(19) Octrooiraad Nederland

(11) 194107

(12) C OCTROOI

(21) Aanvrage om octrooi: 9002505

(22) Ingediend: 16.11.1990

(51) Int.Cl.[7] H01L21/762, H01L21/336, H01L21/469

(30) Voorrang:
18.08.1990 KR 0009012905

(43) Ter inzage gelegd:
16.03.1992 I.E. 1992/06

(44) Openbaargemaakt:
01.02.2001 I.E. 2001/02

(47) Dagtekening:
05.06.2001

(45) Uitgegeven:
01.08.2001 I.E. 2001/08

(73) Octrooihouder(s):
Samsung Electronics Co., Ltd. te Suwon-city, Republiek van Korea (KR).

(74) Gemachtigde:
Drs. A. Kupecz c.s. te 1000 HB Amsterdam.

(54) Werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting.

NL C 194107

Werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van halfgeleiderinrichtingen voorzien van een isolatiegebied, omvattende: het aanbrengen van een eerste oxidelaag op een halfgeleidersubstraat van een eerste geleidingstype, het vormen van een meerlagig samenstel omvattende een polysiliciumlaag die de eerste oxidelaag overdekt, alsmede een nitridelaag die de genoemde polysiliciumlaag overdekt, het verwijderen van een deel van de nitridelaag om een deel van de polysiliciumlaag bloot te leggen, welk blootgelegde deel boven een isolatiegebied van het halfgeleidersubstraat is gelegen, waarbij een afgedekt deel is gelegen boven een actief gebied van het halfgeleidersubstraat en het vormen van een kanaalstopelement in het isolatiegebied van het halfgeleidersubstraat door ionenimplantatie via het blootgelegde deel van de polysiliciumlaag.

Een werkwijze van de in de aanhef vermelde soort is bekend uit het Europese octrooischrift 0.035.690. Dit octrooischrift openbaart een werkwijze voor het vormen van een isolatielaag waarbij geen gebruik wordt gemaakt van de LOCOS-technologie, maar gebruik gemaakt wordt van isolerende materialen. De werkwijze voor het vormen van een isolatielaag in overeenstemming met dit octrooischrift omvat de stappen van het vormen van een oxideerbare materiaallaag op het halfgeleidersubstraat, het gedeeltelijk vormen van een oxidatiemasker op de genoemde laag van oxideerbaar materiaal, het oxideren van althans het deel van de genoemde laag van oxideerbaar materiaal dat niet wordt afgedekt door het oxidatiemasker zodat een oxidelaag wordt gevormd en het verwijderen van het oxidatiemasker.

Naarmate halfgeleiderinrichtingen een hogere integratiedichtheid hebben, dient het isolatiegebied, dat aangrenzende actieve gebieden elektrisch van elkaar moet isoleren, evenredig met de reductie van de afmeting van de chip te worden gereduceerd. De afmeting van het isolatiegebied vormt in het bijzonder een belangrijke factor voor het bepalen van de afmeting van een geheugeninrichting en er is derhalve veel onderzoek gedaan naar het reduceren van de afmeting van het isolatiegebied.

Gewoonlijk wordt een methode met lokale oxidatie van het silicium (LOCOS), groef-, veldafscherming en dergelijke toegepast als isolatiemethode, waarbij de LOCOS-werkwijze algemeen wordt toegepast voor het vormen van het isolatiegebied door oxidatie bij hoge temperatuur na het vormen van oxide- en nitridelagen op het oppervlak van een siliciumsubstraat en het vervolgens verwijderen van de nitridelaag van een isolatiegebied.

Er doet zich echter een probleem voor bij het isoleren van smalle actieve gebieden ten gevolge van het zogenaamde vogelbekverschijnsel, waardoor het isolatiegebied zich tot in het actieve gebied gaat uitstrekken tijdens de oxidatie bij hoge temperatuur. Voorts kan de spanning tijdens oxidatie leiden tot een dislocatie, welke vervolgens een lekstroom bij de PN-junctie veroorzaakt.

Hierdoor is de LOCOS-methode niet geschikt voor het isoleren van halfgeleiderinrichtingen in het submicrongebied. Voor dergelijke halfgeleiderinrichtingen zijn de groef- en veldafschermingsmethoden voorgesteld voor het verkrijgen van een isolatie. De groefisolatiemethode kan een perfecte isolatie van halfgeleiderinrichtingen in het submicrongebied bereiken. Hierbij doen zich echter problemen voor ten aanzien van de verslechtering van de junctie- en transistorkarakteristieken. Speciale apparatuur en technieken zijn nodig voor het onderdrukken van de kristaldefecten die het gevolg zijn van het etsen van het substraat tijdens het vormen van de groeven.

Anderzijds heeft de veldafschermingsisolatie het probleem van benodigde verbindingen, aangezien een instelspanning aan een veldplaat moet worden geleverd. Bovendien dient de lekstroom tussen de veldplaat en andere elektroden op passende wijze te worden geëlimineerd.

Zoals uit het voorgaande blijkt, is het bijzonder moeilijk op doelmatige wijze de isolatie te vormen. De verschillende methoden, die zijn voorgesteld voor het ondervangen van de hierboven genoemde problemen zijn voor een praktische productie niet geschikt vanwege de specifieke technieken en apparatuur die nodig is.

Doel van de onderhavige uitvinding is om een isolatiegebied te vormen dat kan worden geminimaliseerd door het vormen van een zogenaamde vogelbek te voorkomen.

Voorts beoogt de onderhavige uitvinding een isolatiemethode voor halfgeleiderinrichtingen te verschaffen, waarmee isolatiegebieden in het submicrongebied worden gevormd met behulp van traditionele technieken zonder afbreuk te doen aan de eigenschappen van de inrichting.

Volgens de onderhavige uitvinding heeft de werkwijze van de in de aanhef genoemde soort hiertoe het kenmerk, dat de werkwijze verder omvat: het oxideren van het blootgelegde deel van de polysiliciumlaag ter vorming van een overkappende oxidelaag boven het isolatiegebied, het verwijderen van het boven het actieve gebied gelegen meerlagige samenstel en het vormen van een isolatiegebiedpatroon, omvattende de eerste oxidelaag door het verwijderen van de overkappende oxidelaag en een deel van de eerste oxidelaag

gelegen boven het actieve gebied, het vormen van een afstandsdeel bij een zijwand van het isolatiegebied door het aanbrengen van een tweede oxidelaag over het gehele oppervlak van de structuur en het selectief wegetsen van de tweede oxidelaag, het vormen van een poort-oxidelaag op het halfgeleidersubstraat boven het actieve gebied daarvan, het vormen van een poort-elektrode op de poort-oxidelaag en het vormen van gebieden van een tweede geleidingstype in het deel van het halfgeleidersubstraat gelegen onder de poort-elektrode.

De eerdergenoemde Europese octrooiaanvrage 0.035.690 verschilt sterk van het onderwerp van de onderhavige uitvinding. In de eerste plaats wordt bij de onderhavige uitvinding van een gedeeltelijk niet geoxideerde materiaallaag gebruikgemaakt als een isolatiegebied om naburige transistors elektrisch van elkaar te scheiden terwijl bij de Europese octrooiaanvrage daartoe gebruikgemaakt wordt van een geoxideerde materiaallaag. Zelfs alhoewel de onderhavige uitvinding de stap omvat van het gedeeltelijk oxideren van een polysiliciumlaag ter vorming van een overkappende oxidelaag, is de overkappende oxidelaag erop gericht om te worden gebruikt als een etsblokkeringslaag in plaats van een isolatielaag. Dat betekent dat de onderhavige uitvinding en de zojuist genoemde Europese octrooiaanvrage beide de stap omvatten van het gedeeltelijk oxideren van een polysiliciumlaag door gebruik te maken van een oxidatie-blokkeringstechnologie, maar dat zowel het doel als het beoogde technische effect daarvan sterk van elkaar verschillen.

In de tweede plaats omvat de onderhavige uitvinding de stap van het vormen van een afstandsdeel bij een zijwand van het genoemde van een patroon voorziene isolatiegebied hetgeen in het geheel niet wordt geopenbaard of wordt gesuggereerd in de voornoemde Europese octrooiaanvrage. Het afstandsdeel heeft als functie te voorkomen dat een tweede geleidend gebied direct wordt verbonden met een kanaalstop-element.

De uitvinding wordt hierna nader toegelicht aan de hand van de tekening, waarin een uitvoeringsvoorbeeld schematisch is weergegeven.

Figuren 1(A)–1(D) geven schematisch doorsneden weer, waarin verschillende fabricagestappen zijn aangegeven ter toelichting van een uitvoeringsvorm van de isolatiewerkwijze voor halfgeleiderinrichtingen volgens de onderhavige uitvinding; en

figuur 2 is een schematische doorsnede van een poort-elektrode zoals weergegeven in figuur 1(D).

Zoals in figuur 1(A) is weergegeven wordt een meerlagig samenstel gevormd op een siliciumsubstraat 1 van het p-type met een conventionele chemische dampafzettingsmethode (CVD). Het meerlagige samenstel bestaat uit een oxidelaag 3 met een dikte van 300–400 nm, een polysiliciumlaag 5 met een dikte van 100–200 nm, een nitridelaag 7 met een dikte van 100–200 nm en een oxidelaag 9 met een dikte van 300–400 nm.

Een isolatiegebied wordt gedefinieerd door het verwijderen van een vooraf bepaald gedeelte van de nitridelaag 7 en de oxidelaag 9 door het conventionele fotolithografische proces. Het isolatiegebied kan worden gedefinieerd tot in het submicronbereik, d.w.z. tot de grens van de fotolithografie, waarbij de niet-verwijderde restdelen van de nitridelaag 7 en de oxidelaag 9 actieve gebieden worden.

Volgens figuur 1(B) wordt een kanaalstopelement 11 aan het substraatoppervlak gevormd door ionenimplantatie met een verontreiniging van het p-type met een dosis van $1x10^{12}$–$1x10^{13}$ cm^{-2} bij 200 keV, waarbij de oxidelaag 9 op het actieve gebied als een verontreiniging-blokkerende laag werkzaam is. Vervolgens wordt de oxidelaag 9 op het actieve gebied door nat-etsen verwijderd. Een overkappende oxidelaag 13 met een dikte van 50–100 nm wordt door thermische oxidatie van de polysiliciumlaag 5 op het blootliggende isolatiegebied gevormd, waarbij de nitridelaag 7 op het actieve gebied als een de oxidatie blokkerende laag werkzaam is. De polysiliciumlaag 5 wordt tot een vooraf bepaalde dikte geoxideerd. In de volgende stap wordt de nitridelaag 7 door nat-etsen verwijderd, waarbij de overkappende oxidelaag 13 als blokkerende laag voor het etsen dient.

Zoals uit figuur 1(C) blijkt worden de oxidelagen 3 en 13 aan het oppervlak van de structuur gelijktijdig verwijderd door de RIE-methode. Gedurende het etsen van zowel de oxidelaag 3 op het isolatiegebied en de overkappende oxidelaag 13 op het actieve gebied vormt de polysiliciumlaag 5 een isolatieoxidelaag 15 als een beschermende laag. Deze achterblijvende oxidelaag wordt gebruikt als een isolatielaag 15. Bij het hierboven beschreven proces kan de vogelbek en dislocatie, die het gevolg zijn van thermische groei van plaatselijk oxide, worden geëlimineerd, aangezien de isolatielaag 15 niet door thermisch oxideren wordt gevormd. Bovendien wordt het diffunderen van de door ionenimplantatie verkregen verontreiniging van het kanaalstopelement in het substraat 1 onderdrukt.

Volgens figuur 1(D) wordt een afstandsdeel 17 bij een zijwand van de isolatielaag 15 gevormd door

terugetsen na het afzetten van een oxidelaag over het gehele oppervlak van de structuur. De polysiliciumlaag 5 op de isolatielaag 15 wordt verwijderd gedurende het terugetsen en het daaropvolgende oxidatieproces. Vervolgens wordt een poort-oxidelaag 19 gevormd op het blootliggende oppervlak van het substraat 1 en wordt een poort-elektrode 21 gevormd op een vooraf bepaalde positie op de poort-oxidelaag 19. Een diffusiegebied 23 wordt gevormd door ionenimplantatie van een verontreiniging van het n-type, zoals fosfor of arseen, welk gebied wordt gebruikt als source en drain.

Het oppervlak van het substraat 1 onder de poort-elektrode 21 wordt gebruikt als kanaalgebied 25 voor het elektrisch verbinden van de diffusiegebieden. Het diffusiegebied 23 wordt niet overlapt door het kanaalstopelement 11, waardoor de doorslagspanning wordt verhoogd.

Figuur 2 toont een dwarsdoorsnede van de poort-elektrode uit figuur 1(D). Overeenkomstige onderdelen zijn met dezelfde verwijzingscijfers als in figuur 1(D) aangegeven. In figuur 2 kan het smalle kanaaleffect worden voorkomen doordat het door implanteren van een verontreiniging verkregen gebied 11, dat als kanaalstopelement wordt gebruikt, niet diffundeert in het actieve gebied, teneinde de reductie van de breedte van het kanaal 25 te voorkomen, doordat de isolatielaag niet door thermische oxidatie wordt gevormd. Het meerlagige samenstel wordt gevormd door nitride- en oxidelagen doch ook andere samenstellingen vallen binnen het kader der uitvinding zolang de nitride- en oxidelagen elkaar opvolgen.

Zoals uit het bovenstaande blijkt, wordt de isolatielaag slechts gevormd door CVD- en fotolithografische methoden, zodat de vogelbek en dislocatie ten gevolge van de spanning kan worden voorkomen en de verontreiniging van het door ionenimplantatie verkregen gebied, dat als kanaalstopelement dient, niet door diffusie in het actieve gebied komt. Het afstandsdeel, dat bij de zijwand van de isolatielaag wordt gevormd, voorkomt dat het diffusiegebied, dat door de ionenimplantatie is gevormd, het kanaalstopelement zal raken. De onderhavige uitvinding verschaft derhalve een belangrijk voordeel, aangezien geen thermische oxidatie wordt toegepast bij het vormen van de isolatielaag.

De grenswaarde van de isolatie kan worden verlegd tot in het submicronbereik door te voorkomen dat de vogelbek wordt gevormd en de stroomlekkage te vermijden die wordt veroorzaakt door dislocatie ten gevolge van mechanische spanningen. Bovendien kan het effect van kanaalversmalling doeltreffend worden vermeden, aangezien de verontreiniging van het ionenimplantatiegebied niet kan diffunderen in het actieve gebied. Hierdoor kan de doorslagspanning worden verhoogd, aangezien contact tussen het diffusiegebied en het ionenimplantatiegebied door het afstandsdeel wordt verhinderd.

Conclusies

1. Werkwijze voor de vervaardiging van een halfgeleiderinrichting voorzien van een isolatiegebied, omvattende:
   - het aanbrengen van een eerste oxidelaag op een halfgeleidersubstraat van een eerste geleidingstype,
   - het vormen van een meerlagig samenstel omvattende een polysiliciumlaag die de eerste oxidelaag overdekt, alsmede een nitridelaag die de genoemde polysiliciumlaag overdekt,
   - het verwijderen van een deel van de nitridelaag om een deel van de polysiliciumlaag bloot te leggen, welk blootgelegde deel boven een isolatiegebied van het halfgeleidersubstraat is gelegen, waarbij een afgedekt deel is gelegen boven een actief gebied van het halfgeleidersubstraat en
   - het vormen van een kanaalstopelement in het isolatiegebied van het halfgeleidersubstraat door ionenimplantatie via het blootgelegde deel van de polysiliciumlaag, met het kenmerk, dat de werkwijze verder omvat:
   - het oxideren van het blootgelegde deel van de polysiliciumlaag (5) ter vorming van een overkappende oxidelaag (13) boven het isolatiegebied,
   - het verwijderen van het boven het actieve gebied gelegen meerlagige samenstel (5, 7) en het vormen van een isolatiegebiedpatroon, omvattende de eerste oxidelaag (3) door het verwijderen van de overkappende oxidelaag (13) en een deel van de eerste oxidelaag (3) gelegen boven het actieve gebied,
   - het vormen van een afstandsdeel (17) bij een zijwand van het isolatiegebied door het aanbrengen van een tweede oxidelaag over het gehele oppervlak van de structuur en het selectief wegetsen van de tweede oxidelaag,
   - het vormen van een poort-oxidelaag (19) op het halfgeleidersubstraat (1) boven het actieve gebied daarvan,
   - het vormen van een poort-elektrode (21) op de poort-oxidelaag (19) en
   - het vormen van gebieden (23) van een tweede geleidingstype in het deel van het halfgeleidersubstraat (1) gelegen onder de poort-elektrode (21).

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het meerlagige samenstel een derde laag (9) omvat op de nitridelaag (7) en de stappen omvat van het verwijderen van een deel van de derde laag (9) ter blootlegging van het deel van de polysiliciumlaag (5) en het verwijderen van het boven het actieve gebied gelegen deel van de derde laag (9) voordat de overkappende oxidelaag (13) wordt aangebracht.

3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de dikte van de geoxideerde blootgelegde polysiliciumlaag geringer is dan de gehele dikte van de blootgelegde polysiliciumlaag (5) voor het achterlaten van een overblijvend gedeelte van de polysiliciumlaag boven het isolatiegebied.

4. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de verwijdering van een deel van de eerste oxidelaag (3) gelegen boven het actieve gebied wordt uitgevoerd met gebruikmaking van een reactief ionen etsproces (RIE) zonder verwijdering van het overige deel van de polysiliciumlaag (5) gelegen boven het isolatiegebied.

Hierbij 1 blad tekening

FIG.1(A)

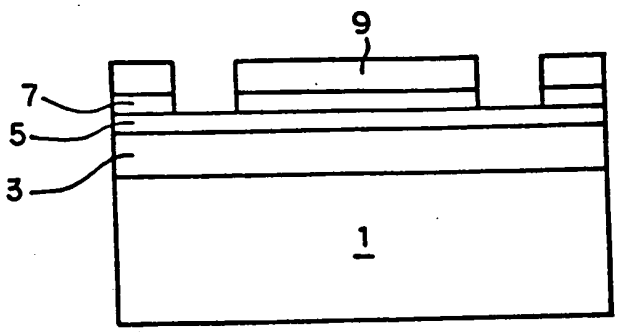

FIG.1(B)

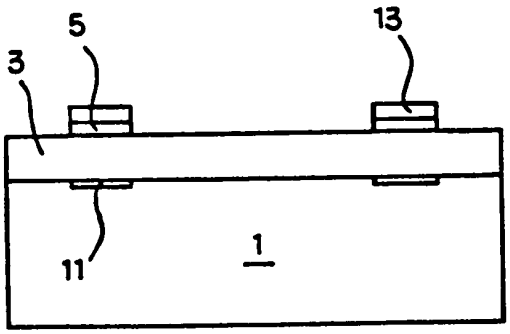

FIG.1(C)

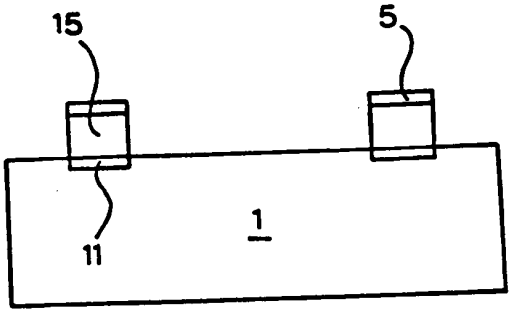

FIG.1(D)

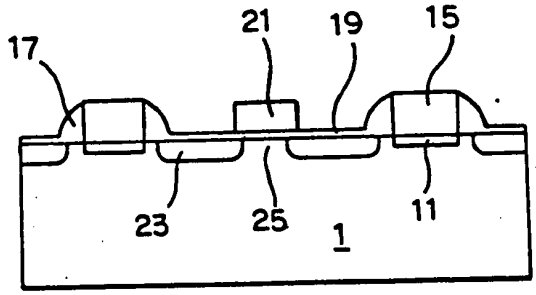

FIG.2

