

**[0021]** Hier repräsentiert, falls erforderlich, eine Pfeilrichtung X, die in den Figuren angegeben ist, eine planare Richtung der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1, die zur Vereinfachung auf einer ebenen Oberfläche platziert ist. Eine Pfeilrichtung Y repräsentiert eine weitere ebene Richtung orthogonal zu der Pfeilrichtung X. Zusätzlich repräsentiert eine Pfeilrichtung Z eine Richtung nach oben orthogonal zu der Pfeilrichtung X und der Pfeilrichtung Y. Das heißt, die Pfeilrichtung X, die Pfeilrichtung Y und die Pfeilrichtung Z entsprechen genau einer X-Achsenrichtung, einer Y-Achsenrichtung bzw. einer Z-Achsenrichtung eines dreidimensionalen Koordinatensystems.

**[0022]** Es wird darauf hingewiesen, dass diese Richtungen nur zur Veranschaulichung angegeben sind und nicht dazu gedacht sind, Richtungen gemäß der vorliegenden Technologie einzuschränken.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 1]

#### (1) Schaltungskonfiguration der Pixel 100 und der Pixelschaltung 200 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1

**[0023]** **Fig. 3** stellt ein Beispiel für eine Schaltungskonfiguration von Pixeln 100 und einer Pixelschaltung 200, die eine festkörperbildgebungsvorrichtung 1 bilden, dar.

**[0024]** Ein Pixel 100 enthält eine Reihenschaltung, die einen photoelektrischen Umsetzer (eine Photodiode) 101 und einem Übertragungstransistor 102 enthält.

**[0025]** Ein Anodenanschluss des photoelektrischen Umsetzers 101 ist mit einem Bezugspotential GND gekoppelt, und ein Kathodenanschluss davon ist mit einem Anschluss des Übertragungstransistors 102 gekoppelt. Der photoelektrische Umsetzer 101 setzt das von außerhalb der Festkörperbildgebungsvor-

richtung 1 einfallende Licht in ein elektrisches Signal um.

**[0026]** Ein weiterer Anschluss des Übertragungstransistors 102 ist mit der Pixelschaltung 200 gekoppelt. Ein Steueranschluss des Übertragungstransistors 102 ist mit einer horizontalen Signalleitung 103 gekoppelt.

**[0027]** Die Pixelschaltung 200 enthält einen Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 mit schwebender Diffusion (FD), einen Rücksetztransistor 202, einen Verstärkertransistor 203 und einen Auswahltransistor 204.

**[0028]** Der andere Anschluss des Übertragungstransistors 102 ist mit einem Anschluss des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 und einem Steueranschluss des Verstärkertransistors 203 gekoppelt. Ein weiterer Anschluss des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 ist mit einem Anschluss des Rücksetztransistors 202 gekoppelt. Ein weiterer Anschluss des Rücksetztransistors 202 ist mit einem Stromversorgungspotenzial VDD gekoppelt. Ein Anschluss des Verstärkertransistors 203 ist mit einem Anschluss des Auswahltransistors 204 gekoppelt. Ein weiterer Anschluss Rücksetztransistors 203 ist mit dem Stromversorgungspotenzial VDD gekoppelt. Ein weiterer Anschluss des Auswahltransistors 204 ist mit einer vertikalen Signalleitung 205 gekoppelt.

**[0029]** In der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform ist eine Pixelschaltung 200 für vier Pixel 100 vorgesehen.

#### (2) Vertikale Querschnittskonfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1

**[0030]** **Fig. 2** stellt ein Beispiel einer vertikalen Querschnittskonfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 dar.

**[0031]** Hier ist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 als hintergrundbeleuchteter Bildsensor konfiguriert. Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 enthält eine erste Basis 10, eine zweite Basis 20 und eine dritte Basis 30, die in Pfeilrichtung Y gesehen (nachstehend einfach als „in Seitenansicht“ bezeichnet) der Reihe nach gestapelt sind. Das heißt, die zweite Basis 20 ist auf der ersten Basis 10 gestapelt, und die zweite Basis 20 ist an die erste Basis 10 gebondet. Die dritte Basis 30 ist auf die zweite Basis 20 gestapelt, und die dritte Basis 30 ist an die zweite Basis 20 gebondet.

**[0032]** Die erste Basis 10 enthält eine erste Halbleiterschicht 11 und eine erste Verdrahtungsschicht 12, die auf einer Seite der ersten Halbleiterschicht 11 zur zweiten Basis 20 hin vorgesehen sind. Die erste

Halbleiterschicht 11 enthält monokristallines Silizium (Si).

**[0033]** Die Pixel 100 sind in der ersten Halbleiterschicht 11 vorgesehen. Der photoelektrische Umsetzer 101 jedes Pixels 100 enthält ein n-Typ-Halbleitergebiet und ein p-Typ-Halbleitergebiet und enthält ihren pn-Übergang. Ein genaue Struktur des photoelektrischen Umsetzers 101 ist weggelassen.

**[0034]** Eine Lichtempfangslinse 13 ist auf einer Lichteinfallseite des photoelektrischen Umsetzers 101 vorgesehen, wobei ein nicht dargestellter Ladungsfixierfilm und ein nicht dargestellter Isolierfilm dazwischen eingeschoben ist. Die Lichtempfangslinse 13 ist für jedes der Pixel 100 vorgesehen. Die Lichtempfangslinse 13 ist konfiguriert, das in den photoelektrischen Umsetzer 101 eintretende Licht zu bündeln. Hier ist die Lichteinfallseite die der zweiten Basis 20 zugewandten Seite der Halbleiterschicht 11 gegenüberliegende Seite.

**[0035]** Der Übertragungstransistor 102 jedes der Pixel 100 ist auf einem Oberflächenabschnitt auf der Seite der ersten Halbleiterschicht 11 zur zweiten Basis 20 hin vorgesehen. Ein genaue Struktur des Übertragungstransistors 102 ist weggelassen. Der Übertragungstransistor 102 enthält einen n-Kanal-Feldeffekttransistor mit isoliertem Gate (IGFET: Feldeffekttransistor mit isoliertem Gate). Der Übertragungstransistor 102 enthält paarweise Hauptelektroden (Anschlüsse), ein Kanalbildungsgebiet, einen Gate-Isolierfilm und eine Gate-Elektrode (den Steueranschluss). Die paarweisen Hauptelektroden sind ein Source-Gebiet und ein Drain-Gebiet.

**[0036]** Hier enthält der IGFET wenigstens einen Metallkörper/Oxidfilm/Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET: Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor) und einen Metallkörper/Isolationskörper/Halbleiter-Feldeffekttransistor (MISFET: Metall-Isolator-Halbleiter-Feldeffekttransistor).

**[0037]** Zusätzlich ist zwischen benachbarten Pixeln 100 ein Pixelisolationsgebiet 14 vorgesehen. Das Pixelisolationsgebiet 14 trennt die benachbarten Pixel 100 optisch und elektrisch voneinander.

**[0038]** Es wird darauf hingewiesen, dass sowohl ein Anordnungs-Layout der Pixel 100 als auch ein Anordnungs-Layout des Pixelisolationsgebiets 14 später zusammen mit Anordnungs-Layouts des Verstärkertransistors 203 usw., die die Pixelschaltung 200 bilden, im Einzelnen beschrieben werden.

**[0039]** Die erste Verdrahtungsschicht 12 enthält eine Verdrahtungsleitung 121, eine Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122, einen ersten Anschluss 123 und einen Isolationskörper 124.

**[0040]** Ein Ende der Verdrahtungsleitung 121 ist mit dem Übertragungstransistor 102 gekoppelt, und ein weiteres Ende der Verdrahtungsleitung 121 ist mit der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122 gekoppelt. Die Verdrahtungsleitung 121 ist als eine durchdringende Verdrahtungsleitung konfiguriert, die die erste Verdrahtungsschicht 12 in einer Dickenrichtung durchdringt, und enthält beispielsweise ein Verdrahtungsleitungsmaterial wie z. B. Wolfram (W).

**[0041]** Obwohl die Anzahl der Schichten nicht eingeschränkt ist, enthält die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122 eine dreischichtige Verdrahtungsleitungsstruktur. Die Verdrahtungsleitungen der Schichten der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122 sind über ein Kopplungsloch gekoppelt. Die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122 enthält beispielsweise ein Verdrahtungsleitungsmaterial wie z. B. Aluminium (Al).

**[0042]** Ein Ende des ersten Anschlusses 123 ist mit der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122 gekoppelt, und ein weiteres Ende des ersten Anschlusses 123 ist so vorgesehen, dass es auf einer Oberfläche der ersten Verdrahtungsschicht 12 auf der Seite zur zweiten Basis 20 hin freiliegt. Der erste Anschluss 123 enthält beispielsweise Kupfer (Cu).

**[0043]** Der Isolationskörper 124 ist so vorgesehen, dass er bewirkt, dass die Verdrahtungsleitung 121, die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122 und der erste Anschluss 123 darin eingebettet sind. Der Isolationskörper 124 enthält tatsächlich aus einem Stapel aus mehreren Schichten von Isolationsfilmen. Der Isolationskörper 124 enthält einen Siliziumoxidfilm (SiO<sub>2</sub>), einen Siliziumnitridfilm (SiN) oder einer Kombination aus diesen.

**[0044]** Die zweite Basis 20 enthält eine zweite Halbleiterschicht 21 und eine zweite Verdrahtungsschicht 22, die auf einer Seite der zweiten Halbleiterschicht 21 zur ersten Basis 10 hin vorgesehen sind. Die zweite Halbleiterschicht 21 enthält monokristallines Silizium.

**[0045]** Die Pixelschaltung 200 ist in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen. Mit anderen Worten enthält die zweite Halbleiterschicht 21 den FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, den Rücksetztransistor 202, den Verstärkertransistor 203 und den Auswahltransistor 204 (siehe **Fig. 3**). Der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, der Rücksetztransistor 202, der Verstärkertransistor 203 und der Auswahltransistor 204, die die Pixelschaltung 200 bilden, entsprechen jeweils einem „ersten Transistor“ gemäß der vorliegenden Technologie.

**[0046]** Die Pixelschaltung 200 ist in einem Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht

21 auf der Seite zur ersten Basis 10 hin vorgesehen. Hier wird der Hauptoberflächenabschnitt so verwendet, dass er sich auf einen Abschnitt der Hauptoberfläche bezieht, an dem ein Transistor, ein Kondensator, ein Widerstand und dergleichen vorgesehen sind.

**[0047]** Der Rücksetztransistor 202 ist in dem Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht 21 innerhalb eines von einem Elementisolationsgebiet 28 umgebenen Gebiets vorgesehen. Eine Struktur ist nicht auf eine spezielle Struktur beschränkt; jedoch ist hier das Elementisolationsgebiet 28, das eine Grabenstruktur aufweist, verwendet, um einen Integrationsgrad zu verbessern.

**[0048]** Der Rücksetztransistor 202 enthält paarweise Hauptelektroden 23, ein Kanalbildungsgebiet, einen Gate-Isolierfilm 25 und eine Gate-Elektrode 26. Die paarweisen Hauptelektroden 23 sind ein Source-Gebiet und ein Drain-Gebiet und enthalten ein n-Typ-Halbleitergebiet. Das Kanalbildungsgebiet enthält die zweite Halbleiterschicht 21 zwischen den paarweisen Hauptelektroden 23. Der Gate-Isolierfilm 25 ist entlang dem Kanalbildungsgebiet vorgesehen und enthält beispielsweise einen Siliziumoxidfilm, einen Siliziumnitridfilm oder einen gestapelten Film aus diesen. Die Gate-Elektrode 26 ist entlang dem Gate-Isolierfilm 25 vorgesehen und enthält beispielsweise polykristallines Silizium. Ähnlich wie der Übertragungstransistor 102 enthält der Rücksetztransistor 202 einen n-Kanal-IGFET.

**[0049]** Hier ist eine Gate-Längsrichtung des ersten Transistors gemäß der vorliegenden Technologie, der den Rücksetztransistor 202 enthält, eine Richtung, in der ein Ladungsträger zwischen den paarweisen Hauptelektroden 23 fließt, und ist eine Richtung, die gleich einer Kanal-Längsrichtung ist.

**[0050]** Der Auswahltransistor 204 ist in dem Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht 21 innerhalb eines von dem Elementisolationsgebiet 28 umgebenen Gebiets vorgesehen, wie bei dem Rücksetztransistor 202. Der Auswahltransistor 204 enthält paarweise Hauptelektroden 23, ein Kanalbildungsgebiet, einen Gate-Isolierfilm 25 und eine Gate-Elektrode 26. Der Auswahltransistor 204 enthält einen n-Kanal-IGFET. Obwohl die Darstellung in **Fig. 2** weggelassen ist, ist der FD-Umsetzungsverstärkungsschaltransistor 201 im Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht 21 innerhalb des Gebiets vorgesehen, das von dem Elementisolationsgebiet 28 umgeben ist, wie bei dem Rücksetztransistor 202 (siehe **Fig. 1**). Der FD-Umsetzungsverstärkungsschaltransistor 201 enthält paarweise Hauptelektroden 23, ein Kanalbildungsgebiet, einen Gate-Isolierfilm 25 und eine Gate-Elektrode 26. Der FD-Umsetzungsverstärkungsschaltransistor 201 enthält einen n-Kanal-IGFET.

**[0051]** Der Verstärkertransistor 203 ist in dem Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht 21 innerhalb des von dem Elementisolationsgebiet 28 umgebenen Gebiets vorgesehen, wie bei dem Rücksetztransistor 202. Der Verstärkertransistor 203 enthält paarweise Hauptelektroden 23, ein Kanalbildungsgebiet, einen Gate-Isolierfilm 25 und eine Gate-Elektrode 26. Der Verstärkertransistor 203 enthält einen n-Kanal-IGFET.

**[0052]** Der Verstärkertransistor 203 enthält hier eine rippenförmige Struktur. Die rippenförmige Struktur ist eine Struktur, bei der beide Endabschnitte der Gate-Elektrode 26 (und des Gate-Isolierfilms 25) in Richtung der Gate-Breite von einer Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht 21 aus in Tiefenrichtung verlängert sind, wobei die Abmessung der Gate-Breite in Tiefenrichtung verlängert ist. Das Einsetzen der rippenförmigen Struktur ermöglicht es, die Strommenge des Verstärkertransistors 203 zu erhöhen.

**[0053]** Die zweite Verdrahtungsschicht 22 enthält eine Verdrahtungsleitung 221, eine Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 222, einen zweiten Anschluss 223 und einen Isolationskörper 224.

**[0054]** Ein Ende der Verdrahtungsleitung 221 ist mit dem Verstärkertransistor 203 gekoppelt, und ein weiteres Ende der Verdrahtungsleitung 221 ist mit der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 222 gekoppelt. Die Verdrahtungsleitung 221 ist als eine durchdringende Verdrahtungsleitung konfiguriert, die die erste Verdrahtungsschicht 22 in einer Dickenrichtung durchdringt, wie bei der Verdrahtungsleitung 121.

**[0055]** Obwohl die Anzahl der Schichten nicht eingeschränkt ist, enthält die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 222 eine dreischichtige Verdrahtungsleitungsstruktur, wie bei der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122.

**[0056]** Ein Ende des zweiten Anschlusses 223 ist mit der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 222 gekoppelt, und ein weiteres Ende des zweiten Anschlusses 223 ist so vorgesehen, dass es auf einer Oberfläche der zweiten Verdrahtungsschicht 22 auf der Seite zur ersten Basis 10 hin freiliegt, wie bei dem ersten Anschluss 123. Der zweite Anschluss 223 ist an einer Position vorgesehen, die dem ersten Anschluss 123 entspricht, und an den ersten Anschluss 123 gebondet und elektrisch mit diesem gekoppelt.

**[0057]** Der Isolationskörper 224 ist so vorgesehen, dass er bewirkt, dass die Verdrahtungsleitung 221, die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 222 und der zweite Anschluss 223 darin eingebettet sind. Der Isolationskörper 224 enthält ein ähnliches Material wie der Isolationskörper 124.

**[0058]** Bei der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform sind der erste Anschluss 123 der ersten Basis 10 und der zweite Anschluss 223 der zweiten Basis 20 einander zugewandt, um miteinander gebondet zu werden. Mit anderen Worten sind die erste Basis 10 und die zweite Basis 20 durch eine „Face-to-Face“-Kopplungsstruktur miteinander gekoppelt.

**[0059]** Die dritte Basis 30 enthält eine dritte Halbleiterschicht 31 und eine dritte Verdrahtungsschicht 32, die auf einer Seite der dritten Halbleiterschicht 31 zur zweiten Basis 20 hin vorgesehen sind. Die dritte Halbleiterschicht 31 enthält monokristallines Silizium.

**[0060]** Eine Peripherieschaltung 300, die den Betrieb der Pixelschaltung 200 steuert, ist in der dritten Halbleiterschicht 31 vorgesehen. Obwohl eine genaue Beschreibung weggelassen ist, enthält die Peripherieschaltung 300 beispielsweise einen Eingabeabschnitt, eine Zeitsteuereinheit, einen Zeilentreiber, einen Spaltensignalprozessor, einen Bildsignalprozessor und einen Ausgabeabschnitt. Die Peripherieschaltung 300 enthält einen komplementären IGFET, der einen n-Kanal-IGFET 301 und einen p-Kanal-IGFET 302 enthält. Der komplementäre IGFET entspricht einem „zweiten Transistor“ gemäß der vorliegenden Technologie.

**[0061]** Der n-Kanal-IGFET 301 ist in dem Hauptoberflächenabschnitt der dritten Halbleiterschicht 31 innerhalb eines von einem Elementisolationsgebiet 38 umgebenen Gebiets vorgesehen. Eine Grabenstruktur ist auf das Elementisolationsgebiet 38 angewandt, wie bei dem Elementisolationsgebiet 28.

**[0062]** Der n-Kanal-IGFET 301 enthält paarweise Hauptelektroden 33, ein Kanalbildungsgebiet, einen Gate-Isolierfilm 35 und eine Gate-Elektrode 36. Die paarweisen Hauptelektroden 33 sind ein Source-Gebiet und ein Drain-Gebiet und enthalten ein n-Typ-Halbleitergebiet. Das Kanalbildungsgebiet enthält die dritte Halbleiterschicht 31 zwischen den paarweisen Hauptelektroden 33. Der Gate-Isolierfilm 35 ist entlang des Kanalbildungsgebiets vorgesehen und enthält beispielsweise ein Material ähnlich dem des Gate-Isolierfilms 25. Die Gate-Elektrode 36 ist entlang dem Gate-Isolierfilm 35 vorgesehen und enthält beispielsweise ein Material ähnlich dem der Gate-Elektrode 26.

**[0063]** Der p-Kanal-IGFET 302 enthält paarweise Hauptelektroden 34, ein Kanalbildungsgebiet, einen Gate-Isolierfilm 35 und eine Gate-Elektrode 36. Die paarweisen Hauptelektroden 34 sind ein Source-Gebiet und ein Drain-Gebiet und enthalten ein p-Typ-Halbleitergebiet. Das Kanalbildungsgebiet enthält die dritte Halbleiterschicht 31 zwischen den paarweisen Hauptelektroden 34.

**[0064]** Es wird darauf hingewiesen, dass der n-Kanal-IGFET 301 in einem p-Typ-Wannengebiet im Hauptoberflächenabschnitt der dritten Halbleiterschicht 31 vorgesehen ist, obwohl die Darstellung weggelassen wurde. Der p-Kanal-IGFET 302 ist in einem n-Typ-Wannengebiet vorgesehen, das im Hauptoberflächenabschnitt der dritten Halbleiterschicht 31 vorgesehen ist.

**[0065]** Die dritte Verdrahtungsschicht 32 enthält eine Verdrahtungsleitung 321, eine Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 322 und einen Isolationskörper 324.

**[0066]** Ein Ende der Verdrahtungsleitung 321 ist mit dem komplementären IGFET gekoppelt, und ein weiteres Ende der Verdrahtungsleitung 321 ist mit der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 322 gekoppelt. Die Verdrahtungsleitung 321 ist als eine durchdringende Verdrahtungsleitung konfiguriert, die die dritte Verdrahtungsschicht 32 in einer Dickenrichtung durchdringt, wie bei der Verdrahtungsleitung 121.

**[0067]** Obwohl die Anzahl der Schichten nicht eingeschränkt ist, enthält die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 322 eine dreischichtige Verdrahtungsleitungsstruktur, wie bei der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 122. Die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 322 ist mit der Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 222 der zweiten Basis 20 durch eine nicht dargestellte durchdringende Verdrahtungsleitung gekoppelt.

**[0068]** Der Isolationskörper 324 ist so vorgesehen, dass er bewirkt, dass die Verdrahtungsleitung 321 und die Mehrschicht-Verdrahtungsleitung 322 darin eingebettet sind. Der Isolationskörper 324 enthält ein ähnliches Material wie der Isolationskörper 124.

### (3) Planare Konfiguration von Pixeln 100 und Pixelschaltung 200

**[0069]** Fig. 1 stellt ein Beispiel eines Anordnungs-Layout der Pixel 100 und eines Anordnungs-Layout der Pixelschaltung 200 dar, wenn die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 in Pfeilrichtung Z von der Lichteinfallseite aus betrachtet wird (nachstehend einfach als „Draufsicht“ bezeichnet).

**[0070]** Die mehreren Pixel 100 sind in einer Matrix entlang einer Ebenenrichtung parallel zu einer Oberfläche der ersten Halbleiterschicht 11 der ersten Basis 10 angeordnet. Das heißt, die Pixel 100 sind in regelmäßigen Abständen in Pfeilrichtung X und Pfeilrichtung Y angeordnet. Das jeweilige Pixelisoliationsgebiet 14 ist zwischen den in Pfeilrichtung X benachbarten Pixeln 100 und zwischen den in Pfeilrichtung Y benachbarten Pixeln 100 vorgesehen. In der ersten Ausführungsform weisen die Pixel 100 in

einer Draufsicht jeweils eine rechteckige, insbesondere eine quadratische Form auf.

**[0071]** In der Pixelschaltung 200 sind der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 und der Rücksetztransistor 202 in einer Linie entlang der Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht 21 angeordnet, wobei ihre jeweiligen Gate-Längsrichtungen ausgerichtet sind. Hier ist die Gate-Längsrichtung eine Pfeilrichtung, die mit einem Bezugszeichen „Lg“ gekennzeichnet ist. Zusätzlich ist die Gate-Breitenrichtung eine Pfeilrichtung, die mit einem Bezugszeichen „Lw“ gekennzeichnet ist. Eine der Hauptelektroden 23 des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 ist einstückig mit einer der Hauptelektroden 23 des Rücksetztransistors 202 gebildet. Die Gate-Längsrichtungen des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 und des Rücksetztransistors 202 sind in Bezug auf eine Anordnungsrichtung der Pixel 100 (die Pfeilrichtung X oder die Pfeilrichtung Y) geneigt. In der ersten Ausführungsform sind der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 und der Rücksetztransistor 202 mit den Gate-Längsrichtungen in Ausrichtung an den Diagonalenrichtungen der rechteckigen Formen der Pixel 100 vorgesehen, d. h. mit den Gate-Längsrichtungen, die parallel zu den Diagonalenrichtungen der rechteckigen Formen der Pixel 100 sind.

**[0072]** Zusätzlich sind in der Pixelschaltung 200 der Verstärkertransistor 203 und der Auswahltransistor 204 in einer Linie entlang der Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht 21 angeordnet, wobei ihre jeweiligen Gate-Längsrichtungen ausgerichtet sind. Eine der Hauptelektroden 23 des Verstärkertransistors 203 ist einstückig mit einer der Hauptelektroden 23 des Auswahltransistors 204 gebildet. Die Gate-Längsrichtungen des Verstärkertransistors 203 und des Auswahltransistors 204 sind in Bezug auf eine Anordnungsrichtung der Pixel 100 (die Pfeilrichtung X oder die Pfeilrichtung Y) geneigt, wie diejenigen des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 und des Rücksetztransistors 202. Der Verstärkertransistor 203 und der Auswahltransistor 204 sind in Richtung der Gate-Breite in Bezug auf den FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 und den Rücksetztransistor 202 beabstandet, während die Gate-Längsrichtung des Verstärkertransistors 203 und des Auswahltransistors 204 parallel zu denen des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 und des Rücksetztransistors 202 sind.

**[0073]** Ferner ist eine Pixelschaltung 200 für vier Pixel 100 vorgesehen. Der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 der einen Pixelschaltung 200 ist mit einer Gate-Längsrichtung vorgesehen, die an einer Diagonalenrichtung eines der vier Pixel 100 ausgerichtet ist. Ähnlich ist der Rücksetztransistor 202 der einen Pixelschaltung 200 so angeordnet, dass die Gate-Längsrichtung an einer Diagonalen-

richtung eines der vier Pixel 100 ausgerichtet ist. Der Verstärkertransistor 203 der einen Pixelschaltung 200 ist so angeordnet, dass die Gate-Längsrichtung an einer Diagonalenrichtung eines der vier Pixel 100 ausgerichtet ist. Ferner ist der Auswahltransistor 204 der einen Pixelschaltung 200 mit einer Gate-Längsrichtung angeordnet, die an einer Diagonalenrichtung eines der vier Pixel 100 ausgerichtet ist.

**[0074]** Hier ist eine Abmessung einer Seite eines Pixels 100, beispielsweise in einem Bereich von 0,4  $\mu\text{m}$  bis 2,0  $\mu\text{m}$ , jeweils einschließlich, eingestellt; diese Zahlenwerte sind jedoch nicht einschränkend. Indessen ist meine Gate-Längenabmessung jedes aus dem FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, dem Rücksetztransistor 202 und dem Auswahltransistor 204 der Pixelschaltung 200 beispielsweise in einem Bereich von 150 nm bis 300 nm, jeweils einschließlich, eingestellt. Ferner ist eine Gate-Längenabmessung des Verstärkertransistors 203 länger als beispielsweise die Gate-Längenabmessung des Rücksetztransistors 202 oder dergleichen und ist beispielsweise in einem Bereich von 300 nm bis 600 nm, jeweils einschließlich, eingestellt.

**[0075]** Zusätzlich ist, anders ausgedrückt, das Pixelisoliationsgebiet 14 zwischen den Pixeln 100 vorgesehen, und in einer Draufsicht weist das Pixelisoliationsgebiet 14 eine Gitterform auf. Das heißt, das Pixelisoliationsgebiet 14 enthält erste Trennwände 141, die sich in Pfeilrichtung X erstrecken und in regelmäßigen Abständen in der Pfeilrichtung Y angeordnet sind, und enthält zweite Trennwände 142, die sich in der Pfeilrichtung Y erstrecken und in regelmäßigen Abständen in der Pfeilrichtung X angeordnet sind. Somit ist die Gate-Längsrichtung FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 oder dergleichen der Pixelschaltung 200 in Bezug auf eine Erstreckungsrichtung der ersten Trennwand 141 oder der zweiten Trennwand 142 geneigt.

**[0076]** Hier sind die jeweiligen Gate-Längsrichtungen des n-Kanal-IGFET 301 und des p-Kanal-IGFET 302, die die Peripherieschaltung 300 bilden, parallel zur Anordnungsrichtung der Pixel 100, obwohl die Darstellung weggelassen ist.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0077]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform enthält die erste Halbleiterschicht 11 und die zweite Halbleiterschicht 21, wie in **Fig. 2** dargestellt. Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist das Pixel 100 in einer Matrix entlang der Ebenenrichtung in der ersten Halbleiterschicht 11 angeordnet. Das Pixel 100 enthält den photoelektrischen Umsetzer 101. Die Anzahl der Pixel 100 ist zwei oder mehr. Die zweite Halbleiterschicht 21 ist auf der ersten Halbleiterschicht 11 auf der gegenüberliegenden Seite einer Lichteinfallseite des

Pixels 100 gestapelt. Der erste Transistor ist in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen. Der erste Transistor ist mit dem Pixel 100 elektrisch gekoppelt und weist das Gate auf, das in Längsrichtung in Bezug auf die Anordnungsrichtung des Pixels 100 geneigt ist. Der erste Transistor 201 enthält den FD-Umsetzungsverstärkungsschaltransistor, den Rücksetztransistor 202, den Verstärkertransistor 203 oder den Auswahltransistor 204, die die Pixelschaltung 200 bilden.

**[0078]** Das Pixel 100 ist in der ersten Halbleiterschicht 11 angeordnet, und der erste Transistor ist unabhängig vom Pixel 100 in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen. Dies ermöglicht es, einen Bereich zum Anordnen des ersten Transistors in der zweiten Halbleiterschicht 21 sicherzustellen, selbst wenn die Anzahl der angeordneten Pixel 100 mit der Verkleinerung der Pixel 100 zunimmt.

**[0079]** Zusätzlich ist die Gate-Längsrichtung des ersten Transistors in Bezug auf die Anordnungsrichtung des Pixels 100 geneigt, was eine Vergrößerung der Gate-Längenabmessung des ersten Transistors ermöglicht. Dadurch kann das Auftreten eines Kurzkanaleffekts oder das Auftreten von Rauschen im ersten Transistor effektiv unterdrückt oder verhindert werden und infolgedessen die elektrischen Eigenschaften des ersten Transistors verbessert werden. Insbesondere ist es möglich, das Auftreten von RTS-Rauschen („Random Telegraph Signal“-Rauschen) in dem Verstärkertransistor 203, der als erster Transistor dient, effektiv zu unterdrücken oder zu verhindern. Daher ist es möglich, die elektrischen Eigenschaften der Pixelschaltung 200 zu verbessern.

**[0080]** Zusätzlich ist ferner die Gate-Längsrichtung des ersten Transistors in Bezug auf die Anordnungsrichtung des Pixels 100 geneigt, was eine Erweiterung der Gate-Breitenabmessung des ersten Transistors ermöglicht. Insbesondere ist es möglich, die jeweiligen Gate-Breitenabmessungen des Verstärkertransistors 203 und des Auswahltransistors 204 zu erweitern. Das ermöglicht es, die Transkonduktanz (gm) des Verstärkertransistors 203 und des Auswahltransistors 204 zu verbessern und infolgedessen thermisches Rauschen effektiv zu unterdrücken oder zu verhindern. Zusätzlich ermöglicht eine Verbesserung der Transkonduktanz eine Beschleunigung der Arbeitsgeschwindigkeit der Pixelschaltung 200.

**[0081]** Zusätzlich weist das Pixel 100 in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 in der Draufsicht eine rechteckige Form auf, wie in **Fig. 1** dargestellt. Ferner ist die Gate-Längsrichtung des ersten Transistors in einer Draufsicht parallel zur Diagonaenrichtung des Pixels 100. Dies ermöglicht es, die Gate-Längenabmessung des ersten Transistors zu maximieren.

**[0082]** Insbesondere darf die Gate-Längenabmessung des ersten Transistors etwa 1,4-mal länger sein als in einem Fall, in dem die Gate-Längsrichtung parallel zur Anordnungsrichtung des Pixels 100 ist. Daher ist es möglich, die elektrischen Eigenschaften des ersten Transistors weiter zu verbessern.

**[0083]** Ferner bildet der erste Transistor in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 die Pixelschaltung 200, die mit dem Pixel 100 gekoppelt ist, wie in **Fig. 3** dargestellt. Das heißt, das Pixel 100 ist in der ersten Halbleiterschicht 11 vorgesehen, und die Pixelschaltung 200 ist in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen, wie in **Fig. 2** dargestellt. Dies ermöglicht es, das Pixel 100 zu miniaturisieren und die Anzahl der angeordneten Pixel 100 zu erhöhen, unabhängig von einer Fläche zum Anordnen der Pixelschaltung 200.

**[0084]** Zusätzlich ist in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 die Gate-Längenabmessung des Verstärkertransistors 203, der als der erste Transistor dient, länger als die Gate-Längenabmessung des Auswahltransistors 204 oder des Rücksetztransistors 202, wie in **Fig. 1** dargestellt. Das ermöglicht es, das Auftreten von RTS-Rauschen im Verstärkertransistor 203 effektiver zu unterdrücken oder zu verhindern, und infolgedessen können die elektrischen Eigenschaften weiter verbessert werden.

**[0085]** Ferner enthält die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 den ersten Anschluss 123 und den zweiten Anschluss 223, wie in **Fig. 2** dargestellt. Der erste Anschluss 123 ist auf einer Seite der ersten Halbleiterschicht 11 in Richtung der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen und ist über die erste Verdrahtungsschicht 12 mit dem Pixel 100 elektrisch gekoppelt. Der zweite Anschluss 223 ist auf einer Seite der zweiten Halbleiterschicht 21 in Richtung der ersten Halbleiterschicht 11 vorgesehen und ist mit dem ersten Transistor über die zweite Verdrahtungsschicht 22 elektrisch gekoppelt und ist an den ersten Anschluss 123 gebondet. Das heißt, die erste Basis 10, die die erste Halbleiterschicht 11 enthält, und die zweite Basis 20, die die zweite Halbleiterschicht 21 enthält, sind durch die Face-to-Face-Kopplungsstruktur miteinander gekoppelt. In der Face-to-Face-Kopplungsstruktur ist die zweite Verdrahtungsschicht 222 in einem Kopplungspfad zwischen dem zweiten Anschluss 223 und dem ersten Transistor in einem Kopplungspfad zwischen dem Pixel 100 und dem ersten Transistor vorgesehen.

**[0086]** Dadurch ist es möglich, die Verdrahtungsleitung in der zweiten Verdrahtungsschicht 22 zu verlegen und infolgedessen eine Position zum Anordnen des ersten Transistors frei festzulegen.

**[0087]** Zusätzlich enthält die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 die dritte Halbleiterschicht 31,

wie in **Fig. 2** dargestellt. Die dritte Halbleiterschicht 31 ist auf der ersten Halbleiterschicht 11 gegenüberliegenden Seite der zweiten Halbleiterschicht 21 gestapelt. Die dritte Halbleiterschicht 31 enthält den zweiten Transistor, und der zweite Transistor bildet die Peripherieschaltung 300, die die Pixelschaltung 200 steuert. Der zweite Transistor ist beispielsweise ein komplementärer IGFET. Das heißt, das Pixel 100 ist in der ersten Halbleiterschicht 11 vorgesehen, und die Pixelschaltung 200 ist in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen, und die Peripherieschaltung 300 ist in der dritten Halbleiterschicht 31 vorgesehen.

**[0088]** Dadurch ist es möglich, die Pixel 100 hauptsächlich in der ersten Halbleiterschicht 11 anzuordnen und infolgedessen die Anzahl der angeordneten Pixel 100 zu erhöhen.

**[0089]** Ferner ist in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 die Gate-Längsrichtung des in **Fig. 2** dargestellten zweiten Transistors parallel zu der Anordnungsrichtung des Pixels 100. Anders ausgedrückt ist die Gate-Längsrichtung des ersten Transistors, der die Pixelschaltung 200 bildet, in Bezug auf die Gate-Längsrichtung des zweiten Transistors geneigt.

**[0090]** Dadurch ist es möglich, eine Optimierung der elektrischen Eigenschaften des ersten Transistors unabhängig vom zweiten Transistor zu erreichen.

#### <2. Zweite Ausführungsform>

**[0091]** Unter Verwendung von **Fig. 4** und **Fig. 5** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 2 gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass in der zweiten Ausführungsform und den danach beschriebenen Ausführungsformen das gleiche Bezugszeichen verwendet wird, um sich auf die gleiche Komponente oder im Wesentlichen die gleiche Komponente wie die Komponente der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform zu beziehen, und eine redundante Beschreibung derselben wird weggelassen.

#### [Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 2]

**[0092]** **Fig. 4** stellt eine Schaltungskonfiguration eines Beispiels für die Pixel 100 und der Pixelschaltung 200, die eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 2 bilden, dar.

**[0093]** Die Pixelschaltung 200 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 2 gemäß der zweiten Ausführungsform enthält den FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, den Rücksetztransistor 202, zwei Verstärkertransistoren 203 und den Auswahltransistor 204. Das heißt, die beiden Verstärkertransistoren 203 sind für eine Pixelschaltung 200 vorge-

sehen. Die beiden Verstärkertransistoren 203 sind elektrisch parallel gekoppelt.

**[0094]** **Fig. 5** stellt ein Beispiel eines Anordnungs-Layout der Pixel 100 und eines Anordnungs-Layout der Pixelschaltung 200 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 2 in einer Draufsicht dar.

**[0095]** In der Pixelschaltung 200 sind der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 und der Rücksetztransistor 202 in einer Linie entlang der Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht 21 angeordnet, wobei ihre jeweiligen Gate-Längsrichtungen ausgerichtet sind. Eine der Hauptelektroden 23 des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 ist einstückig mit einer der Hauptelektroden 23 des Rücksetztransistors 202 gebildet. Die Gate-Längsrichtungen des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 und des Rücksetztransistors 202 sind in Bezug auf eine Anordnungsrichtung der Pixel 100 geneigt. In der zweiten Ausführungsform sind der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201 und der Rücksetztransistor 202 jeweils mit den Gate-Längsrichtungen in Ausrichtung mit der Diagonalenrichtung der rechteckigen Form des Pixels 100 vorgesehen, wie in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform.

**[0096]** Der Auswahltransistor 204 ist so angeordnet, dass die Gate-Längsrichtung an Erweiterungen in den Gate-Längsrichtungen des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201 und des Rücksetztransistors 202 ausgerichtet ist.

**[0097]** Zusätzlich sind in der Pixelschaltung 200 die beiden Verstärkertransistoren 203 in einer Linie entlang der Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht 21 angeordnet, wobei ihre jeweiligen Gate-Längsrichtungen ausgerichtet sind. Die jeweiligen Hauptelektroden 23 der beiden Verstärkertransistoren 203 sind einstückig gebildet. Die Gate-Längsrichtungen der beiden Verstärkertransistoren 203 sind in Bezug auf die Anordnungsrichtung der Pixel 100 geneigt, ebenso wie die des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistors 201, des Rücksetztransistors 202 und des Auswahltransistors 204. Die beiden Verstärkertransistoren 203 sind in der Gate-Breitenrichtung in Bezug auf den FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, den Rücksetztransistor 202 und den Auswahltransistor 204 beabstandet, während die Gate-Längsrichtungen der beiden Verstärkertransistoren 203 parallel zu denen des FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, des Rücksetztransistors 202 und des Auswahltransistors 204 sind.

**[0098]** Die anderen Komponenten als die vorstehend beschriebene Pixelschaltung 200 sind die gleichen wie die Komponenten der Festkörperbildge-

bungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0099]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 2 gemäß der zweiten Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform zu erreichen sind.

**[0100]** Zusätzlich sind in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 2 die mehreren Verstärkertransistoren 203 in Bezug auf eine Pixelschaltung 200 elektrisch parallel gekoppelt, wie in **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt ist. Hier sind die beiden Verstärkertransistoren 203 elektrisch parallel gekoppelt. Das ermöglicht es, das Auftreten von RTS-Rauschen in den Verstärkertransistoren 203 effektiver zu unterdrücken oder zu verhindern infolgedessen die elektrischen Eigenschaften weiter zu verbessern.

<3. Dritte Ausführungsform>

**[0101]** Unter Verwendung von **Fig. 6** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 3 gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 3]

**[0102]** **Fig. 6** stellt ein Beispiel einer vertikalen Querschnittskonfiguration eines Hauptteils, der die Pixel 100 und die Pixelschaltung 200 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 3 repräsentiert, dar.

**[0103]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 3 gemäß der dritten Ausführungsform enthält die erste Basis 10, die zweite Basis 20 und die nicht dargestellte dritte Basis 30, die in dieser Reihenfolge in einer Seitenansicht gestapelt sind, wie bei der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform. Hier enthält die zweite Basis 20 die zweite Halbleiterschicht 21, die auf einer Seite in Richtung zur ersten Basis 10 hin vorgesehen ist, und die zweite Verdrahtungsschicht 22, die auf einer Seite zur dritten Basis 30 hin vorgesehen ist. Die Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht 21 ist auf Seite zur dritten Basis 30 hin definiert, und der Verstärkertransistor 203 und dergleichen, der die Pixelschaltung 200 bildet (siehe **Fig. 3** oder **Fig. 4**), sind im Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen.

**[0104]** Das Pixel 100 und die Pixelschaltung 200 sind über die durchdringende Verdrahtungsleitung 125 elektrisch miteinander gekoppelt. Ein Ende der durchdringenden Verdrahtungsleitung 125 ist mit

dem Übertragungstransistor 102 des Pixels 100 gekoppelt. Ein weiteres Ende der durchdringenden Verdrahtungsleitung 125 durchdringt die zweite Halbleiterschicht 21 in der Dickenrichtung und ist mit der zweiten Verdrahtungsschicht 22 gekoppelt. Die zweite Verdrahtungsschicht 22 ist mit dem Verstärkertransistor 203 und dem nicht dargestellten FD-Umsetzungsverstärkungsschaltransistor 201 gekoppelt.

**[0105]** Das heißt, die erste Basis 10 und die zweite Basis 20 sind durch eine Face-to-Face-(Face-to-Back-) Kopplungsstruktur miteinander gekoppelt.

**[0106]** Die anderen Komponenten als die vorstehend beschriebene Kopplungsstruktur sind gleich den Komponenten der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0107]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 3 gemäß der dritten Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform zu erreichen sind.

**[0108]** Zusätzlich sind in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 3 die erste Basis 10, die die erste Halbleiterschicht 11 enthält, und die zweite Basis, die die zweite Halbleiterschicht 21 enthält, durch die Face-to-Face-Kopplungsstruktur miteinander gekoppelt, wie in **Fig. 6** dargestellt. Ferner sind das Pixel 100 und die Pixelschaltung 200 über die durchdringende Verdrahtungsleitung 125 miteinander gekoppelt.

**[0109]** Das ermöglicht es, dass eine Länge des Signalpfads, der das Pixel 100 und die Pixelschaltung 200 miteinander koppelt, im Vergleich zu beispielsweise der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform kürzer ist. Somit ist es möglich, das Signal-Rausch-Verhältnis (SN-Verhältnis: Signal-Rausch-Verhältnis) zu reduzieren.

<4. Vierte Ausführungsform>

**[0110]** Unter Verwendung von **Fig. 7** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 4 gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 4]

**[0111]** **Fig. 7** stellt ein Beispiel eines Anordnungs-Layout der Pixel 100 und eines Anordnungs-Layout

der Pixelschaltung 200 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 4 in einer Draufsicht dar.

**[0112]** In der Festkörperbildgebungsvorrichtung 4 gemäß der vierten Ausführungsform weisen die Pixel 100 jeweils eine viereckige Form mit längeren Seiten parallel zur Pfeilrichtung Y als Seiten parallel zur Pfeilrichtung X in einer Draufsicht auf. Ferner ist der erste Transistor, wie z. B. der Verstärkertransistor 203, der die Pixelschaltung 200 bildet, mit einer Gate-Längsrichtung versehen, die parallel zur Diagonalrichtung des Pixels 100 ist.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0113]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 4 gemäß der vierten Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform zu erreichen sind.

<5. Fünfte Ausführungsform>

**[0114]** Unter Verwendung von **Fig. 8** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 5 gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 5]

**[0115]** **Fig. 8** stellt ein Beispiel eines Anordnungs-Layout der Pixel 100 und eines Anordnungs-Layout der Pixelschaltung 200 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 5 in einer Draufsicht dar.

**[0116]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 5 gemäß der fünften Ausführungsform enthält mehrere Pixelgebiete in einer Draufsicht. Zur Vereinfachung der Beschreibung enthält hier die Festkörperbildgebungsvorrichtung 5 zwei Pixelgebiete, d. h. ein erstes Pixelgebiet 15 und ein zweites Pixelgebiet 16.

**[0117]** Im ersten Pixelgebiet 15 sind die ersten Transistoren angeordnet, wie in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform. Das heißt, der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, der Rücksetztransistor 202, der Verstärkertransistor 203 und der Auswahltransistor 204, die die Pixelschaltung 200 bilden, sind so angeordnet, dass die Gate-Längsrichtungen in Bezug auf die Anordnungsrichtung der Pixel 100 geneigt sind. Die Gate-Längsrichtungen des Verstärkertransistors 203 und dergleichen sind parallel zu den Diagonalenrichtungen der Pixel 100.

**[0118]** Unter Bezugnahme auf eine Grenzlinie C-C, die virtuell auf einer Grenze zwischen dem ersten

Pixelgebiet 15 und dem zweiten Pixelgebiet 16 eingestellt ist, sind die Gate-Längsrichtungen des Verstärkertransistors 203 und dergleichen in einem Winkel  $\alpha_1$  gegen den Uhrzeigersinn angeordnet. Der Winkel  $\alpha_1$  ist hier 45 Grad.

**[0119]** In dem zweiten Pixelgebiet 16 sind der FD-Umsetzungsverstärkungsschalttransistor 201, der Rücksetztransistor 202, der Verstärkertransistor 203 und der Auswahltransistor 204, die die Pixelschaltung 200 bilden, so angeordnet, dass die Gate-Längsrichtungen in Bezug auf die Anordnungsrichtung der Pixel 100 geneigt sind. Die Gate-Längsrichtungen des Verstärkertransistors 203 und dergleichen sind parallel zu den Diagonalenrichtungen der Pixel 100.

**[0120]** Im zweiten Pixelgebiet 16 sind die Gate-Längsrichtungen des Verstärkertransistors 203 und dergleichen in einem Winkel  $\alpha_2$  im Uhrzeigersinn in Bezug auf die Grenzlinie C-C eingestellt. Der Winkel  $\alpha_2$  ist hier 45 Grad.

**[0121]** Das heißt, eine Gate-Längsrichtung des ersten Pixelgebiets 15 ist so eingestellt, dass sie orthogonal zu einer Gate-Längsrichtung des zweiten Pixelgebiets 16 ist. Anders ausgedrückt ist die Gate-Längsrichtung des zweiten Pixelgebiets 16 parallel zu einer Gate-Breitenrichtung des ersten Pixelgebiets 15.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0122]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 5 gemäß der fünften Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform zu erreichen sind.

<6. Sechste Ausführungsform>

**[0123]** Unter Verwendung von **Fig. 9** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 6 gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 6]

**[0124]** **Fig. 9** stellt ein Beispiel einer vertikalen Querschnittskonfiguration eines Hauptteils, der die Pixel 100 und die Pixelschaltung 200 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 6 repräsentiert, dar. Hier ist es als ein Modifikationsbeispiel der Festkörperbildgebungsvorrichtung 3 gemäß der dritten Ausführungsform beschrieben.

**[0125]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 6 gemäß der sechsten Ausführungsform enthält eine

zweite Halbleiterschicht 21N anstelle der zweiten Halbleiterschicht 21 der zweiten Basis 20 der Festkörperbildgebungsanordnung 3 gemäß der dritten Ausführungsform. Die zweite Halbleiterschicht 21N ist aus einem Halbleiterwafer (einem monokristallinen Siliziumsubstrat) mit einer 0-(Null-)Grad-Kerbe herausgeschnitten, die für einen Prozess zum Herstellen der Festkörperbildgebungsanordnung 6 verwendet wird. Eine Seitenfläche der zweiten Halbleiterschicht 21N, an der das Herausschneiden ausgeführt worden ist, ist eine <110>-Kristallebene.

**[0126]** Der Verstärkertransistor 203, der in einem Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht 21N vorgesehen ist, setzt eine rippenförmige Struktur wie vorstehend beschrieben ein, wobei eine Gate-Längsrichtung davon um 45 Grad in Bezug auf die Anordnungsrichtung der Pixel 100 geneigt ist. Dadurch wird eine Seitenwand eines Kanalbildungsgebiets (der zweiten Halbleiterschicht 21N) des Verstärkertransistors 203 auf eine <100>-Kristallebene eingestellt.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0127]** Die Festkörperbildgebungsanordnung 6 gemäß der sechsten Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsanordnung 3 gemäß der dritten Ausführungsform zu erreichen sind.

**[0128]** Zusätzlich enthält die Festkörperbildgebungsanordnung 6 die zweite Halbleiterschicht 21N, die aus dem Halbleiterwafer mit der 0-Grad-Kerbe herausgeschnitten ist. In der zweiten Halbleiterschicht 21N ist der Verstärkertransistor 203, der die rippenförmige Struktur einsetzt, mit einer Gate-Längsrichtung, die parallel zu der Anordnungsrichtung der Pixel 100 ist, vorgesehen.

**[0129]** Dies ermöglicht es, dass die Seitenwand eines Kanalbildungsgebiets des Verstärkertransistors 203 die <100>-Kristallebene ist. In monokristallinem Silizium ist der Grenzflächenzustand, der verursacht, dass das Rauschen schlechter wird, tiefer in der <100>-Kristallebene als in der <110>-Kristallebene. Dadurch ist es möglich, das Rauschen des Verstärkertransistors 203 effektiv zu unterdrücken oder zu verhindern.

**[0130]** Es wird darauf hingewiesen, dass in der Festkörperbildgebungsanordnung 1 gemäß der ersten Ausführungsform ähnliche Arbeitsweisen und Effekte wie in der Festkörperbildgebungsanordnung 6 gemäß der sechsten Ausführungsform auch in einem Fall erzielt werden können, in dem die zweite Halbleiterschicht 21 durch die zweite Halbleiterschicht 21N ersetzt ist.

<7. Siebte Ausführungsform>

**[0131]** Unter Verwendung von **Fig. 10** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsanordnung 7 gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsanordnung 7]

**[0132]** **Fig. 10** stellt ein Beispiel einer vertikalen Querschnittskonfiguration eines Kondensators 206 dar, der auf der zweiten Basis 20 der Festkörperbildgebungsanordnung 7 montiert werden soll.

**[0133]** Die Festkörperbildgebungsanordnung 7 enthält den Kondensator (ein Kondensatorelement) 206 innerhalb der Pixelschaltung 200 oder in einem Gebiet außerhalb der Pixelschaltung 200 an der zweiten Halbleiterschicht 21 der zweiten Basis 20. Der Kondensator 206 enthält die zweite Halbleiterschicht 21, die als eine zweite Elektrode dient, einen dielektrischen Körper 25A, der auf der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen ist, und einen Metallkörper 26A, der als eine erste Elektrode dient und auf dem dielektrischen Körper 25A vorgesehen ist. Das heißt, der Kondensator 206 ist als Metallkörper/dielektrischer Körper/Halbleiterkondensator konfiguriert.

**[0134]** Die zweite Halbleiterschicht 21 des Kondensators 206 enthält monokristallines Silizium. Der dielektrische Körper 25A enthält beispielsweise das gleiche Material wie das des Gate-Isolierfilms 25 (siehe **Fig. 2**) des Auswahltransistors 204 oder dergleichen, der die Pixelschaltung 200 bildet. Der Metallkörper 26A enthält beispielsweise das gleiche Material wie das der Gate-Elektrode 26 des Auswahltransistors 204 oder dergleichen.

**[0135]** In einem Fall, in dem der dielektrische Körper 25A Siliziumoxid enthält, ist der Kondensator 206 als ein MOS-Kondensator (Metall-Oxid-Halbleiter-Kondensator) konfiguriert. Im Gegensatz dazu ist in einem Fall, in dem der dielektrische Körper 25A einen anderen Isolationskörper als Siliziumoxid, beispielsweise Siliziumnitrid, enthält, der Kondensator 206 als ein MIS-Kondensator (Metall-Isolator-Halbleiter-Kondensator) konfiguriert.

**[0136]** Ferner ist der Kondensator 206 an der zweiten Halbleiterschicht 21 mit einer Mittellinie Lc versehen, die entlang einer Ebenenrichtung des Metallkörpers 26A verläuft und beispielsweise parallel zur Gate-Längsrichtung des Auswahltransistors 204 oder dergleichen ist.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0137]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 7 gemäß der siebten Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zu erreichen sind.

**[0138]** Zusätzlich enthält die Festkörperbildgebungsvorrichtung 7 den Kondensator 206 an der zweiten Halbleiterschicht 21 der zweiten Basis 20, wie in **Fig. 10** dargestellt. Auf diese Weise ist es möglich, die zweite Halbleiterschicht 21 effektiv zu verwenden. Beispielsweise kann eine Schaltung, die den Kondensator 206 enthält, auf der zweiten Halbleiterschicht 21 montiert werden.

**[0139]** Ferner ist in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 7 der Kondensator 206 an der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen, wobei die Mittellinie Lc des Metallkörpers 26A, der als die erste Elektrode dient, parallel zur Gate-Längsrichtung des Auswahltransistors 204 oder dergleichen ist. Dadurch ist es möglich, die Abmessungen in einer Richtung der Mittellinie Lc und in einer Richtung orthogonal zur Mittellinie Lc zu vergrößern, um die Kondensatorfläche zu vergrößern und infolgedessen einen Kapazitätswert des Kondensators 206 zu erhöhen.

<8. Achte Ausführungsform>

**[0140]** Unter Verwendung von **Fig. 11** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 8]

**[0141]** **Fig. 11** stellt ein Beispiel einer vertikalen Querschnittskonfiguration eines Widerstands 207 dar, der auf der zweiten Basis 20 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 montiert werden soll.

**[0142]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 enthält den Widerstand (ein Widerstandselement) 207 innerhalb der Pixelschaltung 200 oder in einem Gebiet außerhalb der Pixelschaltung 200 an der zweiten Halbleiterschicht 21 der zweiten Basis 20. Der Widerstand 207 enthält ein Halbleitergebiet (eine Diffusionsschicht) 23A, das in dem Hauptoberflächenabschnitt der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen ist. Das heißt, der Widerstand 207 ist ein Diffusionsschichtwiderstand.

**[0143]** Das Halbleitergebiet 23A enthält beispielsweise die gleiche Struktur wie die der Hauptelektroden 23 des Auswahltransistors 204 oder derglei-

chen, der die Pixelschaltung 200 bildet. Hier ist das Halbleitergebiet 23A ein n-Typ-Halbleitergebiet.

**[0144]** Alternativ kann das Halbleitergebiet 23A auch ein p-Typ-Halbleitergebiet oder ein nicht dargestelltes p-Typ-Wannengebiet oder ein nicht dargestelltes n-Typ-Wannengebiet enthalten.

**[0145]** Der Widerstand 207 kann beispielsweise das gleiche Material wie das der Gate-Elektrode 26 des Auswahltransistors 204 oder dergleichen enthalten. In einem Fall, in dem die Gate-Elektrode 26 beispielsweise polykristallines Silizium enthält, ist der Widerstand 207 ein Polysilizium-Widerstand.

**[0146]** Ferner ist der Widerstand 207 in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen, wobei eine Widerstands-Längsrichtung Lr beispielsweise parallel zu der Gate-Längsrichtung des Auswahltransistors 204 oder dergleichen ist.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0147]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 gemäß der achten Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zu erreichen sind.

**[0148]** Zusätzlich enthält die Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 den Widerstand 207 an der zweiten Halbleiterschicht 21 der zweiten Basis 20, wie in **Fig. 11** dargestellt. Auf diese Weise ist es möglich, die zweite Halbleiterschicht 21 effektiv zu verwenden. Beispielsweise kann eine Schaltung, die den Widerstand 207 enthält, auf der zweiten Halbleiterschicht 21 montiert sein.

**[0149]** Ferner ist in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 der Widerstand 207 an der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen, wobei die Widerstands-Längsrichtung Lr parallel zu der Gate-Längsrichtung des Auswahltransistors 204 oder dergleichen ist. Dadurch ist es möglich, eine Widerstandslängenabmessung des Widerstands 207 zu erhöhen und infolgedessen einen Widerstandswert des Widerstands 207 zu erhöhen.

**[0150]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 gemäß der achten Ausführungsform mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 7 gemäß der siebten Ausführungsform kombiniert werden kann, um die zweite Halbleiterschicht 21 mit dem Widerstand 207 und dem Kondensator 206 auszustatten.

## &lt;9. Neunte Ausführungsform&gt;

**[0151]** Unter Verwendung von **Fig. 12** wird eine Beschreibung einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gegeben.

[Konfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 9]

**[0152]** **Fig. 12** stellt ein Beispiel einer vertikalen Querschnittskonfiguration eines Speicherelements 208 dar, das auf der zweiten Basis 20 der Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 montiert werden soll.

**[0153]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 enthält das Speicherelement 208 innerhalb der Pixelschaltung 200 oder in einem Gebiet außerhalb der Pixelschaltung 200 an der zweiten Halbleiterschicht 21 der zweiten Basis 20. In der neunten Ausführungsform ist das Speicherelement 208 eine Speicherzelle, die eine Transistorstruktur eines ferroelektrischen Speichers (FeRAM ferroelektrischer Direktzugriffsspeicher) verwendet. Zusätzlich sind, obwohl nur ein einziges Speicherelement 208 dargestellt ist, mehrere Speicherelemente 208 in einer Matrix angeordnet.

**[0154]** Das Speicherelement 208 enthält paarweise Hauptelektroden 23B, ein Kanalbildungsgebiet, einen ferroelektrischen Körper 25B und eine Gate-Elektrode 26B. Die paarweisen Hauptelektroden 23B sind ein Source-Gebiet und ein Drain-Gebiet.

**[0155]** Die Hauptelektroden 23B enthalten beispielsweise die gleiche Struktur wie die der Hauptelektroden 23 des Auswahltransistors 204 oder dergleichen, der die Pixelschaltung 200 bildet. Das heißt, die Hauptelektroden 23B sind n-Typ-Halbleitergebiete. Es wird darauf hingewiesen, dass an einer Seitenwand der Gate-Elektrode 26B ein Seitenwandabstandshalter, dessen Bezugszeichen weggelassen ist, vorgesehen ist. Der Seitenwandabstandshalter wird verwendet, um die Hauptelektroden 23B bereitzustellen, so dass sie eine LDD-Struktur („Lightly Doped Drain“-Struktur) aufweisen.

**[0156]** Das Kanalbildungsgebiet enthält die zweite Halbleiterschicht 21 zwischen den paarweisen Hauptelektroden 23B.

**[0157]** Der ferroelektrische Körper 25B ist auf dem Kanalbildungsgebiet vorgesehen. Der ferroelektrische Körper 25B enthält einen Isolierkörper mit hohem Kappa-Wert (Hoch- $\kappa$ -Isolierkörper), der eine höhere Dielektrizitätskonstante als beispielsweise Siliziumdioxid aufweist. Der ferroelektrische Körper 25B enthält beispielsweise Zirkonium-Hafnium-Oxid (HfZrO), Zirkonium-Oxid (ZrO), Hafnium-Oxid (HfO) oder dergleichen.

**[0158]** Die Gate-Elektrode 26B ist auf dem ferroelektrischen Körper 25B vorgesehen. Die Gate-Elektrode 26B enthält beispielsweise das gleiche Material wie das der Gate-Elektrode 26 des Auswahltransistors 204 oder dergleichen.

**[0159]** Ferner ist das Speicherelement 208 in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen, wobei eine Gate-Längsrichtung des Speicherelements 208 parallel zu der Gate-Längsrichtung des Auswahltransistors 204 oder dergleichen ist.

[Arbeitsweisen und Effekte]

**[0160]** Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 gemäß der neunten Ausführungsform ermöglicht es, Arbeitsweisen und Effekte zu erreichen, die den Arbeitsweisen und Effekten ähnlich sind, die mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zu erreichen sind.

**[0161]** Zusätzlich enthält die Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 das Speicherelement 208 auf der zweiten Halbleiterschicht 21 der zweiten Basis 20, wie in **Fig. 12** dargestellt. Auf diese Weise ist es möglich, die zweite Halbleiterschicht 21 effektiv zu verwenden. Beispielsweise kann eine Schaltung, die einen ferroelektrischen Speicher enthält, auf der zweiten Halbleiterschicht 21 montiert sein.

**[0162]** Ferner ist in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 das Speicherelement 208 in der zweiten Halbleiterschicht 21 vorgesehen, wobei eine Gate-Längsrichtung des Speicherelements 208 parallel zu der Gate-Längsrichtung des Auswahltransistors 204 oder dergleichen, der die Pixelschaltung 200 bildet (siehe **Fig. 1**), ist. Dadurch kann das Auftreten eines Kurzkanaleffekts oder von Rauschen in dem Speicherelement 208 effektiv unterdrückt oder verhindert werden und infolgedessen die elektrische Zuverlässigkeit verbessert werden.

**[0163]** Zusätzlich ist es möglich, eine Abmessung des Speicherelements 208 in Gate-Breitenrichtung zu erweitern, und dadurch ist es möglich, die Transkonduktanz zu verbessern.

**[0164]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 gemäß der neunten Ausführungsform mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 7 gemäß der siebten Ausführungsform oder der Festkörperbildgebungsvorrichtung 8 gemäß der achten Ausführungsform kombiniert werden kann, um die zweite Halbleiterschicht 21 mit dem Speicherelement 208 und dem Kondensator 206 oder dem Widerstand 207 auszustatten.

**[0165]** Ferner kann die Festkörperbildgebungsvorrichtung 9 gemäß der neunten Ausführungsform mit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 7 gemäß der

siebten Ausführungsform und der Festkörperbildungsvorrichtung 8 gemäß der achten Ausführungsform kombiniert werden, um die zweite Halbleiterschicht 21 mit dem Speicherelement 208, dem Kondensator 206 und dem Widerstand 207 auszustatten.

<10. Anwendungsbeispiel für einen Mobilkörper>

**[0166]** Die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung (die vorliegende Technologie) ist auf verschiedene Produkte anwendbar. Beispielsweise kann die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung als eine Vorrichtung implementiert sein, die auf einer beliebigen Art eines Mobilkörpers, wie etwa einem Automobil, einem Elektrofahrzeug, einem Hybridelektrofahrzeug, einem Motorrad, einem Fahrrad, einer „Personal Mobility“-Vorrichtung, einem Flugzeug, einer Drohne, einem Schiff oder einem Roboter, zu montieren ist.

**[0167]** Fig. 13 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine schematische Konfiguration eines Fahrzeugsteuersystems als ein Beispiel für ein Mobilkörpersteuersystem darstellt, auf das die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung angewandt werden kann.

**[0168]** Das Fahrzeugsteuersystem 12000 enthält mehrere elektronische Steuereinheiten, die über ein Kommunikationsnetz 12001 miteinander verbunden sind. Bei dem in Fig. 13 dargestellten Beispiel enthält das Fahrzeugsteuersystem 12000 eine Antriebssystemsteuereinheit 12010, eine Karoseriesystemsteuereinheit 12020, eine Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030, eine Fahrzeuginnenbereichsinformationsdetektionseinheit 12040 und eine integrierte Steuereinheit 12050. Zusätzlich sind ein Mikrocomputer 12051, ein Ton-/Bild-Ausgabeabschnitt 12052 und eine fahrzeugmontierte Netz-Schnittstelle (Netz-SST) 12053 als eine funktionale Konfiguration der integrierten Steuereinheit 12050 dargestellt.

**[0169]** Die Antriebssystemsteuereinheit 12010 steuert den Betrieb von Vorrichtungen hinsichtlich des Antriebssystems des Fahrzeugs gemäß verschiedenen Arten von Programmen. Zum Beispiel fungiert die Antriebssystemsteuereinheit 12010 als eine Steuervorrichtung für eine Antriebskrafterzeugungsvorrichtung zum Erzeugen der Antriebskraft des Fahrzeugs, wie etwa einen Verbrennungsmotor, einen Antriebsmotor oder dergleichen, einen Antriebskraftübertragungsmechanismus zum Übertragen der Antriebskraft auf die Räder, einen Lenkmechanismus zum Anpassen des Lenkwinkels des Fahrzeugs, eine Bremsvorrichtung zum Erzeugen der Bremskraft des Fahrzeugs und dergleichen.

**[0170]** Die Karoseriesystemsteuereinheit 12020 steuert den Betrieb verschiedener Arten von Vorrichtungen, die an einer Fahrzeugkarosserie bereitgestellt sind, gemäß verschiedenen Arten von Programmen. Zum Beispiel fungiert die Karoseriesystemsteuereinheit 12020 als eine Steuervorrichtung für ein schlüsselloses Zugangssystem, ein intelligentes Schlüsselsystem, eine elektrische Fensterhebevorrichtung oder verschiedene Arten von Leuchten, wie etwa einen Frontscheinwerfer, ein Rückfahrlicht, ein Bremslicht, einen Fahrtrichtungsanzeiger, einen Nebelscheinwerfer oder dergleichen. In diesem Fall können Funkwellen, die von einer Mobilvorrichtung als eine Alternative zu einem Schlüssel übertragen werden, oder Signale verschiedener Arten von Schaltern in die Karoseriesystemsteuereinheit 12020 eingegeben werden. Die Karoseriesystemsteuereinheit 12020 empfängt diese Eingabefunkwellen oder Signale und steuert eine Türverriegelungsvorrichtung, die elektrische Fensterhebevorrichtung, die Leuchten oder dergleichen des Fahrzeugs.

**[0171]** Die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 detektiert Informationen über den Außenbereich des Fahrzeugs, einschließlich des Fahrzeugsteuersystems 12000. Zum Beispiel ist die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 mit einem Bildgebungsabschnitt 12031 verbunden. Die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 bewirkt, dass der Bildgebungsabschnitt 12031 ein Bild des Außenbereichs des Fahrzeugs aufnimmt, und empfängt das aufgenommene Bild. Basierend auf dem empfangenen Bild kann die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 eine Verarbeitung zum Detektieren eines Objekts, wie etwa eines Menschen, eines Fahrzeugs, eines Hindernisses, eines Schildes, eines Symbols auf einer Straßenoberfläche oder dergleichen, oder eine Verarbeitung zum Detektieren einer Entfernung dazu durchführen.

**[0172]** Der Bildgebungsabschnitt 12031 ist ein optischer Sensor, der Licht empfängt und der ein elektrisches Signal ausgibt, das einer empfangenen Lichtmenge des Lichts entspricht. Der Bildgebungsabschnitt 12031 kann das elektrische Signal als ein Bild ausgeben oder kann das elektrische Signal als Informationen über eine gemessene Entfernung ausgeben. Zusätzlich kann das durch den Bildgebungsabschnitt 12031 empfangene Licht sichtbares Licht sein oder kann nicht sichtbares Licht, wie etwa Infrarotstrahlen oder dergleichen, sein.

**[0173]** Die Fahrzeuginnenbereichsinformationsdetektionseinheit 12040 detektiert Informationen über den Innenbereich des Fahrzeugs. Die Fahrzeuginnenbereichsinformationsdetektionseinheit 12040 ist zum Beispiel mit einem Fahrerzustandsdetektions-

abschnitt 12041 verbunden, der den Zustand eines Fahrers detektiert. Der Fahrerzustandsdetektionsabschnitt 12041 enthält zum Beispiel eine Kamera, die den Fahrer aufnimmt. Basierend auf Detektionsinformationen, die von dem Fahrerzustandsdetektionsabschnitt 12041 eingegeben werden, kann die Fahrzeuginnenbereichsinformationsdetektionseinheit 12040 einen Müdigkeitsgrad des Fahrers oder einen Konzentrationsgrad des Fahrers berechnen oder kann bestimmen, ob der Fahrer döst.

**[0174]** Der Mikrocomputer 12051 kann einen Steuersollwert für die Antriebskraftherzeugungsvorrichtung, den Lenkmechanismus oder die Bremsvorrichtung basierend auf den Informationen über den Innenbereich oder den Außenbereich des Fahrzeugs berechnen, wobei diese Informationen durch die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 oder die Fahrzeuginnenbereichsinformationsdetektionseinheit 12040 erhalten werden, und einen Steuerbefehl an die Antriebssystemsteuereinheit 12010 ausgeben. Zum Beispiel kann der Mikrocomputer 12051 eine kooperative Steuerung durchführen, die die Funktionen eines Fahrerassistenzsystems (ADAS: Advanced Driver Assistance System) implementieren soll, wobei diese Funktionen eine Kollisionsvermeidung oder Aufprallabschwächung für das Fahrzeug, eine Folgefahrt basierend auf einer Folgeentfernung, eine Fahrt mit Geschwindigkeitsbeibehaltung, eine Warnung bezüglich einer Kollision des Fahrzeugs, eine Warnung, dass das Fahrzeug eine Spur verlässt, oder dergleichen beinhalten.

**[0175]** Zusätzlich kann der Mikrocomputer 12051 eine kooperative Steuerung durchführen, bereitgestellt für automatisiertes Fahren, was bewirkt, dass das Fahrzeug automatisiert ohne Abhängigkeit von der Bedienung des Fahrers fährt, oder dergleichen, indem die Antriebskraftherzeugungsvorrichtung, der Lenkmechanismus, die Bremsvorrichtung oder dergleichen basierend auf den Informationen über den Außenbereich oder den Innenbereich des Fahrzeugs gesteuert werden, wobei die Informationen durch die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 oder die Fahrzeuginnenbereichsinformationsdetektionseinheit 12040 erhalten werden.

**[0176]** Zusätzlich kann der Mikrocomputer 12051 einen Steuerbefehl an die Karosseriesystemsteuerungseinheit 12020 basierend auf den Informationen über den Außenbereich des Fahrzeugs ausgeben, wobei diese Informationen durch die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 erhalten werden. Zum Beispiel kann der Mikrocomputer 12051 eine kooperative Steuerung durchführen, die ein Blenden verhindern soll, indem der Frontscheinwerfer so gesteuert wird, dass zum Beispiel von einem Fernlicht auf ein Abblendlicht gemäß der Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs oder

eines entgegenkommenden Fahrzeugs gewechselt wird, welche durch die Fahrzeugaußenbereichsinformationsdetektionseinheit 12030 detektiert wird.

**[0177]** Der Ton/Bild-Ausgabeabschnitt 12052 überträgt ein Ausgabesignal eines Tons und/oder eines Bilds an eine Ausgabevorrichtung, die dazu in der Lage ist, einem Insassen des Fahrzeuges oder dem Außenbereich des Fahrzeugs Informationen visuell oder akustisch mitzuteilen. Bei dem Beispiel aus **Fig. 13** sind ein Audiolautsprecher 12061, ein Anzeigeabschnitt 12062 und ein Armaturenbrett 12063 als die Ausgabevorrichtung dargestellt. Der Anzeigeabschnitt 12062 kann zum Beispiel eine Onboard-Anzeige und/oder eine Head-Up-Anzeige beinhalten.

**[0178]** **Fig. 14** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Installationsposition des Bildgebungsabschnitts 12031 darstellt.

**[0179]** In **Fig. 14** enthält der Bildgebungsabschnitt 12031 Bildgebungsabschnitte 12101, 12102, 12103, 12104 und 12105.

**[0180]** Die Bildgebungsabschnitte 12101, 12102, 12103, 12104 und 12105 sind zum Beispiel an Positionen an einer Frontnase, Seitenspiegeln, einer hinteren Stoßstange und einer Hecktüre des Fahrzeugs 12100 sowie einer Position auf einem oberen Teil einer Windschutzscheibe innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs angeordnet. Der an der Frontnase bereitgestellte Bildgebungsabschnitt 12101 und der an dem oberen Teil der Windschutzscheibe innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs bereitgestellte Bildgebungsabschnitt 12105 erhalten hauptsächlich ein Bild der Vorderseite des Fahrzeugs 12100. Die an den Seitenspiegeln bereitgestellten Bildgebungsabschnitte 12102 und 12103 erhalten hauptsächlich ein Bild der Seiten des Fahrzeugs 12100. Der an der hinteren Stoßstange oder der Hecktüre bereitgestellte Bildgebungsabschnitt 12104 erhält hauptsächlich ein Bild der Rückseite des Fahrzeugs 12100. Der auf dem oberen Teil der Windschutzscheibe innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs bereitgestellte Bildgebungsabschnitt 12105 wird hauptsächlich zum Detektieren eines vorausfahrenden Fahrzeugs, eines Fußgängers, eines Hindernisses, eines Signals, eines Verkehrsschildes, einer Fahrspur oder dergleichen verwendet.

**[0181]** Im Übrigen bildet **Fig. 14** ein Beispiel für Fotografierbereiche der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 ab. Ein Bildgebungsbereich 12111 repräsentiert den Bildgebungsbereich des an der Frontnase bereitgestellten Bildgebungsabschnitts 12101. Bildgebungsbereiche 12112 und 12113 repräsentieren die Bildgebungsbereiche der an den Seitenspiegeln bereitgestellten Bildgebungsabschnitte 12102 bzw. 12103. Ein Bildgebungsbereich 12114 repräsentiert den Bildgebungsbereich des an

der hinteren Stoßstange oder der Hecktüre bereitgestellten Bildgebungsabschnitts 12104. Ein Vogelperspektivenbild des Fahrzeugs 12100 wie bei Betrachtung von oberhalb wird zum Beispiel durch Überlagern von Bilddaten erhalten, die durch die Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 erhalten werden.

**[0182]** Wenigstens einer der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 kann eine Funktion zum Erhalten von Abstandsinformationen aufweisen. Zum Beispiel kann wenigstens einer der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 eine Stereokamera sein, die aus mehreren Bildgebungsselementen besteht, oder kann ein Bildgebungsselement mit Pixeln zur Phasendifferenzdetektion sein.

**[0183]** Zum Beispiel kann der Mikrocomputer 12051 eine Entfernung zu jedem dreidimensionalen Objekt innerhalb der Bildgebungsbereiche 12111 bis 12114 und eine zeitliche Änderung der Entfernung (relative Geschwindigkeit mit Bezug auf das Fahrzeug 12100) basierend auf den von den Bildgebungsabschnitten 12101 bis 12104 erhaltenen Entfernungsinformationen bestimmen und dadurch als ein vorausfahrendes Fahrzeug insbesondere ein nächstes dreidimensionales Objekt extrahieren, das in dem Bewegungspfad des Fahrzeugs 12100 vorhanden ist und das sich in im Wesentlichen der gleichen Richtung wie das Fahrzeug 12100 mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit (zum Beispiel gleich oder größer als 0 km/h) bewegt. Ferner kann der Mikrocomputer 12051 eine Folgeentfernung, die zu einem vorausfahrenden Fahrzeug vorweg einzuhalten ist, im Voraus einstellen und eine automatische Bremssteuerung (einschließlich Folgestoppsteuerung), eine automatische Beschleunigungssteuerung (einschließlich Folgestartsteuerung) und dergleichen durchführen. Es ist dementsprechend möglich, eine kooperative Steuerung durchzuführen, die für eine automatisierte Fahrt beabsichtigt ist, die es ermöglicht, dass das Fahrzeug automatisiert ohne Abhängigkeit von der Bedienung des Fahrers oder dergleichen fährt.

**[0184]** Zum Beispiel kann der Mikrocomputer 12051 dreidimensionale Objektdaten über dreidimensionale Objekte in dreidimensionale Objektdaten eines zweirädrigen Fahrzeugs, eines Fahrzeugs mit Standardgröße, eines Fahrzeugs mit großer Größe, eines Fußgängers, eines Strommasts und anderer dreidimensionaler Objekte basierend auf den Abstandsinformationen, die von den Bildgebungsabschnitten 12101 bis 12104 erhalten werden, klassifizieren, die klassifizierten dreidimensionalen Objektdaten extrahieren und die extrahierten dreidimensionalen Objektdaten für eine automatische Vermeidung eines Hindernisses verwenden. Zum Beispiel identifiziert der Mikrocomputer 12051 Hindernisse um das Fahrzeug 12100 herum als Hindernisse, die der Fah-

rer des Fahrzeugs 12100 visuell erkennen kann, und Hindernisse, die für den Fahrer des Fahrzeugs 12100 schwer visuell zu erkennen sind. Dann bestimmt der Mikrocomputer 12051 ein Kollisionsrisiko, das ein Risiko einer Kollision mit jedem Hindernis angibt. In einer Situation, in der das Kollisionsrisiko gleich oder höher als ein eingestellter Wert ist und dementsprechend eine Möglichkeit einer Kollision besteht, gibt der Mikrocomputer 12051 eine Warnung an den Fahrer über den Audiolautsprecher 12061 oder den Anzeigeabschnitt 12062 aus und führt eine erzwungene Verlangsamung oder Ausweichenlenkung über die Antriebssystemsteuereinheit 12010 durch. Der Mikrocomputer 12051 kann dadurch das Fahren zum Vermeiden einer Kollision unterstützen.

**[0185]** Mindestens einer der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 kann eine Infrarotkamera sein, die Infrarotstrahlen detektiert. Der Mikrocomputer 12051 kann zum Beispiel einen Fußgänger erkennen, indem er bestimmt, ob es einen Fußgänger in aufgenommenen Bildern der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 gibt oder nicht. Eine solche Erkennung eines Fußgängers wird zum Beispiel durch eine Prozedur zum Extrahieren charakteristischer Punkte in den aufgenommenen Bildern der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 als Infrarotkameras und eine Prozedur zum Bestimmen, ob es einen Fußgänger gibt oder nicht, indem eine Musterabgleichverarbeitung an einer Reihe charakteristischer Punkte durchgeführt wird, die den Umriss des Objekts repräsentieren, durchgeführt. Wenn der Mikrocomputer 12051 bestimmt, dass es einen Fußgänger in den aufgenommenen Bildern der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 gibt, und dementsprechend den Fußgänger erkennt, steuert der Ton/Bild-Ausgabeabschnitt 12052 den Anzeigeabschnitt 12062 derart, dass eine quadratische Umrisslinie zur Hervorhebung so angezeigt wird, dass sie auf dem erkannten Fußgänger überlagert wird. Der Ton/Bild-Ausgabeabschnitt 12052 kann auch den Anzeigeabschnitt 12062 derart steuern, dass ein Symbol oder dergleichen, das den Fußgänger repräsentiert, an einer gewünschten Position angezeigt wird.

**[0186]** Im Vorstehenden ist ein Beispiel des Fahrzeugsteuersystems beschrieben, in dem die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung anwendbar ist. Die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung ist auf den Bildgebungsabschnitt 12031 der vorstehend beschriebenen Komponenten anwendbar. Das Anwenden der Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung auf den Bildgebungsabschnitt 12031 ermöglicht es, den Bildgebungsabschnitt 12031 mit einer einfacheren Konfiguration zu erreichen.

<11. Anwendungsbeispiel für ein endoskopisches Chirurgiesystem>

**[0187]** Die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung (die vorliegende Technologie) ist auf verschiedene Produkte anwendbar. Zum Beispiel kann die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung auf ein endoskopisches Chirurgiesystem angewandt werden.

**[0188]** Fig. 15 ist eine Ansicht, die ein Beispiel für eine schematische Konfiguration eines endoskopischen Chirurgiesystems darstellt, auf das die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung (vorliegende Technologie) angewandt werden kann.

**[0189]** In Fig. 15 ist ein Zustand dargestellt, in dem ein Chirurg (Arzt) 11131 ein endoskopisches Chirurgiesystem 11000 verwendet, um eine Operation für einen Patienten 11132 auf einem Patientenbett 11133 durchzuführen. Wie abgebildet, enthält das endoskopische Chirurgiesystem 11000 ein Endoskop 11100, andere chirurgische Werkzeuge 11110, wie etwa einen Pneumoperitoneumschlauch 11111 und eine Energievorrichtung 11112, eine Stützarmeinrichtung 11120, die das Endoskop 11100 darauf stützt, und einen Wagen 11200, auf dem verschiedene Einrichtungen zur endoskopischen Chirurgie montiert sind.

**[0190]** Das Endoskop 11100 enthält einen Objektivtubus 11101 mit einem Gebiet einer vorbestimmten Länge von einem distalen Ende davon entfernt, das in eine Körperhöhle des Patienten 11132 einzuführen ist, und einen Kamerakopf 11102, der mit einem proximalen Ende des Objektivtubus 11101 verbunden ist. In dem abgebildeten Beispiel ist das Endoskop 11100 abgebildet, das ein starres Endoskop mit dem Objektivtubus 11101 des harten Typs enthält. Jedoch kann das Endoskop 11100 ansonsten als ein flexibles Endoskop mit dem Linsentubus 11101 des flexiblen Typs enthalten sein.

**[0191]** Der Objektivtubus 11101 weist an einem distalen Ende davon eine Öffnung auf, in die eine Objektivlinse eingesetzt ist. Eine Lichtquelleneinrichtung 11203 ist derart mit dem Endoskop 11100 verbunden, dass durch die Lichtquelleneinrichtung 11203 erzeugtes Licht durch einen Lichtleiter, der sich im Inneren des Objektivtubus 11101 erstreckt, in ein distales Ende des Objektivtubus 11101 eingeführt wird und durch die Objektivlinse zu einem Beobachtungsziel in einem Körperhohlraum des Patienten 11132 hin abgestrahlt wird. Es wird darauf hingewiesen, dass das Endoskop 11100 ein Vorwärtsbetrachtungsendoskop sein kann oder ein Schrägbetrachtungsendoskop oder ein Seitenbetrachtungsendoskop sein kann.

**[0192]** Ein optisches System und ein Bildaufnahmeelement sind innerhalb des Kamerakopfs 11102 so vorgesehen, dass reflektiertes Licht (Beobachtungslicht) von dem Beobachtungsziel durch das optische System auf das Bildaufnahmeelement konzentriert wird. Das Beobachtungslicht wird durch das Bildaufnahmeelement fotoelektrisch umgesetzt, um ein elektrisches Signal zu erzeugen, das dem Beobachtungslicht entspricht, nämlich ein Bildsignal, das einem Beobachtungsbild entspricht. Das Bildsignal wird als RAW-Daten an eine CCU 11201 übertragen.

**[0193]** Die CCU 11201 enthält eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), eine Grafikverarbeitungseinheit (GPU) oder dergleichen und steuert integral einen Betrieb des Endoskops 11100 und einer Anzeigeeinrichtung 11202. Ferner empfängt die CCU 11201 ein Bildsignal von dem Kamerakopf 11102 und führt verschiedene Bildprozesse zum Anzeigen eines Bildes basierend auf dem Bildsignal, wie etwa zum Beispiel einen Entwicklungsprozess (Demosaic-Prozess), für das Bildsignal durch.

**[0194]** Die Anzeigeeinrichtung 11202 zeigt darauf ein Bild basierend auf einem Bildsignal, für das die Bildprozesse durch die CCU 11201 unter der Steuerung der CCU 11201 durchgeführt worden sind, an.

**[0195]** Die Lichtquelleneinrichtung 11203 enthält eine Lichtquelle, wie zum Beispiel eine Leuchtdiode (LED - light emitting diode), und liefert Bestrahlungslicht bei Abbildung eines Operationsgebiets zu dem Endoskop 11100.

**[0196]** Eine Eingabeeinrichtung 11204 ist eine Eingabeschnittstelle für das endoskopische Chirurgiesystem 11000. Ein Benutzer kann das Eingeben verschiedener Arten von Informationen oder eine Anweisungseingabe in das endoskopische Chirurgiesystem 11000 durch die Eingabeeinrichtung 11204 durchführen. Zum Beispiel würde der Benutzer eine Anweisung oder dergleichen zum Ändern einer Bildaufnahmebedingung (Art des Bestrahlungslichts, Vergrößerung, Brennweite oder dergleichen) durch das Endoskop 11100 eingeben.

**[0197]** Eine Behandlungswerkzeugsteuereinrichtung 11205 steuert die Ansteuerung der Energievorrichtung 11112 zur Kauterisation oder Inzision eines Gewebes, zum Versiegeln eines Blutgefäßes oder dergleichen. Eine Pneumoperitoneumeinrichtung 11206 führt Gas durch den Pneumoperitoneumschlauch 11111 in einen Körperhohlraum des Patienten 11132 ein, um den Körperhohlraum aufzublasen, um das Sichtfeld des Endoskops 11100 sicherzustellen und den Arbeitsraum für den Chirurgen sicherzustellen. Ein Aufzeichnungsgerät 11207 ist eine Einrichtung, die zum Aufzeichnen verschiedener Arten von Informationen bezüglich der Chirurgie in der Lage ist. Ein Drucker 11208 ist eine Einrichtung, die

zum Drucken verschiedener Arten von Informationen bezüglich der Chirurgie in verschiedenen Formen, wie etwa eines Textes, eines Bildes oder eines Graphen, in der Lage ist.

**[0198]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Lichtquelleneinrichtung 11203, die Bestrahlungslicht, wenn ein Operationsgebiet bildlich zu erfassen ist, an das Endoskop 11100 liefert, eine Weißlichtquelle enthalten kann, die zum Beispiel eine LED, eine Laserlichtquelle oder eine Kombination daraus enthält. Wenn eine Weißlichtquelle eine Kombination aus roten, grünen und blauen (RGB) Laserlichtquellen enthält, kann eine Anpassung des Weißabgleichs eines aufgenommenen Bildes durch die Lichtquelleneinrichtung 11203 durchgeführt werden, da die Ausgabintensität und das Ausgabetimeing mit einem hohen Genauigkeitsgrad für jede Farbe (jede Wellenlänge) gesteuert werden können. Ferner werden in diesem Fall Laserstrahlen von den jeweiligen RGB-Laserlichtquellen zeitlich aufgeteilt auf ein Beobachtungsziel gestrahlt und wird eine Ansteuerung der Bildaufnahmeelemente des Kamerakopfes 11102 in Synchronisation mit den Bestrahlungstimmings gesteuert. Dann können Bilder, die einzeln der R-, G- und B-Farbe entsprechen, auch zeitlich aufgeteilt aufgenommen werden. Gemäß diesem Verfahren kann ein Farbbild selbst dann erhalten werden, wenn keine Farbfilter für das Bildaufnahmeelement bereitgestellt werden.

**[0199]** Ferner kann die Lichtquelleneinrichtung 11203 so gesteuert werden, dass die Stärke von auszugebendem Licht für jede vorbestimmte Zeit geändert wird. Durch das Steuern des Ansterns des Bildaufnahmeelements des Kamerakopfes 11102 in Synchronisation mit dem Timing der Änderung der Lichtstärke, um Bilder im Zeitmultiplexverfahren zu erfassen, und Synthetisieren der Bilder kann ein Bild mit hohem Dynamikumfang ohne unterbelichtete blockierte Schatten und überbelichtete Hervorhebungen erzeugt werden.

**[0200]** Ferner kann die Lichtquelleneinrichtung 11203 so konfiguriert sein, dass sie in der Lage ist, Licht eines vorbestimmten Wellenlängenbands, das für eine Beobachtung mit speziellem Licht bereit ist, zuzuführen. Bei einer Speziallichtbeobachtung wird zum Beispiel durch Ausnutzung der Wellenlängenabhängigkeit einer Absorption von Licht in einem Körpergewebe von Bestrahlungslicht eines schmalen Bandes im Vergleich zu Bestrahlungslicht bei einer gewöhnlichen Beobachtung (nämlich Weißlicht) eine Schmalbandbeobachtung (Schmalbandbildung) zur Bildgebung eines vorbestimmten Gewebes, wie etwa eines Blutgefäßes eines oberflächlichen Teils der Schleimhaut oder dergleichen, mit einem hohem Kontrast durchgeführt. Alternativ dazu kann bei einer Speziallichtbeobachtung eine Fluoreszenzbeobachtung zum Erhalten eines Bildes

aus Fluoreszenzlicht durchgeführt werden, das durch Bestrahlung mit Anregungslicht erzeugt wird. Bei einer Fluoreszenzbeobachtung ist es möglich, eine Beobachtung von Fluoreszenzlicht von einem Körpergewebe durch Strahlen von Anregungslicht auf das Körpergewebe (Autofluoreszenzbeobachtung) durchzuführen oder ein Fluoreszenzlichtbild durch lokales Injizieren eines Reagenzes, wie etwa Indocyaningrün (ICG), in ein Körpergewebe und Bestrahlen mit Anregungslicht, das einer Fluoreszenzlichtwellenlänge des Reagenzes entspricht, auf das Körpergewebe zu erhalten. Die Lichtquelleneinrichtung 11203 kann zum Bereitstellen eines solchen Schmalbandlichts und/oder Anregungslichts konfiguriert sein, das für eine Speziallichtbeobachtung, wie vorstehend beschrieben, geeignet ist.

**[0201]** Fig. 16 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine funktionale Konfiguration des Kamerakopfes 11102 und der CCU 11201, die in Fig. 15 abgebildet sind, abbildet.

**[0202]** Der Kamerakopf 11102 enthält eine Linseneinheit 11401, eine Bildaufnahmeeinheit 11402, eine Antriebseinheit 11403, eine Kommunikationseinheit 11404 und eine Kamerakopfsteuereinheit 11405. Die CCU 11201 enthält eine Kommunikationseinheit 11411, eine Bildverarbeitungseinheit 11412 und eine Steuereinheit 11413. Der Kamerakopf 11102 und die CCU 11201 sind zur Kommunikation miteinander durch ein Übertragungskabel 11400 verbunden.

**[0203]** Die Linseneinheit 11401 ist ein optisches System, das an einer Verbindungsstelle mit dem Objektivtubus 11101 vorgesehen ist. Beobachtungslicht, das von einem distalen Ende des Objektivtubus 11101 einfällt, wird zu dem Kamerakopf 11102 geleitet und in die Linseneinheit 11401 eingeleitet. Die Linseneinheit 11401 enthält eine Kombination aus mehreren Linsen, die eine Zoomlinse und eine Fokussierungslinse enthält.

**[0204]** Die Anzahl von Bildaufnahmeelementen, die in der Bildaufnahmeeinheit 11402 enthalten sind, kann eine (Einzelplattentyp) oder mehrere (Mehrfachplattentyp) sein. Wenn die Bildaufnahmeeinheit 11402 als jene des Mehrfachplattentyps konfiguriert ist, werden zum Beispiel Bildsignale, die R, G bzw. B entsprechen, durch die Bildaufnahmeelemente erzeugt und die Bildsignale können synthetisiert werden, um ein Farbbild zu erhalten. Die Bildaufnahmeeinheit 11402 kann auch so konfiguriert sein, dass sie ein Paar Bildaufnahmeelemente zum Erlangen jeweiliger Bildsignale für das rechte Auge und das linke Auge aufweist, die für eine dreidimensionale (3D-) Anzeige bereit sind. Falls eine 3D-Anzeige durchgeführt wird, dann kann die Tiefe eines lebenden Körpergewebes in einem Operationsgebiet genauer von dem Chirurgen 11131 erfasst werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass, wenn die Bildaufnahmeinheit 11402 als jene vom stereoskopischen Typ konfiguriert ist, mehrere Systeme aus Linseneinheiten 11401 bereitgestellt sind, die den einzelnen Bildaufnahmeelementen entsprechen.

**[0205]** Ferner muss die Bildaufnahmeinheit 11402 nicht notwendigerweise an dem Kamerakopf 11102 vorgesehen sein. Zum Beispiel kann die Bildaufnahmeinheit 11402 unmittelbar hinter der Objektivlinse im Inneren des Objektivtubus 11101 bereitgestellt sein.

**[0206]** Die Ansteuerungseinheit 11403 enthält einen Aktor und bewegt die Zoomlinse und die Fokussierungslinse der Linseneinheit 11401 um eine vorbestimmte Entfernung entlang einer optischen Achse unter der Steuerung der Kamerakopfsteuereinheit 11405. Folglich können die Vergrößerung und der Brennpunkt eines durch die Bildaufnahmeinheit 11402 aufgenommenen Bildes geeignet angepasst werden.

**[0207]** Die Kommunikationseinheit 11404 enthält eine Kommunikationseinrichtung zum Übertragen und Empfangen verschiedener Arten von Informationen an die und von der CCU 11201. Die Kommunikationseinheit 11404 überträgt ein Bildsignal, das von der Bildaufnahmeinheit 11402 erfasst wurde, als RAW-Daten an die CCU 11201 durch das Übertragungskabel 11400.

**[0208]** Zusätzlich empfängt die Kommunikationseinheit 11404 ein Steuersignal zum Steuern der Ansteuerung des Kamerakopfes 11102 von der CCU 11201 und liefert das Steuersignal an die Kamerakopfsteuereinheit 11405. Das Steuersignal enthält Informationen bezüglich Bildaufnahmebedingungen, wie etwa zum Beispiel Informationen, dass eine Bildwiederholrate eines aufgenommenen Bildes designiert wird, Informationen, dass ein Belichtungswert bei der Bildaufnahme designiert wird, und/oder Informationen, dass eine Vergrößerung und ein Brennpunkt eines aufgenommenen Bildes designiert werden.

**[0209]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Bildaufnahmebedingungen, wie etwa die Bildwiederholrate, der Belichtungswert, die Vergrößerung oder der Brennpunkt, durch den Benutzer designiert werden können oder automatisch durch die Steuereinheit 11413 der CCU 11201 basierend auf einem erfassten Bildsignal eingestellt werden können. Im letzteren Fall werden eine Autobelichtung(AE)-Funktion, eine Autofokus(AF)-Funktion und eine Autoweißabgleich (AWB)-Funktion in das Endoskop 11100 eingebunden.

**[0210]** Die Kamerakopfsteuereinheit 11405 steuert eine Ansteuerung des Kamerakopfes 11102 basie-

rend auf einem Steuersignal von der CCU 11201, das durch die Kommunikationseinheit 11404 empfangen wird.

**[0211]** Die Kommunikationseinheit 11411 enthält eine Kommunikationseinrichtung zum Übertragen und Empfangen verschiedener Arten von Informationen an den und von dem Kamerakopf 11102. Die Kommunikationseinheit 11411 empfängt ein Bildsignal, das von dem Kamerakopf 11102 durch das Übertragungskabel 11400 an diese übertragen wird.

**[0212]** Ferner überträgt die Kommunikationseinheit 11411 ein Steuersignal zum Steuern der Ansteuerung des Kamerakopfes 11102 an den Kamerakopf 11102. Das Bildsignal und das Steuersignal können durch elektrische Kommunikation, optische Kommunikation oder dergleichen übertragen werden.

**[0213]** Die Bildverarbeitungseinheit 11412 führt verschiedene Bildprozesse für ein von dem Kamerakopf 11102 an diese übertragenes Bildsignal in der Form von RAW-Daten durch.

**[0214]** Die Steuereinheit 11413 führt verschiedene Arten einer Steuerung bezüglich der Bildaufnahme eines Operationsgebiets oder dergleichen durch das Endoskop 11100 und eine Anzeige eines aufgenommenen Bilds, das durch Bildaufnahme des Operationsgebiets oder dergleichen erhalten wird, durch. Zum Beispiel erzeugt die Steuereinheit 11413 ein Steuersignal zum Steuern der Ansteuerung des Kamerakopfes 11102.

**[0215]** Ferner steuert die Steuereinheit 11413 die Anzeigeeinrichtung 11202 basierend auf einem Bildsignal, für das Bildprozesse durch die Bildverarbeitungseinheit 11412 durchgeführt wurden, zum Anzeigen eines aufgenommenen Bilds, in dem das Operationsgebiet oder dergleichen abgebildet ist. Daraufhin kann die Steuereinheit 11413 verschiedene Objekte in dem aufgenommenen Bild unter Verwendung verschiedener Bilderkennungstechnologien erkennen. Zum Beispiel kann die Steuereinheit 11413 ein chirurgisches Werkzeug, wie etwa eine Zange, ein spezielles lebendes Körpergebiet, eine Blutung, Nebel, wenn die Energievorrichtung 11112 verwendet wird, und so weiter durch Detektieren der Form, Farbe und so weiter von Kanten von Objekten, die in dem aufgenommenen Bild enthalten sind, erkennen. Die Steuereinheit 11413 kann, wenn sie die Anzeigeeinrichtung 11202 zum Anzeigen eines aufgenommenen Bildes steuert, bewirken, dass verschiedene Arten von Chirurgiehilfsinformationen auf eine überlappende Weise mit einem Bild des Operationsgebiets unter Verwendung eines Ergebnisses der Erkennung angezeigt werden. Wenn Chirurgiehilfsinformationen auf eine überlappende Weise angezeigt und dem Chirurgen 11131 präsentiert werden, kann die Last für den Chirurgen

11131 reduziert werden und kann der Chirurg 11131 mit Sicherheit mit der Chirurgie fortfahren.

**[0216]** Das Übertragungskabel 11400, das den Kamerakopf 11102 und die CCU 11201 miteinander verbindet, ist ein elektrisches Signalkabel, das für eine Kommunikation eines elektrischen Signals bereit ist, eine optische Faser, die für eine optische Kommunikation bereit ist, oder ein gemischtadriges Kabel, das sowohl für eine elektrische als auch eine optische Kommunikation bereit ist.

**[0217]** Obwohl bei dem gezeigten Beispiel eine Kommunikation durch eine drahtgebundene Kommunikation unter Verwendung des Übertragungskabels 11400 durchgeführt wird, kann hier die Kommunikation zwischen dem Kamerakopf 11102 und der CCU 11201 durch drahtlose Kommunikation durchgeführt werden.

**[0218]** Im Vorstehenden ist ein Beispiel des endoskopischen Chirurgesystems beschrieben, in dem die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung angewandt werden kann. Die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung kann beispielsweise auf den Bildgebungsabschnitt 11402 des Kammerkopfes 11102 unter den vorstehend beschriebenen Komponenten angewandt werden. Das Anwenden der Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung auf den Bildgebungsabschnitt 11402 ermöglicht es, die Vereinfachung einer Struktur zu erreichen und ein bevorzugtes Bild des Operationsgebiets zu erhalten.

**[0219]** Es wird darauf hingewiesen, dass, obwohl das endoskopische Chirurgesystem hier als ein Beispiel beschrieben ist, die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung zusätzlich beispielsweise auf ein mikroskopisches Chirurgesystem oder gleichen angewandt werden kann.

#### <12. Andere Ausführungsformen>

**[0220]** Die vorliegende Technologie ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und kann auf vielfältige Weise modifiziert werden, ohne dass dies von der Kernaussage der Technologie abweicht.

**[0221]** Beispielsweise können die Festkörperbildgebungsvorrichtungen gemäß vorstehend beschriebenen der ersten Ausführungsform bis neunten Ausführungsform mit den Festkörperbildgebungsvorrichtungen gemäß zwei oder mehr der Ausführungsformen kombiniert werden.

**[0222]** Zusätzlich wird die vorliegende Technologie auf die Festkörperbildgebungsvorrichtung angewandt, die die beiden Schichten, d. h. die erste Halb-

leiterschicht und die zweite Halbleiterschicht, auf der dritten Basis enthält; sie ist jedoch auch auf einen Fall anwendbar, in dem drei oder mehr Halbleiterschichten auf der dritten Basis vorgesehen sind.

**[0223]** In der vorliegenden Offenbarung enthält die Festkörperbildgebungsvorrichtung eine erste Halbleiterschicht und eine zweite Halbleiterschicht. Ein Pixel ist in einer Matrix entlang einer Ebenenrichtung in der ersten Halbleiterschicht angeordnet. Das Pixel enthält einen photoelektrischen Umsetzer. Die Anzahl der Pixel ist zwei oder mehr. Die zweite Halbleiterschicht ist auf der ersten Halbleiterschicht auf einer gegenüberliegenden Seite einer Lichteinfallseite des Pixels gestapelt. Die zweite Halbleiterschicht enthält einen ersten Transistor, der mit dem Pixel elektrisch gekoppelt ist und eine Gate-Längsrichtung aufweist, die in Bezug auf eine Anordnungsrichtung des Pixels geneigt ist.

**[0224]** Der erste Transistor ist somit in der zweiten Halbleiterschicht unabhängig von der Anordnung des Pixels vorgesehen, was eine Miniaturisierung des Pixels in der ersten Halbleiterschicht ermöglicht. Darüber hinaus ist es möglich, die Gate-Längenabmessung des ersten Transistors zu vergrößern, indem die Gate-Längsrichtung des ersten Transistors in Bezug auf die Anordnungsrichtung des Pixels geneigt wird, was eine Verbesserung der elektrischen Eigenschaften des ersten Transistors ermöglicht.

#### <Konfiguration der vorliegenden Technologie>

**[0225]** Die vorliegende Technologie enthält die folgende Konfiguration.

(1) Eine Festkörperbildgebungsvorrichtung, die Folgendes enthält:

eine erste Halbleiterschicht, in der ein Pixel in einer Matrix entlang einer Ebenenrichtung angeordnet ist, wobei das Pixel einen photoelektrischen Umsetzer enthält und die Anzahl der Pixel zwei oder mehr ist; und

eine zweite Halbleiterschicht, die auf der ersten Halbleiterschicht auf einer gegenüberliegenden Seite des Pixels gestapelt ist und einen ersten Transistor enthält, wobei der erste Transistor elektrisch mit dem Pixel gekoppelt ist und eine Gate-Längsrichtung aufweist, die in Bezug auf eine Anordnungsrichtung des Pixels geneigt ist.

(2) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (1), wobei das Pixel in eine rechteckige Form in einer Draufsicht aufweist, und die Gate-Längsrichtung des ersten Transistors in der Draufsicht parallel zu einer Diagonalenrichtung des Pixels ist.

(3) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (1) oder (2), wobei der erste Transistor eine mit dem Pixel gekoppelte Pixelschaltung bildet.

(4) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (3), wobei der erste Transistor einen Verstärkertransistor, einen Auswahltransistor, einen Rücksetztransistor oder einen Umsetzungsverstärkungsschalttransistor mit schwebender Diffusion, der die Pixelschaltung bildet, enthält.

(5) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (4), wobei eine Gate-Länge des Verstärkertransistors länger ist als eine Gate-Länge des Auswahltransistors oder des Rücksetztransistors.

(6) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (4) oder (5), wobei mehrere der Verstärkertransistoren in Bezug auf die eine Pixelschaltung elektrisch parallel gekoppelt sind.

(7) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach einem aus den vorstehend beschriebenen (1) bis (6), die ferner Folgendes enthält:

einen ersten Anschluss, der auf einer Seite der ersten Halbleiterschicht zur zweiten Halbleiterschicht hin vorgesehen ist, wobei der erste Anschluss über eine erste Verdrahtungsschicht mit dem Pixel elektrisch gekoppelt ist; und

einen zweiten Anschluss, der auf einer Seite der zweiten Halbleiterschicht zur ersten Halbleiterschicht hin vorgesehen ist, wobei der zweite Anschluss mit dem ersten Transistor über eine zweite Verdrahtungsschicht elektrisch gekoppelt und an den ersten Anschluss gebondet ist.

(8) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach einem aus den vorstehend beschriebenen (1) bis (6), die ferner eine durchdringende Verdrahtungsleitung enthält, die die zweite Halbleiterschicht von der ersten Halbleiterschicht aus durchdringt, um das Pixel und den ersten Transistor elektrisch miteinander zu koppeln.

(9) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach einem aus den vorstehend beschriebenen (3) bis (8), die ferner eine dritte Halbleiterschicht enthält, die auf einer der ersten Halbleiterschicht gegenüberliegenden Seite der zweiten Halbleiterschicht gestapelt ist und auf der eine Peripherieschaltung montiert ist, wobei die Peripherieschaltung einen zweiten Transistor enthält und die Pixelschaltung steuert.

(10) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (9), wobei eine Gate-Längsrichtung des zweiten Transistors parallel zu der Anordnungsrichtung des Pixels ist.

(11) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach einem der vorstehend beschriebenen (1) bis (10), wobei ferner ein oder mehrere Elemente, die aus einem Metallkörper/dielektrischen Körper/Halbleiterkondensator, einem Widerstand und einem Speicherelement ausgewählt sind, in der zweiten Halbleiterschicht vorgesehen sind.

(12) Festkörper-Bildaufnahmevorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (11), wobei der Metallkörper/dielektrische Körper/Halbleiterkondensator einen Metallkörper als eine erste Elektrode und einen Halbleiter als eine zweite Elektrode enthält, wobei der Metallkörper in der Draufsicht eine rechteckige Form aufweist, und eine Mittellinie der ersten Elektrode parallel zur Gate-Längsrichtung des ersten Transistors ist.

(13) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach dem vorstehend beschriebenen (11) oder (12), wobei eine Widerstands Längsrichtung des Widerstands parallel zur Gate-Längsrichtung des ersten Transistors ist.

(14) Festkörperbildgebungsvorrichtung nach einem der vorstehend beschriebenen (11) bis (13), wobei das Speicherelement gepaarte Hauptelektroden, ein zwischen den Hauptelektroden vorgesehenes Kanalbildungsgebiet, einen auf dem kanalbildungsgebiet vorgesehenen ferroelektrischen Körper und eine auf dem ferroelektrischen Körper vorgesehene Gate-Elektrode enthält, und eine Gate-Längsrichtung des Speicherelements parallel zur Gate-Längsrichtung des ersten Transistors ist.

**[0226]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität auf Basis der japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2021-041892, eingereicht beim japanischen Patentamt am 15. März 2021, deren gesamter Inhalt in dieser Anmeldung durch Bezugnahme aufgenommen wird.

**[0227]** Von Fachleuten ist zu verstehen, dass verschiedene Modifikationen, Kombinationen, Unterkombinationen und Veränderungen abhängig von den Konstruktionsanforderungen und anderen Faktoren auftreten können, insoweit sie innerhalb des Schutzbereichs der beigefügten Ansprüche oder deren Äquivalente sind.

**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**

- WO 2019131965 A1 [0004]
- JP 2021041892 [0226]

**Patentansprüche**

1. Festkörperbildgebungs Vorrichtung, die Folgendes umfasst:

eine erste Halbleiterschicht, in der ein Pixel in einer Matrix entlang einer Ebenenrichtung angeordnet ist, wobei das Pixel einen photoelektrischen Umsetzer enthält und die Anzahl der Pixel zwei oder mehr ist; und

eine zweite Halbleiterschicht, die auf der ersten Halbleiterschicht auf einer einer Lichteinfallseite des Pixels gegenüberliegenden Seite gestapelt ist und einen ersten Transistor enthält, wobei der erste Transistor elektrisch mit dem Pixel gekoppelt ist und eine Gate-Längsrichtung aufweist, die in Bezug auf eine Anordnungsrichtung des Pixels geneigt ist.

2. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei

das Pixel in eine rechteckige Form in einer Draufsicht aufweist, und die Gate-Längsrichtung des ersten Transistors in der Draufsicht parallel zu einer Diagonalenrichtung des Pixels ist.

3. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der erste Transistor eine mit dem Pixel gekoppelte Pixelschaltung bildet.

4. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der erste Transistor einen Verstärkertransistor, einen Auswahltransistor, einen Rücksetztransistor oder einen Umsetzungsverstärkungsschalttransistor mit schwebender Diffusion, der die Pixelschaltung bildet, umfasst.

5. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei eine Gate-Länge des Verstärkertransistors länger ist als eine Gate-Länge des Auswahltransistors oder des Rücksetztransistors.

6. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei mehrere der Verstärkertransistoren in Bezug auf die eine Pixelschaltung elektrisch parallel gekoppelt sind.

7. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 1, die ferner Folgendes umfasst:

einen ersten Anschluss, der auf einer Seite der ersten Halbleiterschicht zur zweiten Halbleiterschicht hin vorgesehen ist, wobei der erste Anschluss über eine erste Verdrahtungsschicht mit dem Pixel elektrisch gekoppelt ist; und

einen zweiten Anschluss, der auf einer Seite der zweiten Halbleiterschicht zur ersten Halbleiterschicht hin vorgesehen ist, wobei der zweite Anschluss mit dem ersten Transistor über eine zweite Verdrahtungsschicht elektrisch gekoppelt und an den ersten Anschluss gebondet ist.

8. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 1, die ferner eine durchdringende Verdrahtungsleitung umfasst, die die zweite Halbleiterschicht von der ersten Halbleiterschicht aus durchdringt, um das Pixel und den ersten Transistor elektrisch miteinander zu koppeln.

9. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 3, die ferner eine dritte Halbleiterschicht umfasst, die auf einer der ersten Halbleiterschicht gegenüberliegenden Seite der zweiten Halbleiterschicht gestapelt ist und auf der eine Peripherieschaltung montiert ist, wobei die Peripherieschaltung einen zweiten Transistor enthält und die Pixelschaltung steuert.

10. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei eine Gate-Längsrichtung des zweiten Transistors parallel zu der Anordnungsrichtung des Pixels ist.

11. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei ferner ein oder mehrere Elemente, die aus einem Metallkörper/dielektrischen Körper/Halbleiterkondensator, einem Widerstand und einem Speicherelement ausgewählt sind, in der zweiten Halbleiterschicht vorgesehen sind.

12. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei der Metallkörper/dielektrische Körper/Halbleiterkondensator einen Metallkörper als eine erste Elektrode und einen Halbleiter als eine zweite Elektrode enthält, wobei der Metallkörper in der Draufsicht eine rechteckige Form aufweist, und eine Mittellinie der ersten Elektrode parallel zur Gate-Längsrichtung des ersten Transistors ist.

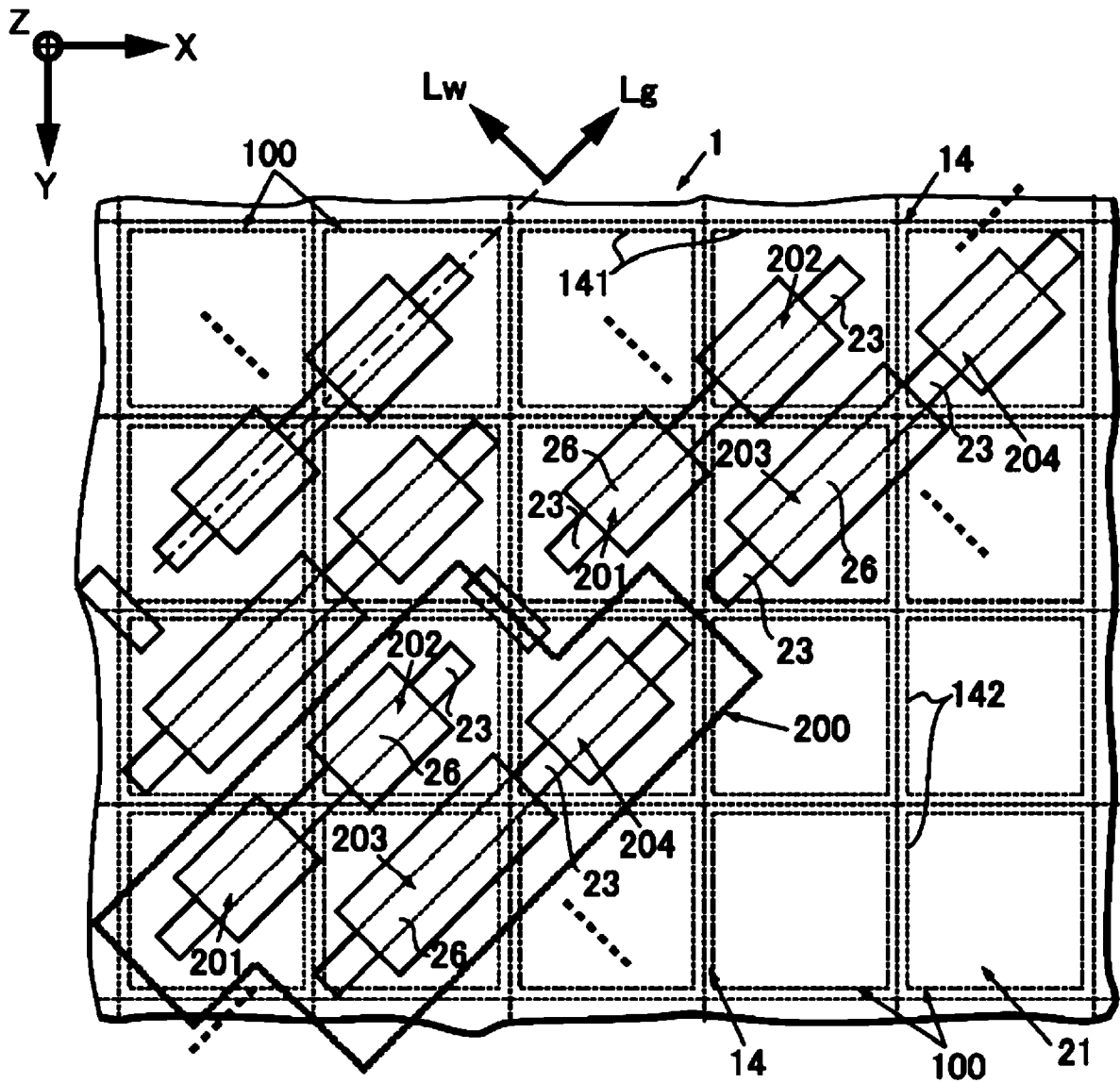
13. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei eine Widerstands-Längsrichtung des Widerstands parallel zur Gate-Längsrichtung des ersten Transistors ist.

14. Festkörperbildgebungs Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei das Speicherelement gepaarte Hauptelektroden, ein zwischen den Hauptelektroden vorgesehenes Kanalbildungsgebiet, einen auf dem Kanalbildungsgebiet vorgesehenen ferroelektrischen Körper und eine auf dem ferroelektrischen Körper vorgesehene Gate-Elektrode enthält, und eine Gate-Längsrichtung des Speicherelements parallel zur Gate-Längsrichtung des ersten Transistors ist.

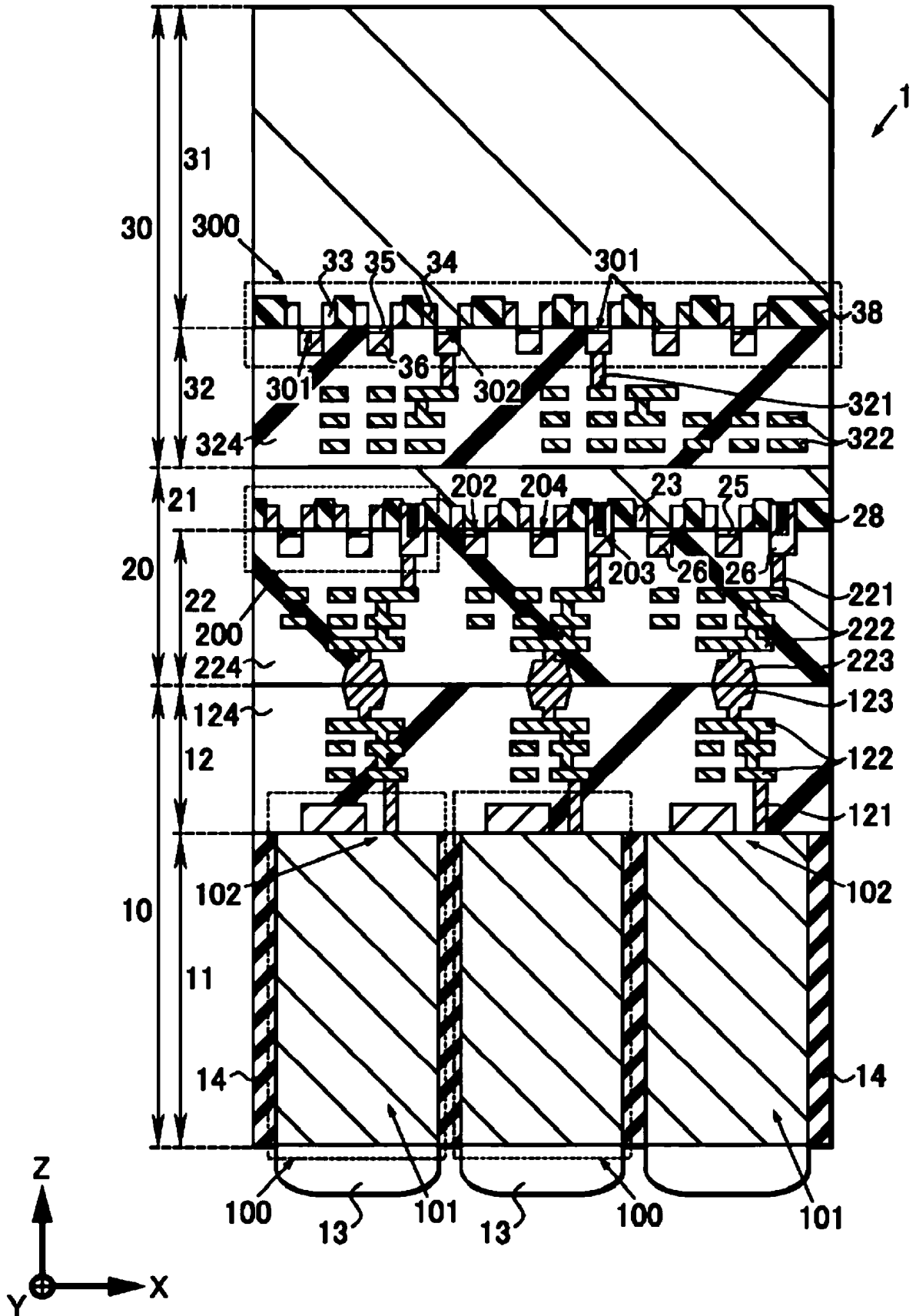
Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

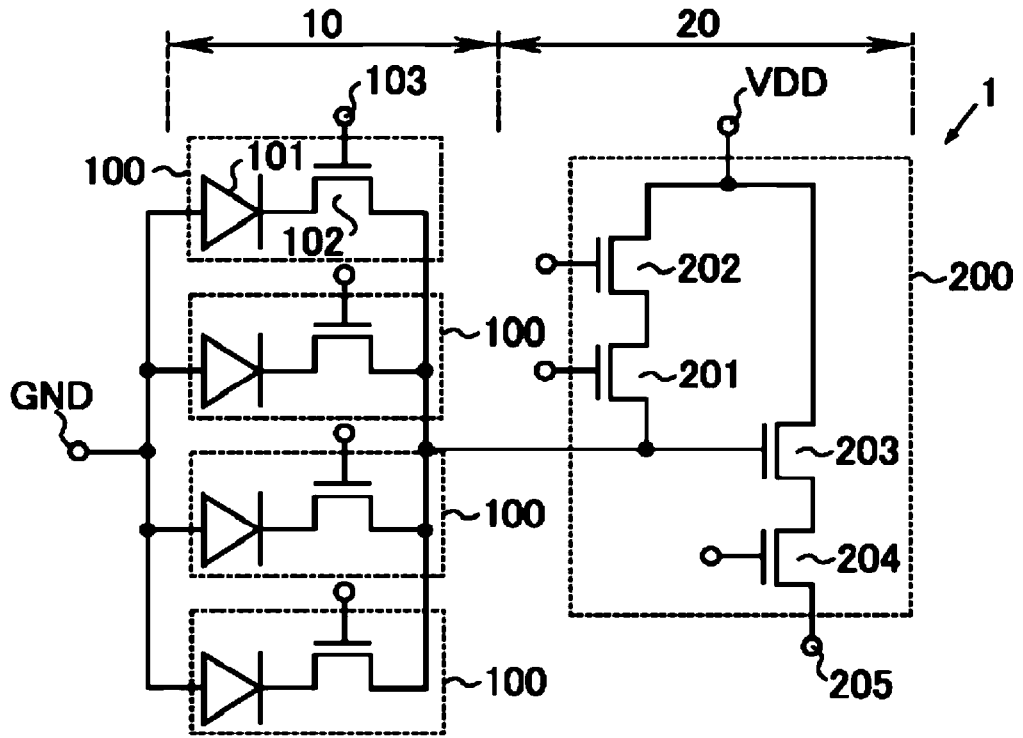
[ FIG. 1 ]



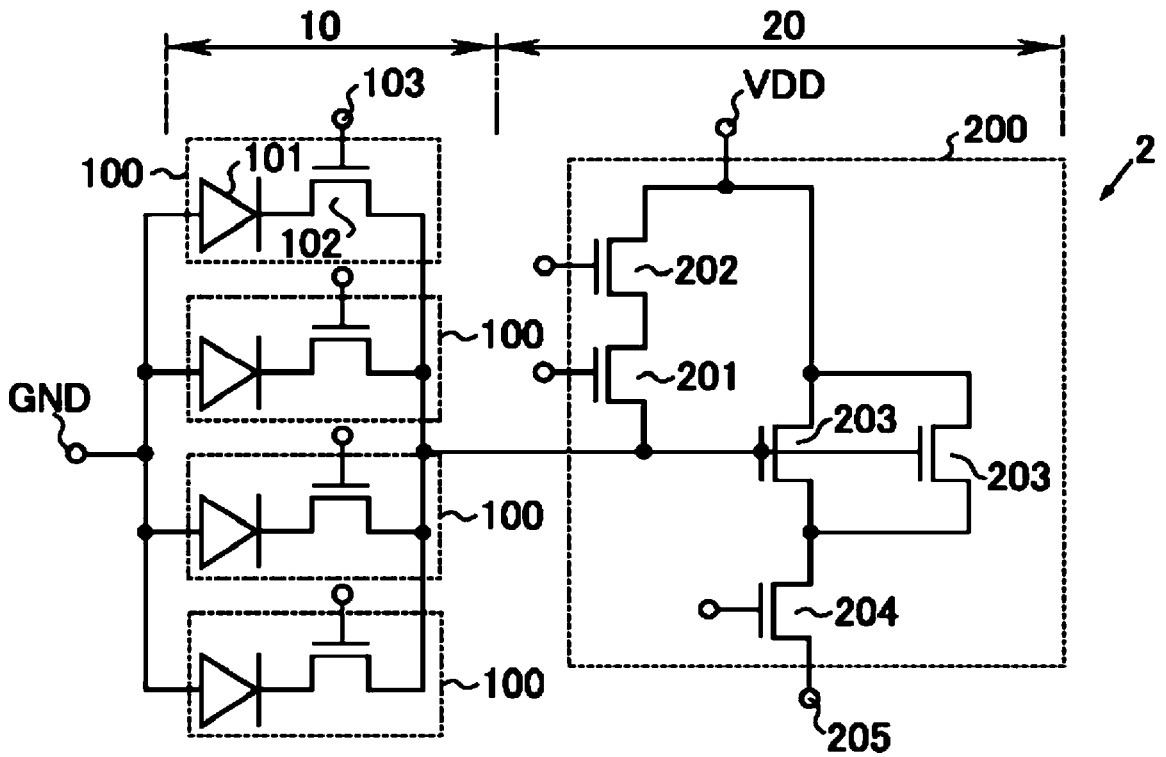
[ FIG. 2 ]



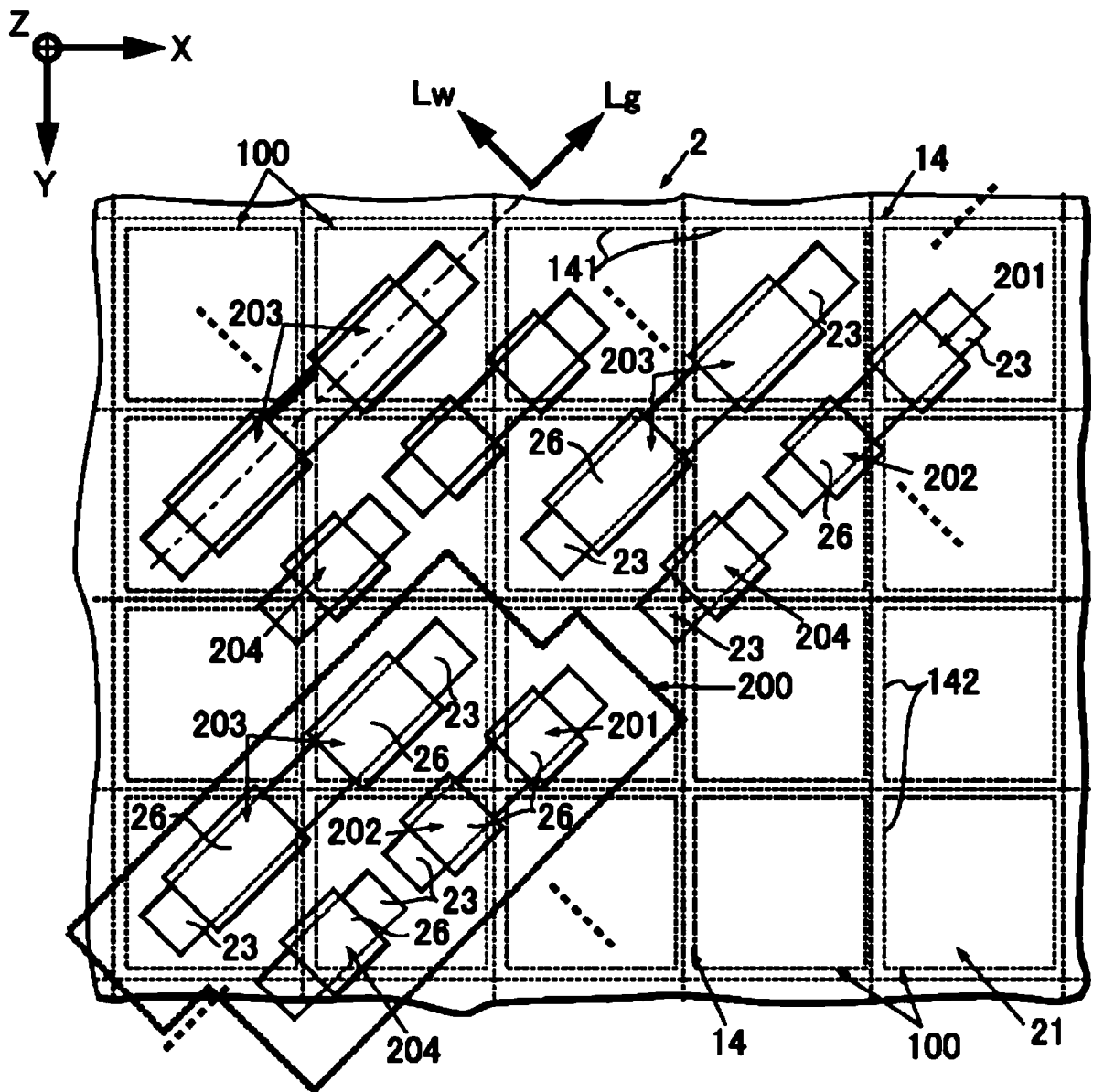
[ FIG. 3 ]



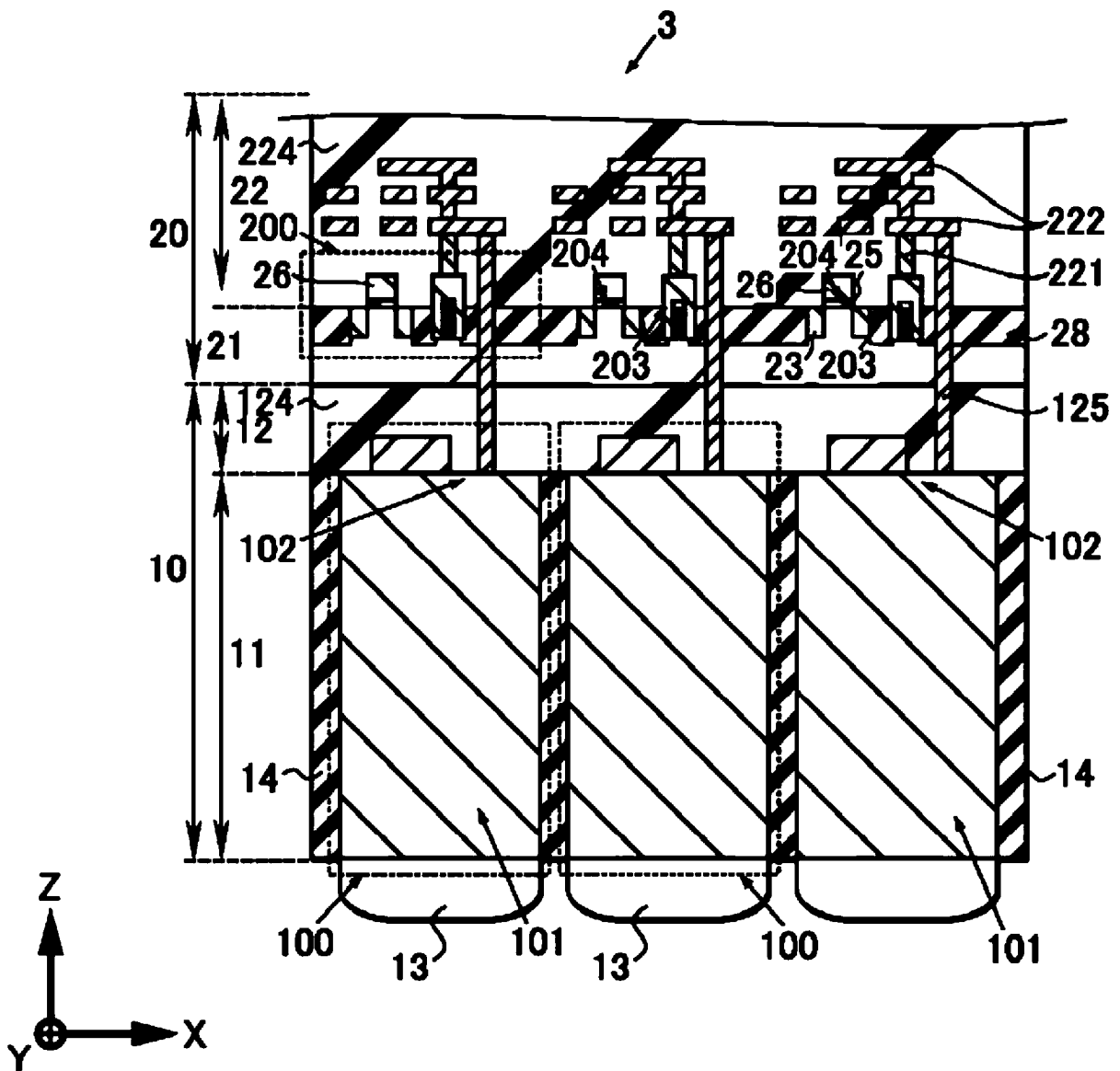
[ FIG. 4 ]



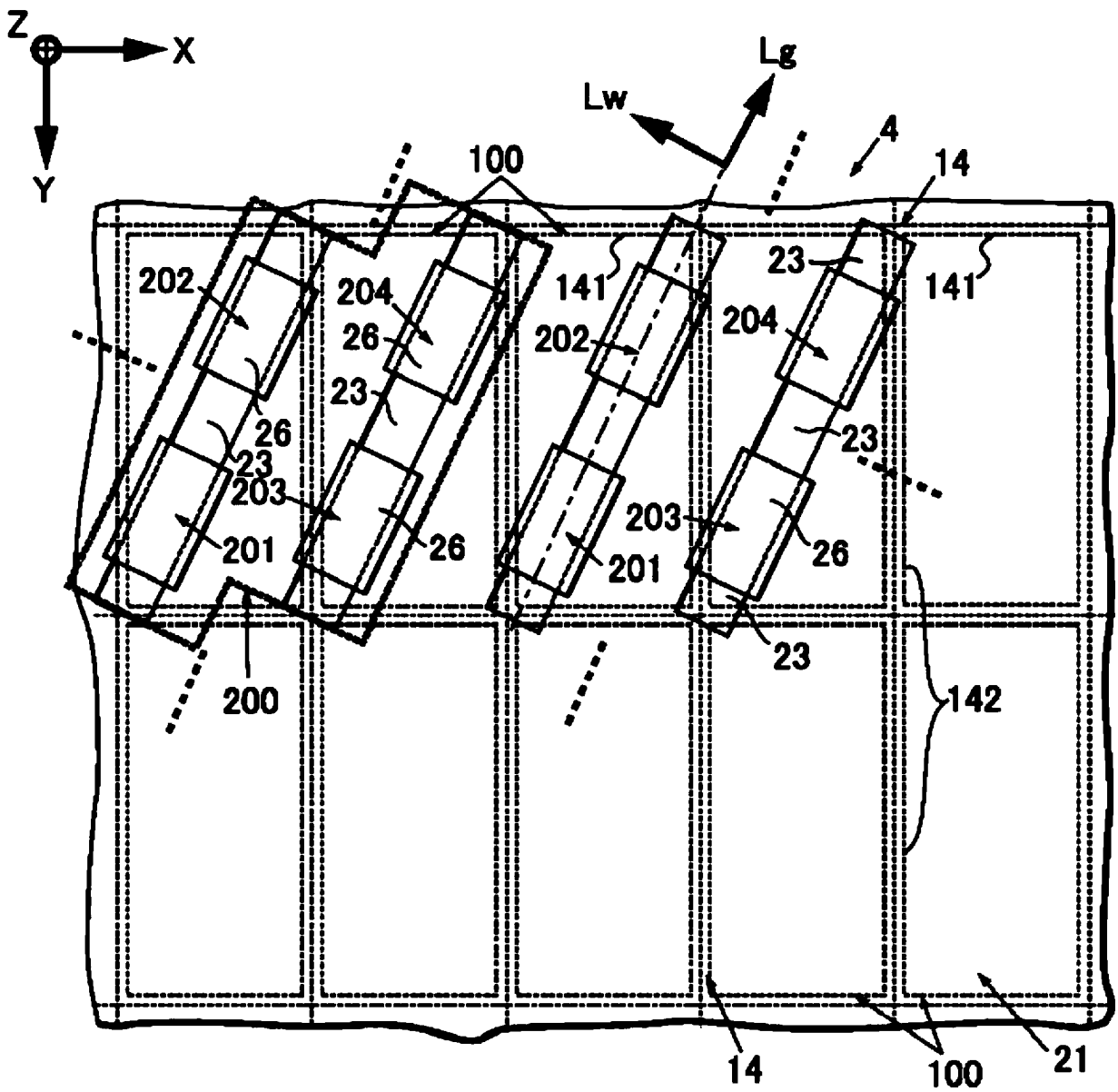
[ FIG. 5 ]



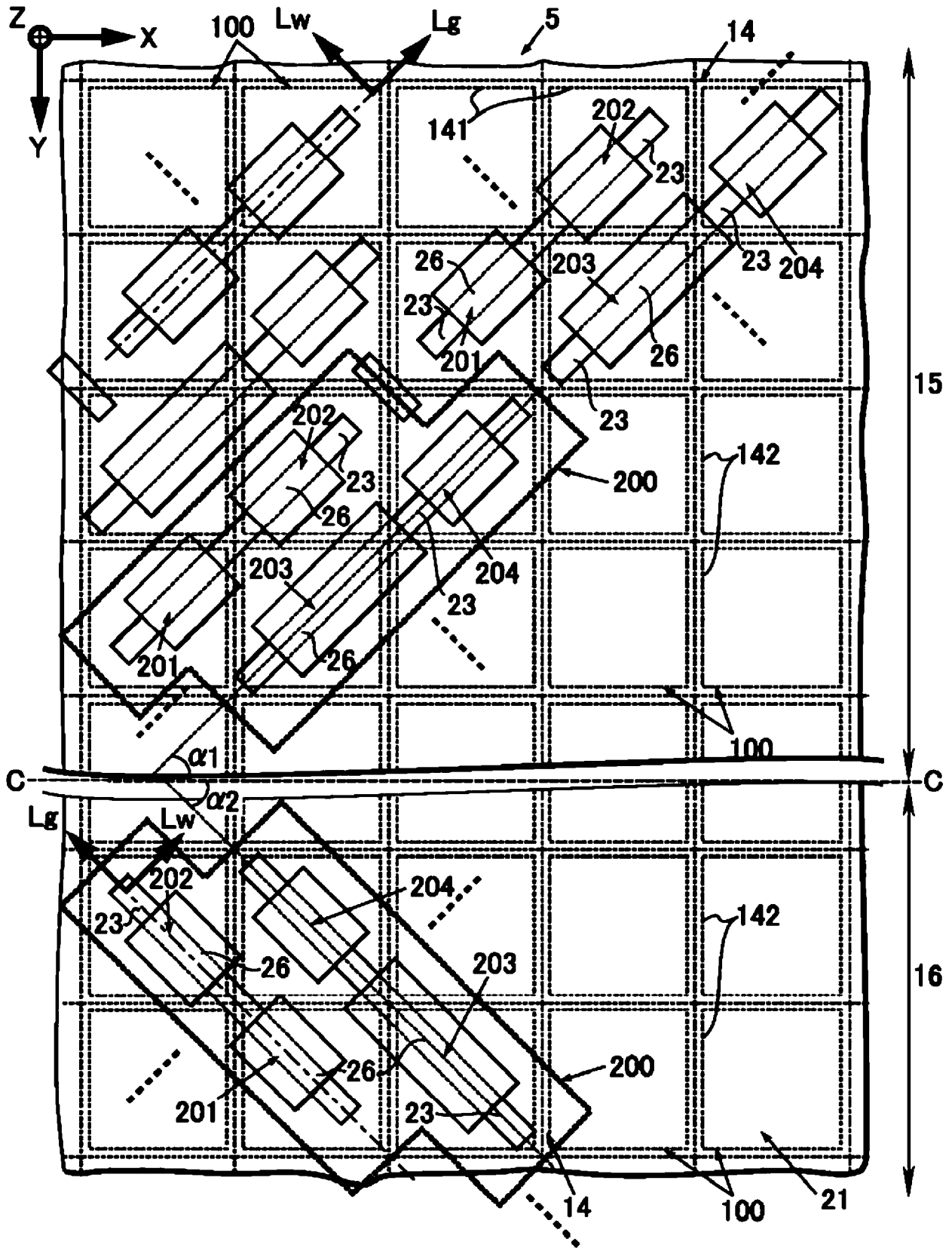
[ FIG. 6 ]



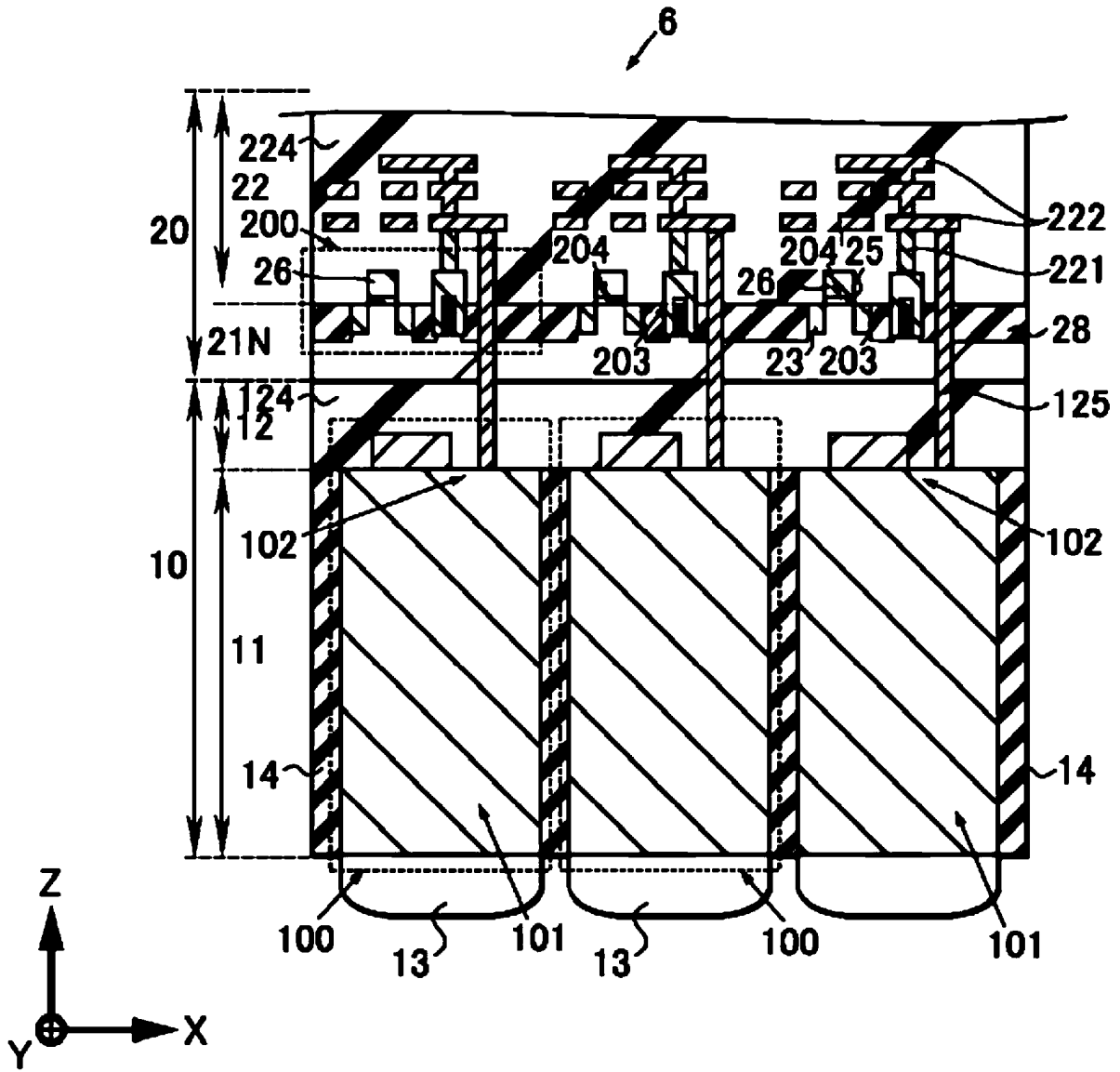
[ FIG. 7 ]



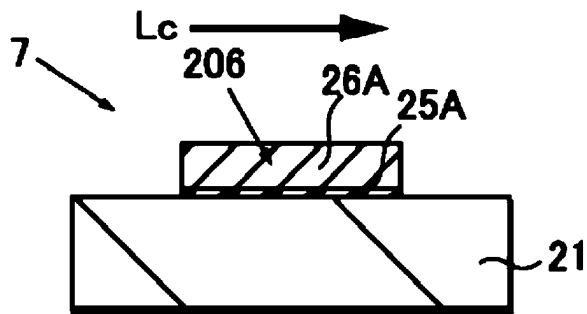
[ FIG. 8 ]



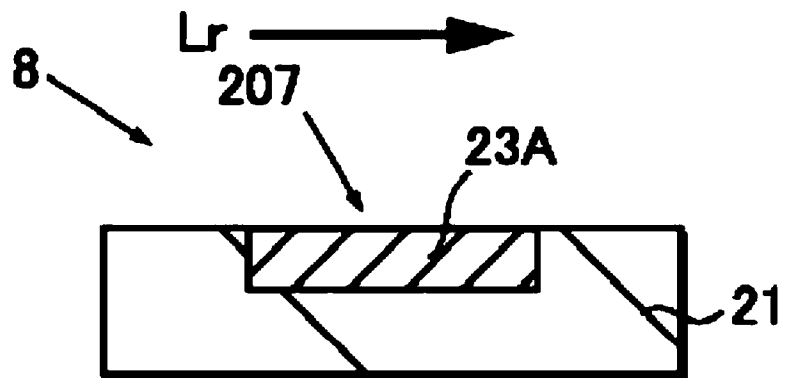
[ FIG. 9 ]



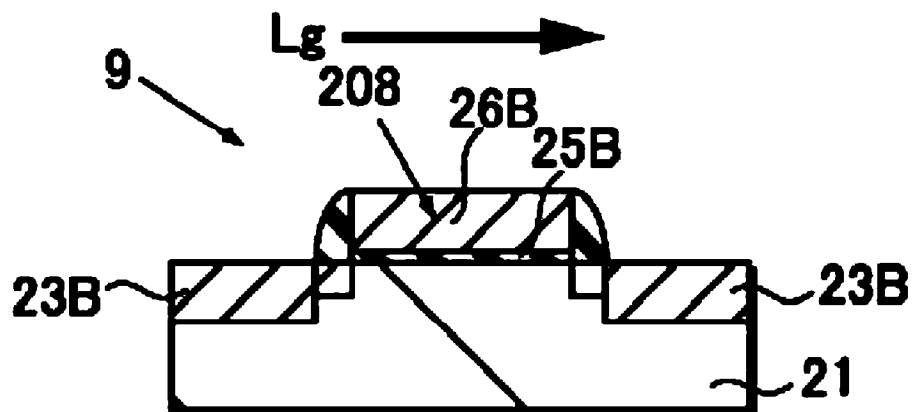
[ FIG. 10 ]



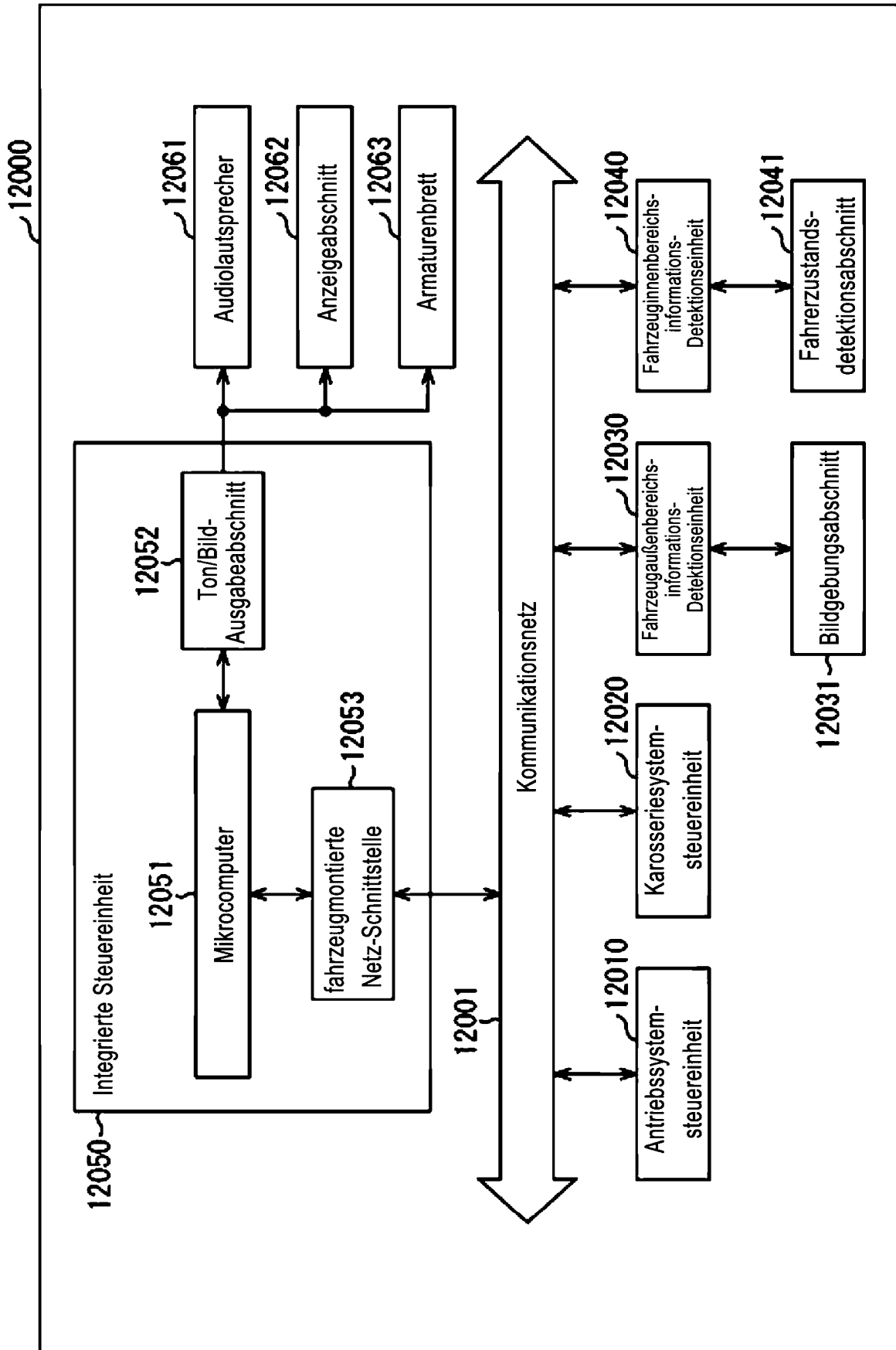
[ FIG. 11 ]



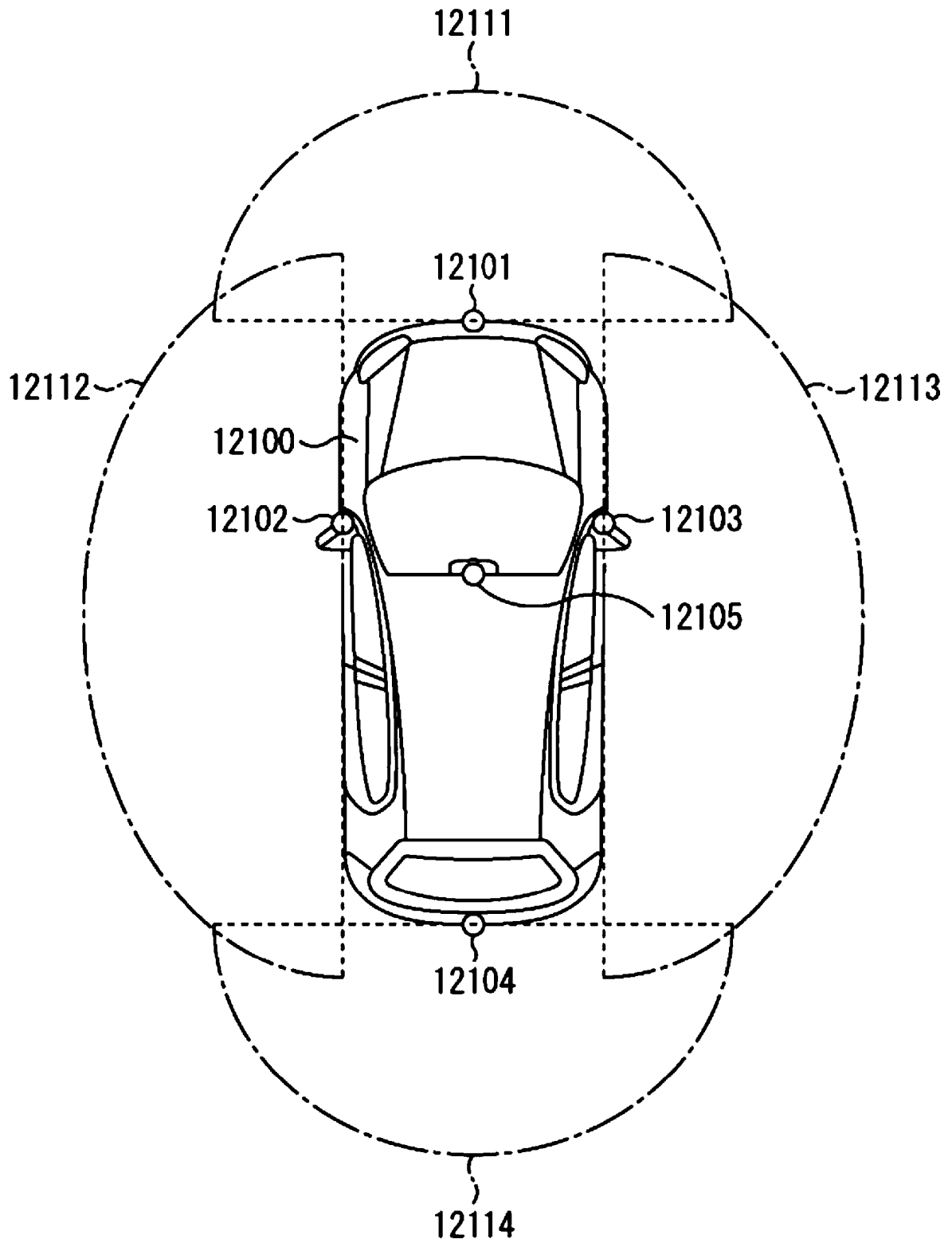
[ FIG. 12 ]



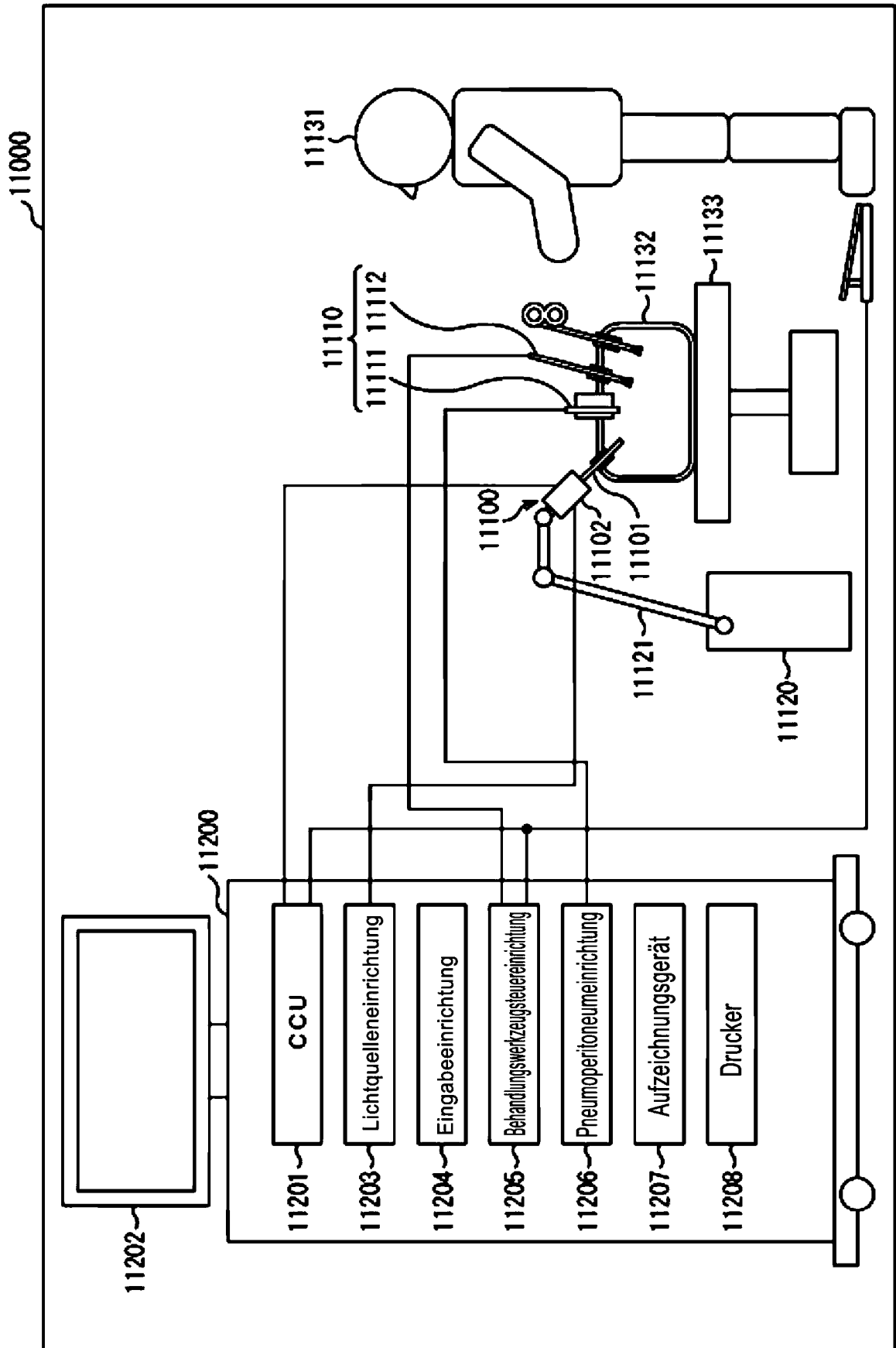
[ FIG. 13 ]



[ FIG. 14 ]



[ FIG. 15 ]



[ FIG. 16 ]

