
Octrooiraad



⑩ A Terinzagelegging ⑪ 8103218

Nederland

⑲ NL

⑤4 Veldeffekttransistor met geïsoleerde stuur-elektrode.

⑤1 Int.CI³: H01L29/78.

⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

②1 Aanvraag Nr. 8103218.

②2 Ingediend 6 juli 1981.

③2 --

③3 --

③1 --

③2 --

④3 Ter inzage gelegd 1 februari 1983.

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 te Eindhoven.

"Veldeffekttransistor met geïsoleerde stuur-elektrode".

De uitvinding heeft betrekking op een halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam bevattende een aan een oppervlak grenzend gebied van een eerste geleidingstype waarin een veldeffekttransistor met geïsoleerde stuur-elektrode is aangebracht, met hooggedoteerde aan- en afvoerzones van het tweede, tegengestelde geleidingstype, een aan de afvoerzone grenzende oppervlaktezona van het tweede geleidingstype met een lagere doteringsconcentratie dan de afvoerzone, welke oppervlaktezona zich in de richting van de aanvoerzone uitstrekt, een tussen deze oppervlaktezona en de aanvoerzone gelegen kanaalgebied van het eerste geleidingstype, en een boven het kanaalgebied gelegen stuur-elektrode die door een elektrisch isolerende laag van het kanaalgebied is gescheiden, waarbij tussen de aan- en afvoerzones een veldplaat is aangebracht die zich in de richting van de afvoerzone tot boven de genoemde oppervlaktezona doch niet tot boven de afvoerzone uitstrekt en van het halfgeleideroppervlak is geïsoleerd, welke veldplaat voorzien is van een aansluitgeleider.

Een halfgeleiderinrichting van de in de aanhef beschreven soort is bekend uit de ter inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvraag No.7713333.

Teneinde de afvoer-doorslagspanning van veldeffekttransistoren met geïsoleerde stuur-elektrode te verhogen zijn in de loop der tijd diverse maatregelen voorgesteld, welke alle ten doel hebben de veldsterkte aan of nabij het oppervlak te verlagen op die plaatsen, waar gevaar bestaat voor het optreden van lawinedoorslag.

Als eerste maatregel is voorgesteld om tussen de stuur-elektrode en de hooggedoteerde afvoerzone een oppervlaktezona met hetzelfde geleidingstype als, en een lagere doteringsconcentratie dan de hooggedoteerde afvoerzone aan te brengen, die aan de afvoerzone grenst en tussen de aan- en afvoerzones praktisch overal dunner is dan de afvoerzone. Vanaf een bepaalde afvoerspanning (dat wil zeggen, de spanning tussen aan- en afvoerzone) wordt deze oppervlaktezona afgeknepen, waardoor de oppervlakteveldsterkte aan de zijde van de afvoerzone wordt verlaagd en de afvoer-doorslagspanning wordt verhoogd.

Een verbetering van deze structuur, waardoor storende invloeden van op de isolerende laag gevormde elektrische ladingen worden verminderd,

wordt bereikt door het aanbrengen van een, bij voorkeur met de aanvoerelektrode verbonden, veldplaat die zich tot boven de oppervlaktezone, doch op afstand van de hooggedoteerde afvoerzone uitstrekt. Daarbij kunnen echter door ladingsfluctuaties op het tussen de veldplaat en de hooggedoteerde afvoerzone gelegen deel van de isolerende laag ongewenste instabiliteiten optreden.

In de eerstgenoemde Nederlandse aanvraag 7713333 wordt voorgesteld, ter voorkoming van deze instabiliteiten een tussen de genoemde oppervlaktezone en de hooggedoteerde afvoerzone gelegen gebied van hetzelfde geleidingstype aan te brengen, waarvan de doteringsconcentratie tussen die van de afvoerzone en de genoemde oppervlaktezone is gelegen. De veldplaat strekt zich daarbij uit tot boven het genoemde tussengelegen gebied. Door de hogere doteringsconcentratie van dit tussengelegen gebied wordt het niet afgeknepen en oefent het geen invloed uit op de serieweerstand van de veldeffekttransistor, terwijl het ook minder gevoelig is voor de genoemde ladingsfluctuaties.

Ofschoon op deze wijze hoge afvoer-doorslagspanningen kunnen worden bereikt zijn aan de toevoeging van een dergelijk extra tussengebied nadelen verbonden. Zo is bijvoorbeeld in elk geval een extra doteringsstap nodig, hetgeen technologisch gecompliceerd is.

De uitvinding beoogt onder meer een halfgeleiderinrichting met een veldeffekttransistor van een nieuwe structuur aan te geven met een hoge afvoerdoorslagspanning en stabiele elektrische eigenschappen, die met voordeel in geïntegreerde schakelingen kan worden toegepast en in het bijzonder geschikt is voor toepassing in schakelingen waarbij de aan- en afvoerzones een hoge spanning ten opzichte van het substraat hebben, zoals bijvoorbeeld in sourcevolger-schakelingen.

De uitvinding berust onder meer op het inzicht, dat het beoogde doel kan worden bereikt door middel van een structuur waarbij de genoemde oppervlaktezone tweezijdig, d.w.z. vanaf de boven- en de onderzijde, progressief wordt afgeknepen bij toenemende afvoerspanning.

Een halfgeleiderinrichting van de in de aanhef beschreven soort is volgens de uitvinding daardoor gekenmerkt, dat het eerste gebied een epitaxiale laag is die gelegen is op een substraat van het tweede geleidingstype en daardoor een in de bedrijfstoestand in de keerrichting staande pn-overgang vormt, dat tussen deze epitaxiale laag en het substraat onder althans het kanaalgebied en een deel van de oppervlaktezone een begraven laag van het eerste geleidingstype met een hogere do-

teringsconcentratie dan de epitaxiale laag is aangebracht, welke begraven laag zich niet tot onder de afvoerzone uitstrekt, en dat de veldplaat zich boven de oppervlaktezone op isolerende laagdelen van in de richting van de afvoerzone toenemende dikte uitstrekt, waardoor bij toenemende afvoerspanning in de richting van de afvoerzone achtereenvolgens opeenvolgende delen van de oppervlaktezone worden afgeknepen.

In de halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding wordt bij toenemende afvoerspanning een progressieve, gefaseerde tweezijdige depletie van de genoemde oppervlaktezone verkregen, in de richting van de aanvoerzone naar de afvoerzone. Deze gefaseerde tweezijdige depletie treedt op tussen de epitaxiale laag en de veldplaat en kan reeds worden verkregen bij toepassing van slechts één oppervlaktezone die in één enkele doteringsstap kan worden vervaardigd. Verder wordt door de aanwezigheid van de begraven laag de veldverdeling in gunstige zin beïnvloed door verlaging van de oppervlakteveldsterkte.

Opgemerkt wordt dat, waar in deze aanvraag sprake is van een veldplaat, deze hetzij uit één geheel kan bestaan, hetzij uit onderling gescheiden deelveldplaten, die zonodig elk afzonderlijk kunnen zijn gecontacteerd.

Volgens een belangrijke voorkeursuitvoering heeft de epitaxiale laag een zo kleine doteringsconcentratie en dikte dat zij althans nabij de afvoerzone over haar gehele dikte gedepleerd is bij een afvoerspanning die lager is dan de afvoerdoorslagspanning, een en ander volgens het zogenaamde "RESURF" principe zoals dit ondermeer beschreven is in Philips Journal of Research, Vol.35,1980, blz. 1 t/m 13. Met deze uitvoering worden de hoogste doorslagspanningen bereikt.

De veldplaat ligt bij voorkeur op enige afstand van de hooggedoteerde afvoerzone teneinde doorslag tussen veldplaat en afvoerzone via de isolerende laag te vermijden. De veldplaat is bij voorkeur elektrisch verbonden met de aanvoerelektrode of met de stuurelektrode.

De dikte van de isolerende laag waarop zich de veldplaat bevindt kan continu toenemen in de richting van de afvoerzone. Volgens een voorkeursuitvoering neemt deze dikte trapsgewijze toe.

Ter verhoging van de afvoerdoorslagspanning kan de hooggedoteerde afvoerzone zijn ingebed in een deel van de, lager gedoteerde, oppervlaktezone. Daardoor neemt de invloed van de randkromming van de hooggedoteerde afvoerzone af.

Om de gefaseerde depletie nog beter te regelen kan ervoor ge-

zorgd worden dat de doteringsconcentratie van de oppervlaktezone in de richting van de afvoerzone toeneemt, ofschoon dit technologisch wat gecompliceerder is. Een verdere maatregel ter verhoging van de doorslagspanning kan zijn, dat de afvoerelektrode zich in de richting van de aanvoerzone uitstrekt tot boven de oppervlaktezone en zodoende als veldelektrode dient. Voor een goed functioneren van de inrichting dient de aanvoerzone een potentiaal te hebben die nagenoeg gelijk is aan die van de epitaxiale laag, ofschoon een verschil van enkele volts mag optreden. Bij voorkeur echter is de aanvoerzone direct elektrisch verbonden met de epitaxiale laag.

De uitvinding zal verder worden toegelicht aan de hand van enkele uitvoeringsvoorbeelden en de tekening, waarin

Figuur 1, 2 en 3 schematisch in dwarsdoorsnede verschillende uitvoeringsvormen van een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding tonen,

Figuur 4 en 5 schematisch dwarsdoorsneden tonen van geïntegreerde schakelingen waarin de uitvinding is toegepast,

Figuur 6A en 6B mogelijke schakelschema's met een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding tonen,

Figuur 7 schematisch een bovenaanzicht van een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding weergeeft, en

Figuur 8 schematisch een dwarsdoorsnede toont volgens de lijn VIII-VIII van Figuur 7.

De figuren zijn zuiver schematisch, en niet op schaal getekend. Dit geldt in het bijzonder voor de dikterichting. Overeenkomstige delen zijn in de regel met dezelfde verwijzingscijfers aangeduid. Halfgeleidergebieden van hetzelfde geleidingstype (met uitzondering van stuur elektroden bestaande uit polykristallijn silicium) zijn in de dwarsdoorsneden in dezelfde richting gearceerd. In het bovenaanzicht volgens Figuur 7 zijn de metaallagen gearceerd. Figuur 1 toont schematisch in dwarsdoorsnede een deel van een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding. De inrichting bevat een halfgeleiderlichaam 1, in dit voorbeeld van silicium, met een aan een oppervlak 2 grenzend gebied 3 van een eerste geleidingstype, hier het n-geleidingstype, waarin een veldeffekttransistor met geïsoleerde stuur elektrode is aangebracht. De veldeffekttransistor bevat hooggedoteerde aan- en afvoerzones 4 en 5 van het tweede, tegengestelde geleidingstype, in dit voorbeeld dus p-type zones. Verder is een aan de afvoerzone 5 grenzende oppervlaktezone 6 van het tweede, p-, geleidingstype aanwezig met een lagere doteringsconcentratie dan de afvoerzone 5. De oppervlaktezone 6 strekt zich uit in de richting van de aanvoerzone 6. Tussen

deze zone 6 en de aanvoerzone 4 is het n-type kanaalgebied 7 van de veld-
effekttransistor gelegen, dat deel uitmaakt van het gebied 3. Boven het
kanaalgebied 7 bevindt zich een sturelektrode 8 van de veldeffekttran-
sistor, welke sturelektrode door een elektrisch isolerende laag, in dit
5 voorbeeld een siliciumoxydelaag 9, van het kanaalgebied 7 is gescheiden.
De sturelektrode 8 is in dit voorbeeld van polykristallijn silicium doch
kan ook van metaal zijn.

Tussen de aan- en afvoerzones 4 en 5 is een geleidende veldplaat
10, in dit voorbeeld een metaallaag, aangebracht die zich in de richting
10 van de afvoerzone 5 uitstrekt tot boven de oppervlaktezone 6, doch niet
tot boven de afvoerzone 5. De veldplaat 10 is van het halfgeleideropper-
vlak 2 geïsoleerd en is via een aansluitende metaallaag 18 verbonden met
een potentiaal waardoor de zone 6 bij toenemende afvoerspanning van boven
af kan worden gedepleerd. In dit voorbeeld wordt dit bereikt doordat de
15 veldplaat 10 via het metaallaagdeel 18 verbonden is met de aanvoerelek-
trode 16. Deze is verder via een hooggedoteerde contactzone 14 met het
gebied 3 verbonden.

Volgens de uitvinding wordt het eerste gebied 3 gevormd door een
epitaxiale laag, die gelegen is op een substraat 11 van het tweede, hier
20 dus p-geleidingstype en daarmee een, in de bedrijfstoestand in de keer-
richting staande, pn-overgang vormt. Tussen de epitaxiale laag 3 en het
substraat 11 is onder de aanvoerzone 4, het kanaalgebied 7 en een
deel van de oppervlaktezone 6 een begraven laag 12 van het eerste gelei-
dingstype, in dit voorbeeld dus van het n-geleidingstype, met een hogere
25 doteringsconcentratie dan de epitaxiale laag 3 aangebracht. De begraven
laag 12 strekt zich niet tot onder de afvoerzone 5 uit en ligt in dit
voorbeeld op een zekere afstand daar vandaan. Verder strekt de veldplaat
10 zich volgens de uitvinding boven de oppervlaktezone 6 op isolerende
laagdelen (13A, 13B) van in de richting van de afvoerzone 5 toenemende
30 dikte uit. Daardoor worden, bij toenemende waarden van de afvoerspanning,
in de richting van de afvoerzone 5 achtereenvolgens opeenvolgende delen
(a,b,c; zie Fig. 1) van de oppervlaktezone 6 afgeknepen. Door deze gefa-
seerde depletie wordt de veldverdeling zodanig beïnvloed, dat de veld-
sterkte aan het oppervlak 2 optimaal gereduceerd wordt. Daardoor kunnen
35 hogere afvoerdoorslagspanningen gerealiseerd worden dan bij de bekende
"extended drain"-veldeffekttransistors zoals die, welke in de genoemde
Nederlandse octrooiaanvraag 7713333 worden beschreven. Anderzijds kan,
bij gelijke afvoerdoorslagspanning, een hogere dotering van de zone 6

worden toegepast dan bij de bekende structuur.

De veldeffektr transistorstructuur kan volgens verschillende varianten worden uitgevoerd. Zo geeft Figuur 2 schematisch een dwarsdoorsnede van een variant waarbij de veldplaat 10 in drie trappen 13A,B en C over
5 het oxyde 13 loopt, en waarbij de hooggedoteerde afvoerzone 5 in de oppervlaktezone 6 is ingebed, hetgeen de afvoerdoorslagspanning nog verder verhoogt. Hiertoe werkt overigens in Figuur 1 en 2 ook de afvoerelektrode 15 mee, die zich als veldelektrode in de richting van de aanvoerzone 4 tot boven de oppervlaktezone 6 uitstrekt.

10 De veldplaat 10 wordt bij voorkeur, zoals in de figuren 1 en 2 is aangegeven, niet tot boven de afvoerzone 5 aangebracht doch zodanig, dat hij op enige afstand daar vandaan ligt, aangezien anders gevaar door doorslag tussen de veldplaat 10 en de afvoerzone 5 over de isolerende laag 13 zou kunnen ontstaan.

15 De veldplaat 10 behoeft niet met de aanvoerelektrode 16 te zijn verbonden doch kan bijvoorbeeld, zoals in Figuur 3 is aangegeven, in plaats daarvan met de stuuerelektrode 8 verbonden zijn. Van belang is, dat in de bedrijfstoestand de potentialen van de veldplaat 10 en van de epitaxiale laag 3 aan weerszijden van de oppervlaktezone 6 ten opzichte van
20 deze zone hetzelfde teken hebben, zodat zone 6 bij toenemende afvoerspanning zowel vanaf de bovenzijde als vanaf de benedenzijde gedepleerd wordt. Om dit te bereiken kan de veldplaat 10 desgewenst ook via een afzonderlijke aansluitgeleider worden aangesloten aan een geschikte potentiaal. Ook kan de veldplaat bestaan uit gescheiden deel-veldplaten die elk op
25 een verschillende oxyde-dikte liggen en elk afzonderlijk zijn aangesloten aan een gewenste potentiaal.

Ofschoon in de figuren 1, 2 en 3 de dikte van de isolerende laag 13 waarop zich de veldplaat 10 bevindt in de richting van de afvoerzone trapsgewijs toeneemt behoeft dit niet het geval te zijn. De dikte van de
30 isolerende laag 13 kan ook geleidelijk toenemen in de richting van de afvoerzone, al is dit technologisch minder eenvoudig te realiseren.

De beoogde verhoging van de afvoerdoorslagspanning wordt optimaal gerealiseerd wanneer de epitaxiale laag 3 een zo kleine doteringsconcentratie en dikte heeft dat zij althans nabij de afvoerzone over haar gehele
35 dikte gedepleerd is bij een afvoerspanning die lager is dan de afvoerdoorslagspanning. Daarvoor is in de regel een dotering in de grootte-orde van 10^{12} doteringsatomen per cm^2 over de dikte van de laag 3 nodig. Met behulp van deze techniek, die uitvoerig is beschreven in het reeds genoem-

8103218

de artikel van Appels et al. in Philips Journal of Research, Vol.35 No.1, 1980, blz. 1 t/m 13 en bekend staat als "RESURF" (Reduced Surface Field) techniek, kan ook voor hoge afvoerdoorslagspanningen een relatief dunne epitaxiale laag 3 worden toegepast.

5 De oppervlaktezone 6 kan in de richting van de aanvoer- naar de afvoerzone overal dezelfde doteringsconcentratie, d.w.z. hetzelfde doteringsprofiel in de dikterichting, vertonen. In bepaalde omstandigheden kan het echter soms de voorkeur verdienen, de doteringsconcentratie in de richting van de afvoerzone te laten toenemen, waardoor nog een extra
10 mogelijkheid tot het regelen van de genoemde gefaseerde depletie van zone 6 wordt verkregen.

De veldeffekttransistorstructuur volgens de uitvinding is bijzonder geschikt om te worden toegepast in een proces waarbij tevens een veldeffekttransistor van het complementaire type wordt gerealiseerd. Dit
15 is geïllustreerd in Figuur 4, waarin in dwarsdoorsnede een deel van een geïntegreerde schakeling is aangegeven. Daarbij bevindt zich in een eerste eilandvormig deel 3A van de epitaxiale laag 3 een veldeffekttransistor met een opbouw volgens de uitvinding, welke hier symmetrisch om de afvoerzone 5 is uitgevoerd. Daarbij zijn overeenkomstige delen in de figuren 1
20 t/m 4 met dezelfde verwijzingscijfers aangeduid. In een aangrenzend tweede eilandvormig deel 3B van de epitaxiale laag bevindt zich een aan de eerste veldeffekttransistor van het p-kanaaltype complementaire n-kanaal veldeffekttransistor, in dit voorbeeld in de vorm van een zogenaamde laterale D-MOST, met een n-type aanvoerzone 20, een n-type afvoerzone 21,
25 een sturelektrode 22 en een p-type kanaalgebied 23. Wanneer de epitaxiale laag 3 aan de RESURF-voorwaarde voldoet is ook deze D-MOST geschikt voor hoge spanningen. Deze veldeffekttransistor is symmetrisch om de aanvoerelektrode 26 uitgevoerd. De eilanden 3A en 3B zijn onderling gescheiden door p-type scheidingsdiffusies 24 waaraan in dit voorbeeld dunne, lager
30 gedoteerde p-type uitbreidingszones 25 zijn toegevoegd. Deze dienen om de laag 3 nabij de diffusiezones 24 zowel van boven af als van beneden af te kunnen depleren, teneinde snel het eerder genoemde "RESURF"-depletieëffekt te bereiken. De zones 25 zijn zelf in de bedrijfstoestand reeds bij relatief lage sperspanning tussen de eilanden 3A,B en het substraat 11 althans
35 grotendeels gedepleerd. Zij kunnen ook nuttig zijn om te voorkomen dat metaalsporen op het oxyde in de nabijheid van de isolatiezones 24 de doorslagspanning tussen het eiland en deze zones 24 verlagen. De zones 25 kunnen in dezelfde processtap als de zones 6 worden vervaardigd. De zones 14

20 en 21 kunnen desgewenst eveneens gelijktijdig worden gevormd, evenals de zones 4,5 en 23. Het epitaxiale eiland 3B kan beschouwd worden als te behoren tot de afvoerzone 21.

Ook is de veldeffekttransistorstructuur volgens de uitvinding
5 zeer geschikt om te worden vervaardigd in een proces waarbij tevens bipolaire transistors worden gevormd. Als voorbeeld is in Figuur 5 een deel van een geïntegreerde schakeling in dwarsdoorsnede aangegeven, waarbij een p-kanaal veldeffekttransistor van het type volgens Figuur 3, hier weer symmetrisch ten opzichte van de afvoerelektrode 5 gedacht, zich bevindt
10 in een eerste eilandvormig deel 3A van de epitaxiale laag 3, en dat in een aangrenzend tweede eilandvormig deel 3B een bipolaire transistor is aangebracht. Overeenkomstige delen van de veldeffekttransistor zijn in de figuren 1 t/m 5 weer met dezelfde verwijzingscijfers aangeduid. De bipolaire transistor is in dit voorbeeld een verticale npn-transistor
15 met een n-type emitterzone 30 en een p-type basiszone 31, waarvan de collectorzone gevormd wordt door het eiland 3B en de n-type begraven laag 32, die via een gediffundeerde n-type aansluitzone 33 aan het oppervlak is gecontacteerd. Desgewenst kan de emitterzone 30 tegelijk met de zones 14, en kan de basiszone 31 tegelijk met de zones 4 en 5 worden gevormd.

20 Van bijzonder belang is de veldeffekttransistorstructuur volgens de uitvinding bij toepassingen waarin zowel de aanvoer- als de afvoerelektrode op een hoge spanning, bijvoorbeeld meer dan 200 Volt, ten opzichte van het substraat 11 staan. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer de veld-
effekttransistor als source-volger (Fig. 6A) of als stroombron (Fig. 6B)
25 geschakeld is. In Figuur 6A en 6B komen de verwijzingscijfers overeen met die van de figuren 1 t/m 5. In deze gevallen wordt punch-through van het substraat 11 van de aanvoerzone 4 vermeden ondermeer door de relatief hoge soortelijke weerstand van het substraat (bij voorkeur 30-50 Ohm.cm).

Vele andere combinaties zijn mogelijk, en de hier gegeven voor-
30 beelden dienen slechts ter illustratie. Wat betreft de keuze van de geleidingstypen, soortelijke weerstand en dikte van de diverse lagen en zones, evenals van de geometrie (lay-out) van de halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding kan de vakman, afhankelijk van de toepassing, uit vele mogelijkheden de geschikte combinatie kiezen. Ter illustratie zal tenslotte
35 aan de hand van de figuren 7 en 8 een gedetailleerd voorbeeld van een goed werkende veldeffekttransistorstructuur volgens de uitvinding worden gegeven.

In figuur 7 is schematisch in bovenaanzicht, en in fig. 8 is

schematisch in dwarsdoorsnede volgens de lijn VIII-VIII aangegeven een veldeffekttransistorstructuur volgens de uitvinding met U-vormige geometrie. In dit voorbeeld is de veldplaat 10 verbonden met de stuur-elektrode 8. De inrichting is van het type volgens Figuur 3. Het substraat 11 is van p-type silicium met een soortelijke weerstand van 30 Ohm.cm. De n-type epitaxiale laag 3 heeft een soortelijke weerstand van ongeveer 4 Ohm.cm en een dikte van ongeveer 15 μ m. De begraven n-type laag 12 heeft een afstand van ongeveer 10 μ m tot het oppervlak 2. De oppervlaktezone 6 heeft een dikte van ongeveer 2 μ m en een totale dotering van $1,8 \times 10^{12}$ atomen per cm^2 ; deze zone wordt bij voorkeur gemaakt door ionenimplantatie. Overigens kunnen de halfgeleiderinrichtingen volgens de figuren 1 t/m 5, 7 en 8 alle met behulp van verschillende, in de halfgeleidertechniek gebruikelijke methoden worden vervaardigd.

De veldeffekttransistor volgens Fig. 7 en 8 maakt gebruik van tweezijdige depletie van de epitaxiale laag 3 en kan werken bij afvoerspanningen tot 250 Volt en hoger. Door de relatief lage doteringsconcentratie van het substraat 11 treedt geen punch-through op, zelfs niet bij hoge substraatspanningen (source-volger toepassing) doordat de depletiezone van de pn-overgang 17 relatief ver in het substraat kan doordringen. De veldplaat 10 ligt op een oxydelaag 13 met slechts één trap; om een nog beter gefaseerd afknijpen van de oppervlaktezone 6 te bereiken kan het aantal trappen naar willekeur worden vergroot.

De uitvinding is niet beperkt tot de gegeven uitvoeringsvoorbeelden. Zo kunnen bijvoorbeeld de in de voorbeelden genoemde geleidingstypen alle door hun tegengestelde worden vervangen. Ook de genoemde materialen voor de geleidende en isolerende lagen kunnen door andere worden vervangen, terwijl als halfgeleidermateriaal in plaats van silicium ook andere halfgeleidermaterialen, bijvoorbeeld germanium of $A_{III}B_{V}$ -verbindingen zoals bijvoorbeeld galliumarsenide kunnen worden gebruikt.

30

35

Conclusies:

1. Halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam bevattende een aan een oppervlak grenzend gebied van een eerste geleidingstype waarin een veldeffekttransistor met geïsoleerde stuur-elektrode is aangebracht, met hooggedoteerde aan- en afvoerzones van het tweede, tegengestelde geleidingstype, een aan de afvoerzone grenzende oppervlaktezona van het tweede geleidingstype met een lagere doteringsconcentratie dan de afvoerzone, welke oppervlaktezona zich in de richting van de aanvoerzone uitstrekt, eentussen deze oppervlaktezona en de aanvoerzone gelegen kanaalgebied van het eerste geleidingstype, en een boven het kanaalgebied gelegen stuur-elektrode die door een elektrisch isolerende laag van het kanaalgebied is gescheiden, waarbij tussen de aan- en afvoerzones een veldplaat is aangebracht die zich in de richting van de afvoerzone tot boven de genoemde oppervlaktezona doch niet tot boven de afvoerzone uitstrekt en van het halfgeleideroppervlak is geïsoleerd, welke veldplaat voorzien is van een aansluitgeleider, met het kenmerk, dat het eerste gebied een epitaxiale laag is die gelegen is op een substraat van het tweede geleidingstype en daarmee een in de bedrijfstoestand in de keerrichting staande p-n-overgang vormt, dat tussen deze epitaxiale laag en het substraat onder althans het kanaalgebied en een deel van de oppervlaktezona een begraven laag van het eerste geleidingstype met een hogere doteringsconcentratie dan de epitaxiale laag is aangebracht, welke begraven laag zich niet tot onder de afvoerzone uitstrekt, en dat de veldplaat zich boven de oppervlaktezona op isolerende laagdelen van in de richting van de afvoerzone toenemende dikte uitstrekt, waardoor bij toenemende afvoerspanning in de richting van de afvoerzone achtereenvolgens opeenvolgende delen van de oppervlaktezona worden afgeknepen.
2. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de epitaxiale laag een zo kleine doteringsconcentratie en dikte heeft dat zij althans nabij de afvoerzone over haar gehele dikte gedepleerd is bij een afvoerspanning die lager is dan de afvoerdoorslagspanning.
3. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de veldplaat op enige afstand van de afvoerzone ligt.
4. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de veldplaat elektrisch verbonden is met de aanvoerelektrode.
5. Halfgeleiderinrichting volgens een der conclusies 1 t/m 3, met het kenmerk, dat de veldplaat elektrisch verbonden is met de stuur-elektrode.

8103218

6. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de dikte van de isolerende laag waarop zich de veldplaat bevindt in de richting van de afvoerzone trapsgewijze toeneemt.
7. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de hooggedoteerde afvoerzone is ingebed in een deel van de genoemde oppervlaktezone.
8. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de aanvoerzone elektrisch met de epitaxiale laag is verbonden.
9. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de doteringsconcentratie van de genoemde oppervlaktezone toeneemt in de richting van de afvoerzone.
10. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de afvoerelektrode zich in de richting van de aanvoerzone tot boven de oppervlaktezone uitstrekt.
11. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de veldeffekttransistor zich bevindt in een eerste eilandvormig deel van de epitaxiale laag, en dat in een aangrenzend tweede eilandvormig deel van de epitaxiale laag een aan de veldeffekttransistor complementaire veldeffekttransistor is aangebracht waarvan de epitaxiale laag tot de afvoerzone behoort.
12. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de veldeffekttransistor zich bevindt in een eerste eilandvormig deel van de epitaxiale laag, en dat in een aangrenzend tweede eilandvormig deel van de epitaxiale laag een bipolaire transistor is aangebracht waarvan de epitaxiale laag een actieve zone vormt.

30

35

8103218

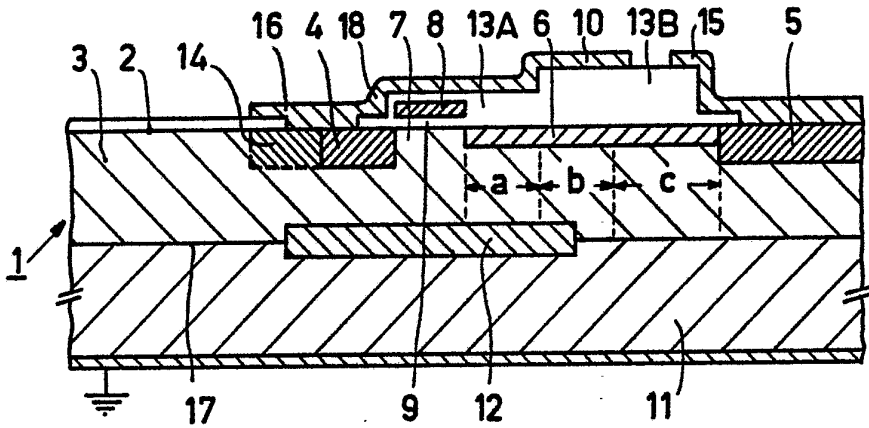


FIG. 1

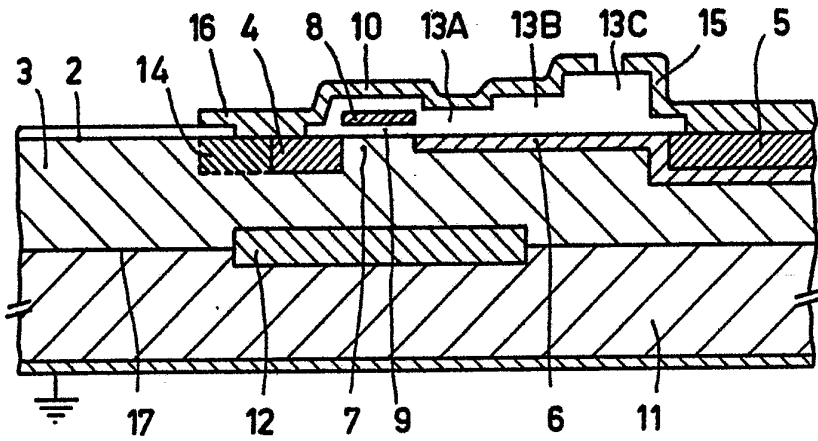


FIG. 2

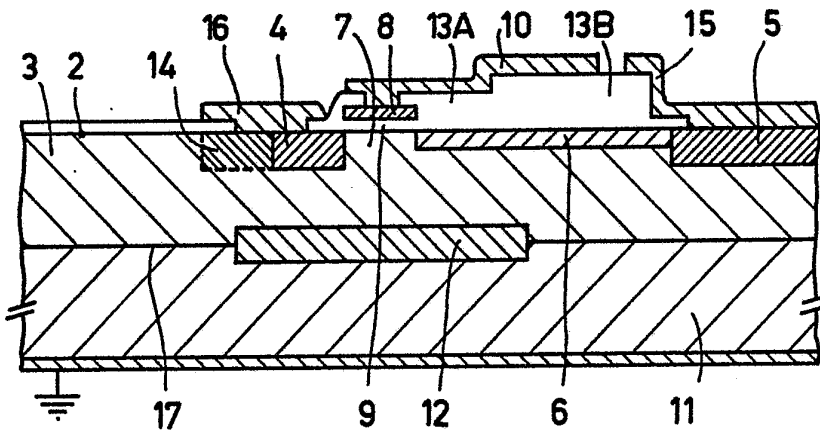


FIG. 3

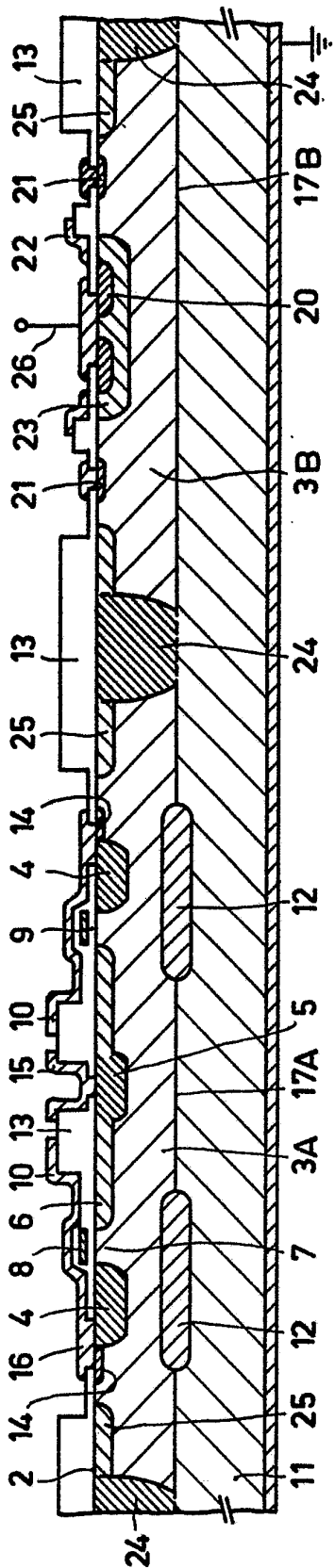


FIG. 4

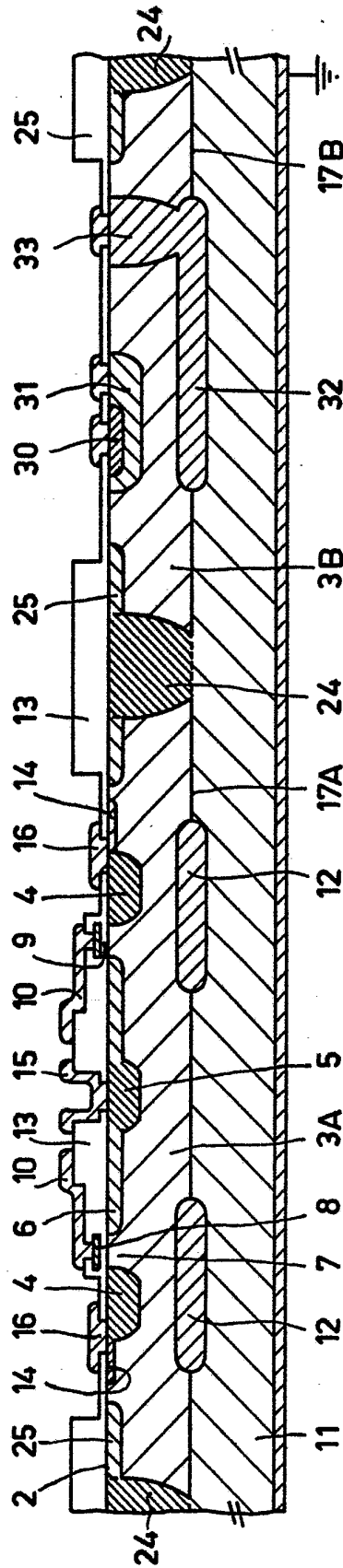


FIG. 5

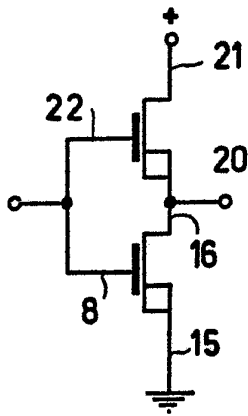


FIG. 6A

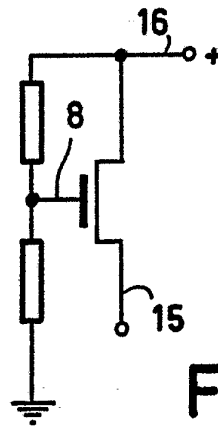


FIG. 6 B

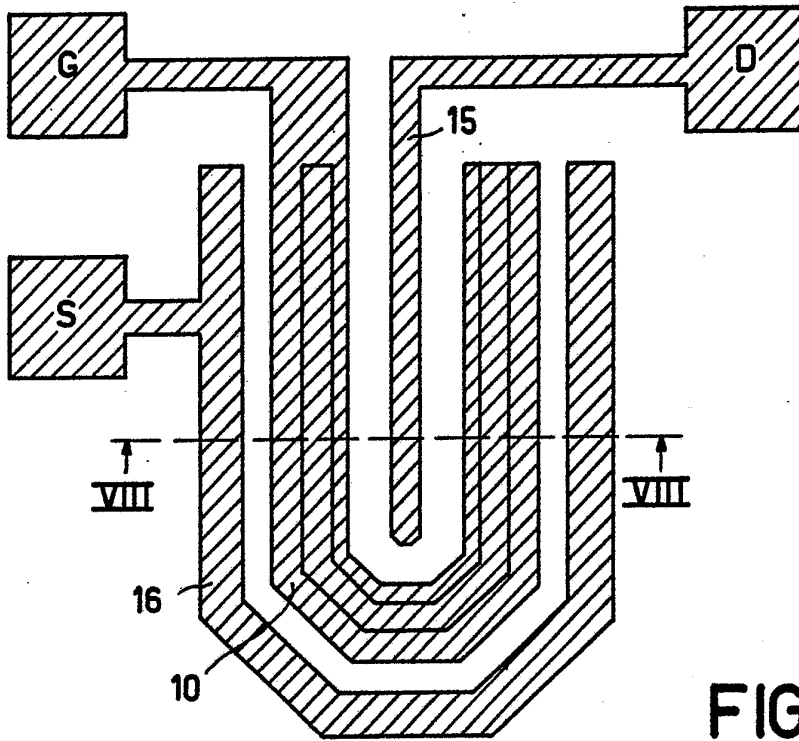


FIG. 7

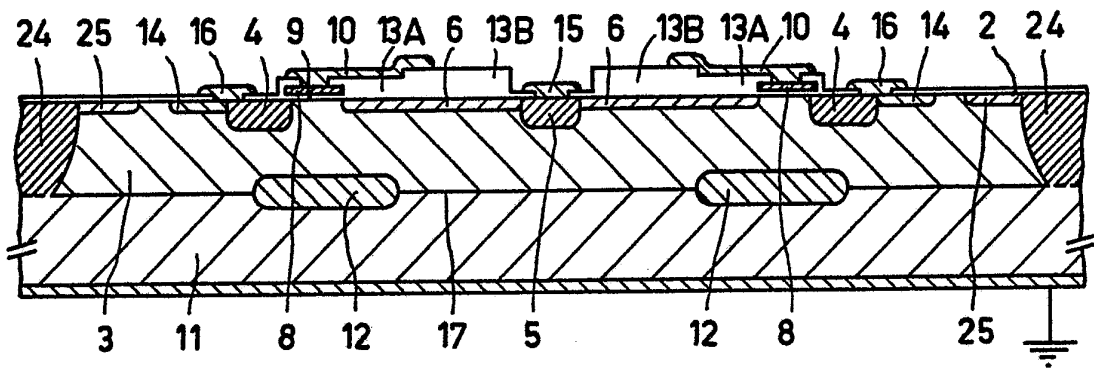


FIG. 8