
Octroiraad



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8004005**

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting.**
- ⑤1 Int.Cl³: H01L21/308.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octroibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8004005.
- ②2 Ingediend 11 juli 1980.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 februari 1982.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken.
Werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting, waarbij een op een substraat aanwezige laag siliciumnitride wordt getst door de laag in contact te brengen met bestanddelen van een plasma dat wordt gevormd in een gasmengsel dat een fluor- en een zuurstofverbinding bevat. De laag siliciumnitride kan hierbij - zoals bijvoorbeeld in gebruikelijke tunnelreactoren - alleen met elektrisch ongeladen bestanddelen van het plasma, maar ook - zoals bijvoorbeeld in gebruikelijke planaire reaktoren - met een mengsel van elektrisch geladen en ongeladen bestanddelen van het plasma in contact worden gebracht.

Een dergelijke werkwijze is bijvoorbeeld bijzonder geschikt voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting waarbij wordt uitgegaan van een Si-substraat voorzien van een SiO_2 -laag waarop een laag Si_3N_4 is aangebracht en waarbij door etsen het Si_3N_4 plaatselijk van de SiO_2 -laag wordt verwijderd. Het aldus gevormde Si_3N_4 -masker kan zowel als oxidatie - als als ionenimplantatiemasker worden gebruikt. Tijdens het maken van het Si_3N_4 -masker dient de SiO_2 -laag ter voorkoming van beschadiging van het eronder liggende Si-substraat, dat door de bestanddelen van het plasma zeer sterk kan worden aangetast. De dikte van de SiO_2 -laag dient daarom zodanig te worden gekozen dat een afdoende bescherming van het substraat wordt verkregen. In de praktijk wordt deze dikte onder andere bepaald door de verhouding van de snelheden waarmee Si_3N_4 en SiO_2 kunnen worden weggeëtst. Naarmate Si_3N_4 sneller kan worden weggeëtst dan SiO_2 , kan de SiO_2 -laag dunner worden gekozen.

Uit het Amerikaanse Octrooischrift Nr. 3,795,557 is een werkwijze van de in de aanhef genoemde soort bekend waarbij de siliciumnitridelaag wordt geëtst door de laag in contact te brengen met een mengsel van elektrisch geladen en ongeladen bestanddelen van een plasma dat wordt gevormd in

8004005

een gasmengsel dat als fluorverbinding CF_4 en als zuurstofverbinding 8,5 vol % O_2 bevat. Met deze bekende werkwijze kan Si_3N_4 circa twee maal zo snel worden weggeëtst als SiO_2 .

Een bezwaar van de bekende beschreven werkwijze is
5 dat Si_3N_4 slechts weinig sneller dan SiO_2 kan worden weggeëtst. Daarom moet in die gevallen waar met behulp van deze werkwijze een masker wordt geëtst in een Si_3N_4 -laag die is aangebracht op een Si-substraat met een beschermende SiO_2 -laag, deze SiO_2 -laag relatief dik zijn. Dit maakt de bekende
10 werkwijze in de praktijk bijvoorbeeld ongeschikt voor het maken van een Si_3N_4 -oxidatiemasker voor het aanbrengen van veldoxide in LOCOS-processen.

Met de uitvinding wordt onder meer beoogd aan genoemd bezwaar tegemoet te komen en daartoe heeft een werkwijze
15 van de in de aanhef genoemde soort volgens de uitvinding als kenmerk, dat aan het gasmengsel 1 à 15 vol % van een gasvormige verbinding wordt toegevoegd die een van fluor verschillend halogeen bevat. Door toevoeging van een geringe hoeveelheid van een verbinding die een van fluor verschillend
20 halogeen bevat, kan Si_3N_4 tenminste vijf maal zo snel worden weggeëtst als SiO_2 . Daarom kan in die gevallen waar met de werkwijze volgens de uitvinding een masker wordt geëtst in een Si_3N_4 -laag die is aangebracht op een Si-substraat met een beschermende SiO_2 -laag deze SiO_2 -laag relatief dun zijn. Dit
25 maakt de werkwijze volgens de uitvinding in de praktijk bijvoorbeeld geschikt voor het maken van een Si_3N_4 -oxidatiemasker voor het aanbrengen van veldoxide in LOCOS-processen. Vermoed wordt, dat het van fluor verschillend halogeen selectief aan het SiO_2 oppervlak wordt geadsorbeerd en daar een
30 beschermende laag vormt voor in het plasma gevormde reaktieve bestanddelen.

In een voorkeursuitvoering van de werkwijze volgens de uitvinding bevat het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd als fluorverbinding CF_4 en wordt hieraan het niet
35 corrosieve en niet giftige gas CF_2Cl_2 toegevoegd. Bij toevoeging van 1 à 4 vol % hiervan aan het gasmengsel treedt het grootste verschil in etssnelheid van Si_3N_4 en SiO_2 op, in het bijzonder wanneer als zuurstofverbinding 3 à 10 vol %

O₂ wordt toegevoegd. Si₃N₄ wordt dan circa vijf maal zo snel verwijderd als SiO₂.

In een andere voorkeursuitvoering van de werkwijze volgens de uitvinding bevat het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd als fluorverbinding CF₄ en wordt hieraan het niet corrosieve en niet giftige CF₃Br toegevoegd. Bij toevoeging van 2 à 8 vol % hiervan aan het gasmengsel treedt het grootste verschil in etssnelheid van Si₃N₄ en SiO₂ op, in het bijzonder wanneer als zuurstofverbinding 3 à 10 vol % O₂ wordt toegevoegd. Si₃N₄ wordt dan circa tien maal zo snel verwijderd als SiO₂.

Bevat het gasmengsel waarin het etsplasma wordt gevormd als fluorverbinding CF₄, als zuurstofverbinding 20 à 40 vol % NO en 1 à 3 vol % CF₃Br, dan wordt Si₃N₄ zelfs circa twaalf maal zo snel verwijderd als SiO₂.

De uitvinding wordt in het navolgende, bij wijze van voorbeeld, nader toegelicht aan de hand van de tekening en aan de hand van enige uitvoeringsvoorbeelden. In de tekening tonen:

fig. 1 tot en met fig. 4 schematisch opeenvolgende stadia van vervaardiging van een halfgeleiderinrichting, waarbij de werkwijze volgens de uitvinding wordt toegepast en fig. 5 en fig. 6 snelheden waarmee op een Si-substraat aanwezige Si₃N₄- en SiO₂-lagen worden weggeëtst met behulp van bestanddelen van plasma's die zijn gevormd in CF₄/O₂ mengsels waaraan variabele hoeveelheden CF₂Cl₂ respectievelijk CF₃Br zijn toegevoegd.

Fig. 1 tot en met 4 tonen schematisch opeenvolgende stadia van vervaardiging van een veldoxidepatroon waarbij wordt uitgegaan van een N-type Si-substraat 1 dat is voorzien van een SiO₂-laag 2 met een dikte van 20 à 100 nm waarop een Si₃N₄-laag 3 met een dikte van 100 à 150 nm is aangebracht. De Si₃N₄-laag 3 wordt op gebruikelijke wijze plaatselijk bedekt met een laklaag 4 waarna de niet bedekte plaatsen worden geëtst door deze in contact te brengen met bestanddelen van een plasma dat wordt gevormd in een gasmengsel dat een fluor- en een zuurstofverbinding bevat. Aan het gasmengsel wordt volgens de uitvinding 1 à 15 vol % van een gasvormige verbin-

ding die een van fluor verschillend halogeen bevat toegevoegd. Hierdoor kan Si_3N_4 tenminste vijf maal zo snel worden weggeëtst dan SiO_2 , zodat de beschermende SiO_2 -laag 2 relatief dun kan zijn. Hiermede is deze werkwijze in de praktijk
5 geschikt voor het maken van een masker voor het aanbrengen van veldoxide in de Si_3N_4 -laag 3.

Nadat de Si_3N_4 -laag 3 plaatselijk is verwijderd en nadat de laklaag 4 eveneens verwijderd is, kunnen door middel van een gebruikelijke B-implantatie P-type gebieden 5 worden
10 aangebracht die als "channel-stopper" tussen verschillende schakelelementen kunnen dienen. Hierbij dient het in de Si_3N_4 -laag 3 gevormde masker als implantatiemasker (fig. 2). Vervolgens worden door oxidatie op gebruikelijke wijze SiO_2 -gebieden 6 met een dikte van circa 1000 nm gevormd (fig. 3).
15 Deze SiO_2 -gebieden 6 - ook wel veldoxidegebieden genoemd - dienen samen met de eronder gelegen P-type Si-gebieden 5 om verschillende op het Si-substraat 1 aan te brengen schakelelementen onderling te scheiden. Tijdens het aanbrengen van de veldoxidegebieden 6 dient het in de Si_3N_4 -laag 3 gevormde
20 masker als oxidatiemasker. Tenslotte worden de resterende delen van de Si_3N_4 -laag 3 en de SiO_2 -laag 2 op gebruikelijke wijze verwijderd (fig. 4). Op de aldus ontstane door veldoxidegebieden 6 omsloten delen 7 van het Si-substraat 1 -
25 waarvan er duidelijkheidshalve slechts één getekend is, maar waarvan er zeer vele op een substraat kunnen zijn aangebracht - kunnen nu schakelelementen zoals veldeffekttransistoren worden aangebracht.

Bij de in het navolgende te beschrijven uitvoeringsvoorbeelden werden in een plasma etsreaktor Si-schijven
30 met een diameter van circa 75 mm die bedekt waren met circa 500 nm Si_3N_4 op een tussenlaag van circa 400 nm SiO_2 bij een substraattemperatuur van circa 125°C in contact gebracht met ongeladen bestanddelen van een plasma, opgewekt in de reactor bij een frequentie van 13,56 MHz, een vermogen van circa
35 150 Watt en een gasstroom van 100 à 300 SCC/min.

VOORBEELD I.

Fig. 5 toont de snelheden waarmee Si_3N_4 en SiO_2 worden weggeëtst door de bestanddelen van een plasma dat is

gevormd in een gasmengsel met een totaal druk van circa 100 Pa bestaande uit CF_4 en 5 vol % O_2 als functie van de aan dit gasmengsel toegevoegde hoeveelheden CF_2Cl_2 . Zonder toevoeging van CF_2Cl_2 wordt Si_3N_4 circa twee maal zo snel weggeëtst als SiO_2 , bij een geringe toevoeging van CF_2Cl_2 (1 à 4 vol %) is deze verhouding ongeveer vijf. Bij toevoeging van grotere hoeveelheden (>5 vol %) van CF_2Cl_2 neemt de verhouding weer af terwijl bovendien de etssnelheden van Si_3N_4 tot lage waarden teruglopen. Vergelijkbare resultaten zijn te verwachten als in plaats van CF_2Cl_2 andere Cl-verbindingen aan het mengsel CF_4 met O_2 worden toegevoegd zoals Cl_2 , CCl_4 , CFCl_3 , HCl , enz., maar CF_2Cl_2 verdient de voorkeur vanwege zijn handelbaarheid en geringe corrosiviteit.

VOORBEELD II.

Fig. 6 toont de snelheden waarmee Si_3N_4 en SiO_2 worden weggeëtst door de bestanddelen van een plasma dat is gevormd in een gasmengsel met een totaal druk van circa 65 Pa bestaande uit CF_4 en 5 vol % O_2 als functie van de aan dit gasmengsel toegevoegde hoeveelheden CF_3Br . Zonder toevoeging van CF_3Br wordt Si_3N_4 circa twee maal zo snel weggeëtst als SiO_2 , bij een geringe toevoeging van CF_3Br (2 à 8 vol %) is deze verhouding ongeveer tien. Bij toevoeging van grotere hoeveelheden (>10 vol %) van CF_3Br neemt de verhouding in etssnelheid weer af terwijl bovendien de etssnelheden van Si_3N_4 tot lage waarden teruglopen. Vergelijkbare resultaten zijn te verwachten als in plaats van CF_3Br andere Br-verbindingen aan het mengsel van CF_4 en O_2 worden toegevoegd, zoals CF_2Br_2 , HBr , Br_2 , BrF_3 , BrF_5 , enz., maar CF_3Br verdient de voorkeur vanwege zijn handelbaarheid, niet giftigheid en geringe corrosiviteit.

VOORBEELD III.

Ten opzichte van voorbeeld II is nog een verbetering te bereiken door in plaats van O_2 aan het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd als zuurstofverbinding NO toe te voegen. In bestanddelen van een plasma gevormd in een gasmengsel met 30 vol % NO , 7,5 vol % CF_3Br en 62,5 vol % CF_4 wordt Si_3N_4 twaalf maal zo snel weggeëtst als SiO_2 .

CONCLUSIES:

1. Werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting, waarbij een op een substraat aanwezige laag siliciumnitride wordt geëetst door de laag in contact te brengen met bestanddelen van een plasma dat wordt gevormd in een
5 gasmengsel dat een fluor- en een zuurstofverbinding bevat, met het kenmerk, dat aan het gasmengsel 1 à 15 vol % van een gasvormige verbinding wordt toegevoegd die een van fluor verschillend halogeen bevat.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat
10 het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd als fluorverbinding CF_4 en als verbinding met een van fluor verschillend halogeen CF_2Cl_2 bevat.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd 1 à 4 vol
15 % CF_2Cl_2 bevat.
4. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd als fluorverbinding CF_4 en als verbinding met een van fluor verschillend halogeen CF_3Br bevat.
- 20 5. Werkwijze volgens conclusie 1 of 4, met het kenmerk, dat het gasmengsel waarin het etsplasma wordt gevormd 2 à 8 vol % CF_3Br bevat.
6. Werkwijze volgens een der conclusies 1 - 5, met het kenmerk, dat het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd
25 als zuurstofverbinding 3 à 10 vol % O_2 bevat.
7. Werkwijze volgens een der conclusies 1 - 5, met het kenmerk, dat het gasmengsel waarin het plasma wordt gevormd als zuurstofverbinding 20 à 40 vol % NO bevat.

30

35

1/2

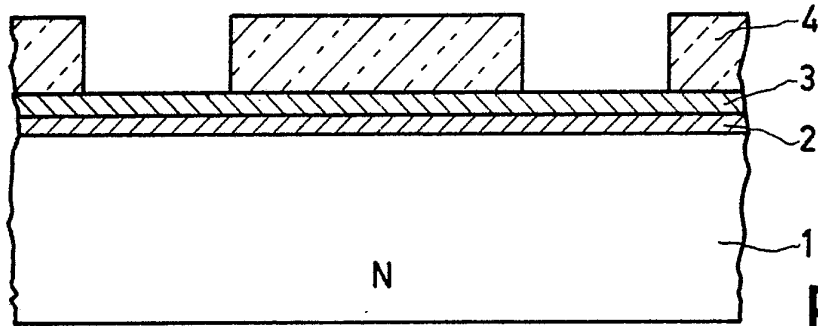


FIG. 1

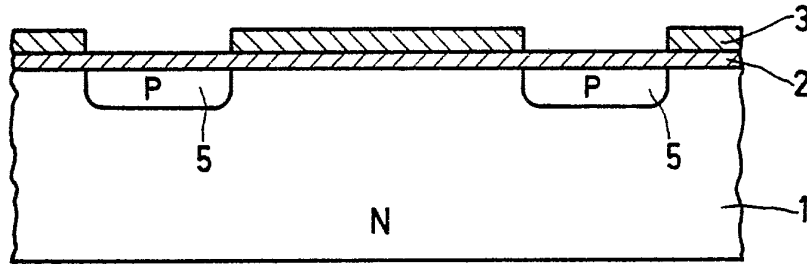


FIG. 2

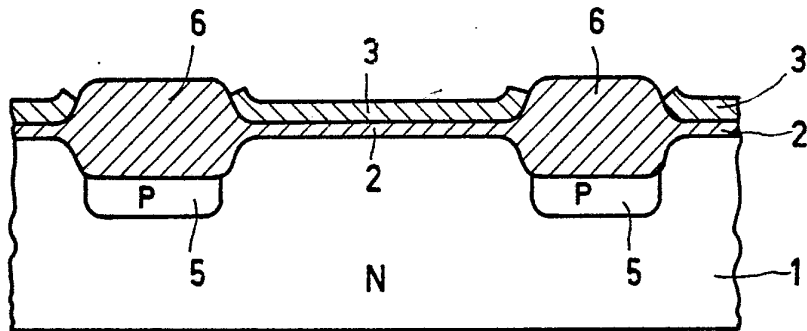


FIG. 3

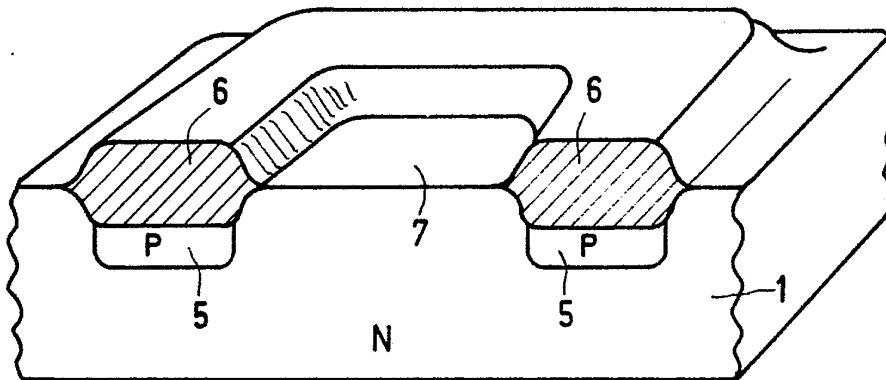


FIG. 4

800 40 05

1-II - PHN 9790

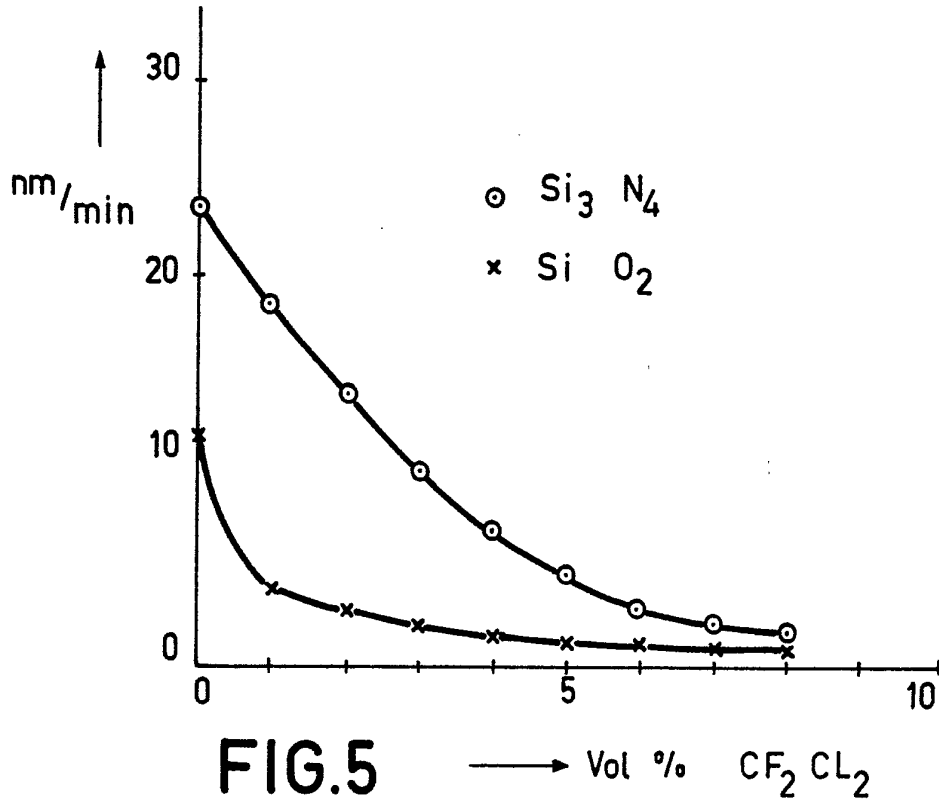


FIG.5

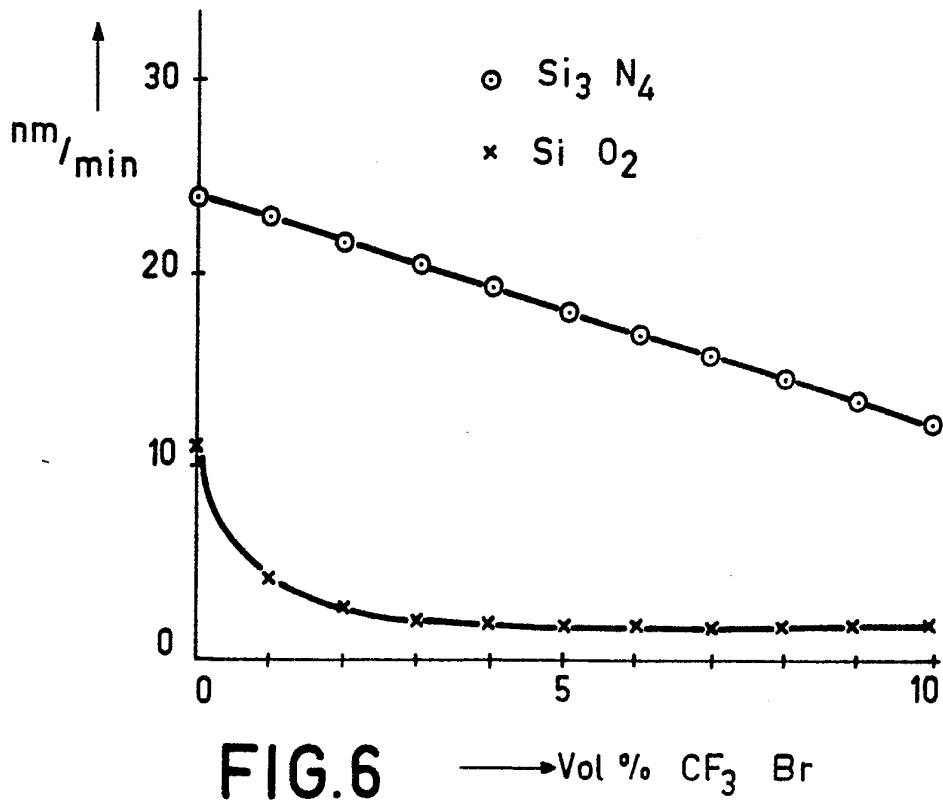
→ Vol % CF_2CL_2 

FIG.6

→ Vol % CF_3Br

8004005