



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 22 833 T2** 2004.05.06

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 786 816 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 22 833.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 100 686.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.01.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.07.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.06.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.05.2004**

(51) Int Cl.7: **H01L 29/10**

H01L 29/732, H01L 21/331

(30) Unionspriorität:

537896 17.01.1996 JP

(73) Patentinhaber:

**NEC Compound Semiconductor Devices, Ltd.,
Kawasaki, Kanagawa, JP**

(74) Vertreter:

Glawe, Delfs, Moll, Patentanwälte, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, NL

(72) Erfinder:

Kohno, Hiroshi, Minato-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Bipolarer Transistor mit einer verbesserten epitaktischen Basiszone und dessen Herstellungsverfahren**

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

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Halbleitervorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen derselben, und, genauer ausgedrückt, einen bipolaren Transistor mit einer verbesserten epitaktischen Basisregion und ein Verfahren zum Herstellen desselben.

[0002] Um die Hochfrequenz- und Hochgeschwindigkeitsleistungen der bipolaren Transistor zu verbessern, ist versucht worden, sowohl seitliche als auch vertikale Größen des bipolaren Transistors zu verkleinern. Zum Beispiel ist ein Molekularstrahlepitaxiesystem nützlich, um einen flachen Emitterübergang zu bilden, um so sowohl eine Kapazität des Emitterübergangs zu reduzieren als auch einen Emitterwiderstand zu senken. Ferner ist auch eine Selbstausrichtungstechnik verwendbar, um den bipolaren Transistor verkleinert auszubilden. Eins der konventionellen Verfahren zur Herstellung des bipolaren Transistors durch Verwendung des Molekularstrahlepitaxiesystems soll im folgenden unter Bezugnahme auf die **Fig. 1A bis 1H** beschrieben werden.

[0003] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1A** wird ein n⁺-Siliziumsubstrat **1** hergestellt. Eine epitaktische n⁻-Siliziumschicht wird auf dem n⁺-Siliziumsubstrat **1** zum Bilden eines Wafer ausgebildet, der das n⁺-Siliziumsubstrat **1** und die epitaktische n⁻-Siliziumschicht **2** aufweist. Feldoxydfilme **3** werden selektiv auf dem Wafer durch ein lokales Punktoxidationsverfahren von Silizium ausgebildet. Die Feldoxydfilme **3** haben eine obere Oberfläche auf der gleichen Höhe wie die obere Oberfläche der epitaktischen n⁻-Siliziumschicht **2** und eine untere Oberfläche einer niedrigeren Höhe als die Grenzfläche zwischen dem n⁺-Siliziumsubstrat **1** und der epitaktischen n⁻-Siliziumschicht **2**. Ein Oberflächensiliziumoxidfilm **4** wird gebildet, der sich über der oberen Oberfläche der epitaktischen n⁻-Siliziumschicht **2** und den Feldoxydfilmen **3** erstreckt. P⁺-Schichten **18** werden selektiv in einem oberen Teil der epitaktischen n⁻-Siliziumschicht **2** durch ein Ionenimplantationsverfahren ausgebildet. Der Oberflächensiliziumoxidfilm **4** wird selektiv durch ein Photolithographieverfahren und ein anisotropes Ätzverfahren entfernt, um selektiv den Oberflächensiliziumoxidfilm **4** über den Feldoxydfilmen **3** und dem Umgebungsteil der epitaktischen n⁻-Siliziumschicht **2** zu den Feldoxydfilmen **3** zurückzulassen.

[0004] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1B** wird ein Siliziummolekularstrahlepitaxiesystem verwendet, um Kristallwachstum von Silizium dotiert mit p-Fremdatomen über der gesamten Oberfläche des Wafer zu verursachen, wodurch eine epitaktische p-Schicht **5** über der epitaktischen n⁻-Siliziumschicht **2** aufgewachsen wird und gleichzeitig eine p-Polysiliziumschicht **6** über dem Oberflächensiliziumoxidfilm **4** ausgebildet wird.

[0005] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1C** wird ein Photolackfilm über der gesamten Oberfläche des Wafer aufgebracht und anschließend durch ein Photolithographieverfahren gemustert, um einen Photolackfilm **9j** über der epitaktischen p-Schicht **5** und angrenzenden Teilen der p-Polysiliziumschicht **6** zu der epitaktischen p-Schicht **5** zurückzulassen. Ein anisotropes Ätzen wird durch Verwendung des Photolackfilms **9j** als eine Maske durchgeführt, um selektiv die p-Polysiliziumschicht **6** von dem Wafer zu entfernen, wodurch die epitaktische p-Schicht **5** und die angrenzenden Teile der p-Polysiliziumschicht **6** zu der epitaktischen p-Schicht **5** über der Wafer zurückbleiben.

[0006] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1D** wird der Photolackfilm **9j** von dem Wafer entfernt. Ein Isolierfilm **19** aus Siliziumoxid oder Siliziumnitrid wird auf der gesamten Oberfläche des Wafer durch ein chemisches Aufdampfverfahren so aufgebracht, dass sich der Isolierfilm **19** über die epitaktische p-Schicht **5**, die verbliebenen Teile der p-Polysiliziumschicht **6** und den Oberflächensiliziumoxidfilm **4** erstreckt.

[0007] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1E** wird der Isolierfilm **19** selektiv durch ein Photolithographieverfahren und ein anisotropes Ätzverfahren geätzt, um Basiskontaktvertiefungen in dem Isolierfilm **9** an Basiskontaktteilen **15** auszubilden, die über den p⁺-Schichten **18** positioniert sind, sowie eine Emitterkontaktvertiefung in dem Isolierfilm **19** an einem Emitterkontaktteil **22** zu bilden. Unter den Basiskontaktvertiefungen und der Emitterkontaktvertiefung weist der Isolierfilm **19** mehrere zehn Nanometer auf. Die Emitterkontaktvertiefung des Isolierfilms **10** wird weiter durch ein Photolithographieverfahren und ein anisotropes Ätzverfahren zum Bilden eines Emitterkontaktlochs **22** geätzt, so dass die epitaktische p-Schicht **5** über das Emitterkontaktloch **22** sichtbar ist.

[0008] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1F** wird ein Polysiliziumfilm **12** auf der gesamten Oberfläche des Wafer durch ein chemisches Aufdampfverfahren so aufgebracht, dass der Polysiliziumfilm **12** sich über den Isolierfilm **19** und in die Basisvertiefungen und das Emitterkontaktloch des Isolierfilms **19** erstreckt, wodurch der Polysiliziumfilm **12** in dem Emitterkontaktloch **22** in Kontakt mit der Oberfläche der epitaktischen p-Schicht **5** steht. Der Polysiliziumfilm **12** wird mit n-Fremdatomen durch eine Ionenimplantation dotiert, bevor der Wafer Glühbehandlung ausgesetzt wird, um so eine Wärmediffusion der n-Fremdatome aus dem Polysiliziumfilm **12** in dem Emitterkontaktloch **22** in die epitaktische p-Schicht **5** zu verursachen, wodurch ein n-Emitterbereich **14** in einem oberen Teil der epitaktischen p-Schicht **5** ausgebildet wird, wobei dieser obere Teil ein Teil ist, der in Kontakt mit dem Polysiliziumfilm **12** ist, welcher sich in dem Emitterkontaktloch **22** befindet. Dieser Glühprozess verursacht ferner eine Aktivierung der p⁺-Schichten **18**.

[0009] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1G** wird der Polysiliziumfilm **12** selektiv durch ein Photolithographie-

verfahren und ein anisotropes Ätzverfahren entfernt, um so selektiv den Polysiliziumfilm **12** innerhalb und um das Emitterkontaktloch **22** zurückzulassen. Der Isolierfilm **19** unter den Basisvertiefungsteilen **15** wird ferner selektiv durch ein anisotropes Ätzen geätzt, so dass die Basiskontaktlöcher **15** über den p⁺-Schichten **18** ausgebildet werden, wodurch die p⁺-Schichten **18** über die Basiskontaktlöcher **15** zu sehen sind.

[0010] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1H** wird eine Sperrmetallschicht **16** auf der gesamten Oberfläche des Wafer durch eine Verdampfung so ausgebildet, dass sich die Sperrmetallschicht **16** über den Isolierfilm **19** und den Polysiliziumfilm **12** sowie innerhalb der Basiskontaktlöcher **15** erstreckt, wodurch die Sperrmetallschicht **16** in den Basiskontaktlöchern **15** in Kontakt mit den p⁺-Schichten **18** ist. Elektroden **17** werden selektiv auf der Sperrmetallschicht **16** und über den p⁺-Schichten **18** durch ein Photolithographieverfahren und ein Plattierungsverfahren ausgebildet, wobei die Elektroden **17** durch ein Photolackmuster definiert werden, das nicht in **Fig. 1H** gezeigt ist, und durch dieses Photolithographieverfahren gebildet werden. Nachdem die Elektroden **17** gebildet wurden, wird das Photolackmuster von der Wafer entfernt. Die Sperrmetallschicht **16** wird selektiv durch ein anisotropes Ätzverfahren entfernt, das die Elektroden **17** als Masken verwendet, so dass die Sperrmetallschicht **16** nur unter den Elektroden **17** oder innerhalb und um die Basiskontaktlöcher herum über den p⁺-Schichten **18** zurückbleibt. Infolgedessen ist der bipolare Transistor fertiggestellt.

[0011] Das obige konventionelle Verfahren zum Herstellen des bipolaren Transistors birgt die folgenden schwerwiegenden Probleme mit der Schwierigkeit, das Emitterkontaktloch **22** und die Basisvertiefung an dem Basiskontaktteil **15** zu bilden. Es ist nämlich erforderlich, den Isolierfilm **19** mit einer sehr geringen Differenz in der Ätztiefe zwischen dem Basiskontaktteil **15** und dem Emitterkontaktteil **22** zu ätzen, wie in **Fig. 1E** dargestellt ist. Wenn isotropes Ätzen zum Bilden des Emitterkontakts **22** verwendet werden würde, erscheint eine Seitenätzung auf dem Isolierfilm **19**, der zu einer unerwünschten Vergrößerung in der Emitterfläche führt. Dies bedeutet, dass der Abstand der Emitterregion von der p⁺-Schicht **18** verkürzt wird, wodurch die Gleichstromeigenschaft des bipolaren Transistors verschlechtert wird.

[0012] Wie oben beschrieben ist, weist der Isolierfilm **19** unter den Basisvertiefungen **15** ferner eine kleine Dicke auf, zum Beispiel mehrere zehn Nanometer. Diese dünnen Teile des Isolierfilms **19** dienen als eine Schutzschicht für die Basisgrenzflächen gegen das anisotrope Ätzen, das zum selektiven Entfernen des n-Polysiliziumfilms **12** durchgeführt wird, wie oben beschrieben und auch in **Fig. 1G** dargestellt ist. Tatsächlich ist es jedoch wahrscheinlich, dass die Dicke des Isolierfilms **19** unter den Basisvertiefungen **15** etwas aufgrund einer unvermeidbaren kleinen Variation in der Tiefe der Ätzung variiert wird.

[0013] Wenn zum Beispiel die Dicke des Isolierfilms

19 unter den Basisvertiefungen **15** etwas von dem vorbestimmten Wert reduziert wird, dann kann ein Problem mit Überätzung an dem Isolierfilm **19** unter den Basisvertiefungen **15** in dem Prozess zum selektiven Ätzen und Entfernen des Polysiliziumfilms **12** entstehen. Die Oberfläche der p⁺-Schicht **18** kann nämlich durch selektives Ätzen und Entfernen des Polysiliziumfilms **12** geätzt werden. Das Ätzen der p⁺-Schicht **18** mit einer hohen Fremdatomkonzentration verursacht einen Anstieg des Basiswiderstands, was zu einer Verschlechterung des Gleichstrommerkmals und des RF-Merkmals führt.

[0014] Für das oben beschriebene konventionelle Verfahren zum Bilden des bipolaren Transistors ist daher eine sehr genaue Ätztechnik ohne Variationen in Ätztiefe und Bereich erforderlich, um Verschlechterung in dem Gleichstrommerkmal und dem RF-Merkmal sowie anderen Leistungen des bipolaren Transistors zu vermeiden. Nichtsdestoweniger ist es schwierig gewesen, den Ätzprozess ohne jegliche praktische Variation in Ätztiefe und -Bereich durchzuführen.

[0015] Ferner birgt der obige bipolare Transistor aus den folgenden Gründen eine Schwierigkeit, seinen Maßstab zu verkleinern. Es ist wesentlich, die p⁺-Schicht **18** als den Basissteckteil in der Basisregion vorzusehen. Im Licht der Frage einer tatsächlichen Abweichung in der Ausrichtung zum Basiskontakt, ist es schwierig, die Größe der p⁺-Schicht **18** als den in dem Basisregion ausgebildeten Basissteckteil zu verkleinern. Außerdem ist es angesichts der Notwendigkeit, die minimale Spannungsfestigkeit zwischen dem Emitter und der Basis sowie den erforderlichen Spielraum gegen die Abweichung in der Ausrichtung einzuhalten, und der Schwierigkeit, die Größe der p⁺-Schicht **18** zu reduzieren, schwierig, einen Abstand zwischen dem Basiskontakt und dem Emitterkontakt zu reduzieren, aus welchem Grunde es schwierig ist, den Maßstab der Basisregion zu verkleinern.

[0016] Die p⁺-Schicht **18** erstreckt sich bis zu einer tiefen Ebene in der Kollektorregion. Dies führt zu Erhöhungen der Kapazität des Basis-Kollektor-Übergangs. Da es schwierig ist, den Maßstab der Basisregion zu verkleinern, ist es ferner schwierig, die parasitäre Kapazität zu senken. Dies bedeutet, dass es schwierig ist, die erforderlichen flachen Übergangseffekte zu erhalten.

[0017] Ein erster der durch Verwendung der Selbstausrichtungstechnik gebildeten konventionellen bipolaren Transistoren soll unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben werden. Dieser konventionelle bipolare Transistor ist in der japanischen offengelegten Patentveröffentlichung Nr. 61-290761 offenbart.

[0018] Der konventionelle bipolare Transistor wird auf einem p-Siliziumsubstrat **201** gebildet. Eine vergrabene n⁺-Schicht **202** wird über dem p-Siliziumsubstrat **201** ausgebildet. Eine epitaktische n⁻-Schicht **203** wird über der vergrabenen n⁺-Schicht **202** aus-

gebildet. Die Schichtungen des p-Siliziumsubstrats **201**, der vergrabenen n⁺-Schicht **202** und der epitaktischen n⁺-Schicht **203** bilden einen Wafer. Feldoxydfilme **204** werden selektiv auf einer Oberfläche der epitaktischen n⁺-Schicht **203** ausgebildet, die eine aktive Region umschließt. Eine p-Basisregion **210** wird an der Mittelposition in der aktiven Region der epitaktischen n⁺-Schicht **203** ausgebildet. In der aktiven Region der epitaktischen n⁺-Schicht **203** wird ferner eine Halbleiterregion **211** vorgesehen, die sich erstreckt, um die p-Basisregion **210** zu umschließen. In der aktiven Region der epitaktischen n⁺-Schicht **203** wird außerdem eine p⁺-Halbleiterregion **212** vorgesehen, die sich erstreckt, um die p-Halbleiterregion **211** zu umschließen. Eine n⁺-Emitterregion **213** wird über der p-Basisregion **210** ausgebildet. Ein als eine Basissteckleitung wirkender p⁺-Polysiliziumfilm **205** wird ausgebildet, der sich über die p⁺-Halbleiterregion **212** und die Feldoxydfilme **204** erstreckt. Ein Teil des p⁺-Polysiliziumfilms **205** ist in Kontakt mit der oberen Oberfläche die p⁺-Halbleiterregion **212**, so dass der p⁺-Polysiliziumfilm **205** über der p⁺-Halbleiterregion **212** und den p-Halbleiterregion **211** mit der p-Basisregion **210** verbunden ist. Ein Borsilikatglasfilm **207** wird über der p-Halbleiterregion **211** außer über der n⁺-Emitterregion **213** ausgebildet. Ein Siliziumnitridfilm **206** wird ferner ausgebildet, der sich über den Borsilikatglasfilm **207** und einen Teil des p⁺-Polysiliziumfilms **205** erstreckt. Über der n⁺-Emitterregion **213** wird ein n⁺-Polysiliziumfilm **208** ausgebildet, der in Kontakt mit der oberen Oberfläche der n⁺-Emitterregion **213** steht, so dass der n⁺-Polysiliziumfilm **208** als eine Emittersteckleitung dient. Der als die Emittersteckleitung dienende n⁺-Polysiliziumfilm **208** ist elektrisch durch den Borsilikatglasfilm **207** und den Siliziumnitridfilm **206** gegen den als Basissteckleitung dienenden p⁺-Polysiliziumfilm **205** isoliert. Basisselektroden **209** werden über dem als die Basissteckleitung dienenden p⁺-Polysiliziumfilm **205** ausgebildet. Eine Emitterelektrode **209** wird auch über dem n⁺-Polysiliziumfilm **208** ausgebildet, der als die Emittersteckleitung dient.

[0019] Die obige bipolare Transistorstruktur ist in gewisser Weise zum Verkleinern in der Seitenrichtung des bipolaren Transistors verglichen mit dem konventionellen bipolaren Transistor mit flachem Übergang geeignet. Solche Verkleinerung in der Seitenrichtung des bipolaren Transistors kann eine Verbesserung in der Hochfrequenzleistung des bipolaren Transistors schaffen.

[0020] Nichtsdestoweniger ist die Struktur desselben zu kompliziert und die Herstellungsprozesse sind auch so kompliziert. Außerdem gibt es im wesentlichen einen oder mehrere Prozesse, die unter sehr genauer Steuerung der Prozessbedingungen auszuführen sind, aus welchem Grunde es schwierig ist, einen hohen Ertrag der Herstellung des bipolaren Transistors zu erhalten. Zum Beispiel ist es erforderlich, ein isotropes Ätzen durch Verwendung einer flüssigen Chemikalie oder eines Ätzmittels durchzuführen,

um eine überhängende Form zu bilden. Es ist schwierig, genau die Ätzrate des isotropen Ätzens durch Verwendung einer flüssigen Chemikalie oder eines Ätzmittels zu steuern. Es ist ferner schwierig, Variationen in der chemischen Konzentration zu unterdrücken, die einen wesentlichen Einfluss auf die Ätzrate liefert, was zu einer Variation in der Ätzrate führt. Die Variation in der Ätzrate verursacht Variationen in dem Basiswiderstand und in dem Abstand zwischen der Emitterregion und der Basisregion, wodurch es schwierig wird, einen hohen Herstellungsertrag des bipolaren Transistors zu erhalten.

[0021] Der zweite der durch Verwendung der Selbstausrichtungstechnik hergestellten konventionellen bipolaren Transistoren soll unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben werden. Dieser konventionelle bipolare Transistor ist in der japanischen offengelegten Patentveröffentlichung Nr. 5-315347 offenbart. [0022] Der konventionelle bipolare Transistor wird auf einem p-Siliziumsubstrat **201** ausgebildet. Eine vergrabene n⁺-Schicht **302** wird über dem p-Siliziumsubstrat **201** ausgebildet. Eine n-Muldenschicht **303** wird selektiv in einem oberen Teil der vergrabenen n⁺-Schicht **302** ausgebildet. Feldoxydfilme **304** werden selektiv auf einer Oberfläche des Wafer zum Definieren aktiver Regionen ausgebildet. Ein p-Basisregion **310** wird in einer Mittelregion in der aktiven Region der n-Muldenschicht **303** ausgebildet. In der aktiven Region der n-Muldenschicht **303** wird ferner eine p⁺-Halbleiterregion **312** vorgesehen, welche sich erstreckt, um die p-Basisregion **310** zu umschließen. Die p⁺-Halbleiterregion **312** wird durch den Feldoxydfilm **304** umschlossen. Eine n⁺-Emitterregion **311** wird selektiv in einer oberen Region der p-Basisregion **310** ausgebildet, so dass die n⁺-Emitterregion **311** durch die p-Basisregion **310** von der p⁺-Halbleiterregion **312** getrennt wird. Ein als eine Basissteckleitung dienender p⁺-Polysiliziumfilm **305** wird ausgebildet, der sich über die p⁺-Halbleiterregion **312** und die Feldoxydfilme **304** erstreckt. Ein Teil des p⁺-Polysiliziumfilms **305** ist in Kontakt mit der oberen Oberfläche der p⁺-Halbleiterregion **312**, so dass der p⁺-Polysiliziumfilm **305** über die p⁺-Halbleiterregion **312** mit der p-Basisregion **310** verbunden ist. Ein n⁺-Polysiliziumfilm **308** wird über dem Wafer ausgebildet, der sich sowohl erstreckt, um in Kontakt mit der n⁺-Emitterregion **311** zu sein, so dass der n⁺-Polysiliziumfilm **308** als eine Emittersteckleitung dient, als auch erstreckt, um mit der vergrabenen n⁺-Schicht **302** in Kontakt zu sein, so dass der n⁺-Polysiliziumfilm **308** als eine Kollektorsteckleitung dient. Ein Siliziumoxidfilm **306** wird gebildet, der sich über den p⁺-Polysiliziumfilm **305** und den n⁺-Polysiliziumfilm **308** erstreckt. Ein Borphosphatsilikatglasfilm **307** wird gebildet, der sich über den Siliziumoxidfilm **306** erstreckt. Kontaktlöcher werden in den Schichten des Siliziumoxidfilms **306** und des Borphosphatsilikatglasfilms **307** ausgebildet. Elektroden **309** werden in den Kontaktlöchern so ausgebildet, dass die Elektroden **309** sowohl in Kontakt mit den n⁺-Polysiliziumfilmen **308** stehen, die

als die Kollektorsteckleitung und die Emittersteckleitung dienen, als auch mit dem als die Basissteckleitung dienenden p⁺-Polysiliziumfilm **305** in Kontakt stehen.

[0023] Die obige bipolare Transistorstruktur ist in gewisser Weise zum Verkleinern in der Seitenrichtung des bipolaren Transistors verglichen mit dem konventionellen bipolaren Transistor mit flachem Übergang geeignet. Ein solche Verkleinerung in der Seitenrichtung des bipolaren Transistors kann eine Verbesserungen in der Hochfrequenzleistung des bipolaren Transistors schaffen.

[0024] Nichtsdestoweniger ist die Struktur desselben zu kompliziert und die Herstellungsprozesse sind auch so kompliziert. Ferner gibt es im wesentlichen einen oder mehrere Prozesse, die unter einer sehr genauen Steuerung der Prozessbedingungen auszuführen sind, aus welchem Grunde es schwierig ist, einen hohen Herstellungsertrag des bipolaren Transistors zu erhalten. Zum Beispiel ist es erforderlich, ein Umfangsätzen durchzuführen, das eine Differenz in der Ätzreaktionsbereitschaft zu Molybdän aufgrund einer Differenz in der Sauerstoffkonzentration der Reaktionsgase verwendet. Es ist schwierig, genau die Ätzrate des isotropen Ätzens durch Verwendung einer flüssigen Chemikalien oder eines Ätzmittels zu steuern. Es ist ferner schwierig, Variationen in der chemischen Konzentration zu unterdrücken, welche einen wesentlichen Einfluss auf die Ätzrate hat, was zu einer Variation in der Ätzrate führt. Die Variation in der Ätzrate verursacht Variationen in dem Basiswiderstand und in dem Abstand zwischen der Emitterregion und der Basisregion, wodurch es schwierig ist, einen hohen Herstellungsertrag des bipolaren Transistors zu erhalten.

[0025] Unter den obigen Umständen war es erforderlich, einen neuen bipolaren Transistor ohne die wie oben beschriebenen Probleme sowie ein Verfahren zum Herstellen des bipolaren Transistors zu entwickeln, das keine komplizierten Prozesse und keinen Prozess einschließt, der schwer genau zu steuern ist.

[0026] Aus IEEE ED-38, Seiten 128–134 (1991) ist ein bipolarer Transistor bekannt, der eine epitaktische Schicht, eine Isolierregion und eine Basisregion aufweist.

[0027] Auch EP-A-0 669 647 und US-A-3 600 651 offenbaren, dass die Fremdatomkonzentration einer als eine Stechelektrode wirkenden Polysiliziumregion die gleiche wie die der Basisregion ist. Deshalb ist es für Hochfrequenzleistung erforderlich, die Dicke der Basisschicht zu reduzieren. Die Dicke und die Fremdatomkonzentration dieser Offenbarungen machen es jedoch schwierig, die Hochgeschwindigkeitsleistung des bipolaren Transistors zu verbessern.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0028] Es ist dementsprechend eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen bipolaren Tran-

sistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur ohne jegliches der oben beschriebenen Probleme zu schaffen.

[0029] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur zu schaffen, der eine Verbesserung in Hochfrequenz- und Hochgeschwindigkeitsleistungen ermöglicht.

[0030] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur zu schaffen, die dem bipolaren Transistor ermöglicht, ein verbessertes Gleichstrommerkmal zu verarbeiten.

[0031] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur zu schaffen, die dem bipolaren Transistor ermöglicht, ein verbessertes RF-Merkmal zu verarbeiten.

[0032] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur zu schaffen, der wesentlich verkleinert ist.

[0033] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen bipolaren Transistor mit einer einfachen Struktur zu schaffen.

[0034] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das einfache Herstellungsprozesse aufweist.

[0035] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das keinen Prozess einschließt, der unter Bedingungen auszuführen ist, die schwer genau zu steuern sind.

[0036] Es ist eine noch andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das nur vereinfachte Prozesse aufweist, ohne jedoch einen jeglichen Prozess einzuschließen, der unter Bedingungen auszuführen ist, die schwer genau zu steuern sind.

[0037] Es ist noch eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das ermöglicht, dass der gebildete bipolare Transistor keine wesentlichen Variationen in Merkmalen aufweist.

[0038] Es ist weiter eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das einen hohen Herstellungsertrag des bipolaren Transistors ermöglicht.

[0039] Es ist darüber hinaus eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das eine reduzierte Anzahl von Herstellungsprozessen aufweist.

[0040] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das eine reduzierte Anzahl von Herstellungsprozessen aufweist.

[0041] Es ist eine zusätzliche Aufgabe der vorlie-

genden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das ermöglicht, dass der gebildete bipolare Transistor keine wesentlichen Variationen in Abmessungen und Maßstäben aufweist.

[0042] Es ist eine weitere zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das eine Senkung in den Herstellungskosten des bipolaren Transistors ermöglicht.

[0043] Es ist noch eine zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Bilden eines bipolaren Transistors zu schaffen, das eine Senkung der Herstellungszeit des bipolaren Transistors ermöglicht.

[0044] Die obigen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus den folgenden Beschreibungen deutlich werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0045] Bevorzugte Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung sollen ausführlich unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden.

[0046] **Fig. 1A bis 1H** sind fragmentartige Querschnittansichten, die die konventionellen bipolaren Transistoren mit einer flachen Übergangsstruktur darstellen, welche an dem konventionellen Herstellungsverfahren derselben beteiligt sind.

[0047] **Fig. 2** ist eine fragmentartige Querschnittansicht, die den konventionellen bipolaren Transistor darstellt, der durch Verwendung einer Selbstausrichtungstechnik gebildet wurde.

[0048] **Fig. 3** ist eine fragmentartige Querschnittansicht, die den anderen konventionellen bipolaren Transistor darstellt, der durch Verwendung einer Selbstausrichtungstechnik gebildet wurde.

[0049] **Fig. 4** ist eine fragmentartige Querschnittansicht, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur in einer ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0050] **Fig. 5A bis 5L** sind fragmentartige Querschnittansichten, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur in einer ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung darstellen.

[0051] **Fig. 6** ist eine fragmentartige Querschnittansicht, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur in einer zweiten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0052] **Fig. 7** ist eine fragmentartige Querschnittansicht, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur in einer dritten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0053] **Fig. 8A bis 8Q** sind fragmentartige Querschnittansichten, die einen neuen bipolaren Transis-

tor mit einer verbesserten Basisregionstruktur in einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0054] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung soll sowohl unter Bezugnahme auf **Fig. 4**, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur darstellt, als auch auf die **Fig. 5A bis 5L** beschrieben werden, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur darstellen.

[0055] Ein neuer bipolarer Transistor wird auf einem n^+ -Siliziumsubstrat **1** ausgebildet. Eine epitaktische n^- -Schicht **2** wird auf dem n^+ -Siliziumsubstrat **1** ausgebildet. Schichtungen des n^+ -Siliziumsubstrats **1** und der epitaktischen n^- -Schicht **2** bilden ein Wafer. Ein Feldoxydfilm **3** wird selektiv auf einer oberen Oberfläche der epitaktischen n^- -Schicht **2** ausgebildet, um eine aktive Region zu bilden. Ein Oberflächenoxidfilm **4** wird über dem Feldoxydfilm **3** und über einem Teil der epitaktischen n^- -Schicht **2** ausgebildet. Der Oberflächenoxidfilm **4** weist eine Basisöffnung auf, die über einer Basisausbildungsregion der epitaktischen n^- -Schicht **2** positioniert wird, auf der eine Basisschicht ausgebildet wird. Die epitaktische n^- -Schicht **2** ist nämlich über die Basisöffnung des Oberflächenoxidfilms **4** zu sehen. Eine epitaktische p -Schicht **5**, die als eine Basisregion dient, wird über der epitaktischen n^- -Schicht **2** ausgebildet. Ein als eine Basissteckschicht dienender p -Polysiliziumfilm **6** wird über dem Oberflächenoxidfilm **4** ausgebildet. Die epitaktische p -Schicht **5** und der p -Polysiliziumfilm **6** weisen eine einzige Schicht auf, die in einem einzigen Siliziumaufwuchsprozess aufgewachsen wurde. Die über dem Siliziumoxidfilm aufgewachsene Siliziumschicht ist eine Polysiliziumschicht, während die über der epitaktischen Siliziumschicht aufgewachsene Siliziumschicht eine epitaktische Siliziumschicht darstellt. Ein Siliziumoxidfilm **7** wird auf einer Umfangsregion der Basisregion **6** ausgebildet. Ein Borsilikatglasfilm **8** wird über dem p -Polysiliziumfilm **6** ausgebildet. Der Borsilikatglasfilm **8** hat eine Öffnung, die über der epitaktischen Schicht **5** als eine Basisregion positioniert wird. Eine Seitenwand wird auf der Seite der Öffnung gebildet, wobei die Seitenwand einen Siliziumoxidfilm **10** und einen Siliziumnitridfilm **11** aufweist. Eine n^+ -Emitterregion **14** wird in einer oberen Region der epitaktischen Basisschicht **5** ausgebildet. Ein n^+ -Polysiliziumfilm **12** wird auf der n^+ -Emitterregion **14** und innerhalb der Öffnung ausgebildet. Eine p^+ -Schicht **13** wird an dem Grenzbereich zwischen der epitaktischen Basisschicht **5** und dem p -Polysiliziumfilm **6** ausgebildet. Der Borsilikatglasfilm **8** umfasst weitere Basiskontaktlöcher über dem p -Polysiliziumfilm **6**. Basiselektroden **17** werden auf den Sperrmetallschichten **16** ausgebildet, die innerhalb der Basiskontaktlöcher und auf dem p -Polysiliziumfilm **6** gebildet werden. Ferner wird eine Emit-

terelektrode **17** auf einer Emitter-Sperrmetallschicht **16** gebildet, die auf dem n⁺-Polysiliziumfilm **12** ausgebildet wird.

[0056] Die oben genannte epitaktische Basisschicht **5** und der als die Basissteckleitung dienende p-Polysiliziumfilm **6** werden einheitlich und gleichzeitig durch Molekularstrahlepitaxie gebildet. Dies ermöglicht es, genau die Fremdatomkonzentration und die Dicke der epitaktischen Basisschicht **5** ohne jegliche Variation derselben zu steuern. Es ist einfach, eine flache Übergangsstruktur zu erhalten oder zu bilden, die die Effekte des flachen Übergangs erzeugt. Die epitaktische Basisschicht **5** und der als die Basissteckleitung dienende p-Polysiliziumfilm **6** bilden eine einzige Schicht, aus welchem Grund es nicht erforderlich ist, eine jegliche Basiskontaktregion in der Basisregion zu bilden. Dies ermöglicht eine Reduzierung der seitlichen Größe der Basisregion, was zu einer Reduzierung in der parasitären Kapazität führt.

[0057] Ein Herstellungsverfahren für den obigen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur soll unter Bezugnahme auf die **Fig. 5A** bis **5L** beschrieben werden.

[0058] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5A** wird eine epitaktische n⁻-Schicht **2** auf einem n⁺-Siliziumsubstrat **1** zum Bilden eines Wafer ausgebildet. Durch eine lokale Punktoxidation von Silizium werden Feldoxydfilme **3** für anschließende Ausbildung eines Oberflächenoxidfilms **4** durch eine Wärmeoxidation von Silizium gebildet.

[0059] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5B** wird der Oberflächenoxidfilm **4** selektiv durch Photolithographie und anisotropes Ätzen oder isotropes Ätzen entfernt, um Öffnungen über einer Basisausbildungsregion zu bilden. Anschließend wird ein Silizium-Molekularstrahlepitaxiesystem zum Aufwachsen einer p-Siliziumschicht verwendet, wobei die p-Siliziumschicht über der epitaktischen n⁻-Schicht **2** eine epitaktische p-Schicht **5** ist, die als eine Basisregion dient, und die p-Siliziumschicht über dem Oberflächenoxidfilm **4** eine p-Polysiliziumschicht **6** darstellt. Die epitaktische p-Schicht **5** und die p-Polysiliziumschicht **6** werden einheitlich und gleichzeitig ausgebildet.

[0060] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5C** wird chemisches Aufdampfen zum Aufbringen eines Siliziumoxidfilms **7** für anschließende Photolithographie und anisotropes Ätzen verwendet, um den Siliziumoxidfilm **7** nur in der Basisregion zu belassen.

[0061] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5D** wird ein Borsilikatglasfilm **8** auf der gesamten Oberfläche des Wafer aufgebracht.

[0062] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5E** wird ein Photolackfilm **9a** durch ein Photolithographieverfahren zur Verwendung als eine Maske in anisotropem Ätzen verwendet, um selektiv den Borsilikatglasfilm **8** und den Siliziumoxidfilm **7** von der Emitterregion zu entfernen.

[0063] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5F** wird der Photolackfilm **9a** dann entfernt, bevor ein Siliziumoxidfilm

10 auf der gesamten Oberfläche des Wafer durch ein chemisches Aufdampfverfahren aufgebracht wird.

[0064] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5G** wird anisotropes Ätzen zum Zurückätzen des Siliziumoxidfilms **10** verwendet, so dass die Seitenwand des Siliziumoxidfilms **10** an dem Emitterkontaktteil ausgebildet wird.

[0065] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5H** wird ein Siliziumnitridfilm **11** über der gesamten Oberfläche des Wafer für anschließendes Zurückätzen auf diese durch ein anisotropes Ätzverfahren aufgebracht, um eine Seitenwand des Siliziumnitridfilms **11** zu bilden.

[0066] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5I** wird ein Polysiliziumfilm durch ein chemisches Aufdampfverfahren für anschließende Dotierung von n-Fremdatomen durch ein Ionenimplantationsverfahren bei einer hohen Fremdatomkonzentration aufgebracht, um einen n⁺-Polysiliziumfilm **12** zu bilden.

[0067] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5J** wird Glühbehandlung zur Aktivierung der n-Fremdatome in dem n⁺-Polysiliziumfilm **12** durchgeführt, wodurch die n-Fremdatome in dem n⁺-Polysiliziumfilm **12** in einen oberen Bereich der epitaktischen p-Basisschicht **5** diffundiert werden, um dadurch eine n⁺-Emitterregion **14** zu bilden. Durch diese Glühbehandlung wird der Borsilikatglasfilm **8** zu dem selben Film wie der Siliziumoxidfilm gemacht. Ferner wird eine Diffusion der p-Fremdatome in den p-Polysiliziumfilm **6** verursacht, um den Schichtwiderstand des p-Polysiliziumfilms **6** zu reduzieren. Außerdem wird eine Diffusion der p-Fremdatome aus dem p-Polysiliziumfilm **6** verursacht, wodurch eine p⁺-Schicht in der Basisregion gebildet wird. Der Polysiliziumfilm **12** wird selektiv durch Photolithographie und anisotropes Ätzen entfernt, um einen Emitterteil des Polysiliziumfilms **12** zu bilden. Ein Photolackfilm **9b** wird durch Photolithographie für anschließendes anisotropes Ätzen gebildet, um selektiv den Borsilikatglasfilm **8** von dem Basisleitungs-Kontaktteil zu entfernen.

[0068] Als eine Abwandlung ist es möglich, dass der Polysiliziumfilm **12** geätzt wird, bevor der Glühbehandlungsprozess durchgeführt wird.

[0069] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5K** wird der Photolackfilm **9b** entfernt, bevor ein Sperrmetallfilm **16** auf der gesamten Oberfläche des Wafer zum Bilden eines Photolackfilms **9c** verdampft wird, außer auf den vorbestimmten Elektrodenausbildungsregionen, so dass Elektroden **17** durch ein Plattierungsverfahren gebildet werden.

[0070] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5L** wird der Photolackfilm **9c** für anschließendes anisotropes Ätzen durch Verwendung der Elektroden **17** als Masken entfernt, um selektiv die Sperrmetallschicht **16** außer unter den Elektroden zu entfernen, wodurch der Herstellungsprozess abgeschlossen wird.

[0071] Wie oben beschrieben ist, ist es der vorliegenden Erfindung zufolge nicht erforderlich, einen jeglichen Prozess unter strenger Steuerung der Prozessbedingungen auszuführen, aus welchem Grunde es möglich ist, Variationen in Abmessung oder

Größe der Basisregionstruktur und anderer Regionen oder Schichten zu unterdrücken, was zum Erhalten eines hohen Ertrags führt.

[0072] Die Basisregion und die Basissteckleitung werden einheitlich und gleichzeitig ausgebildet, aus welchem Grunde es nicht erforderlich ist, einen Basiskontakt in der Basisregion zu bilden. Dies ermöglicht es, die Größe der Basisregion zu reduzieren, was zu einer Verbesserung in der Hochfrequenzleistung des bipolaren Transistors führt.

[0073] Die Basisregion **5** und die Basissteckleitung werden einheitlich und gleichzeitig ausgebildet und der Borphosphatglasfilm liefert die -Fremdatome in die Basissteckleitung **6**, was zu einer Reduzierung in der Anzahl der Photolithographieprozesse im Vergleich zu den konventionellen führt. Dies ermöglicht eine Reduzierung in den Herstellungskosten und der Herstellungszeit für den bipolaren Transistor.

[0074] Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung soll unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben werden, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur darstellt. Ein struktureller Unterschied des bipolaren Transistors der zweiten Ausführungsform zu dem der ersten Ausführungsform ist wie folgt. Der Feldoxydfilm **32** definiert die aktive Region. Ein Unterschied in dem Herstellungsprozess der zweiten Ausführungsform zu der ersten Ausführungsform ist wie folgt. In der gleichen Weise wie in der ersten Ausführungsform wird der Feldoxydfilm für anschließende Ausbildung des Oberflächenoxidfilms **4** gebildet, bevor isotropes Ätzen zum Entfernen des Oberflächenoxidfilms **4** von der aktiven Region durchgeführt wird.

[0075] Als eine Abwandlung ist es möglich, die Ausbildung des Oberflächenoxidfilms zu beseitigen. Nachdem der Feldoxydfilm ausgebildet wurde, wird isotropes Ätzen zum Entfernen des Oxydfilms von der aktiven Region verwendet. Die anschließenden Prozesse sind die gleichen wie in der ersten Ausführungsform.

[0076] Da es der zweiten Ausführungsform zufolge nicht erforderlich ist, einen Photolithographieprozess für die Ausbildung der Öffnung auf der Basisbildungsregion durchzuführen, ist es möglich, die Anzahl der Photolithographieprozesse zu reduzieren. Ferner wird eine Fläche der Grenzfläche zwischen dem Kollektor und der Basis verkleinert, aus welchem Grunde die Kapazität des Basis-Kollektor-Übergangs gesenkt wird. Außerdem ist es möglich, die Kapazität zwischen dem Kollektor und der Basissteckleitung zu reduzieren, was zu einer weiteren Verbesserung in der Leistung des bipolaren Transistors führt.

[0077] Eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung soll unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben werden, die einen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur darstellt. Ein struktureller Unterschied des bipolaren Transistors der dritten Ausführungsform zu dem der ersten Ausführungsform ist wie folgt. Eine vergrabe-

ne n⁺-Schicht **20** wird über einem p-Siliziumsubstrat **101** ausgebildet. Eine epitaktische n⁻-Schicht **2**, die als eine Kollektorregion dient, wird über der vergrabenen n⁺-Schicht **20** ausgebildet. Die vergrabene n⁺-Schicht **20** wird über eine n⁺-Kollektorsteckregion **21** zu einer Oberfläche des Substrats für Steckanschluss nach außen geführt, auf der ein n⁺-Polysiliziumfilm **12** ausgebildet ist.

[0078] Ein Herstellungsverfahren für den obigen neuen bipolaren Transistor mit einer verbesserten Basisregionstruktur soll unter Bezugnahme auf die **Fig. 8A bis 8Q** beschrieben werden.

[0079] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8A** wird ein Photolackfilm **9d** ausgebildet, um selektiv ein p-Siliziumsubstrat **101** zu bedecken, so dass der Photolackfilm **9d** als eine Maske für Ionenimplantation von n-Fremdatomen zum Bilden einer vergrabenen n⁺-Schicht **20** verwendet wird. Ansonsten wird ein Isolierfilm über dem Substrat unter Ausnahme der aktiven Region ausgebildet, so dass die vergrabene n⁺-Schicht **20** durch ein Wärmediffusionsverfahren gebildet wird, bevor der Isolierfilm entfernt wird.

[0080] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8B** wird eine epitaktische n⁻-Schicht **2** durch Molekularstrahlepitaxie aufgewachsen.

[0081] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8C** wird ein Feldoxydfilm **3** durch ein lokales Punktoxydationsverfahren von Silizium gebildet.

[0082] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8D** wird ein Oberflächenoxidfilm **4** durch Wärmeoxidation gebildet.

[0083] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8E** wird ein Photolackfilm **9e** als eine Maske für Ionenimplantation von n-Fremdatomen zum Bilden der n⁺-Kollektorsteckregion **21** verwendet.

[0084] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8F** wird der Oberflächenoxidfilm **4** selektiv durch Photolithographie und anisotropes Ätzen entfernt, um eine Öffnung auf der Basisbildungsregion auszubilden. Eine epitaktische p-Schicht **5** wird durch ein Silizium-Molekularstrahlepitaxiesystem aufgewachsen, wobei eine als eine Basisregion dienende epitaktische p-Schicht und eine als ein Basissteckleitung dienende p-Polysiliziumschicht **6** gleichzeitig über der epitaktischen n⁻-Schicht **2** bzw. dem Oberflächenoxidfilm **4** ausgebildet werden.

[0085] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8G** wird ein Photolackfilm **9f** ausgebildet, um als eine Maske für anisotropes Ätzen zum selektiven Entfernen des p-Polysiliziumfilms **6** in der Nähe der Kollektorelektroden-Ausbildungsregion verwendet zu werden.

[0086] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8H** wird ein Siliziumoxidfilm **7** durch ein chemisches Aufdampfverfahren aufgebracht, bevor der Siliziumoxidfilm **7** durch Photolithographie und anisotropes Ätzen entfernt wird, um den Siliziumoxidfilm **7** nur innerhalb der Basisregion zurückzulassen.

[0087] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8I** wird ein Bor-silikatglasfilm **8** auf der gesamten Oberfläche der Wafer ausgebildet.

[0088] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8J** werden der Borsilikatglasfilm **8** und der Siliziumoxidfilm **7** durch ein Photolithographieverfahren und anisotropes Ätzen von der Emitterausbildungsregion entfernt, und der Borsilikatglasfilm **8** und der Siliziumoxidfilm **4** werden auch von der Kollektorkontakt-Ausbildungsregion entfernt.

[0089] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8K** wird ein Siliziumoxidfilm **10** auf der gesamten Oberfläche des Wafer durch chemisches Aufdampfen aufgebracht.

[0090] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8L** wird durch ein anisotropes Ätzen ein Zurückätzen des Siliziumoxidfilms **10** durchgeführt. Eine Seitenwand des Siliziumoxids wird in einem Umfangsteil und einem Kollektorkontakt-Umfangsteil ausgebildet.

[0091] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8M** wird ein Siliziumnitridfilm **11** auf der gesamten Oberfläche der Wafer für anschließendes Zurückätzen durch Verwendung eines anisotropen Ätzens zum Bilden der Seitenwand des Siliziumnitridfilms **11** am Umfangsteil des Emitterkontakts und dem Umfangsteil des Kollektorkontakts aufgebracht.

[0092] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8N** wird ein Polysiliziumfilm **12** durch ein chemisches Aufdampfverfahren für anschließende Ionenimplantation von n-Fremdatomen in den Polysiliziumfilm **12** aufgebracht.

[0093] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8O** wird Glühbehandlung zur Aktivierung der n-Fremdatome in dem n⁺-Polysiliziumfilm **12** durchgeführt, wodurch die n-Fremdatome in dem n⁺-Polysiliziumfilm **12** in einen oberen Teil der epitaktischen p-Basissschicht **5** diffundiert werden, um dadurch eine n⁺-Emitterregion **14** zu bilden. Durch diese Glühbehandlung wird der Borsilikatglasfilm **8** zu dem selben Film wie der Siliziumoxidfilm gemacht. Ferner wird eine Diffusion der p-Fremdatome in den Polysiliziumfilm **6** verursacht, um den Schichtwiderstand des p-Polysiliziumoxidfilms **6** zu reduzieren. Außerdem wird eine Diffusion von p-Fremdatomen aus dem p-Polysiliziumfilm **6** verursacht, wodurch eine p⁺-Schicht **13** in der Basisregion gebildet wird. Der Polysiliziumfilm **12** wird selektiv durch Photolithographie und anisotropes Ätzen entfernt, um einen Emittersteckteil des Polysiliziumfilms **12** zu bilden. Ein Photolackfilm **9h** wird durch Photolithographie für anschließendes anisotropes Ätzen gebildet, um selektiv den Borsilikatglasfilm **8** von der Basisleitungs-Kontaktregion zu entfernen.

[0094] Als eine Abwandlung ist es möglich, dass der Polysiliziumfilm **12** geätzt wird, bevor der Glühbehandlungsprozess durchgeführt wird.

[0095] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8P** wird der Polysiliziumfilm **9h** entfernt, bevor ein Sperrmetallfilm **16** auf der gesamten Oberfläche des Wafer zum Bilden eines Photolackfilms **9i** verdampft wird, unter Ausnahme von Elektrodenausbildungsregionen, so dass die Elektroden **17** durch ein Plattierungsverfahren gebildet werden.

[0096] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8Q** wird der Photolackfilm **9i** für anschließendes anisotropes Ät-

zen durch Verwendung der Elektroden **17** als Masken entfernt, um selektiv die Sperrmetallschicht **16** außer unter den Elektroden zu entfernen, wodurch die Herstellungsprozesse abgeschlossen werden.

[0097] Wie oben beschrieben ist, ist es gemäß der vorliegenden Erfindung nicht erforderlich, einen jeglichen Prozess unter sehr strenger Steuerung der Prozessbedingungen durchzuführen, aus welchem Grunde es möglich ist, Variationen in Abmessung oder Größe der Basisregionstruktur und anderer Regionen oder Schichten zu unterdrücken, was zum Erhalt eines hohen Ertrags führt.

[0098] Die Basisregion und die Basissteckleitung werden einheitlich und gleichzeitig ausgebildet, aus welchem Grunde es nicht erforderlich ist, einen Basiskontakt in der Basisregion auszubilden. Dies ermöglicht es, die Größe der Basisregion zu reduzieren, was zu einer Verbesserung in der Hochfrequenzleistung des bipolaren Transistors führt.

[0099] Die Basisregion **5** und die Basissteckleitung werden einheitlich und gleichzeitig ausgebildet und der Borsilikatglasfilm liefert die -Fremdatome in die Basissteckleitung **6**, was zu einer Reduzierung der Anzahl der Photolithographieprozesse im Vergleich zu dem konventionellen führt. Dies ermöglicht eine Reduzierung in den Herstellungskosten und der Herstellungszeit für den bipolaren Transistor.

[0100] Als eine Abwandlung kann die Basisregion aus SiGe anstelle von Si gebildet werden, um eine weitere Verbesserung in der Hochgeschwindigkeitsleistung erhalten wird.

[0101] Während Abwandlungen der vorliegenden Erfindung einer Person mit gewöhnlichen Kenntnissen in diesem Bereich, auf den sich diese Erfindung bezieht, offensichtlich sein werden, soll verstanden werden, dass Ausführungsformen, wie sie durch Darstellungen gezeigt und beschrieben wurden, in keiner Weise in einem begrenzenden Sinne aufzufassen sind.

[0102] Dementsprechend ist es beabsichtigt, durch die Patentansprüche jegliche Abwandlungen der vorliegenden Erfindung abzudecken, die in den Umfang der vorliegenden Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. Bipolarer Transistor mit:
einer epitaktischen Schicht (**2**), die einen ersten Leitfähigkeitstyp hat, über einem Halbleitersubstrat (**1**);
Feldoxydfilmen (**3**), die selektiv über dem Halbleitersubstrat (**1**) vorgesehen sind;
einer Isolierschicht (**4**), die sich über Teile der oberen Oberfläche der epitaktischen Schicht (**2**) und über obere Oberflächen der Feldoxydfilme (**3**) erstreckt;
einer einschichtigen Basisregionstruktur, die einen zweiten Leitfähigkeitstyp hat und sich sowohl über die epitaktische Schicht (**2**) als auch die Isolierschicht (**4**) erstreckt, wobei die einschichtige Basisregion sowohl einen epitaktischen Basisteil (**5**), der sich über die epitaktische Schicht (**2**) erstreckt, als auch poly-

kristalline Basissteckteile (6), die sich über die Isolierschichten (4) erstrecken, aufweist; einer Emitterregion (14), die sich in einer gewählten oberen Region des epitaktischen Basisteils (5) erstreckt;

dadurch gekennzeichnet, dass ein Bohrsilikatglasfilm (8) sich in Kontakt mit den oberen Oberflächen der polykristallinen Basissteckteile (6) erstreckt und sich weiter in Kontakt mit den Siliziumoxidfilmen (7) auf Teilen der oberen Oberfläche des epitaktischen Basisteils (5) erstreckt, sodass der Bohrsilikatglasfilm (8) durch die Siliziumoxidfilme (7) von dem epitaktischen Basisteil (5) getrennt ist und auch direkt mit den polykristallinen Basissteckteilen (6) in Kontakt ist, und dass die polykristallinen Basissteckteile (6) eine höhere Fremdatomkonzentration als diejenige des epitaktischen Basisteils (5) haben, und dass zwischen dem epitaktischen Basisteil (5) und jedem der polykristallinen Basissteckteile (6) unterhalb den Kantenteilen jedes der Siliziumoxidfilme (7) eine Grenze angeordnet ist.

schen dem epitaktischen Basisteil (5) und jedem der polykristallinen Basissteckteile (6) eine Grenze gebildet wird, die unter den Kantenteilen jedes der Siliziumoxidfilme (7) liegt.

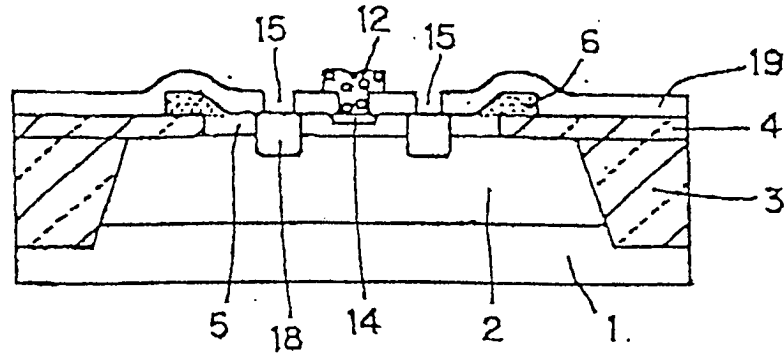
Es folgen 24 Blatt Zeichnungen

2. Basisregionstruktur nach Anspruch 1, wobei die Basisregion (5) aus Si besteht.

3. Basisregionstruktur nach Anspruch 1, wobei die Basisregion (5) aus SiGe besteht.

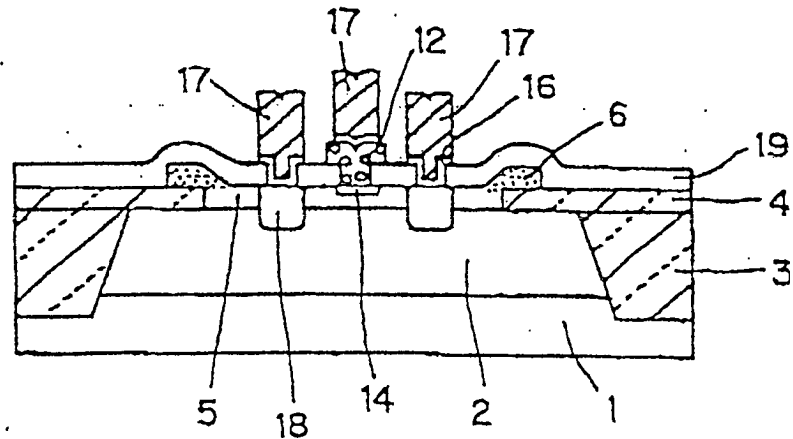
4. Verfahren zum Ausbilden eines Bipolartransistors, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:
 Ausbilden einer epitaktischen Schicht (2) mit einem ersten Leitfähigkeitstyp über einem Halbleitersubstrat (1);
 selektives Ausbilden von Feldoxydfilmen (3) über dem Halbleitersubstrat (1);
 selektives Ausbilden einer Isolierschicht (4) über Teilen der oberen Oberfläche der epitaktischen Schicht (2) und über den oberen Oberflächen der Feldoxydfilme (3);
 Ausbilden einer einschichtigen Basisregionstruktur mit einem ersten Leitfähigkeitstyp sowohl über der epitaktischen Schicht (2) als auch der Isolierschicht (4); Ausbilden von Siliziumoxidfilmen (7) auf Teilen einer oberen Oberfläche des epitaktischen Basisteils (5);
 Ausbilden eines Bohrsilikatglasfilms (8) auf den oberen Oberflächen der polykristallinen Basissteckteile (6) und weiter auf den Siliziumoxidfilmen (7), sodass der Bohrsilikatglasfilm (8) von dem epitaktischen Basisteil (5) durch die Siliziumoxidfilme (7) getrennt ist und auch direkt mit den polykristallinen Basissteckteilen (6) in Kontakt ist; und
 Durchführen einer Wärmebehandlung, um eine selektive Diffusion von Fremdatomen aus dem Bohrsilikatglasfilm (8) in die polykristallinen Basissteckteile (6) zu bewirken, wobei die Siliziumoxidfilme (7) eine Fremdatomdiffusion in den epitaktischen Basisteil (5) verhindern, sodass die polykristallinen Basissteckteile (6) eine höhere Fremdatomkonzentration als diejenige des epitaktischen Basisteils (5) haben, und zwi-

FIG. 1G STAND DER TECHNIK



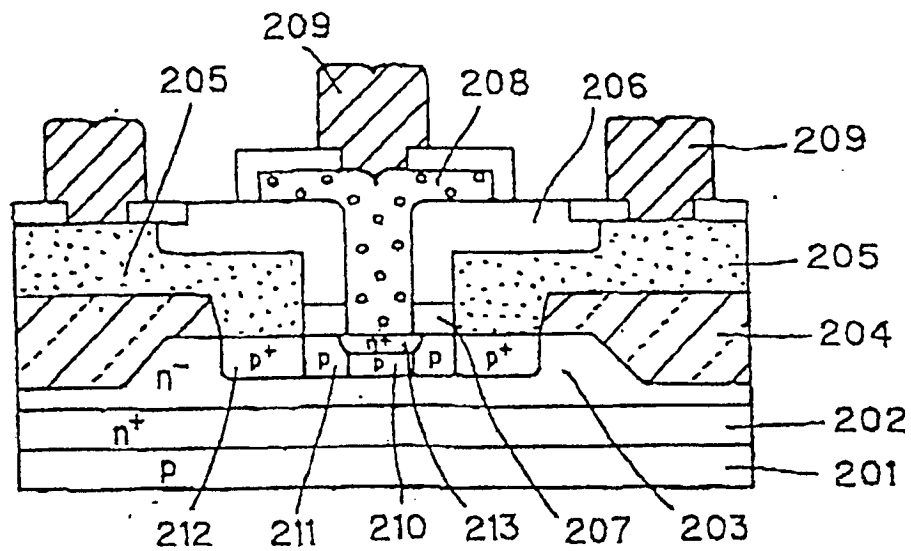
- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1: n ⁺ -Siliziumsubstrat | 12: Polysiliziumfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ -Siliziumschicht | 14: n ⁺ -Emitterregion |
| 3: Feldoxydfilm | 15: Basiskontaktteil |
| 4: Oberflächensiliziumoxidfilm | 18: p ⁺ -Schicht |
| 5: epitaktische p-Schicht | 19: Isolierfilm |
| 6: p-Polysiliziumschicht | |

FIG. 1H STAND DER TECHNIK



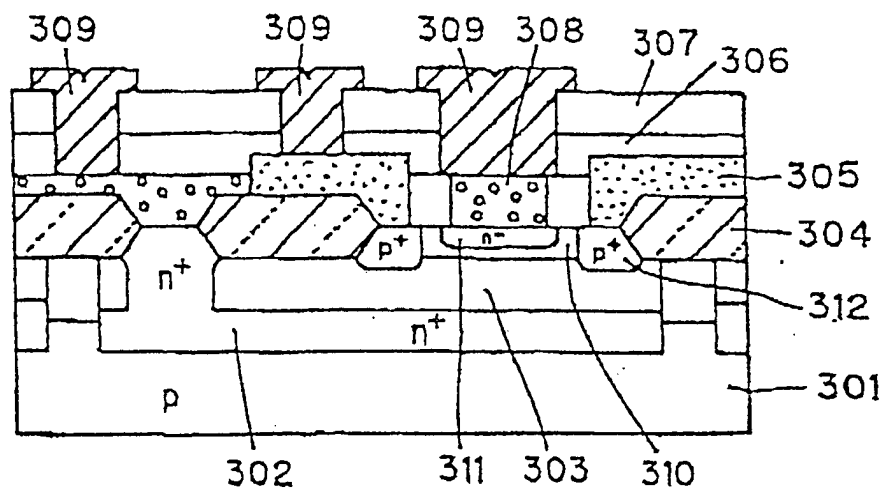
- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1: n ⁺ -Siliziumsubstrat | 12: Polysiliziumfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ -Siliziumschicht | 14: n ⁺ -Emitterregion |
| 3: Feldoxydfilm | 16: Sperrmetallschicht |
| 4: Oberflächensiliziumoxidfilm | 17: Elektrode |
| 5: epitaktische p-Schicht | 18: p ⁺ -Schicht |
| 6: p-Polysiliziumschicht | 19: Isolierfilm |

FIG. 2 STAND DER TECHNIK



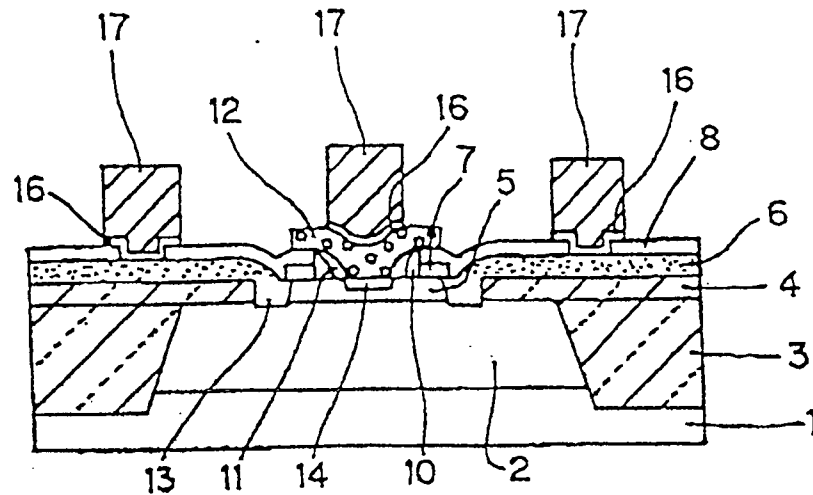
- 201: p-Siliziumsubstrat
- 202: vergrabene n^+ -Schicht
- 203: epitaktische n^- - Siliziumschicht
- 204: Feldoxydfilm
- 205: p^+ -Polysiliziumschicht
- 206: Siliziumnitridschicht
- 207: Borsilikatglasfilm
- 208: n^+ -Polysiliziumschicht
- 209: Elektrode
- 210: Basisregion
- 211: p-Halbleiterregion
- 212: p^+ -Halbleiterregion
- 213: Emitterregion

FIG. 3 STAND DER TECHNIK



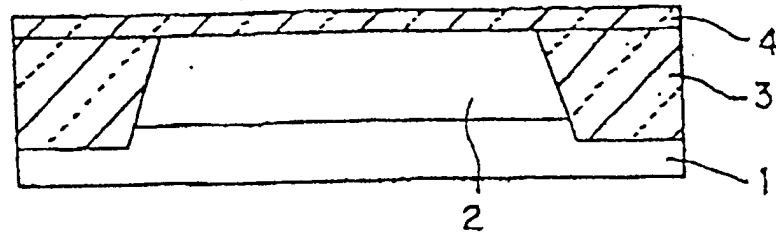
- 301: p-Siliziumsubstrat
- 302: vergrabene n⁺-Schicht
- 303: n-Muldenregion
- 304: Feldoxydfilm
- 305: p⁺-Polysiliziumschicht
- 306: Siliziumoxydfilm
- 307: Borphosphatsilikatglasfilm
- 308: n⁺-Polysiliziumschicht
- 309: Elektrode
- 310: Basisregion
- 311: Emitterregion
- 312: p⁺-Halbleiterregion

FIG. 4



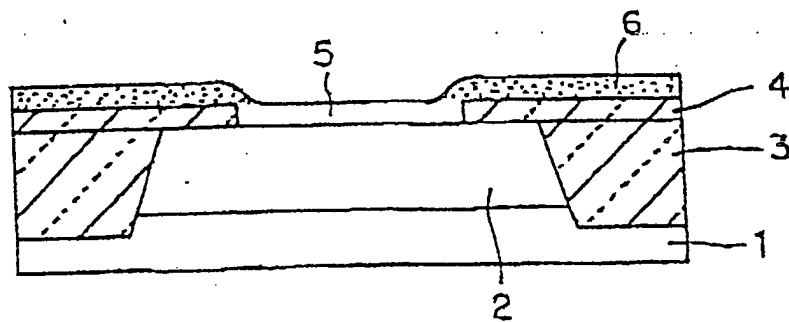
- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻-Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 16: Sperrmetallschicht
- 17: Elektrode

FIG. 5A



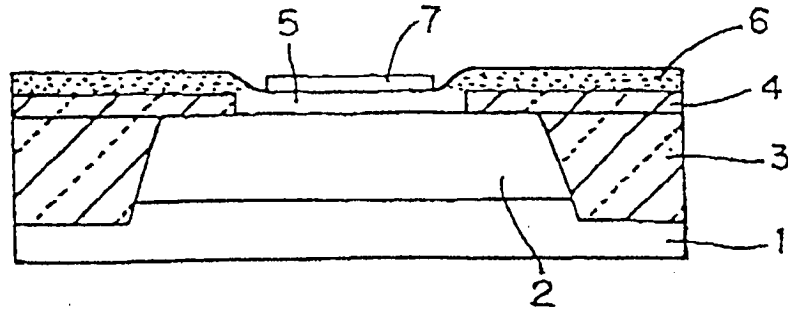
- 1: n^+ -Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n^- - Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm

FIG. 5B



- 1: n^+ -Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n^- - Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm

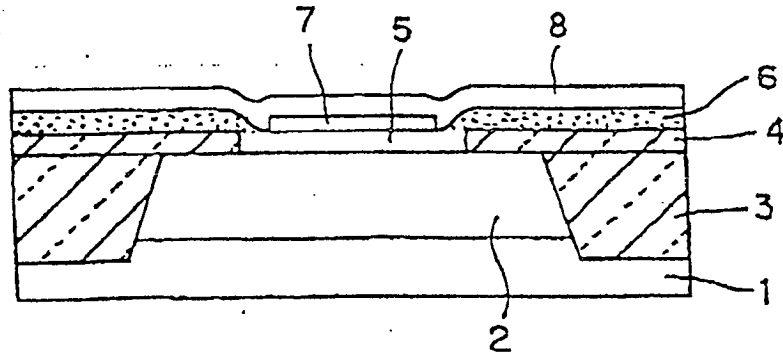
FIG. 5C



- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm

7: Siliziumoxidfilm

FIG. 5D

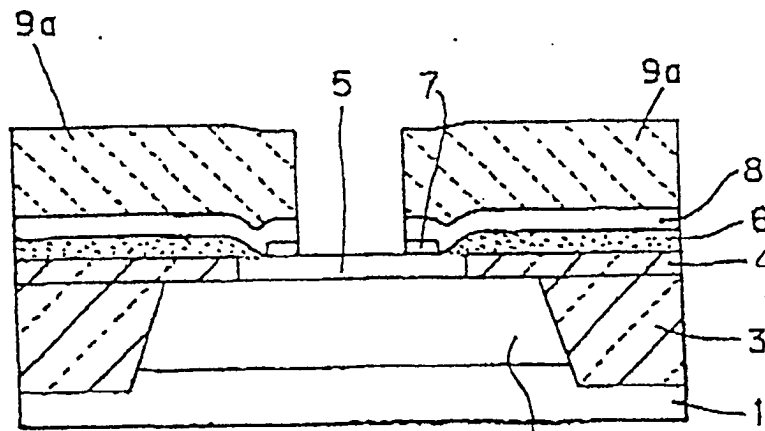


- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm

7: Siliziumoxidfilm

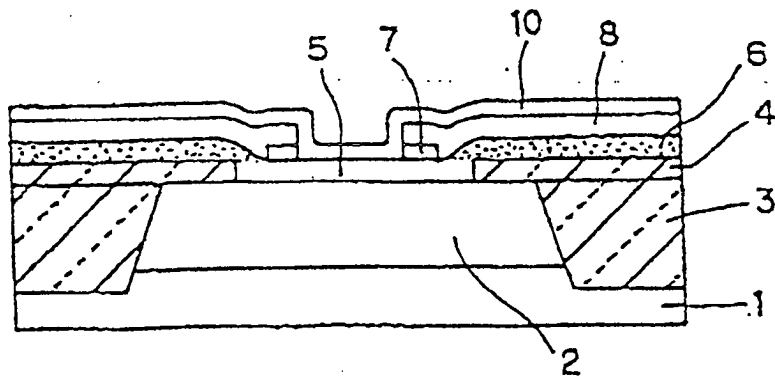
8: Borsilikatglasfilm

FIG. 5E



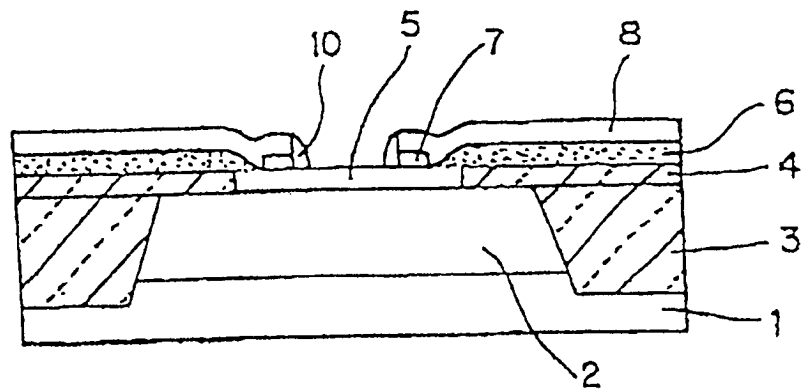
- | | |
|--|-----------------------|
| 1: n ⁺ -Siliziumsubstrat | 7: Siliziumoxidfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ - Schicht | 8: Borsilikatglasfilm |
| 3: Feldoxydfilm | 9a: Photolackfilm |
| 4: Oberflächenoxidfilm | |
| 5: epitaktische p-Schicht | |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

FIG. 5F



- | | |
|--|-----------------------|
| 1: n ⁺ -Siliziumsubstrat | 7: Siliziumoxidfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ - Schicht | 8: Borsilikatglasfilm |
| 3: Feldoxydfilm | 10: Siliziumoxidfilm |
| 4: Oberflächenoxidfilm | |
| 5: epitaktische p-Schicht | |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

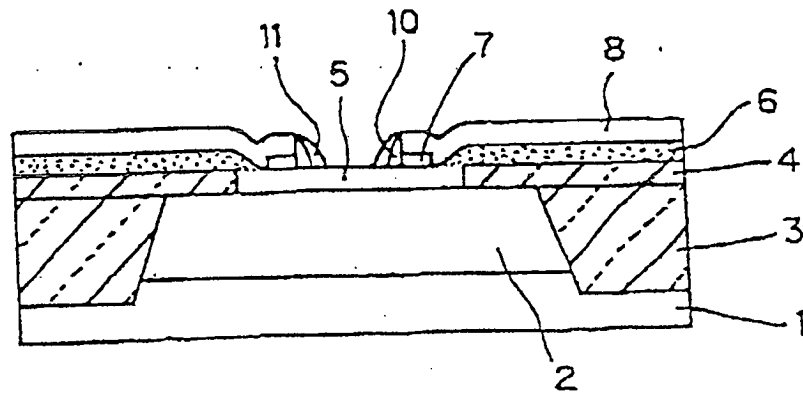
FIG. 5G



- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻ Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm

- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm

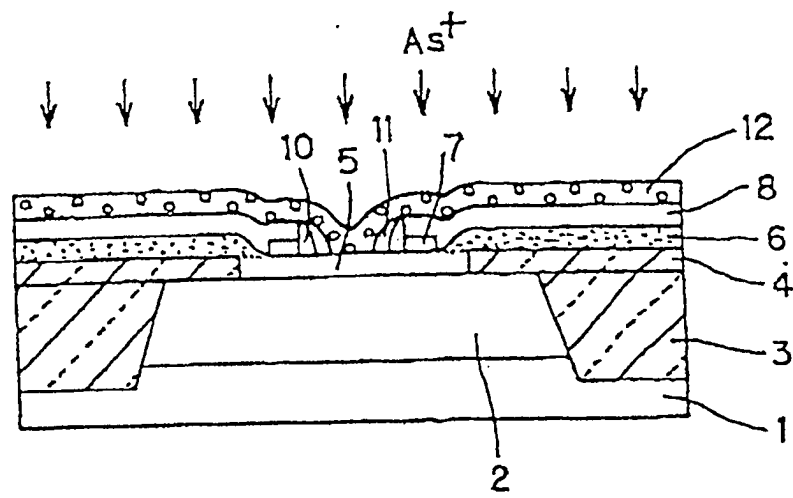
FIG. 5H



- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻ Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm

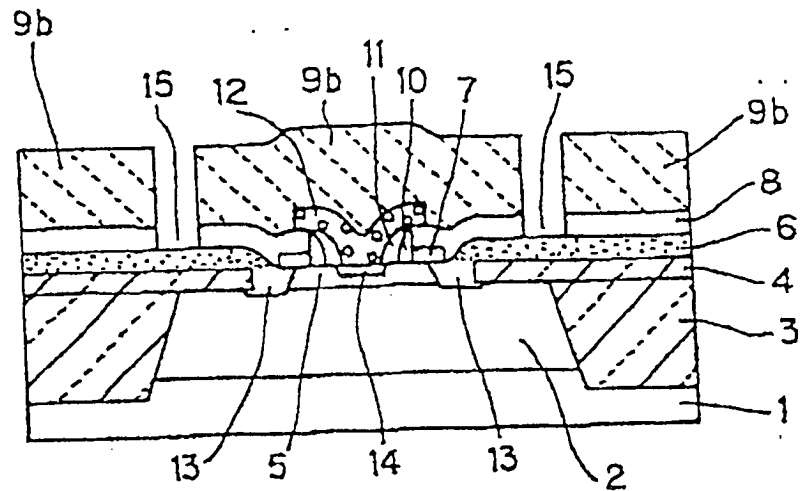
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm

FIG. 5I



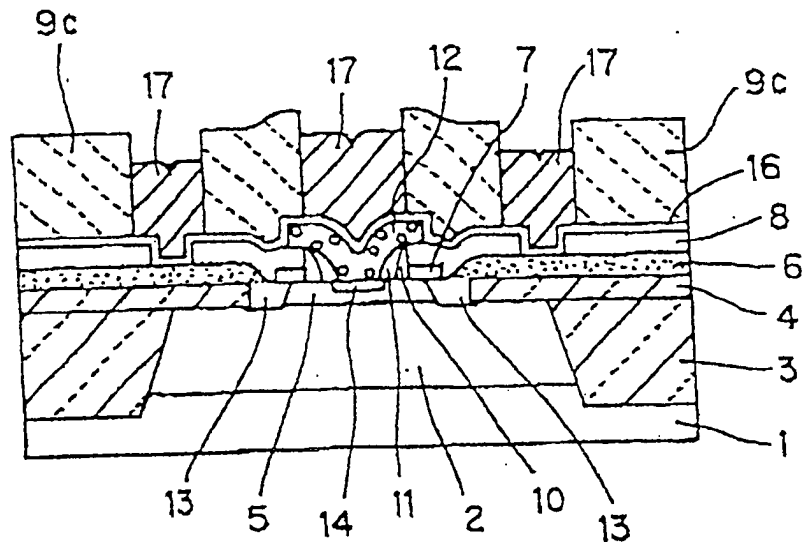
- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm 51m

FIG. 5J



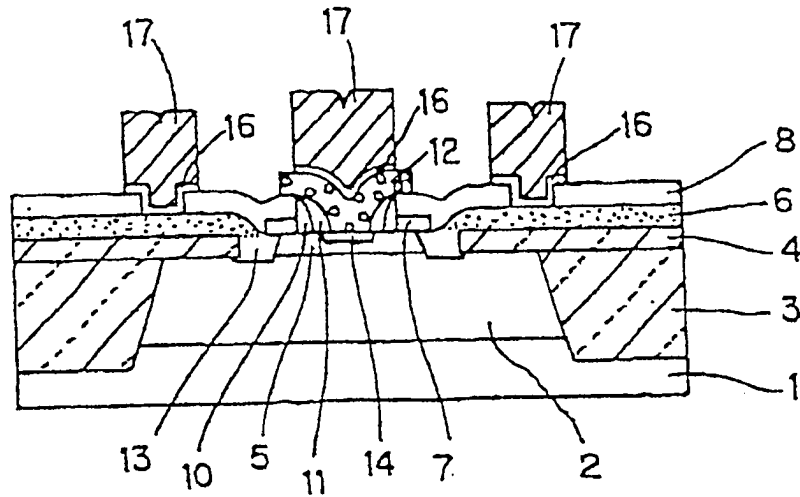
- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 9b: Photolackfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 15: Basiskontaktloch

FIG. 5K



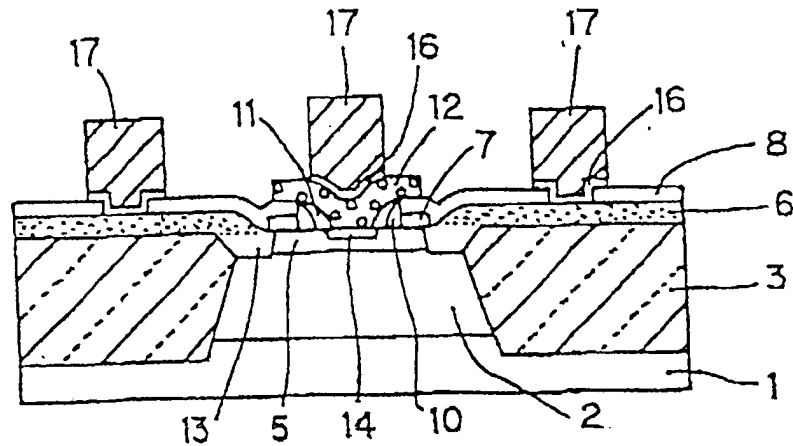
- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 9c: Photolackfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 16: Sperrmetallschicht
- 17: Elektrode

FIG. 5L



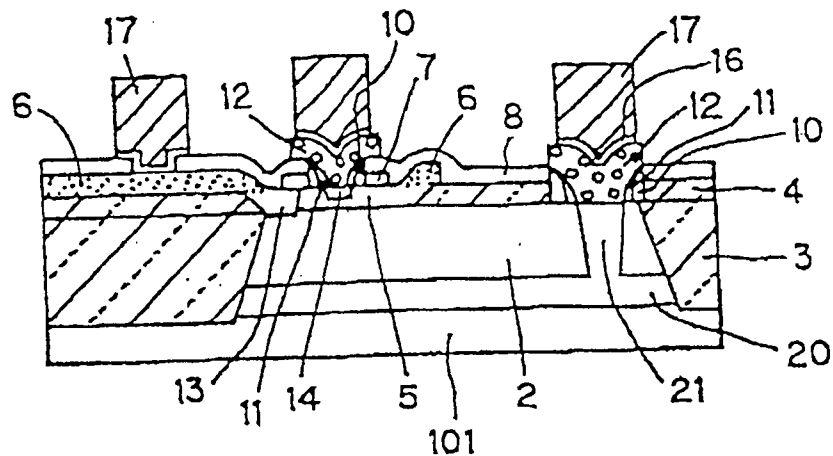
- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 16: Sperrmetallschicht
- 17: Elektrode

FIG. 6



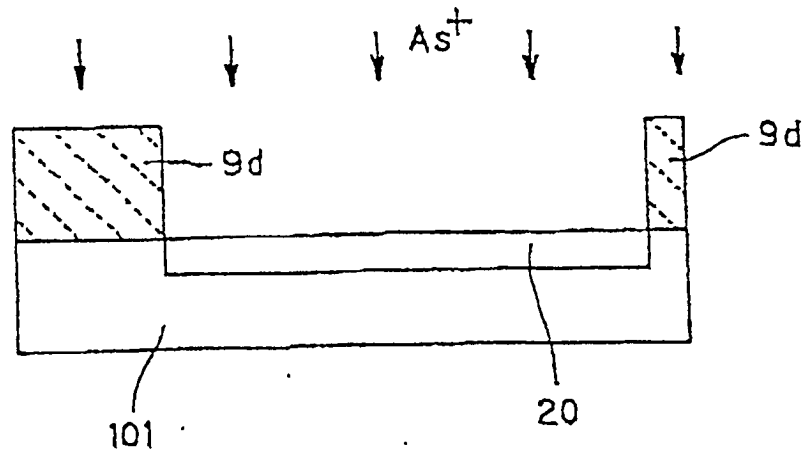
- 1: n⁺-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 16: Sperrmetallschicht
- 17: Elektrode

FIG. 7



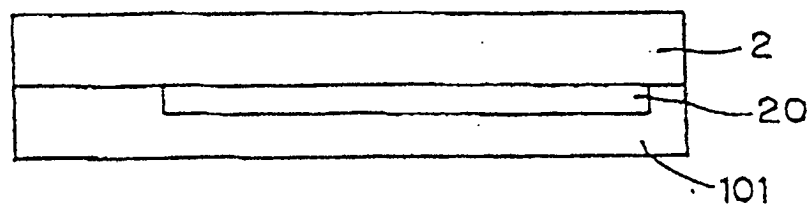
- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 16: Spermetallschicht
- 17: Elektrode
- 20: vergrabene n⁺-Schicht
- 21: n⁺-Kollektorsteckregion

FIG. 8A



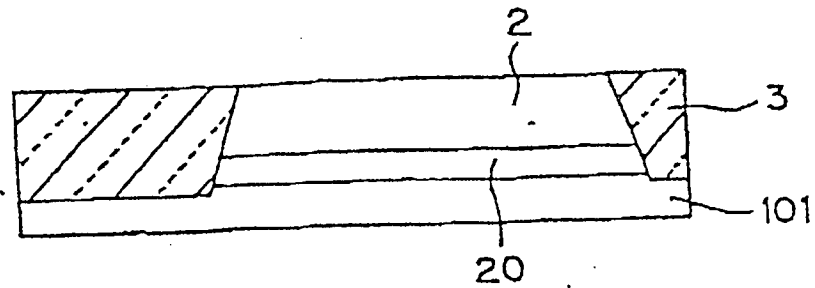
- 101: p-Siliziumsubstrat
- 20: vergrabene n⁺-Schicht
- 9d: Photolackschicht

FIG. 8B



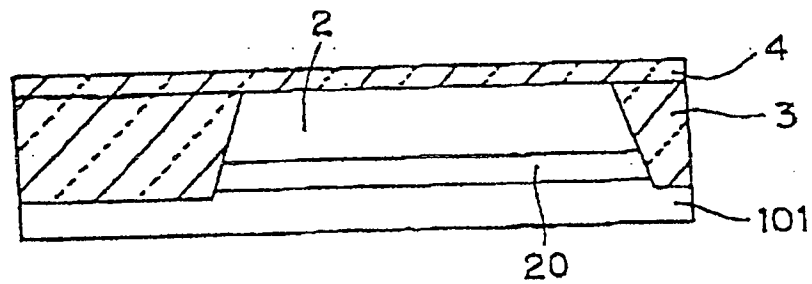
- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻-Schicht
- 20: vergrabene n⁺-Schicht

FIG. 8C



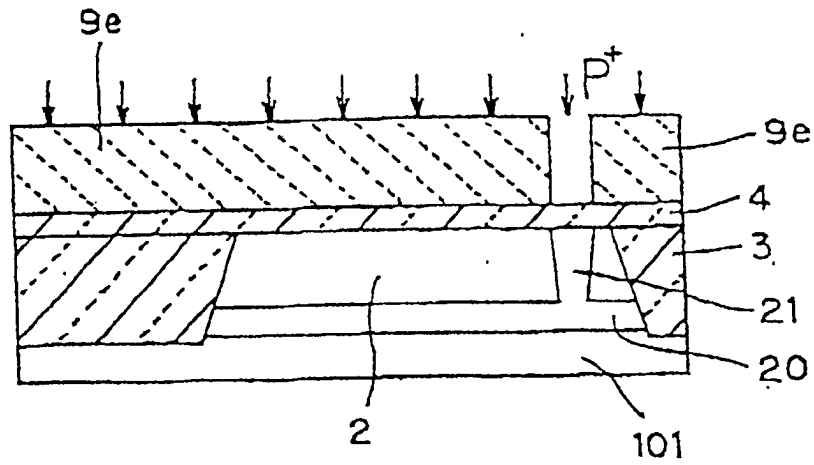
- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻-Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 20: vergrabene n⁺-Schicht

FIG. 8D



- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻-Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 20: vergrabene n⁺-Schicht

FIG. 8E



101: p-Siliziumsubstrat

21: n⁺-Kollektorsteckregion

2: epitaktische n⁻- Schicht

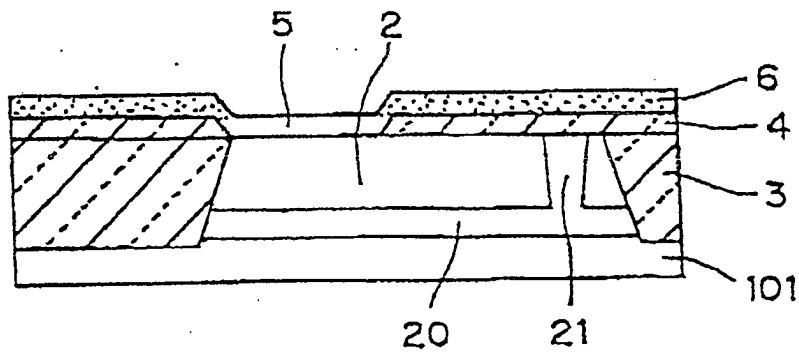
3: Feldoxydfilm

4: Oberflächenoxidfilm

9e: Photolackfilm

20: vergrabene n⁺-Schicht

FIG. 8F



101: p-Siliziumsubstrat

20: vergrabene n⁺-Schicht

2: epitaktische n⁻- Schicht

21: n⁺-Kollektorsteckregion

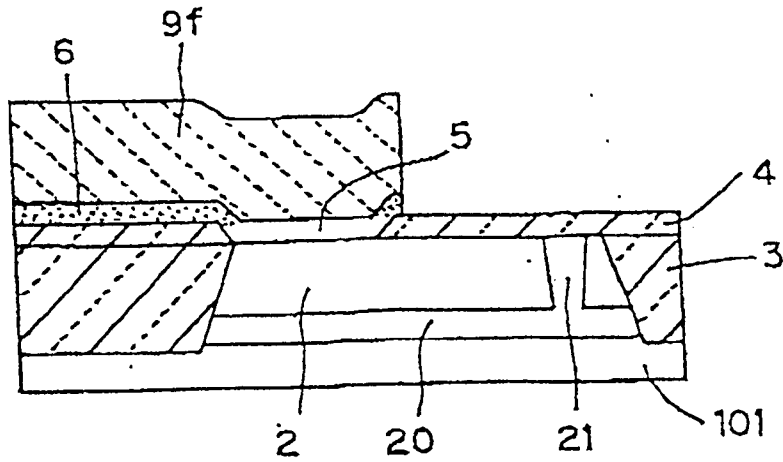
3: Feldoxydfilm

4: Oberflächenoxidfilm

5: epitaktische p-Schicht

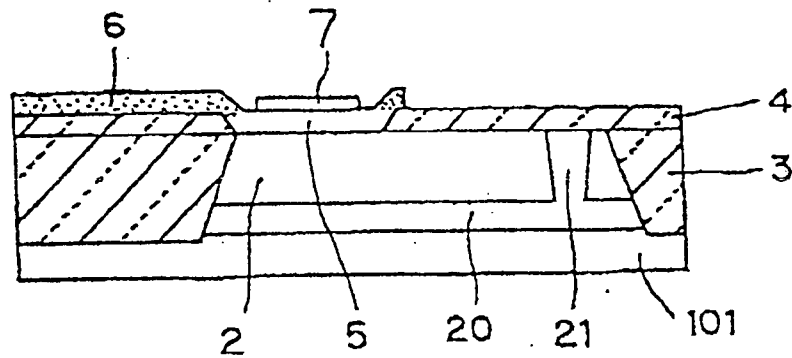
6: p-Polysiliziumfilm

FIG. 8G



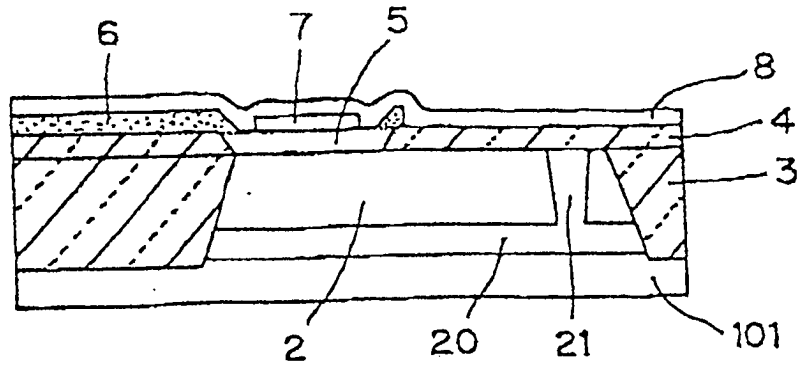
- | | |
|--|--|
| 101: p-Siliziumsubstrat | 9f: Photolackfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ - Schicht | 20: vergrabene n ⁺ -Schicht |
| 3: Feldoxydfilm | 21: n ⁺ -Kollektorsteckregion |
| 4: Oberflächenoxidfilm | |
| 5: epitaktische p-Schicht | |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

FIG. 8H



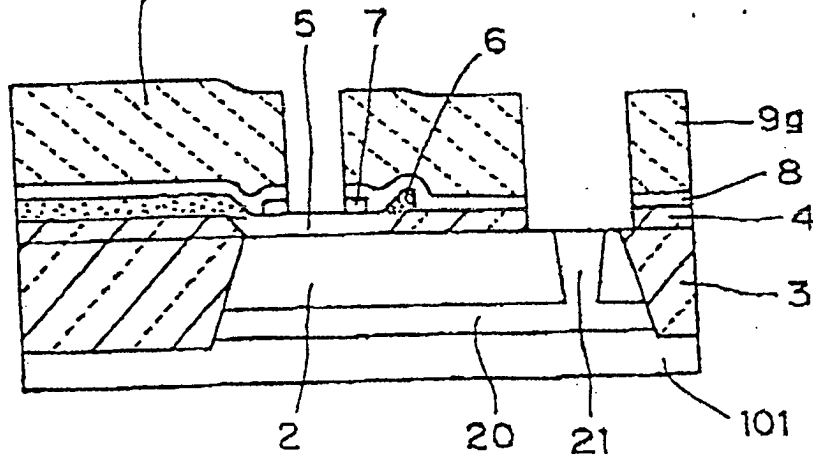
- | | |
|--|--|
| 101: p-Siliziumsubstrat | 7: Siliziumoxidfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ - Schicht | 20: vergrabene n ⁺ -Schicht |
| 3: Feldoxydfilm | 21: n ⁺ -Kollektorsteckregion |
| 4: Oberflächenoxidfilm | |
| 5: epitaktische p-Schicht | |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

FIG. 8I



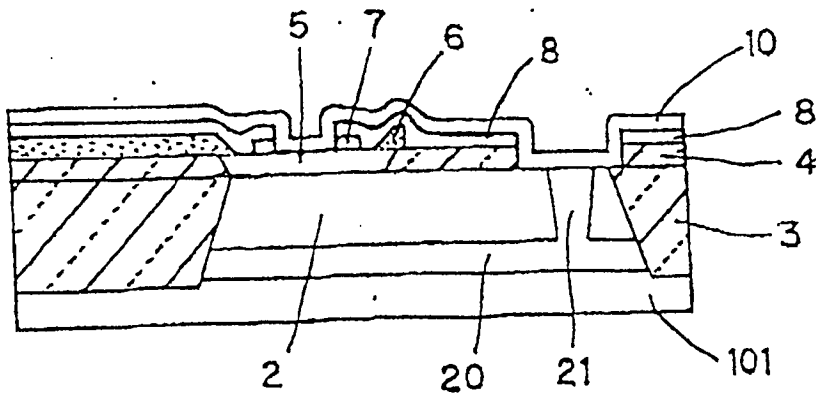
- | | |
|--|--|
| 101: p-Siliziumsubstrat | 7: Siliziumoxidfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ - Schicht | 8: Borsilikatglasfilm |
| 3: Feldoxydfilm | 20: vergrabene n ⁺ -Schicht |
| 4: Oberflächenoxidfilm | 21: n ⁺ -Kollektorsteckregion |
| 5: epitaktische p-Schicht | |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

FIG. 8J 9g



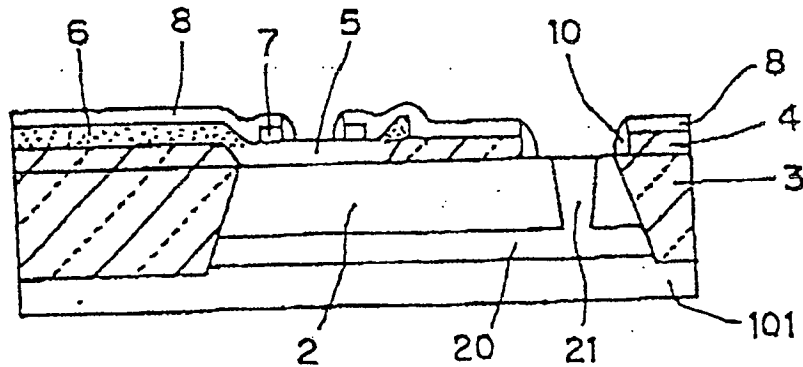
- | | |
|--|--|
| 101: p-Siliziumsubstrat | 7: Siliziumoxidfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ - Schicht | 8: Borsilikatglasfilm |
| 3: Feldoxydfilm | 9g: Photolackfilm |
| 4: Oberflächenoxidfilm | 20: vergrabene n ⁺ -Schicht |
| 5: epitaktische p-Schicht | 21: n ⁺ -Kollektorsteckregion |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

FIG. 8K



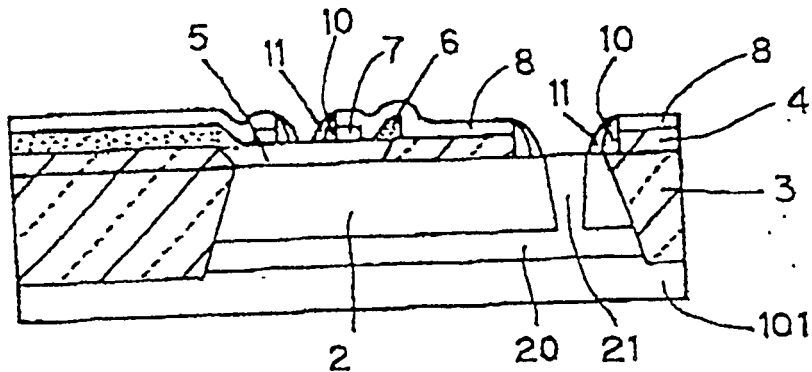
- | | |
|---|--|
| 101: p-Siliziumsubstrat | 7: Siliziumoxidfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ -Schicht | 8: Borsilikatglasfilm |
| 3: Feldoxydfilm | 10: Siliziumoxidfilm |
| 4: Oberflächenoxidfilm | 20: vergrabene n ⁺ -Schicht |
| 5: epitaktische p-Schicht | 21: n ⁺ -Kollektorsteckregion |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

FIG. 8L



- | | |
|---|--|
| 101: p-Siliziumsubstrat | 7: Siliziumoxidfilm |
| 2: epitaktische n ⁻ -Schicht | 8: Borsilikatglasfilm |
| 3: Feldoxydfilm | 10: Siliziumoxidfilm |
| 4: Oberflächenoxidfilm | 20: vergrabene n ⁺ -Schicht |
| 5: epitaktische p-Schicht | 21: n ⁺ -Kollektorsteckregion |
| 6: p-Polysiliziumfilm | |

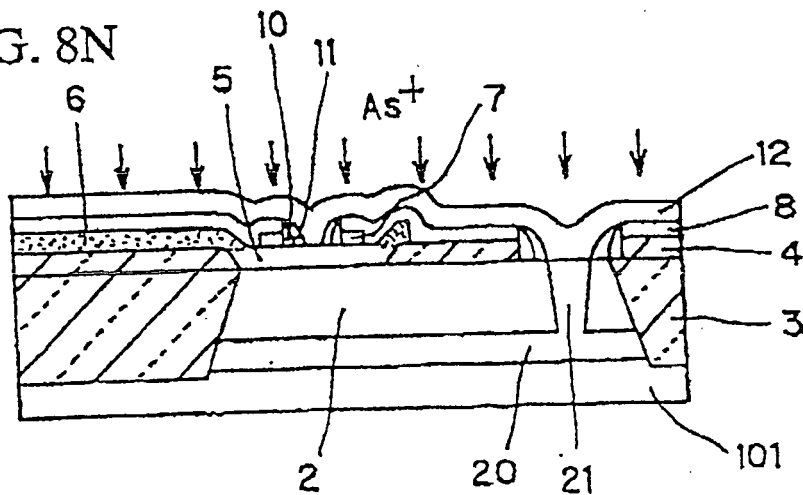
FIG. 8M



- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻-Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm

- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 20: vergrabene n⁺-Schicht
- 21: n⁺-Kollektorsteckregion

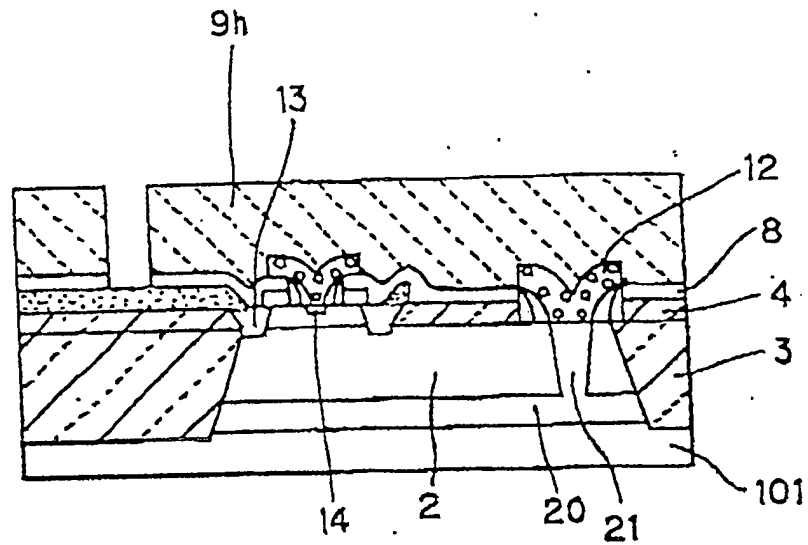
FIG. 8N



- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻-Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm

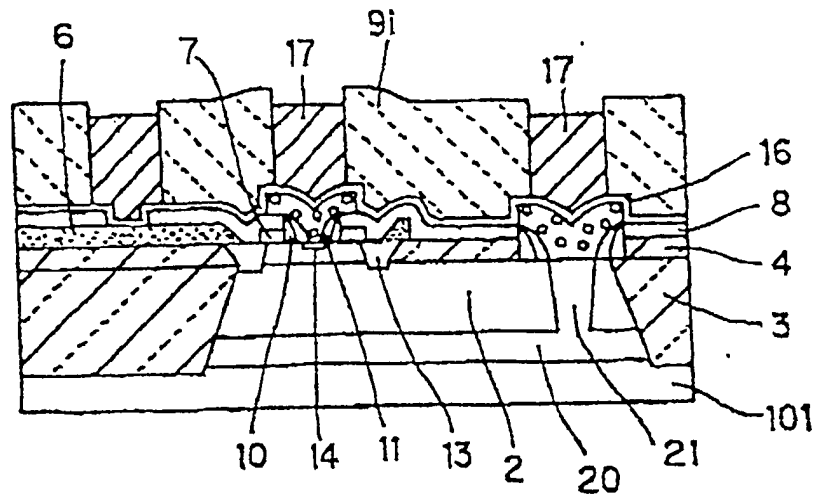
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 20: vergrabene n⁺-Schicht
- 21: n⁺-Kollektorsteckregion

FIG. 80



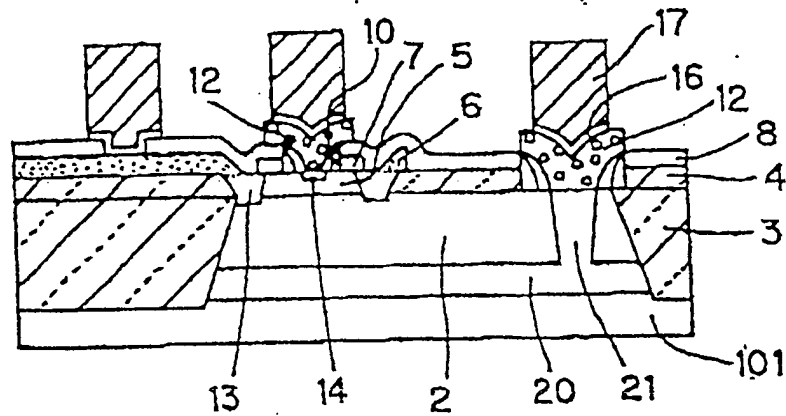
- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxydfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 9h: Photolackfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 20: vergrabene n⁺-Schicht
- 21: n⁺-Kollektorsteckregion

FIG. 8P



- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 9i: Photolackfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 11: Siliziumnitridfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 16: Sperrmetallschicht
- 17: Elektrode
- 20: vergrabene n⁺-Schicht
- 21: n⁺-Kollektorsteckregion

FIG. 8Q



- 101: p-Siliziumsubstrat
- 2: epitaktische n⁻- Schicht
- 3: Feldoxydfilm
- 4: Oberflächenoxidfilm
- 5: epitaktische p-Schicht
- 6: p-Polysiliziumfilm
- 7: Siliziumoxidfilm
- 8: Borsilikatglasfilm
- 10: Siliziumoxidfilm
- 12: n⁺-Polysiliziumfilm
- 13: p⁺-Schicht
- 14: n⁺-Emitterregion
- 16: Sperrmetallschicht
- 17: Elektrode
- 20: vergrabene n⁺-Schicht
- 21: n⁺-Kollektorsteckregion