



(10) DE 10 2015 202 123 B4 2024.12.05

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2015 202 123.8

(51) Int Cl.: H01L 21/283 (2006.01)

(22) Anmelddatag: 06.02.2015

H01L 29/43 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 15.10.2015

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 05.12.2024

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2014-081239**

10.04.2014 JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	692 23 868	T2
US	2008 / 0 006 856	A1
JP	2013 - 194 291	A
JP	2010 - 129 585	A

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Prüfer & Partner mbB Patentanwälte  
Rechtsanwalt, 81479 München, DE

(72) Erfinder:

Kachi, Takao, c/o Mitsubishi Electric Corporati,  
Tokyo, JP; Tarutani, Masayoshi, c/o Mitsubishi  
Electric Corpo, Tokyo, JP; Yoshiura, Yasuhiro, c/o  
Mitsubishi Electric Co, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: Halbleitervorrichtung und Verfahren zur Herstellung einer Halbleitervorrichtung

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung mit den Schritten:

Vorbereiten eines Siliziumsubstrats (2, 12), wobei das Siliziumsubstrat (2, 12) eine N-Typ-Siliziumschicht auf einer Oberfläche und zumindest eines aus einem PN-Übergang, einem Elektrodenfilm, und einem Schutzfilm auf der anderen Oberfläche aufweist;

Bilden eines Si-Ti-Übergangs durch Bilden eines ersten Elektrodenfilms (4) aus Titan auf der N-Typ-Siliziumschicht, wobei der erste Elektrodenfilm direkt auf der N-Typ-Siliziumschicht gebildet wird;

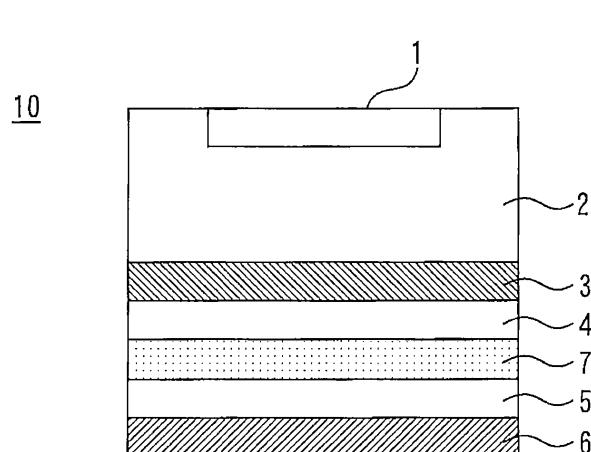
Bilden eines zweiten Elektrodenfilms (7) aus Al-Si auf dem ersten Elektrodenfilm (4);

Bilden eines dritten Elektrodenfilms (5) aus Ni auf dem zweiten Elektrodenfilm (7); und

Erwärmen des Siliziumsubstrats (2, 12) nach der Bildung des dritten Elektrodenfilms (5);

wobei

keine Titansilizidschicht zwischen der N-Typ-Siliziumschicht und dem ersten Elektrodenfilm (4) gebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Halbleitervorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleitervorrichtung.

**[0002]** Bisher ist eine Halbleitervorrichtung mit einem auf einem Siliziumsubstrat bereitgestellten Mehrschichtelektrodenfilm bekannt. Solche Halbleitervorrichtungen sind beispielsweise in den japanischen Offenlegungsschriften JP 2013 - 194 291 A und JP 2010 - 129 585 A offenbart. So weist zum Beispiel eine in **Fig. 6** der japanischen Offenlegungsschrift JP 2013 - 194 291 A dargestellte Struktur ein Barrieremetall wie beispielsweise Ti, eine aus einer AlSi-Legierung oder dergleichen hergestellte Al-Legierungselektrode, eine Ni-Elektrode und eine Au-Elektrode auf, die auf einer Oberfläche eines Siliziumsubstrats aufgeschichtet sind.

**[0003]** Ergänzend zum Stand der Technik wird noch auf die Druckschriften US 2008 / 0 006 856 A1 und DE 692 23 868 T2 hingewiesen.

**[0004]** Ein durch Bereitstellen einer aus Titan (Ti) hergestellten Elektrode auf einem N-Typ-Silizium (Si) hergestellter Si-Ti-Übergang weist bevorzugte ohmsche Kontakt-eigenschaften auf. Um einen stabilen Si-Ti-Übergang zu erhalten ist idealerweise bevorzugt, einen Hochtemperaturprozess bei ungefähr 700°C auszuführen, um eine Reaktionsschicht aus Titansilizid oder dergleichen zu erhalten. Ein solcher Hochtemperaturprozess führt jedoch zu dem Problem, dass Funktionen eines Elementstrukturabschnitts, eines Elektrodenfilms und eines Schutzfilms, die bereits auf dem Halbleitersubstrat gebildet sind, beeinträchtigt werden. Ein vorstellbarer Weg zum Umgang mit diesem Problem besteht darin, einen solchen Hochtemperaturprozess zu vermeiden und einen Si-Ti-Übergang ohne Reaktionsschicht aus Titansilizid oder dergleichen zu verwenden. In diesem Falle tritt jedoch das Problem auf, dass ein Wärmebehandlungsprozess bei 200°C oder höher, der auf einem Mehrschichtelektrodenfilm durch Beschichten mit einem weiteren Elektrodenfilm auf der Titanelektrode durchgeführt wird, zu einer Si-Ti-Schnittstellendelaminierung aufgrund einer Spannung in dem Mehrfachelektrodenfilm führt.

**[0005]** Die vorliegende Erfindung dient zur Lösung der vorstehend beschriebenen Probleme. Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Halbleitervorrichtung und ein Herstellungsverfahren für eine Halbleitervorrichtung bereitzustellen, mittels denen die Verschlechterung der Funktionen eines auf einem Siliziumsubstrat gebildeten Schutzfilmes und dergleichen unter Beibehaltung bevorzugter elektrischer Eigenschaften eingeschränkt werden kann, und durch die auch eine Si-Ti-Schnittstellendelaminierung eingeschränkt werden kann.

**[0006]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleitervorrichtung den Schritt des Vorbereitens eines Siliziumsubstrats auf. Das Siliziumsubstrat weist eine N-Typ-Siliziumschicht auf einer Oberfläche und zumindest eines aus einem PN-Übergang, einem Elektrodenfilm, und einem Schutzfilm auf der anderen Oberfläche auf. Das Verfahren umfasst die Schritte des Bildens eines Si-Ti-Übergangs durch Bilden eines ersten aus Titan bestehenden Elektrodenfilms auf der N-Typ-Siliziumschicht; des Bildens eines aus Al-Si hergestellten zweiten Elektrodenfilms auf dem ersten Elektrodenfilm; des Bildens eines aus Ni hergestellten dritten Elektrodenfilms auf dem zweiten Elektrodenfilm; und des Erwärmens des Siliziumsubstrats nach dem Bilden des dritten Elektrodenfilms. Eine Titansilizidschicht wird nicht zwischen der N-Typ-Siliziumschicht und dem ersten Elektrodenfilm gebildet.

**[0007]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält eine Halbleitervorrichtung: ein Siliziumsubstrat und einen ersten bis dritten Elektrodenfilm. Das Siliziumsubstrat weist eine N-Typ-Siliziumschicht auf einer Oberfläche und zumindest eines aus einem PN-Übergang, einem Elektrodenfilm und einem Schutzfilm auf der anderen Oberfläche auf. Der erste aus Titan hergestellte Elektrodenfilm ist auf der N-Typ-Siliziumschicht gebildet. Der erste Elektrodenfilm bildet einen Si-Ti-Übergang. Titansilizid wird nicht zwischen dem ersten Elektrodenfilm und der N-Typ-Siliziumschicht gebildet. Der aus Al-Si hergestellte zweite Elektrodenfilm ist auf dem ersten Elektrodenfilm gebildet. Der aus Ni hergestellte dritte Elektrodenfilm ist auf dem zweiten Elektrodenfilm gebildet.

**[0008]** Andere und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung ersichtlich.

**[0009]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungsfiguren näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2** eine Ansicht zum Erläutern einer Funktion und Wirkung der Halbleitervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 3** eine Ansicht zum Erläutern der Funktion und Wirkung der Halbleitervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 4** ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung gemäß dem

ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 5** eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 6** ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 7** eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 8** ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 9** eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

**Fig. 10** ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0010]** Es folgt eine detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

**[0011]** **Fig. 1** zeigt eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung 10 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Halbleitervorrichtung 10 weist ein N-Typ-Siliziumsubstrat 2 auf. Das N-Typ-Siliziumsubstrat 2 hat eine Anodenschicht 1 auf einer seiner Oberflächen und eine Kathodenschicht 3 auf seiner anderen Oberfläche. Die Anodenschicht 1 ist aus P-Typ-Silizium hergestellt und bildet einen PN-Übergang mit dem N-Typ-Siliziumsubstrat 2. Die Kathodenschicht 3 ist aus einer N-Typ-Siliziumschicht hergestellt. Die Halbleitervorrichtung 10 weist des Weiteren einen ersten Elektrodenfilm 4 auf, der auf der Kathodenschicht 3 gebildet ist und aus Titan besteht, um einen SiTi-Übergang zu bilden, einen auf dem ersten Elektrodenfilm 4 gebildeten und aus Al-Si hergestellten zweiten Elektrodenfilm 7 zur Bildung eines Ti-AlSi-Übergangs, einen auf dem zweiten Elektrodenfilm 7 gebildeten und aus Ni hergestellten dritten Elektrodenfilm 5 zur Bildung eines AlSi-Ni-Übergangs, und einen auf dem dritten Elektrodenfilm gebildeten und aus Au hergestellten vierten Elektrodenfilm 6. Diese Elektrodenfilme bilden einen „Mehrschichtelektrodenfilm“. Die Halbleitervorrichtung 10 ist eine Diode mit auf der vorder- bzw. rückseitigen Oberfläche des N-Typ-Siliziumsubstrats 2 gebildeten Elektroden. Des Weiteren können auch ein nicht gezeigter Elektrodenfilm und ein nicht gezeigter Schutzfilm auf der Anodenschicht 1 vorgesehen sein.

**[0012]** Die **Fig. 2** und 3 zeigen Ansichten zum Erläutern der Funktionen und Wirkungen der Halbleitervorrichtung 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Pfeile in den **Fig. 2** und 3 repräsentieren in schematischer Weise Kräfte, die zwischen dem aus Al-Si hergestellten zweiten Elektrodenfilm 7 und dem aus Ni hergestellten dritten Elektrodenfilm 5 wirken. In dem ersten Ausführungsbeispiel ist der aus Al-Si hergestellte zweite Elektrodenfilm 7 zwischen dem Si-Ti-Übergang (d.h., dem Übergang zwischen der Kathodenschicht 3 und dem ersten Elektrodenfilm 4) und Ni (d.h., dem dritten Elektrodenfilm 5) gebildet. Dies kann zu einer verringerten auf das Si-Ti wirkenden Belastung führen, wie in den **Fig. 2** und 3 dargestellt ist, wenn nach der Elektrodenbildung eine Wärmebehandlung (zum Beispiel 200°C oder höher) ohne Reaktionsschicht aus Titansilizid oder dergleichen durchgeführt wird, und kann auch eine Si-Ti-Schnittstellendelaminierung nach der Wärmebehandlung einschränken. Wie vorstehend beschrieben, kann mit diesem Ausführungsbeispiel die Verschlechterung der Funktionen der Strukturen (d.h., des PN-Übergangs, des Elektrodenfilms und des Schutzfilms) auf der Oberflächenseite der Anodenschicht 1 vermieden und eine Si-Ti-Schnittstellendelaminierung und die in dem Mehrschichtelektrodenfilm aufgrund eines Wärmeprozesses nach der Elektrodenbildung auftretende Belastung eingeschränkt werden, wobei ein Si-Ti-Übergang mit bevorzugten elektrischen Eigenschaften beibehalten werden kann.

**[0013]** **Fig. 4** zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Zuerst wird ein N-Typ-Siliziumsubstrat 2 vorbereitet, und es folgen die Schritte des Bildens der Anodenschicht 1 und der Kathodenschicht 3 auf dem N-Typ-Siliziumsubstrat 2 (Schritt S100). Darüber hinaus kann ein weiterer Elektrodenfilm und ein Schutzfilm auf der Anodenschicht 1 vorgesehen sein. Als nächstes wird der Schritt des Bildens des ersten Elektrodenfilms 4 aus Titan auf der Kathodenschicht 3 ausgeführt (Schritt S102). Dann wird der Schritt des Bildens des zweiten Elektrodenfilms 7 aus Al-Si auf dem ersten Elektrodenfilm 4 ausgeführt (Schritt S104). Darauffolgend wird der Schritt des Bildens des dritten Elektrodenfilms 5 aus Ni auf dem zweiten Elektrodenfilm 7 ausgeführt (Schritt S106). Dann wird der Schritt des Bildens des vierten Elektrodenfilms 6 aus Au auf dem dritten Elektrodenfilm 5 ausgeführt (Schritt S108). Danach erfolgt eine Wärmebehandlung (zum Beispiel 200°C oder höher) nach der Durchführung der Mehrschichtelektrodenbildung (Schritt S110). Durch das Ausführen dieser Schritte wird die unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschriebene Halbleitervorrichtung 10 erhalten.

**[0014]** Eine Möglichkeit zum Erzielen einer festen Si-Ti-Verbindung kann durch Bilden einer Reaktionsschicht aus Titansilizid oder dergleichen erreicht werden. Die Bildung einer solchen Reaktionsschicht erfordert aber einen Hochtemperaturprozess bei ungefähr 700°C. Im Falle der Durchführung eines solchen Hochtemperaturprozesses nach der Bildung der Anodenschicht 1 und des nicht gezeigten Elektrodenfilms und Schutzfilms auf der Seite der Anodenschicht 1 auf dem N-Typ-Siliziumsubstrat 2 ergibt sich ein Problem darin, dass geforderte Funktionen dieser Filme verschlechtert werden. Dementsprechend kann durch dieses Ausführungsbeispiel die Durchführung eines solchen Hochtemperaturprozesses vermieden werden.

**[0015]** Unter der Annahme, dass eine Wärmebehandlung nach der Bildung der Mehrschichtelektrode ohne Titansilizid durchgeführt wird, tritt aufgrund von irreversiblen Veränderungen verursacht durch Kornwachstum und dergleichen eine Spannung in dem dritten Elektrodenfilm 5 aus Ni auf dem ersten Elektrodenfilm 4 aus Ti auf, und diese Spannung verbleibt nach der Wärmebehandlung. In diesem Ausführungsbeispiel kann die auf das Si-Ti einwirkende Spannung reduziert werden, da der zweite Elektrodenfilm 7 vorgesehen ist. Somit kann eine Si-Ti-Schnittstellendelaminierung nach der Wärmebehandlung eingeschränkt werden, ohne Bildung der vorgenannten Reaktionsschicht aus Titansilizid oder dergleichen.

**[0016]** **Fig. 5** zeigt eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung 20 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Halbleitervorrichtung 20 enthält des Weiteren einen fünften Elektrodenfilm 9 aus Titan zwischen dem dritten Elektrodenfilm 5 und dem zweiten Elektrodenfilm 7. Mit dieser Ausnahme weist die Halbleitervorrichtung 20 ansonsten denselben Aufbau wie die Halbleitervorrichtung 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel auf. Die Bildung einer Legierungsschicht zwischen Al-Si und dem Lotmittel ist schwierig. Die Diffusion des Lotmittels in Al-Si verursacht einen ohmschen Defekt und eine Verringerung der Adhäsionsstärke, was zu einer Delaminierung führt. Daher wird eine Mehrfachelektrode verwendet, die einen Ni-Elektrodenfilm als Film zum Bilden einer Legierungsschicht mit Lotmittel aufweist und einen Ti-Elektrodenfilm als Barrierenmetallschicht zum Verhindern der Diffusion des Lotmittels in eine ohmsche Elektrode. Zur Verhinderung der Diffusion des Lotmittels in Al-Si wird der fünfte Elektrodenfilm 9 aus Ti zu der Halbleitervorrichtung 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel hinzugefügt, so dass er zwischen dem zweiten Elektrodenfilm 7 aus Al-Si und dem dritten Elektrodenfilm aus Ni angeordnet ist. Dies ermöglicht die Bildung von Al-Si zwischen dem Si-Ti-Übergang, wobei Ni mit einem Si-Ti-Übergang mit bevorzugten elektrischen Eigenschaften beibe-

halten werden kann. Somit kann eine Delaminierung an der Si-Ti-Schnittstelle, die durch Spannungen des Mehrschichtelektrodenfilms aufgrund eines thermischen Prozesses nach der Elektrodenbildung verursacht wird, eingeschränkt werden, und eine Lötfähigkeitsverschlechterung kann durch Verhindern der Diffusion des Lotmittels in Al-Si eingeschränkt werden.

**[0017]** **Fig. 6** zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung 20 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Schritt (Schritt S120) des Bildens des fünften Elektrodenfilms 9 aus Titan auf dem zweiten Elektrodenfilm 7 wird vor dem Schritt S106 des Bildens des dritten Elektrodenfilms 5 hinzugefügt. Mit dieser Ausnahme gleicht das Verfahren gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ansonsten dem durch das Flussdiagramm in **Fig. 4** gezeigten Herstellungsverfahren.

**[0018]** **Fig. 7** zeigt eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung 30 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Halbleitervorrichtung 30 ist ein NPN-Transistor. Die Halbleitervorrichtung 30 weist ein P-Typ-Siliziumsubstrat 12 auf. Das P-Typ-Siliziumsubstrat 12 weist eine Emitterschicht 11 aus N-Typ-Silizium auf dessen einer Oberfläche auf und eine Kollektorschicht 13 aus N-Typ-Silizium auf dessen anderer Oberfläche. Das als Basisschicht dienende P-Typ-Siliziumsubstrat 12, die Emitterschicht 11 und die Kollektorschicht 13 bilden einen NPN-Transistor.

**[0019]** **Fig. 8** zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung 30. Anstelle des Schritts S100 in **Fig. 4** ist die aus N-Typ-Silizium hergestellte Emitterschicht 11 auf einer Oberfläche des P-Typ-Siliziumsubstrats 12 vorgesehen, und die aus N-Typ-Silizium hergestellte Kollektorschicht 13 ist auf dessen anderer Oberfläche vorgesehen. Somit kann wie im ersten Ausführungsbeispiel die Verschlechterung der Funktionen des auf dem P-Typ-Siliziumsubstrat 12 gebildeten Schutzfilms und dergleichen eingeschränkt werden, während bevorzugte elektrische Eigenschaften beibehalten werden, und die Si-Ti-Schnittstellendelaminierung kann eingeschränkt werden.

**[0020]** **Fig. 9** zeigt eine Ansicht einer Halbleitervorrichtung 40 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Halbleitervorrichtung 40 wird erhalten durch Hinzufügen des fünften Elektrodenfilms 9 aus Ti zu der Halbleitervorrichtung 30. Mit dieser Ausnahme weist die Halbleitervorrichtung 40 ansonsten denselben Aufbau auf, wie die Halbleitervorrichtung 30.

**[0021]** **Fig. 10** zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtung

40. Dieses Flussdiagramm wird erhalten durch Hinzufügen eines Schritts S120 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel zu dem Flussdiagramm in **Fig. 8**. Somit kann die durch eine von dem Mehrschichtelektrodenfilm aufgrund eines thermischen Prozesses nach der Elektrodenbildung ausgehende Spannung verursachte Si-Ti-Schnittstellendelaminierung eingeschränkt werden, und die Lötfähigkeitsverschlechterung kann durch Verhindern der Diffusion des Lotmittels in Al-Si eingeschränkt werden.

**[0022]** Die Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung können wie folgt zusammengefasst werden. In der vorliegenden Erfindung wird die Verschlechterung der Funktionen eines Schutzfilms und dergleichen auf einem Siliziumsubstrat dadurch vermieden, dass Titansilizid nicht gebildet wird, das einen Hochtemperaturprozess erfordert, und ein zweiter Elektrodenfilm aus Al-Si wird zur Einschränkung der Si-Ti-Schnittstellendelaminierung eingefügt, während ein ohmscher Kontakt auf einem Si-Ti-Übergang beibehalten wird. Somit wird die Verschlechterung der Funktionen des auf dem Siliziumsubstrat gebildeten Schutzfilmes und dergleichen eingeschränkt, während bevorzugte elektrische Eigenschaften beibehalten werden, und auch die Si-Ti-Schnittstellendelaminierung kann eingeschränkt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung mit den Schritten:  
Vorbereiten eines Siliziumsubstrats (2, 12), wobei das Siliziumsubstrat (2, 12) eine N-Typ-Siliziumschicht auf einer Oberfläche und zumindest eines aus einem PN-Übergang, einem Elektrodenfilm, und einem Schutzfilm auf der anderen Oberfläche aufweist;  
Bilden eines Si-Ti-Übergangs durch Bilden eines ersten Elektrodenfilms (4) aus Titan auf der N-Typ-Siliziumschicht, wobei der erste Elektrodenfilm direkt auf der N-Typ-Siliziumschicht gebildet wird;  
Bilden eines zweiten Elektrodenfilms (7) aus Al-Si auf dem ersten Elektrodenfilm (4);  
Bilden eines dritten Elektrodenfilms (5) aus Ni auf dem zweiten Elektrodenfilm (7); und  
Erwärmen des Siliziumsubstrats (2, 12) nach der Bildung des dritten Elektrodenfilms (5);  
wobei  
keine Titansilizidschicht zwischen der N-Typ-Siliziumschicht und dem ersten Elektrodenfilm (4) gebildet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend: einen Schritt des Bildens eines Titanelektrodenfilms (9) auf dem zweiten Elektrodenfilm (7) vor dem Bilden des dritten Elektrodenfilms (5).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Siliziumsubstrat (2, 12) ein N-Typ-Siliziumsubstrat (2) ist mit einer Anodenschicht aus P-Typ-Silizium auf einer seiner Oberflächen und einer Kathodenschicht aus N-Typ-Silizium auf der anderen Oberfläche.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Siliziumsubstrat (2, 12) ein P-Typ-Siliziumsubstrat (12) ist, die N-Typ-Siliziumschicht auf einer Oberfläche des P-Typ-Siliziumsubstrats (12) gebildet ist, und eine weitere N-Typ-Siliziumschicht auf der anderen Oberfläche des P-Typ-Siliziumsubstrats (12) gebildet ist.

5. Halbleitervorrichtung mit:  
einem Siliziumsubstrat (2, 12) mit einer N-Typ-Siliziumschicht auf einer Oberfläche und zumindest einem aus einem PN-Übergang, einem Elektrodenfilm und einem Schutzfilm auf der anderen Oberfläche;  
einem ersten Elektrodenfilm (4) aus Titan, der direkt auf der N-Typ-Siliziumschicht gebildet ist, wobei der erste Elektrodenfilm (4) einen Si-Ti-Übergang bildet, und wobei kein Titansilizid zwischen dem ersten Elektrodenfilm (4) und der N-Typ-Siliziumschicht gebildet ist;  
einem zweiten Elektrodenfilm (7) aus Al-Si, der auf dem ersten Elektrodenfilm (4) gebildet ist; und  
einem dritten Elektrodenfilm (5) aus Ni, der auf dem zweiten Elektrodenfilm (7) gebildet ist.

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 5, des Weiteren umfassend: einen Titanelektrodenfilm (9) zwischen dem zweiten Elektrodenfilm (7) und dem dritten Elektrodenfilm (5).

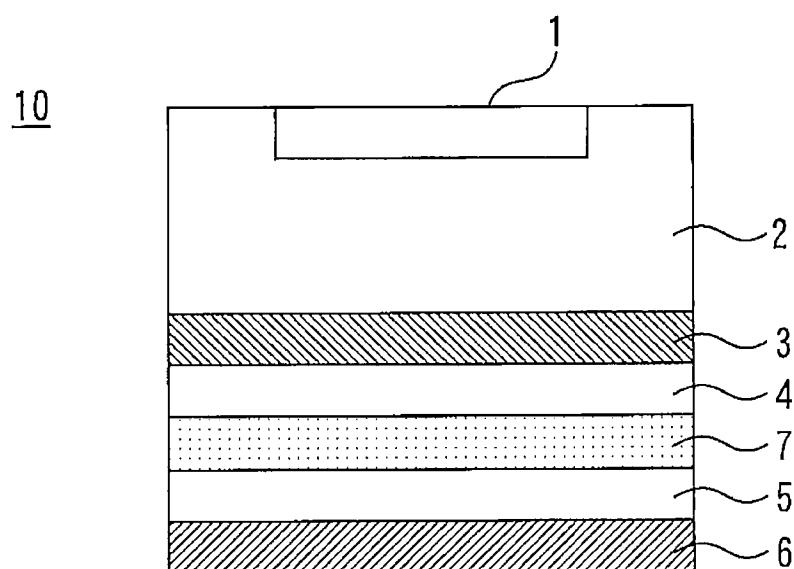
7. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, wobei das Siliziumsubstrat (2, 12) ein N-Typ-Siliziumsubstrat (2) ist mit einer aus P-Typ-Silizium gebildeten Anodenschicht auf einer seiner Oberflächen und einer aus N-Typ-Silizium gebildeten Kathodenschicht auf der anderen Oberfläche.

8. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, wobei das Siliziumsubstrat (2, 12) ein P-Typ-Siliziumsubstrat (12) ist, die N-Typ-Siliziumschicht auf einer Oberfläche des P-Typ-Siliziumsubstrats (12) gebildet ist, und eine weitere N-Typ-Siliziumschicht auf der anderen Oberfläche des P-Typ-Siliziumsubstrats (12) gebildet ist.

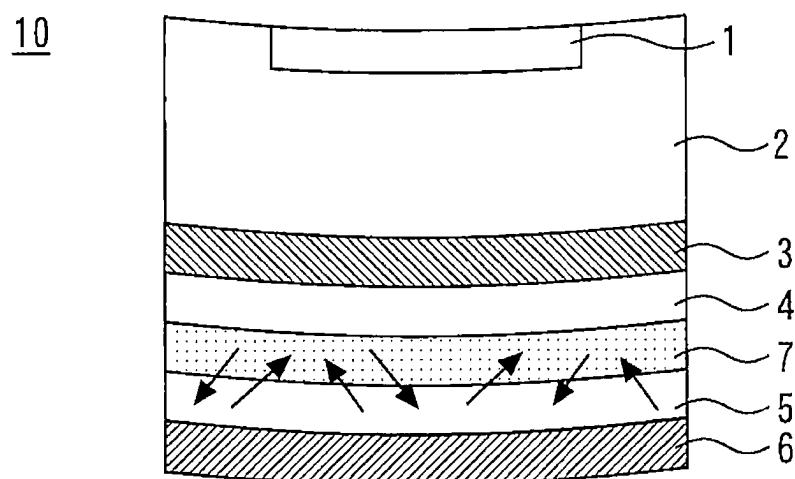
Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

*Fig. 1*



*Fig. 2*



*Fig. 3*

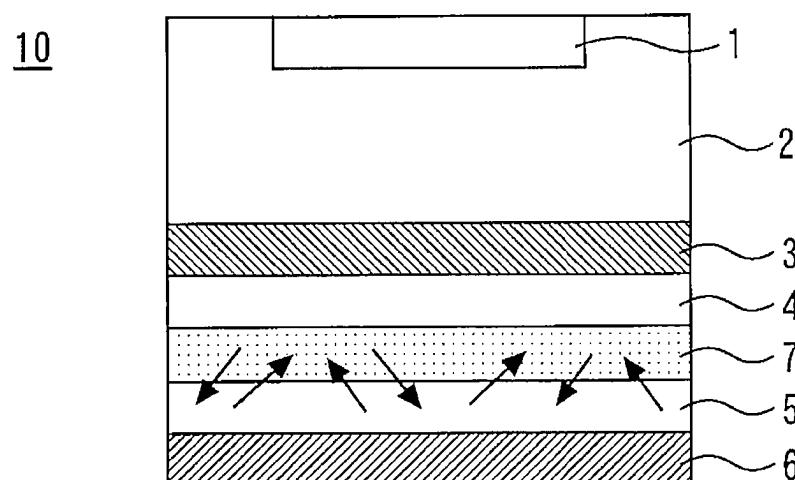
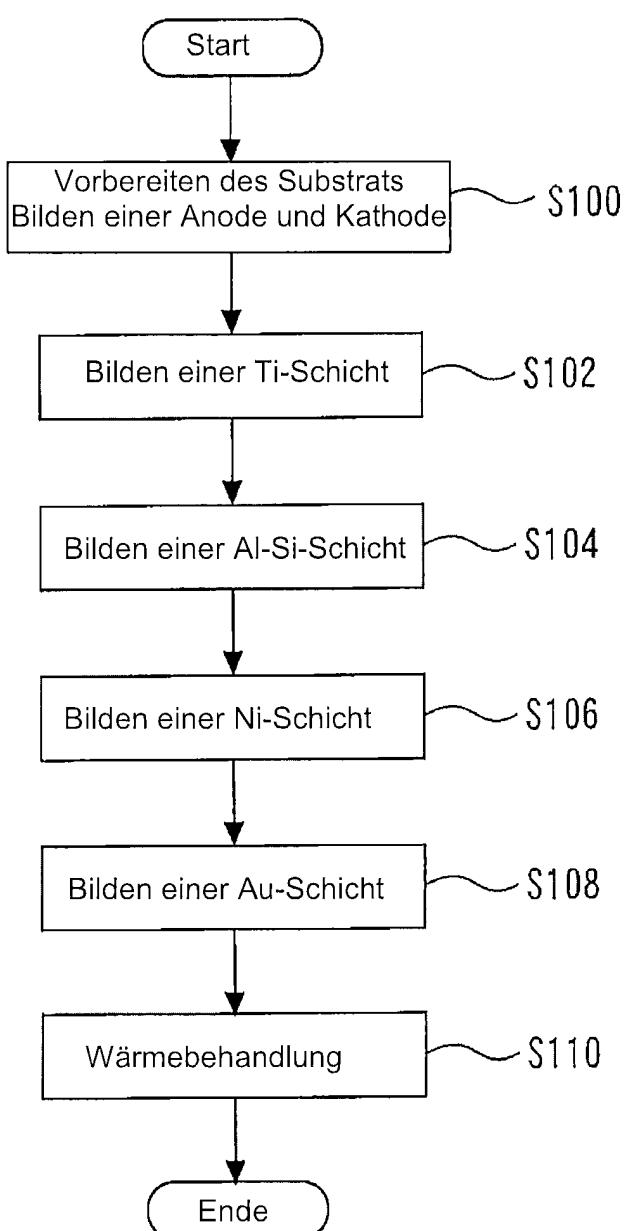


Fig. 4



*Fig. 5*

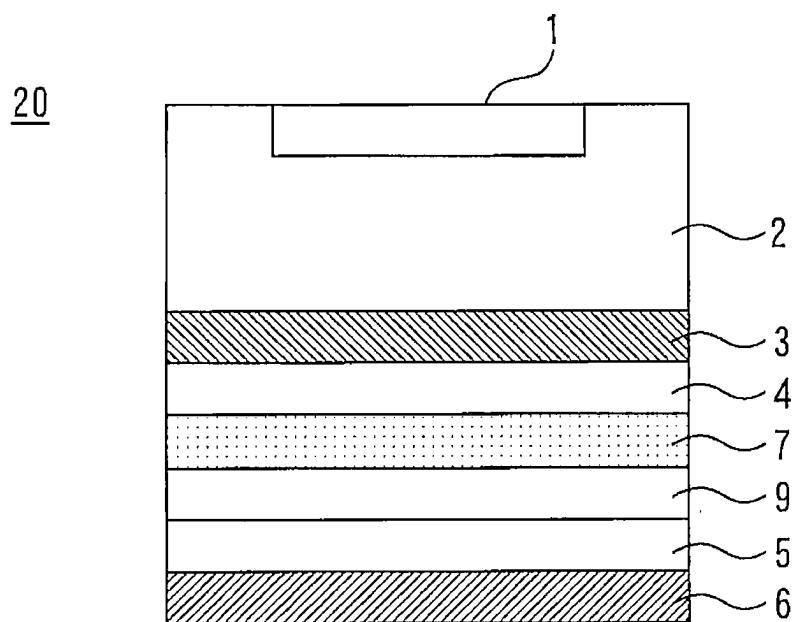
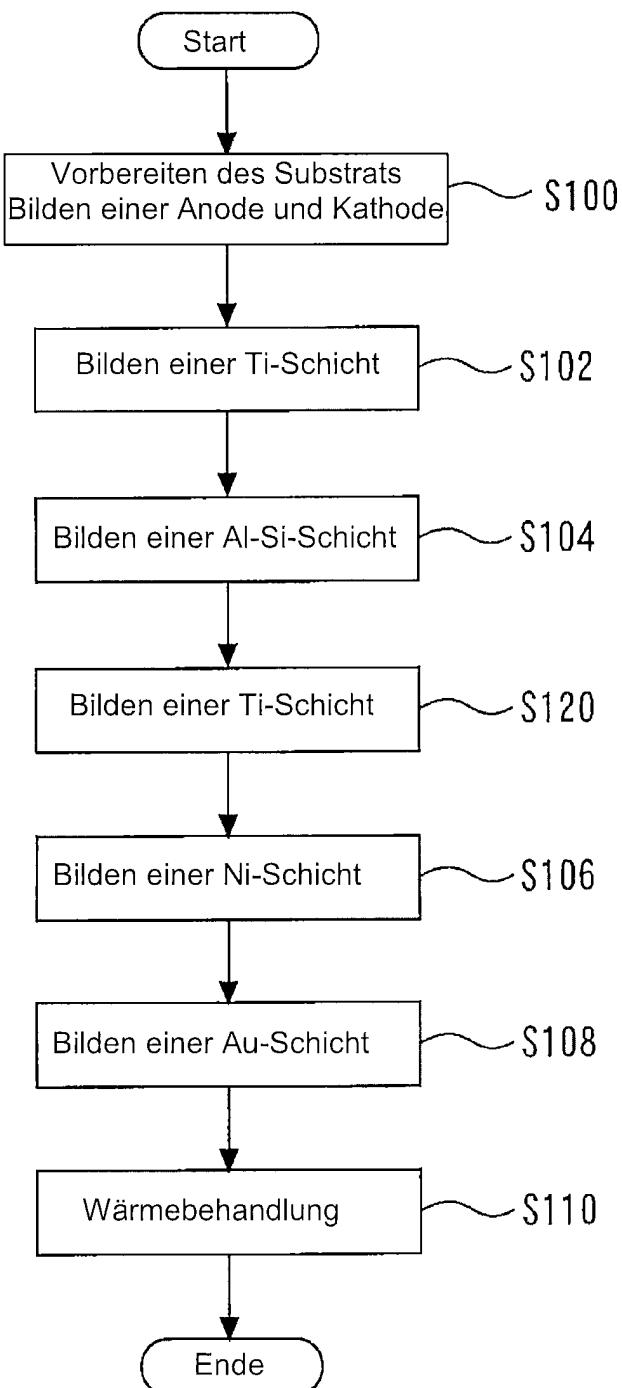


Fig. 6



*Fig. 7*

30

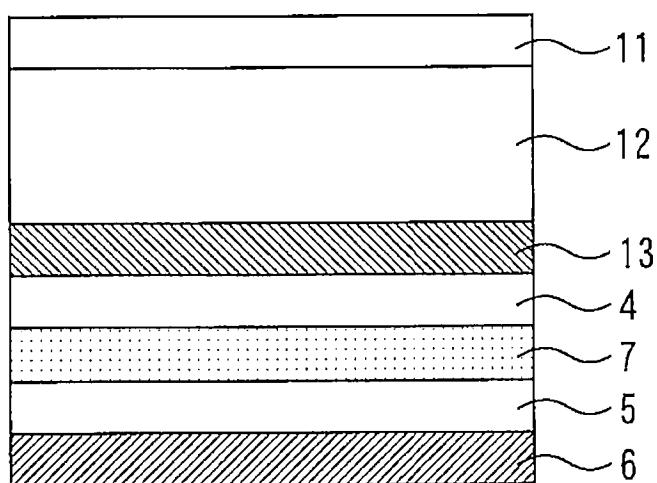
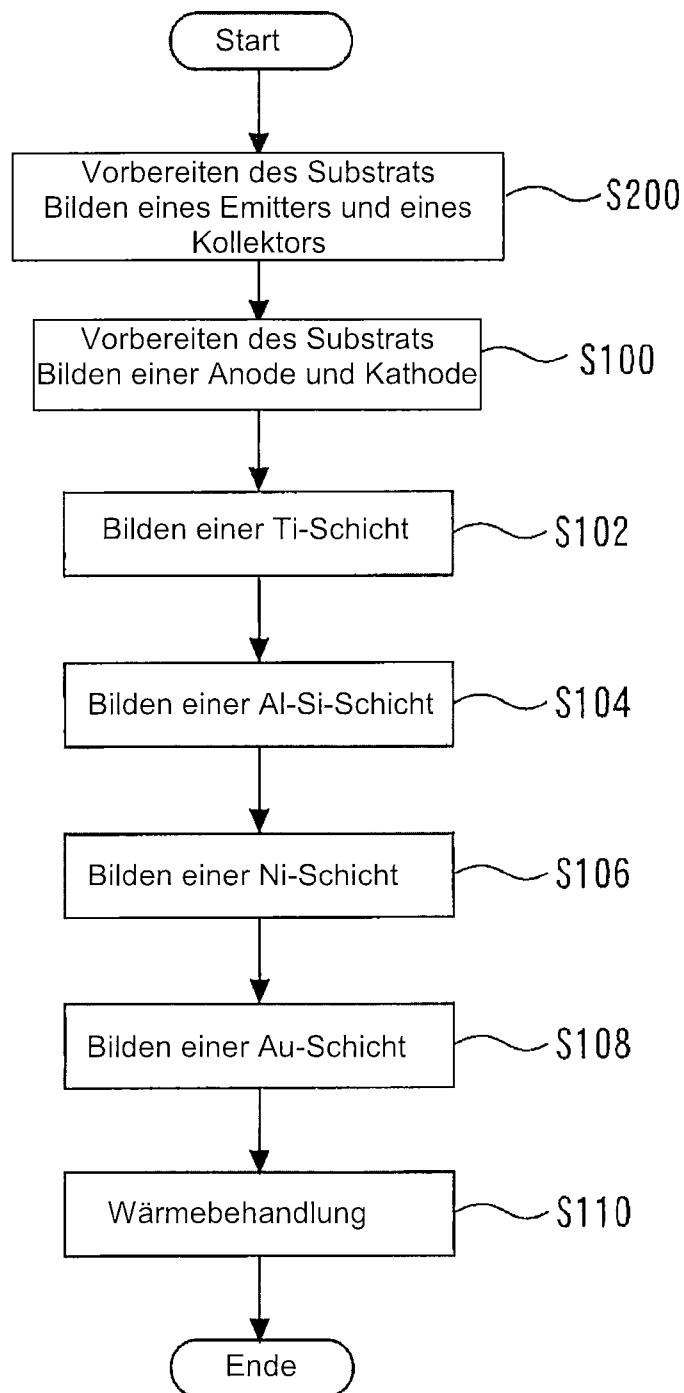


Fig. 8



*Fig. 9*

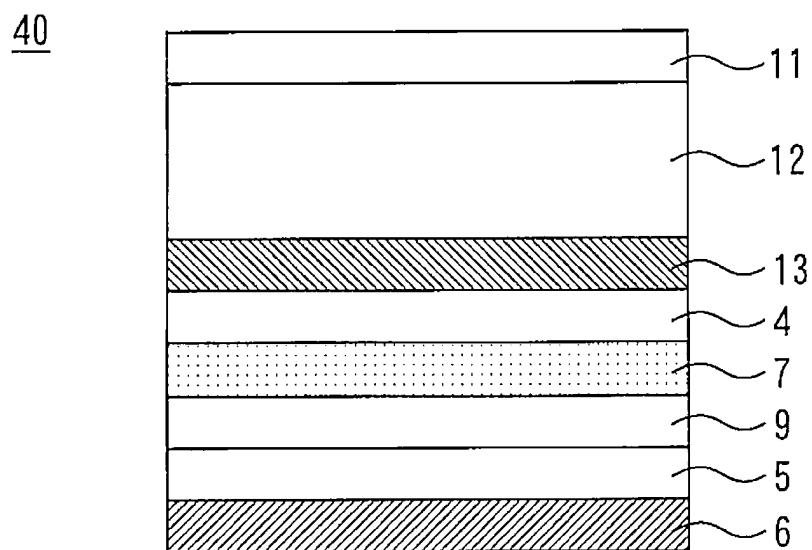


Fig. 10

