



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8220025**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Halfgeleiderinrichting.**

⑤1 Int.Cl³: H01L 29/80, H01L 29/90.

⑦1 Aanvrager: Sony Corporation (Sony Kabushikikaisha) te Tokio.

⑦4 Gem.: Ir. R. Hoijtink c.s.
Octroobureau Arnold & Siedsma
Sweelinckplein 1
2517 GK 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8220025.

⑧6 Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvraag: PCT/JP82/00033.

②2 Ingediend 4 februari 1982.

③2 Voorrang vanaf 5 februari 1981.

③3 Land van voorrang: Japan (JP).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 16063/81 .

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 3 januari 1983.

⑧7 Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvraag: 19 augustus 1982.

⑧7 Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvraag: WO82/02799.

Deze octrooiaanvraag werd ingediend als internationale octrooiaanvraag onder de bepalingen van het Verdrag tot samenwerking inzake octrooien (PCT). De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van een Nederlandse vertaling van de oorspronkelijk in een andere taal ingediende beschrijving met conclusie(s) en tekening(en). De Nederlandse octrooiaanvraag wordt geacht te zijn ingediend op de indieningsdatum van de internationale octrooiaanvraag.

Br/Bl/lk/1470

BESCHRIJVING

TITEL VAN DE UITVINDING

Halfgeleiderinrichting.

TECHNISCH GEBIED

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op
5 een veldeffekttransistor met een poortbeschermingsdiode.

STAND DER TECHNIEK

Het is bekend, dat op een substraat, dat vervaardigd is uit GaAs en dergelijke met een hoge dragermigratie, een veldeffekttransistor (FET) met een Schottky
10 barrierepoort of PN-overgangpoort wordt gevormd. Om de poort van de FET te beschermen tegen overmatig hoge spanningen, die over de poort en de toevoer van deze FET worden aangelegd wordt een beschermingsinrichting verschaft voor het vastzetten van deze spanning. Daar het moeilijk
15 is een GaAs diode te vormen in dezelfde laag, die een lagere opleverende spanning van de poort daarvan bezit is voor het bovenvermelde doel in de praktijk een zodanige voorgesteld, dat een uit silicium vervaardigde beschermingsdiode onafhankelijk van het GaAs substraat wordt verschaft
20 en dan daartussen door externe geleiderdraden wordt verbonden.

BESCHRIJVING VAN DE UITVINDING

De onderhavige uitvinding beoogt een zodanige halfgeleiderinrichting te verschaffen waarbij een poort-
25 beschermingsdiode op hetzelfde substraat wordt gevormd als dat van een FET, waardoor de totale inrichting wordt vereenvoudigd. Volgens de onderhavige uitvinding wordt op een halfgeleiderlaag, die door ionenimplantatie of epitaxiale aangroeiing is gevormd, een FET en een diode gevormd,
30 waardoor een omgekeerde voorinstelling opleverende spanning (blokkeerspanning) van de diode kleiner wordt gemaakt dan die tussen de poort en het kanaal van de FET. Hiertoe wordt de verontreinigingsconcentratie in een gebied, waar de overgang van de diode wordt gevormd, hoger gekozen dan
35 die van het kanaal van de FET en/of wordt de dikte van het

gebied, waar de diode wordt gevormd, groter gekozen dan die van het kanaal van de FET, hetgeen dus leidt tot verschillende opleverende spanningsmechanismen.

KORTE BESCHRIJVING VAN DE TEKENINGEN

5 Fig. 1 en 2 zijn schematische beelden in doorsnede, die elk één voorbeeld van een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding tonen.

BESTE UITVOERINGSWIJZE VAN DE UITVINDING

10 Fig. 1 is een schematisch beeld in dwarsdoorsnede, dat één uitvoeringsvorm van een inrichting volgens de onderhavige uitvinding toont. In dit geval wordt een half-isolerend GaAs substraat 1 gemaakt, waarop een halfgeleiderlaag 2 van een N-type geleidbaarheid wordt gevormd. Deze halfgeleiderlaag 2 zal het kanaalgedeelte van een
15 FET gaan vormen. Het gebied tussen deze halfgeleiderlaag en een N-type-laag (niet weergegeven), die een andere FET zal gaan vormen en tegelijkertijd wordt gevormd, worden elektrisch van elkaar gescheiden door de niet-gedoteerde gedeelten in het substraat 1. De laag 2 van het N-type
20 wordt gevormd door implantatie van bijvoorbeeld silicium-(Si) ionen in een doseringshoeveelheid van $2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ bij een energie van 70 keV. Op dit moment is de diepte van de laag $0,2 \mu\text{m}$ en is de piekwaarde van de verontreinigingsconcentratie $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. De halfgeleidergebieden
25 van het N-type geleidbaarheid worden gevormd, die een afvoergebied 3 en een toevoergebied 4 gaan vormen, die elk in kontakt staan met de laag 2, alsmede een gebied 5, dat los van de FET staat en een deel van een beschermingsdiode zal vormen. De gebieden 3,4 en 5 van het N-type worden
30 elk gevormd door implantatie van bijvoorbeeld silicium-(Si) ionen in een doseringshoeveelheid van $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ bij een energie van 200 keV. Op dit moment is de diepte van de laag $0,6 \mu\text{m}$ en is de piekwaarde van de verontreinigingsconcentratie $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Anderzijds worden halfgeleidergebieden van het P^+ -type geleidbaarheid gevormd,
35 die een anodegebied 6 van een diode, die in kontakt staat met het toevoergebied 4 om deze als een kathode daarvan te gebruiken, en anodegebieden 7 resp. 8 van twee serie-

8220025

dioden gaan vormen, die het gebied 5 van het N-type als kathoden daarvan aannemen. Elk van de gebieden 6,7 en 8 van het P⁺-type wordt gevormd door implantatie van bijvoorbeeld zink-(Zn) ionen in een doseringshoeveelheid van
5 $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ bij een energie van 100 keV.

De kanaallaag 2 van het N-type tussen het toevoergebied 4 en het aanvoergebied 3 wordt aan de bovenzijde voorzien van een metaallaag om te zamen daarmee de Schottky barriere te vormen, waarop eerste en tweede poorten 12 en
10 11 van de betreffende FET worden gevormd. Deze worden gevormd door opdammen van aluminium (Al) bijvoorbeeld tot een dikte van 600 Å en in patroon gebracht, elk met een breedte van 1,5 µm. De afstanden tussen het toevoergebied 4 en de eerste poort 12; de eerste poort 12 en de tweede
15 poort 11; en de tweede poort 11 en het afvoergebied 3 zijn 2,5 µm, 3 µm resp. 4 µm. Een toevoerelektrode 14 en een afvoerelektrode 13 worden met ohmskontakt op de toevoer- en afvoergebieden van het N-type 4 resp. 3 gevormd. Deze worden gevormd door opdamping van bijvoorbeeld goud-
20 germanium (Au-Ge) legering met een dikte van 1600 Å en nikkel (Ni) met een dikte van 400 Å en daarna volgens de wegtrekmethode in patroon gebracht. Op de gebieden 6,7 en 8 van het P⁺-type worden met ohmskontakt elektroden 15, 16 resp. 17 gevormd. Deze worden gevormd door opdamping van
25 bijvoorbeeld titaan (Ti) met een dikte van 500 Å en goud (Au) met een dikte van 4500 Å. Deze metalen worden op de toevoer- en afvoerelektroden 14 en 13 gevormd teneinde de bedradingsweerstand te verminderen. De overige oppervlakken van het substraat worden beschermd met een silicium-
30 nitride (Si₃N₄) laag.

Het gebied 6 van het P⁺-type en de toevoer, die eveneens als het kathodegebied 4 dient, vormen een PN-overgang 24 van een diode, die een eerste beschermingselement vormt. Gezien aan het bovenoppervlak ervan is de overgang
35 24 gevormd als een zigzaglijn om het overgangsgebied ervan te vergroten, hetgeen de stroomcapaciteit dus verhoogd. De anode-elektrode 15 wordt met de eerste poort 12 verbonden. Deze verbinding wordt bereikt door de metaallaag van

de anode-elektrode 15 zich te doen uitstrekken tot het bindingsgedeelte van de metaallaag van de eerste poort 12. Het gebied 5 van het N^+ -type en de gebieden 7 en 8 van het P-type vormen PN-overgangen 25 en 26 van P-N-P-seriedioden, die een tweede beschermingselement vormen, waarbij één anode-elektrode 17 verbonden is met de tweede poort en de andere anode-elektrode 16 verbonden is met de toevoer-elektrode 14.

Volgens de onderhavige uitvinding worden de opleverende spanningen, die door de overgangen 24,25 en 26 van de beschermingselementen worden opgeleverd, lager gekozen dan de opleverende spanningen, die aan de Schottky-barrieres 23 resp. 22 in de eerste en tweede poorten 12 resp. 11 van de FET worden opgeleverd. Hiertoe hebben de gebieden 4 en 5 van het N-type van de dioden hogere verontreinigingsconcentraties dan die van de kanaallaag 2 en/of worden de dikten (diepten) daarvan groter gekozen dan die van de kanaallaag. De opleverende spanning van elk van de overgangen 24,25 en 26 is in het voorbeeld, zoals bovenstaand beschreven ongeveer 8,5 V. Deze waarde valt vrijwel samen met een theoretische waarde, die het resultaat is van een normale lawine, die door de verontreinigingsconcentratie wordt veroorzaakt. Teneinde deze opleverende spanning laag te houden worden de dikten van de gebieden 4 en 5 van het N-type tot op zekere hoogte verhoogd, waardoor de invloed van de oppervlakteverarmingslagen daarvan wordt verminderd. De gebieden 6,7 en 8 van het P^+ -type bezitten in voldoende mate hogere verontreinigingsconcentraties in vergelijking met de gebieden 4 en 5 van het N-type, de verarmingslagen daarvan in de overgangen strekken zich in hoofdzaak uit tot de gebieden van het N-type en de dikten ervan zijn zo groot, dat de overgangen alleen worden gevormd aan de zijoppervlakken ervan en de overgangscapaciteiten klein zijn.

De opleverende spanning van elk van de poort-barrieres 22 en 23 is in het bovenvermelde voorbeeld ongeveer 20 V (in dit geval is de afknijpspanning ongeveer 2 V). Dit is verscheidene malen hoger dan een waarde, die

8220025

op grond van het lawine-opleverende verschijnsel wordt verwacht, en vertoont niet een aanzienlijke opleveringskarakteristiek door de aanwezigheid van een lekstroom. De reden hiervan kan als volgt worden beschouwd. De

5 verarmingslagen, die zich vanaf de barrières 22 en 23 uitstrekken, worden het eerst tot de verarmingslaag in de grens 21 tussen de kanaallaag 22 en het substraat 1 bereikt door de afknijpspanning (doorslag) en wanneer de spanning hoger wordt dan de afknijpspanning, worden deze verarmings-

10 lagen met elkaar gekoppeld en strekken zij zich horizontaal in de kanaallaag 2 uit, waardoor de sterkte van het op de barrières aangelegde elektrische veld wordt verzwakt (de onderhavige uitvinding is natuurlijk niet beperkt tot de bovenstaande verklaring). Voor het bereiken van het

15 bovenvermelde elektrisch veldverzwakkende effect wordt de dikte van de kanaallaag 2 verminderd en/of wordt de verontreinigingsconcentratie daarvan verminderd. Zoals bovenstaand vermeld worden de opleveringsmechanismen in de poort van de FET en de beschermingsdioden onderling

20 verschillend gemaakt, waardoor de opleverende spanning van de dioden kleiner wordt gemaakt dan die van de poort.

De inrichting volgens de onderhavige uitvinding kan worden vervaardigd volgens de epitaxiale aangroei-methode uit vloeistof of damp. In dit geval wordt de dikte

25 van de laag bepaald door de verwijdering door etsen. Fig. 2 toont een voorbeeld van dit geval. In fig. 2 geeft het verwijzingscijfer 31 een half-isolerend halfgeleider-substraat, bijvoorbeeld GaAs substraat, aan, dat aan het ene hoofdoppervlak ervan voorzien is van een bufferlaag

30 32 met een hoge weerstand, die gevormd is uit een uit de vloeistoffase verkregen epitaxiale laag van bijvoorbeeld GaAs, waarop een halfgeleiderlaag 33 van één geleidbaarheidstype, bijvoorbeeld N-type is gevormd. Een eerste gedeelte 34a van deze halfgeleiderlaag 33 wordt aan de

35 bovenzijde voorzien van een FET, bijvoorbeeld FET 35 van het Schottky barrieretype, en een ander tweede gedeelte 34b wordt aan de bovenzijde voorzien van een diode 36.

De FET 35 wordt op zodanige wijze gevormd, dat

op het eerste gedeelte 34a van de halfgeleiderlaag 33 een Schottky metaal of een poortelektrode 37 bestaande uit bijvoorbeeld Al, wordt afgezet voor het vormen van de Schottky barriere op dit afgezette gedeelte. Een toevoer-
5 elektrode 38 en een afvoerelektrode 39, die elk bijvoorbeeld bestaan uit metaal van het Au-Ge-systeem, worden aan weerszijden van de poortelektrode 37 afgezet om deze daartussen te pakken volgens een ohmse kontaktmethode.

De diode 36 wordt daarentegen zo gevormd, dat
10 het tweede gedeelte 34b van de halfgeleiderlaag 33 bijvoorbeeld selectief geformeerd wordt met een gebied 40 van een ander geleidbaarheidstype, bijvoorbeeld P-type voor het vormen van een PN-overgang j, waarbij op elk van de P- en N-gebieden een anode-elektrode 41 en een kathode-
15 elektrode 42 worden afgezet volgens een ohmse kontaktmethode.

Het eerste gedeelte 34a van de halfgeleiderlaag 33, waarop de FET 35 is gevormd, wordt bijvoorbeeld dunner gemaakt in vergelijking met het tweede gedeelte, waarop
20 de diode 36 wordt gevormd. Indien de concentratie van elk van bijvoorbeeld de eerste en tweede gedeelten 34a en 34b gekozen wordt ongeveer 10^{17} cm^{-3} te bedragen en als dikte van het tweede gedeelte 34b 0,4 um wordt gekozen, zal met andere woorden als dikte van het eerste gedeelte
25 34a 0,2 um worden gekozen.

De blokkeerspanning van de Schottky poort van de FET, die op het gedeelte 34a van de halfgeleiderlaag 33 is gevormd, waarvan de dikte, zoals bovenstaand beschreven, dun is, is verscheidene malen hoger dan de theoretische
30 waarde van de lawinedoorslag, die verkregen wordt door de verontreinigingsconcentratie van het gedeelte 34a van de halfgeleiderlaag 33, die de kanaallaag van deze FET vormt.

Indien de opleverende spanning van de beschermings-
diode volgens de onderhavige uitvinding laag is, kan deze
35 worden gevormd door de Schottky barriere of kan deze worden gevormd door de combinatie van de PN-overgangen.

CONCLUSIES

Halfgeleiderinrichting bestaande uit een half-geleidersubstraat, een veldeffekttransistor in het substraat met een toevoer, een poort en een afvoer, en een diode in het substraat verbonden tussen de genoemde
5 poort en de genoemde toevoer, met het kenmerk, dat de dikte en/of de verontreinigingsconcentratie in een gebied, waarin een verarmingslaag zich in hoofdzaak uitstrekt, wanneer aan de diode een omgekeerde voorinstelling wordt
gegeven, groter is dan die van een kanaalgedeelte tegen-
10 over de genoemde poort.

8220025

Verwijzingscijfer 1 geeft het halfgeleidersubstraat aan, 2 de halfgeleiderlaag, 3 het afvoergebied, 3 het toevoergebied, 5 het kathodegebied, 6,7 en 8 de anodegebieden, 11 en 12 de eerste en tweede poorten, 31
5 het half-isolerende substraat, 32 de bufferlaag, 33 de halfgeleiderlaag, 37 de poortelektrode, 38 en 39 de toevoerelektrode en afvoerelektrode en 41 en 42 de anode-elektrode en de kathode-elektrode.

FIG. 1

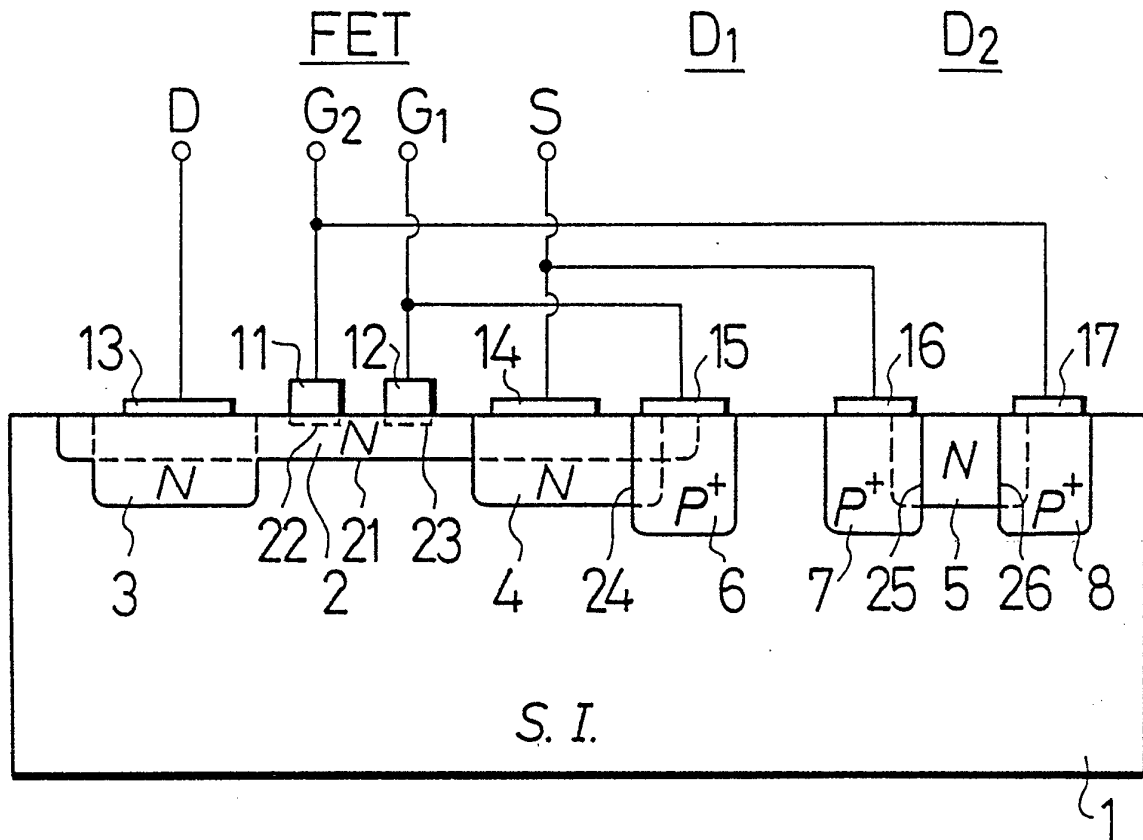


FIG. 2

