



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/067926**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 005 058.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/033369**  
(86) PCT-Anmeldetag: **06.09.2022**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **27.04.2023**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **01.08.2024**

(51) Int Cl.: **H01L 29/41 (2006.01)**  
**H01L 21/288 (2006.01)**

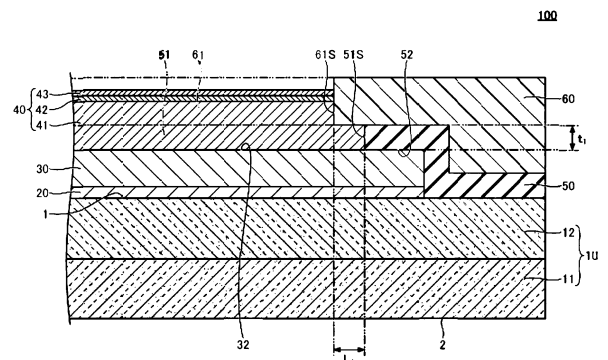
(30) Unionspriorität:  
**2021-172674**      **21.10.2021**      **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka, JP**

(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB,**  
**80802 München, DE**  
  
(72) Erfinder:  
**Kijima, Masaki, Osaka, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Halbleitervorrichtung, umfassend ein Substrat mit einer ersten Hauptfläche, eine über der ersten Hauptfläche vorgesehene Elektrode, eine erste Passivierungsschicht, die die Elektrode abdeckt und ein anorganisches Material enthält, und eine zweite Passivierungsschicht, die auf der ersten Passivierungsschicht ausgebildet ist und ein organisches Material enthält, wobei eine erste Öffnung in der ersten Passivierungsschicht ausgebildet ist, um einen Teil der Elektrode freizulegen, eine zweite Öffnung in der zweiten Passivierungsschicht so ausgebildet ist, dass sie mit der ersten Öffnung zusammenhängend ist, und eine zweite Seitenwandfläche der zweiten Öffnung innerhalb einer ersten Seitenwandfläche der ersten Öffnung angeordnet ist.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Halbleitervorrichtungen.

**[0002]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der am 21. Oktober 2021 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2021- 172 674, deren gesamter Inhalt hier durch Bezugnahme aufgenommen ist.

## Stand der Technik

**[0003]** Es wird eine Halbleitervorrichtung offenbart, bei der eine Siliziumnitrid-Schicht und eine Polyimid-Schicht als Passivierungsschicht auf einer Elektrode ausgebildet sind.

## Dokumente zum Stand der Technik

## Patentdokumente

Patentdokument 1: Japanische Offenlegungsschrift Nr. H2- 251 158

Patentdokument 2: Japanische Offenlegungsschrift Nr. S56- 19 639

Patentdokument 3: Japanische Offenlegungsschrift Nr. H3- 96 243

## Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Eine Halbleitervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein Substrat mit einer ersten Hauptfläche, eine über der ersten Hauptfläche vorgesehene Elektrode, eine erste Passivierungsschicht, die die Elektrode abdeckt und ein anorganisches Material enthält, und eine zweite Passivierungsschicht, die auf der ersten Passivierungsschicht gebildet ist und ein organisches Material enthält, wobei eine erste Öffnung in der ersten Passivierungsschicht gebildet ist, um einen Teil der Elektrode freizulegen, eine zweite Öffnung in der zweiten Passivierungsschicht gebildet ist, so dass sie mit der ersten Öffnung durchgehend ausgebildet ist, und eine zweite Seitenwandfläche der zweiten Öffnung innerhalb einer ersten Seitenwandfläche der ersten Öffnung angeordnet ist.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[Fig. 1]** Fig. 1 ist eine Draufsicht, die eine Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform zeigt.

**[Fig. 2]** Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die die Halbleitervorrichtung gemäß der Ausführungsform zeigt.

**[Fig. 3]** Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht (Teil 1), die ein Verfahren zur Herstellung der Halbleitervorrichtung gemäß der Ausführungsform veranschaulicht.

**[Fig. 4]** Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht (Teil 2), die das Verfahren zur Herstellung der Halbleitervorrichtung gemäß der Ausführungsform veranschaulicht.

**[Fig. 5]** Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht (Teil 3), die das Verfahren zur Herstellung der Halbleitervorrichtung gemäß der Ausführungsform veranschaulicht.

**[Fig. 6]** Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht (Teil 4), die das Verfahren zur Herstellung der Halbleitervorrichtung gemäß der Ausführungsform veranschaulicht.

## Ausführungsform der Erfindung

## Durch die vorliegende Erfindung zu lösende Probleme

**[0005]** In einem Fall, in dem eine Plattierungsschicht auf einer Oberfläche einer Elektrode gebildet wird, kann es zu einem Ablösen der Plattierungsschicht kommen, wenn ein Draht durch Drahtbonden an die Plattierungsschicht gebondet wird.

**[0006]** Somit ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Halbleitervorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, das Ablösen einer auf der Oberfläche einer Elektrode gebildeten Plattierungsschicht zu reduzieren.

## Auswirkungen der vorliegenden Erfindung

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein Ablösen der auf der Oberfläche der Elektrode gebildeten Plattierungsschicht zu verringern.

**[0008]** Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

## Beschreibung der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung

**[0009]** Zunächst werden die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nachstehend beschrieben. In einer kristallographischen Kennzeichnung in der vorliegenden Beschreibung und den Zeichnungen wird eine Einzelorientierung durch  $[\ ]$ , eine Gruppenorientierung durch  $\langle \rangle$ , eine Einzelebene durch  $( )$  und eine Gruppenebene durch  $\{ \}$  dargestellt. Darüber hinaus wird ein negativer kristallographischer Index im Allgemeinen durch ein „-“ (Balken) über der Zahl dargestellt, aber in der vorliegenden Beschreibung wird ein negatives Vorzeichen vor die Zahl gesetzt.

**[0010]** [1] Eine Halbleitervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Substrat mit einer ersten Hauptfläche, eine über der ersten Hauptfläche vorgesehene Elektrode, eine erste Passivierungsschicht, die die Elektrode abdeckt und ein organisches Material enthält, und eine zweite Passivierungsschicht, die auf der ersten Passivierungsschicht gebildet ist und ein organisches Material enthält, wobei eine erste Öffnung in der ersten Passivierungsschicht ausgebildet ist, um einen Teil der Elektrode freizulegen, eine zweite Öffnung in der zweiten Passivierungsschicht so ausgebildet ist, dass sie mit der ersten Öffnung zusammenhängend ist, und eine zweite Seitenwandfläche der zweiten Öffnung innerhalb einer ersten Seitenwandfläche der ersten Öffnung angeordnet ist.

**[0011]** Da sich die zweite Seitenwandfläche der zweiten Elektrode auf einer Innenseite der ersten Seitenwandfläche der ersten Elektrode befindet, ist dann, in dem die Plattierungsschicht auf der Oberfläche der Elektrode gebildet wird, ein Teil der Plattierungsschicht zwischen der Elektrode und der zweiten Passivierungsschicht positioniert. Wenn ein Draht an die Plattierungsschicht gebondet wird, wirkt somit eine auf die erste Hauptfläche gerichtete Kraft von der zweiten Passivierungsschicht auf die Plattierungsschicht, selbst wenn eine äußere Kraft auf die Plattierungsschicht in einer Richtung wirkt, um sich von der ersten Hauptfläche zu trennen. Aus diesem Grund kann das Ablösen der Plattierungsschicht reduziert werden.

**[0012]** [2] Gemäß der Halbleitervorrichtung gemäß Punkt [1] kann in einem Querschnitt senkrecht zu der ersten Hauptfläche und der ersten Seitenwandfläche ein Höchstwert eines Abstands zwischen der ersten Seitenwandfläche und der zweiten Seitenwandfläche in einer Richtung parallel zu der ersten Hauptfläche größer als oder gleich  $1\ \mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich  $5\ \mu\text{m}$  sein. Wäre ein Höchstwert dieses Abstands kleiner als  $1\ \mu\text{m}$ , würde der Teil der zweiten Passivierungsschicht, der die auf die erste Hauptfläche gerichtete Kraft auf die Plattierungsschicht ausübt, übermäßig klein werden, und es könnte schwierig werden, das Ablösen der Plattierungsschicht zu verringern. Andererseits, wenn der Höchstwert dieses Abstands größer als  $5\ \mu\text{m}$  wäre, würde es schwierig werden, die Plattierungsschicht zwischen der zweiten Passivierungsschicht und der Elektrode zu bilden, und es könnte ein Hohlraum entstehen.

**[0013]** [3] Gemäß der Halbleitervorrichtung gemäß Punkt [1] oder [2] kann ein Teil einer unteren Oberfläche der ersten Passivierungsschicht mit einer oberen Fläche der Elektrode in Kontakt kommen. In diesem Fall kann leicht verhindert werden, dass eine Plattierungslösung entlang der Oberfläche der Elektrode eindringt.

**[0014]** [4] Gemäß der Halbleitervorrichtung nach einem der Punkte [1] bis [3] kann die Dicke der ersten Passivierungsschicht größer als oder gleich  $0,2\ \mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich  $1,0\ \mu\text{m}$  sein. Wäre diese Dicke geringer als  $0,2\ \mu\text{m}$ , könnte sich die Beständigkeit gegen Feuchtigkeit verschlechtern. Wäre diese Dicke hingegen größer als  $1,0\ \mu\text{m}$ , könnte von der ersten Passivierungsschicht eine große Spannung auf das Substrat wirken.

**[0015]** [5] Gemäß der Halbleitervorrichtung nach einem der Punkte [1] bis [4] kann die erste Öffnung in einer Draufsicht in einer Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche eine abgerundete rechteckige Form aufweisen, wobei jede der vier Ecken einen Mindestkrümmungsradius von mehr als oder gleich  $10\ \mu\text{m}$  und weniger als oder gleich  $100\ \mu\text{m}$  hat.

**[0016]** [6] Gemäß der Halbleitervorrichtung nach einem der Punkte [1] bis [5] kann die erste Passivierungsschicht eine Siliziumnitrid-Schicht umfassen. In diesem Fall kann auf einfache Weise eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Feuchtigkeit erreicht werden.

**[0017]** [7] Gemäß der Halbleitervorrichtung nach einem der Punkte [1] bis [6] kann die zweite Passivierungsschicht eine Polyimid-Schicht umfassen. In diesem Fall kann auf einfache Weise an der Oberfläche eine geeignete Härte erzielt werden.

**[0018]** [8] Gemäß der Halbleitervorrichtung nach einem der Punkte [1] bis [7] kann das Substrat ein Siliziumkarbid-Substrat sein. In diesem Fall kann auf einfache Weise eine ausgezeichnete Spannungsfestigkeit erreicht werden.

#### Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung

**[0019]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben, wobei die vorliegende Erfindung jedoch nicht darauf beschränkt ist. In der vorliegenden Beschreibung und in den Zeichnungen werden Bestandteile, die im Wesentlichen dieselbe funktionelle Konfiguration aufweisen, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und eine redundante Beschreibung derselben kann weggelassen werden.

**[0020]** Die vorliegende Ausführungsform bezieht sich auf eine Halbleitervorrichtung. **Fig. 1** ist eine Draufsicht, die die Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform darstellt. **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, die die Halbleitervorrichtung gemäß der Ausführungsform darstellt. **Fig. 2** entspricht einer Querschnittsansicht entlang einer Linie II-II in **Fig. 1**.

**[0021]** Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, umfasst eine Halbleitervorrichtung 100 gemäß der Ausführungsform im Wesentlichen ein Substrat 10, eine

ohmsche Schicht 20, eine Elektrode 30, eine Plattierungsschicht 40, eine erste Passivierungsschicht 50 und eine zweite Passivierungsschicht 60.

**[0022]** Das Substrat 10 ist zum Beispiel ein Siliziumkarbid-Substrat. Das Substrat 10 umfasst ein Siliziumkarbid-Einkristallsubstrat 11 und eine Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12, die beispielsweise auf dem Siliziumkarbid-Einkristallsubstrat 11 vorgesehen ist. Das Substrat 10 hat eine erste Hauptfläche 1 und eine zweite Hauptfläche 2, die der ersten Hauptfläche 1 gegenüberliegt. Die Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12 bildet die erste Hauptfläche 1, und das Siliziumkarbid-Einkristallsubstrat 11 bildet die zweite Hauptfläche 2. Das Siliziumkarbid-Einkristallsubstrat 11 und die Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12 bestehen z. B. aus hexagonalem Siliziumkarbid vom Polytyp 4H. In der Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12 kann eine Vielzahl von Halbleitergebieten gebildet werden, in die Verunreinigungen eingebracht werden. Ein Halbleiterelement, wie z. B. ein Feldeffekttransistor oder dergleichen, wird auf dem Substrat 10 ausgebildet.

**[0023]** Die erste Hauptfläche 1 ist eine {0001}-Ebene oder eine Ebene, die gegenüber der {0001}-Ebene um einen Abweichungswinkel von 8° oder weniger in einer Abweichungsrichtung geneigt ist. Vorzugsweise ist die erste Hauptfläche 1 eine (000-1)-Ebene oder eine Ebene, die von der (000-1)-Ebene um einen Abweichungswinkel von 8° oder weniger in der Abweichungsrichtung geneigt ist. Die Abweichungsrichtung kann zum Beispiel eine <11-20>-Richtung oder eine <1-100>-Richtung sein. Der Abweichungswinkel kann z. B. 1° oder mehr oder 2° oder mehr betragen. Der Abweichungswinkel kann 6° oder weniger, oder 4° oder weniger betragen.

**[0024]** Die ohmsche Schicht 20 wird selektiv auf der ersten Hauptfläche 1 gebildet und stellt einen ohmschen Kontakt mit einem Teil der Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12 her. Die ohmsche Schicht 20 besteht aus einem Material, das z. B. Nickelsilizid (NiSi) enthält. Die ohmsche Schicht 20 kann auch aus einem Material gebildet sein, das Titan (Ti), Aluminium und Silizium enthält.

**[0025]** Die Elektrode 30 ist auf der ohmschen Schicht 20 ausgebildet. Bei der Elektrode 30 handelt es sich beispielsweise um eine Aluminium-Elektrode. Die Elektrode 30 ist über die ohmsche Schicht 20 elektrisch mit dem Substrat 10 verbunden.

**[0026]** Die erste Passivierungsschicht 50 enthält ein anorganisches Material. Die erste Passivierungsschicht 50 ist auf der Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12 ausgebildet und deckt einen Teil der Elektrode 30 ab. In der ersten Passivierungsschicht 50 ist eine erste Öffnung 51 ausgebildet. Die erste Öffnung

51 ist oberhalb der Elektrode 30 ausgebildet, und ein Teil der Elektrode 30 liegt durch die erste Öffnung 51 frei. Die erste Passivierungsschicht 50 umfasst beispielsweise eine Siliziumnitrid-(SiN) Schicht. Die erste Passivierungsschicht 50 kann eine Siliziumnitrid-Schicht sein. Die erste Öffnung 51 hat eine erste Seitenwandfläche 51S. Die erste Seitenwandfläche 51S kann senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 stehen oder von einer Ebene senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 geneigt sein. Ein Teil einer unteren Fläche 52 der ersten Passivierungsschicht 50 berührt eine obere Fläche 32 der Elektrode 30.

**[0027]** Die zweite Passivierungsschicht 60 enthält ein organisches Material. Die zweite Passivierungsschicht 60 ist auf der ersten Passivierungsschicht 50 ausgebildet. In der zweiten Passivierungsschicht 60 ist eine zweite Öffnung 61 ausgebildet, die sich an die erste Öffnung 51 anschließt. Die zweite Öffnung 61 ist auf der ersten Passivierungsschicht 50 ausgebildet, und ein Teil der ersten Passivierungsschicht 50 und ein Teil der Elektrode 30 sind durch die zweite Öffnung 61 freigelegt. Die zweite Öffnung 61 hat eine zweite Seitenwandfläche 61 S. In einer Draufsicht, in einer Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche 1, befindet sich die zweite Seitenwandfläche 61S auf einer Innenseite der ersten Seitenwandfläche 51S. Die zweite Seitenwandfläche 61S kann senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 stehen oder von einer Ebene senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 geneigt sein. Die zweite Passivierungsschicht 60 umfasst zum Beispiel eine Polyimid-Schicht. Die zweite Passivierungsschicht 60 kann eine Polyimid-Schicht sein.

**[0028]** Die Plattierungsschicht 40 umfasst eine Nickel (Ni)-Plattierungsschicht 41, eine Palladium (Pd)-Plattierungsschicht 42 und eine Gold (Au)-Plattierungsschicht 43. Ein Teil der Plattierungsschicht 40 befindet sich zwischen der Elektrode 30 und der zweiten Passivierungsschicht 60 in der Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche 1. Die Ni-Plattierungsschicht 41 wird auf der Elektrode 30 auf einer Innenseite der ersten Öffnung 51 und der zweiten Öffnung 61 gebildet. Ein Teil der Ni-Plattierungsschicht 41 befindet sich zwischen der Elektrode 30 und der zweiten Passivierungsschicht 60 in der Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche 1. Die Ni-Plattierungsschicht 41 kann Phosphor (P) enthalten. Die Pd-Plattierungsschicht 42 wird auf der Ni-Plattierungsschicht 41 auf der Innenseite der zweiten Öffnung 61 gebildet. Die Au-Plattierungsschicht 43 wird auf der Pd-Plattierungsschicht 42 auf der Innenseite der zweiten Öffnung 61 gebildet. Die Dicke der Ni-Plattierungsschicht 41 ist vorzugsweise größer oder gleich 3,0 µm und kleiner oder gleich 7,0 µm, und noch bevorzugter größer oder gleich 4,0 µm und kleiner oder gleich 6,0 µm. Die Dicke der Pd-Schicht 42 ist vorzugsweise größer als oder gleich 20 nm und kleiner als oder gleich 40 nm und noch

bevorzugter größer als oder gleich 25 nm und kleiner als oder gleich 35 nm. Die Dicke der Au-Plattierungsschicht 43 ist vorzugsweise größer als oder gleich 30 nm und kleiner als oder gleich 70 nm und noch bevorzugter größer als oder gleich 40 nm und kleiner als oder gleich 60 nm.

**[0029]** Als nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung der Halbleitervorrichtung 100 gemäß der Ausführungsform beschrieben. **Fig. 3** bis **Fig. 6** sind Querschnittsansichten, die das Verfahren zur Herstellung der Halbleitervorrichtung 100 gemäß der Ausführungsform veranschaulichen.

**[0030]** Zunächst wird, wie in **Fig. 3** dargestellt, das Substrat 10 hergestellt. Bei der Herstellung des Substrats 10 wird die Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12 auf dem Siliziumkarbid-Einkristallsubstrat 11 gebildet. Als nächstes werden verschiedene Halbleitergebiete in der Siliziumkarbid-Epitaxieschicht 12 durch Ionimplantation oder ähnliches gebildet. Als nächstes wird die ohmsche Schicht 20 auf der ersten Hauptfläche 1 gebildet, und die Elektrode 30 wird auf der ohmschen Schicht 20 gebildet. Anschließend wird die erste Passivierungsschicht 50 auf der ersten Hauptfläche 1 gebildet, so dass sie die ohmsche Schicht 20 und die Elektrode 30 bedeckt. Als erste Passivierungsschicht 50 wird zum Beispiel eine Siliziumnitrid-Schicht gebildet. Anschließend wird die zweite Passivierungsschicht 60 auf der ersten Passivierungsschicht 50 gebildet. Als zweite Passivierungsschicht 60 wird zum Beispiel eine Polyimid-Schicht gebildet.

**[0031]** Als nächstes wird, wie in **Fig. 4** dargestellt, die zweite Öffnung 61 in der zweiten Passivierungsschicht 60 ausgebildet. Die zweite Öffnung 61 hat eine zweite Seitenwandfläche 61S. In einem Fall, in dem die zweite Passivierungsschicht 60 eine lichtempfindliche Polyimid-Schicht ist, kann die zweite Öffnung 61 beispielsweise durch Belichtung und Entwicklung der zweiten Passivierungsschicht 60 gebildet werden.

**[0032]** Anschließend wird, wie in **Fig. 5** dargestellt, die erste Öffnung 51 in der ersten Passivierungsschicht 50 durch Ätzen der ersten Passivierungsschicht 50 gebildet. Für dieses Ätzen kann zum Beispiel ein Trockenätzvorgang mit einem Gasgemisch aus Tetrafluormethan ( $\text{CF}_4$ ) und Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) ohne Anlegen einer Vorspannung durchgeführt werden. Dieses Ätzen ist zum Beispiel ein isotropes Ätzen. Die erste Öffnung 51 ist so ausgebildet, dass in der Draufsicht in Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 die erste Seitenwandfläche 51S auf einer Außenseite der zweiten Seitenwandfläche 61S liegt und ein Teil der unteren Fläche 52 der ersten Passivierungsschicht 50 beispielsweise mit der oberen Fläche 32 der Elektrode 30 in Kontakt steht.

**[0033]** Als nächstes wird, wie in **Fig. 6** dargestellt, die Plattierungsschicht 40 gebildet. Bei der Bildung der Plattierungsschicht 40 werden die Ni-Plattierungsschicht 41, die Pd-Plattierungsschicht 42 und die Au-Plattierungsschicht 43 in dieser Reihenfolge unter Verwendung einer Plattierungslösung gebildet. Die Ni-Plattierungsschicht 41 wird so gebildet, dass ein Teil der Ni-Plattierungsschicht 41 zwischen der Elektrode 30 und der zweiten Passivierungsschicht 60 in der Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 eintritt.

**[0034]** Die Halbleitervorrichtung 100 gemäß der Ausführungsform kann auf die zuvor beschriebene Weise hergestellt werden.

**[0035]** In der vorliegenden Ausführungsform befindet sich die zweite Seitenwandfläche 61S der zweiten Öffnung 61 an der Innenseite der ersten Seitenwandfläche 51S der ersten Öffnung 51. Aus diesem Grund wird, wenn die Plattierungsschicht 40 auf der Oberfläche der Elektrode 30 gebildet wird, ein Teil der Plattierungsschicht 40, zum Beispiel ein Teil der Ni-Plattierungsschicht 41, zwischen der Elektrode 30 und der zweiten Passivierungsschicht 60 in der Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 angeordnet. Wenn ein Draht an die Plattierungsschicht 40 gebondet wird, wirkt somit eine auf die erste Hauptfläche 1 gerichtete Kraft von der zweiten Passivierungsschicht 60 auf die Plattierungsschicht 40, selbst wenn eine äußere Kraft auf die Plattierungsschicht 40 in einer Richtung wirkt, um sich von der ersten Hauptfläche 1 zu trennen. Aus diesem Grund kann das Abblättern der Plattierungsschicht 40 verringert werden.

**[0036]** Durch Ausbilden einer Siliziumnitrid-Schicht in der ersten Passivierungsschicht 50 kann eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Feuchtigkeit erreicht werden. Darüber hinaus kann eine geeignete Härte an der Oberfläche erreicht werden, indem eine Polyimid-Schicht in die zweite Passivierungsschicht 60 eingebracht wird. Ferner kann eine ausgezeichnete Spannungsfestigkeit erreicht werden, indem das Substrat 10 ein Siliziumkarbid-Substrat aufweist.

**[0037]** Da ein Teil der unteren Fläche 52 der ersten Passivierungsschicht 50 mit der oberen Fläche 32 der Elektrode 30 in Kontakt steht, kann das Eindringen der Plattierungslösung entlang der Oberfläche der Elektrode 30 leicht verhindert werden.

**[0038]** In einem Querschnitt senkrecht zu der ersten Hauptfläche 1 und der ersten Seitenwandfläche 51S ist ein Höchstwert eines Abstands  $L_1$  zwischen der ersten Seitenwandfläche 51S und der zweiten Seitenwandfläche 61S in einer Richtung parallel zu der ersten Hauptfläche 1 vorzugsweise größer oder gleich 1  $\mu\text{m}$  und kleiner oder gleich 5  $\mu\text{m}$ . Wäre der

Höchstwert des Abstands L1 kleiner als 1  $\mu\text{m}$ , würde der Teil der zweiten Passivierungsschicht 60, der die auf die erste Hauptfläche 1 gerichtete Kraft auf die Beschichtungsschicht 40 ausübt, zu klein werden, und es könnte schwierig werden, das Ablösen der Beschichtungsschicht 40 zu verringern. Wäre andererseits der Höchstwert des Abstands L1 größer als 5  $\mu\text{m}$ , würde es schwierig werden, die Plattierungsschicht 40 zwischen der zweiten Passivierungsschicht 60 und der Elektrode 30 zu bilden, und es könnte ein Hohlraum entstehen. Der Höchstwert des Abstands L1 ist vorzugsweise größer als oder gleich 2  $\mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich 4  $\mu\text{m}$ .

**[0039]** Die Dicke t1 der ersten Passivierungsschicht ist vorzugsweise größer als oder gleich 0,2  $\mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich 1,0  $\mu\text{m}$ . Wäre die Dicke t1 kleiner als 0,2  $\mu\text{m}$ , könnte sich die Beständigkeit gegen Feuchtigkeit verschlechtern. Wäre die Dicke t1 größer als 1,0  $\mu\text{m}$ , könnte von der ersten Passivierungsschicht 50 eine große Spannung auf das Substrat 10 einwirken. Andererseits ist die Dicke t1 vorzugsweise größer als oder gleich 0,3  $\mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich 0,9  $\mu\text{m}$ , und noch bevorzugter größer als oder gleich 0,4  $\mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich 0,8  $\mu\text{m}$ .

**[0040]** Wie in **Fig. 1** dargestellt, können die erste Öffnung 51 und die zweite Öffnung 61 in der Draufsicht in Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche 1 eine abgerundete rechteckige Form aufweisen. Ein Mindestkrümmungsradius an jeder der vier Ecken der ersten Öffnung 51 ist vorzugsweise größer als oder gleich 10  $\mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich 100  $\mu\text{m}$ . Wäre dieser Mindestkrümmungsradius kleiner als 10  $\mu\text{m}$ , würde sich die Spannung wahrscheinlich auf den Eckbereich konzentrieren, und es könnte ein Riss in der ersten Passivierungsschicht 50 entstehen. Wäre der Mindestkrümmungsradius hingegen größer als 100  $\mu\text{m}$ , könnte ein übermäßig großer Teil der Elektrode 30 mit der ersten Passivierungsschicht 50 abgedeckt werden. Dieser Mindestkrümmungsradius ist vorzugsweise größer als oder gleich 20  $\mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich 90  $\mu\text{m}$ , und noch bevorzugter größer als oder gleich 30  $\mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich 80  $\mu\text{m}$ .

**[0041]** Obwohl die Ausführungsformen zuvor im Detail beschrieben wurden, ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine bestimmte Ausführungsform beschränkt, und es können verschiedene Modifikationen und Modifizierungen vorgenommen werden, ohne von dem in den Ansprüchen beschriebenen Umfang abzuweichen.

#### Bezugszeichenliste

1	Erste Hauptfläche
2	Zweite Hauptfläche
10	Substrat

11	Siliziumkarbid-Einkristallsubstrat
12	Siliziumkarbid-Epitaxieschicht
20	Ohmsche Schicht
30	Elektrode
32	Obere Fläche
40	Plattierungsschicht
41	Ni-Plattierungsschicht
42	Pd-Plattierungsschicht
43	Au-Plattierungsschicht
50	Erste Passivierungsschicht
51	Erste Öffnung
51S	Erste Seitenwandfläche
52	Untere Fläche
60	Zweite Passivierungsschicht
61	Zweite Öffnung
61S	Zweite Seitenwandfläche
100	Halbleitervorrichtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2021172674 [0002]
- JP 2251158 [0003]
- JP 5619639 [0003]
- JP 396243 [0003]

**Patentansprüche**

1. Halbleitervorrichtung, umfassend:  
ein Substrat mit einer ersten Hauptfläche;  
eine Elektrode, die über der ersten Hauptfläche vorgesehen ist;  
eine erste Passivierungsschicht, die die Elektrode abdeckt und ein anorganisches Material enthält; und  
eine zweite Passivierungsschicht, die auf der ersten Passivierungsschicht gebildet ist und ein organisches Material enthält, wobei  
eine erste Öffnung in der ersten Passivierungsschicht ausgebildet ist, um einen Teil der Elektrode freizulegen,  
eine zweite Öffnung in der zweiten Passivierungsschicht so ausgebildet ist, dass sie an die erste Öffnung anschließt, und  
sich eine zweite Seitenwandfläche der zweiten Öffnung innerhalb einer ersten Seitenwandfläche der ersten Öffnung befindet.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei in einem Querschnitt senkrecht zu der ersten Hauptfläche und der ersten Seitenwandfläche ein Höchstwert eines Abstands zwischen der ersten Seitenwandfläche und der zweiten Seitenwandfläche in einer Richtung parallel zur ersten Hauptfläche größer als oder gleich  $1\ \mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich  $5\ \mu\text{m}$  ist.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Teil einer unteren Fläche der ersten Passivierungsschicht mit einer oberen Fläche der Elektrode in Kontakt steht.

4. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Dicke der ersten Passivierungsschicht größer als oder gleich  $0,2\ \mu\text{m}$  und kleiner als oder gleich  $1,0\ \mu\text{m}$  ist.

5. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in einer Draufsicht in einer Richtung senkrecht zur ersten Hauptfläche die erste Öffnung eine abgerundete rechteckige Form mit einem Mindestkrümmungsradius von mehr als oder gleich  $10\ \mu\text{m}$  und weniger als oder gleich  $100\ \mu\text{m}$  an jeder der vier Ecken davon aufweist.

6. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die erste Passivierungsschicht eine Siliziumnitrid-Schicht enthält.

7. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die zweite Passivierungsschicht eine Polyimid-Schicht enthält.

8. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Substrat ein Siliziumkarbid-Substrat ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

FIG.1

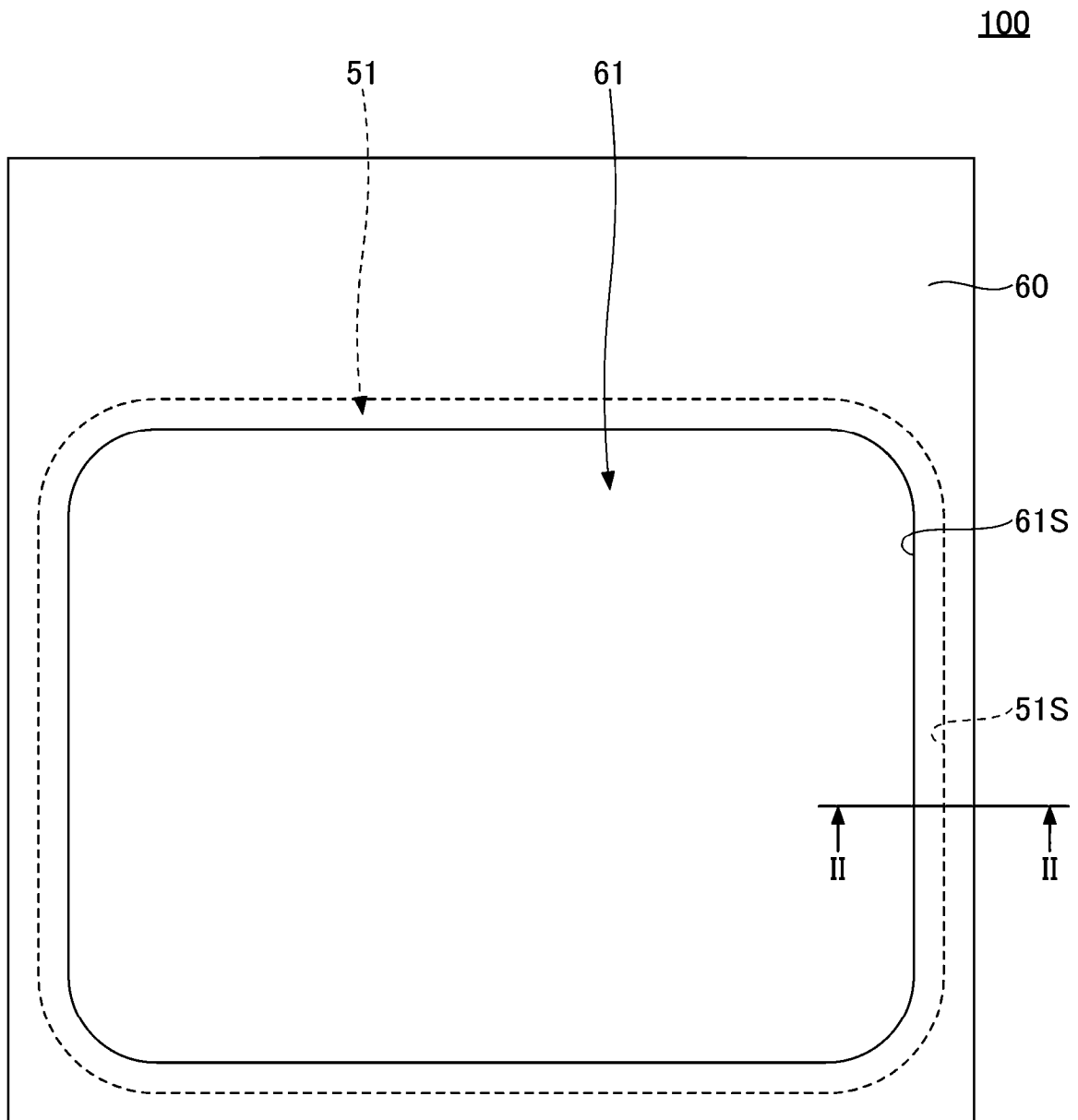


FIG.2

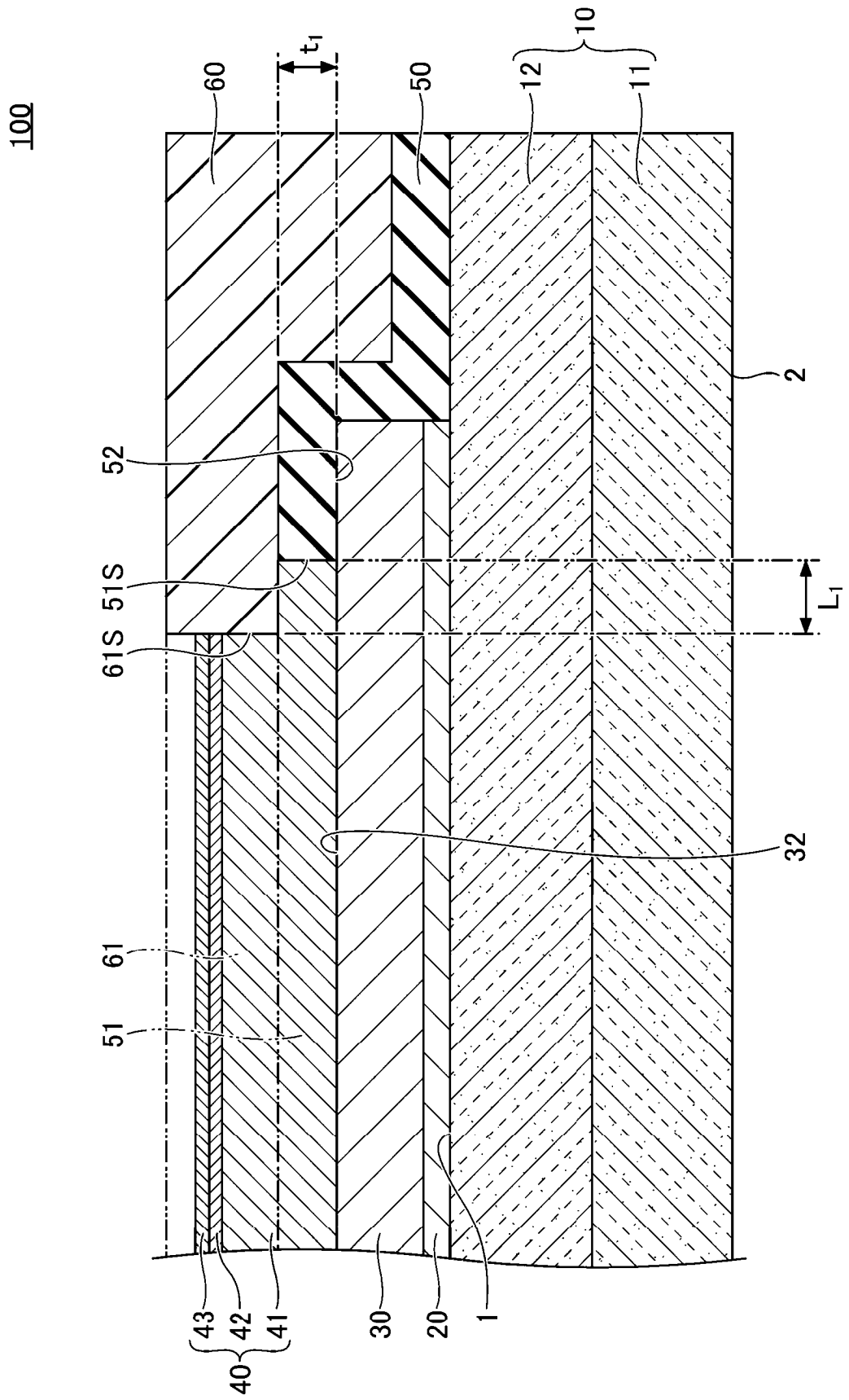


FIG.3

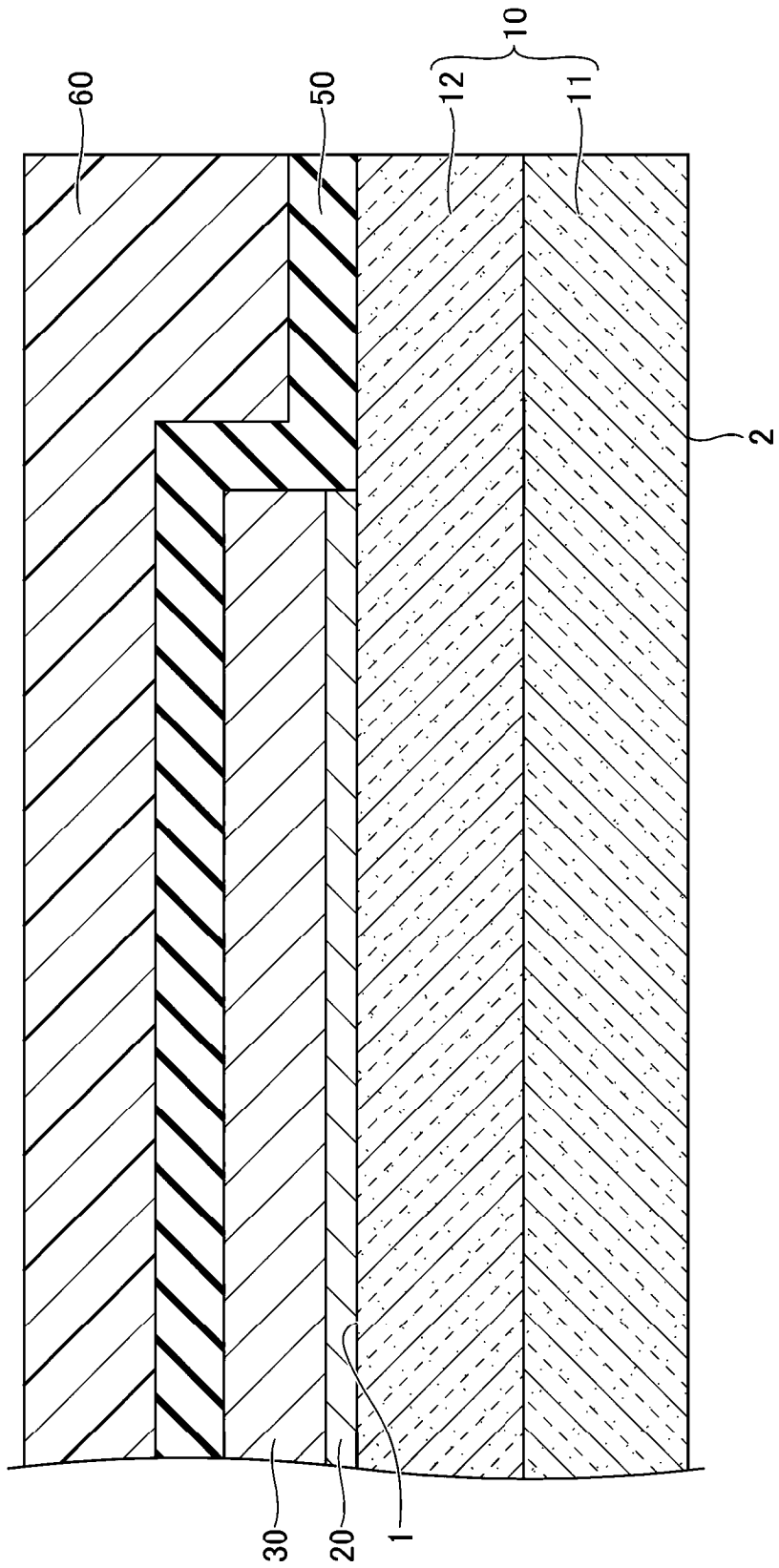


FIG.4

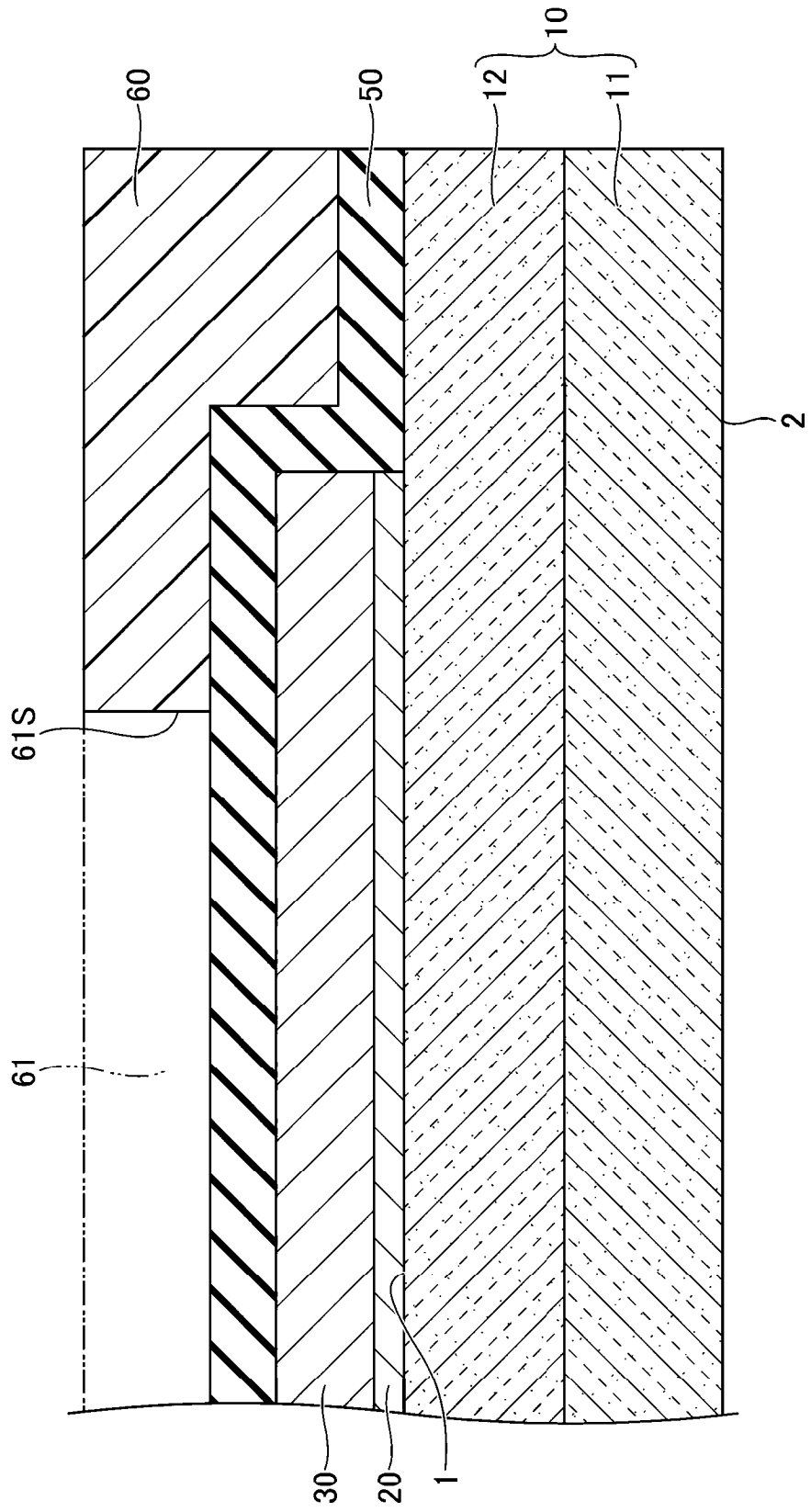


FIG.5

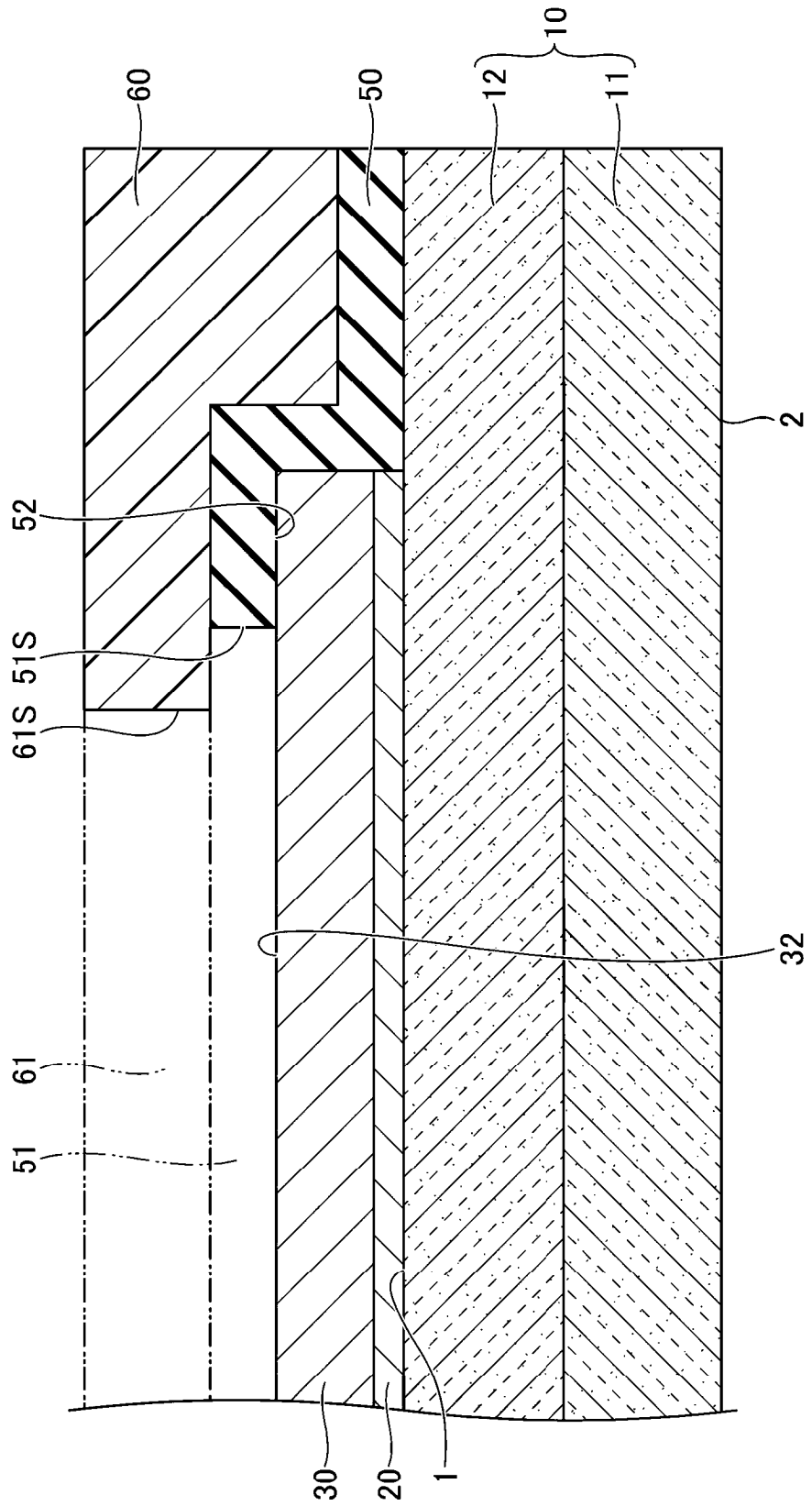


FIG.6

