



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8220133**

⑲ NL

⑤4 **Gepoorte diodeschakelaar.**

⑤1 Int.Cl³.: H01L 29/74, H03K 17/72.

⑦1 Aanvrager: Western Electric Company, Incorporated te New York.

⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8220133.

⑧6 Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvraag: PCT/US82/00364.

②2 Ingediend 25 maart 1982.

③2 Voorrang vanaf 27 maart 1981, 27 maart 1981.

③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

③1 Nummers van de voorrangsaanvragen: 248192 , 248206 .

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 1 februari 1983.

⑧7 Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvraag: 14 oktober 1982.

⑧7 Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvraag: WO82/03497.

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.

VO 3814

Betr.: Gepoorte diodeschakelaar.

De uitvinding heeft betrekking op een stelsel, voorzien van een halfgeleiderlichaam, waarvan de hoofdmassa van een bepaald geleidingstype is en een hoofdvlak bezit, een gelocaliseerd eerste gebied, dat van het genoemde ene geleidingstype is, een gelocaliseerd tweede gebied, dat van tegengesteld geleidingstype is, waarbij de gelocaliseerde eerste en tweede gebieden een betrekkelijk geringe specifieke weerstand hebben vergeleken met de hoofdmassa van het halfgeleiderlichaam en door een gedeelte van de hoofdmassa van het halfgeleiderlichaam van elkaar zijn gescheiden, waarbij elk van de eerste en tweede gebieden een gedeelte omvat, dat deel uitmaakt van het hoofdvlak en waarmede een afzonderlijke elektrode is gekoppeld, een derde gebied met het tegengestelde geleidingstype, dat in contact is met het halfgeleiderlichaam en waarmede een afzonderlijke elektrode is gekoppeld, welk stelsel bestemd is om op een selectieve wijze een stroom tussen de eerste en tweede gebieden te vereenvoudigen of een voldoende gedeelte van deze stroom naar het derde gebied af te leiden teneinde de stroom tussen de eerste en tweede gebieden in hoofdzaak te onderbreken (af te knijpen), waarbij het derde gebied van de eerste en tweede gebieden is gescheiden door een gedeelte van de hoofdmassa van het halfgeleiderlichaam.

In het artikel "A 500V Monolithic Bidirectional 2 x 2 Cross Point Array", 1980, ISSCC Digest of Technical Papers, februari 1980, pag. 170 is een geïntegreerde hoogspanningsketen beschreven, waarbij gebruik wordt gemaakt van een inrichting, die bekend staat als een gepoorte diodeschakelaar (GDS), welke in verband met het feit, dat deze schakelaar een hoge spanning en grote stroom kan verwerken, als een vervangingsmiddel voor elektromechanische schakelaars, meer in het bijzonder bij telefoonstelsels, kan worden gebruikt. De GDS omvat anode-, kathode- en poortgebieden, die elk aanwezig zijn in een diëlektrisch, geïsoleerde, iets gedoteerde halfgeleiderkom. De stroom tussen de kathode en de anode wordt naar de UIT-toestand omgeschakeld door aan de poort een geschikte spanning aan te leggen, welke hoger

8220133

is dan de anodespanning. Hierdoor worden aan de halfgeleidende hoofdmassa stroomdragers tussen de anode en de kathode onttrokken om de geleiding te beëindigen.

Een probleem bij het ontwerpen van de schakelaar is, dat voor de poort een hoge spanning nodig is om de inrichting uit te schakelen. Verder zou het gewenst zijn te voorzien in een schakelaar van dit type, die een kleinere responsietijd heeft. Een ander probleem is, dat betrekkelijk gecompliceerde besturingsketens nodig zijn om de juiste poortspanning voor het omschakelen van de inrichting toe te voeren.

Volgens de uitvinding worden deze problemen opgelost in een stelsel van het bovenbeschreven type, dat daarin is gekenmerkt, dat de eigenschappen van het hoofdmassagedeelte van het halfgeleiderlichaam zodanig worden gekozen, dat wanneer de eerste en derde gebieden op bij benadering dezelfde potentiaal worden gehouden, de stroom tussen de eerste en tweede gebieden in hoofdzaak onbelemmerd of ononderbroken vloeit, en wanneer de potentiaal van het derde gebied zweeft of lager ligt dan die van het eerste gebied, tussen de eerste en tweede gebieden een significante stroom kan vloeien.

De uitvinding zal onderstaand nader worden toegelicht onder verwijzing naar de tekening. Daarbij toont :

fig. 1 een schematisch aanzicht van een uitvoeringsvorm van een gepoorte diodeschakelaar volgens de uitvinding;

fig. 2 een schematisch bovenaanzicht van een andere uitvoeringsvorm van een gepoorte diodeschakelaar volgens de uitvinding;

fig. 3 een schema van een gepoorte-diodebesturingsketen volgens de uitvinding; en

fig. 4 een schema van een andere uitvoeringsvorm van een gepoorte-diodebesturingsketen volgens de uitvinding.

In fig. 1 is een stelsel 10 afgebeeld, dat is voorzien van een ondersteuningsonderdeel 12 met een hoofdvlak 11 en een halfgeleiderlichaam 16, waarvan de hoofdmassa een bepaald geleidingstype heeft en van het ondersteuningsonderdeel 12 is gescheiden door een isolatielaag 14, die meer in het bijzonder een diëlektrische laag is. Het halfgeleiderlichaam 16 bezit een gedeelte, dat gemeenschappelijk is met het oppervlak 11.

Een gelocaliseerd eerste anodegebied 18, dat van het bepaalde geleidingstype is, bevindt zich in het lichaam 16 en omvat een gedeelte,

8220133

dat zich naar het oppervlak 11 uitstrekt. Een gelocaliseerd tweede poort-
gebied 20, dat van een tegengesteld geleidingstype is, bevindt zich
eveneens in het lichaam 16 en omvat een gedeelte, dat zich naar het opper-
vlak 11 uitstrekt. Een gelocaliseerd derde kathodegebied 24, dat van
5 het tegengestelde geleidingstype is, is in het lichaam 16 aanwezig en
bezit een gedeelte, dat zich naar het oppervlak 11 uitstrekt. Een gebied
22, dat van het bepaalde geleidingstype is, en een gedeelte bezit, dat
zich naar het oppervlak 11 uitstrekt, omgeeft het gebied 24 en werkt als
een onttrekkingslaag-doorstootscherm. Het gebied 22 scheidt het kathode-
10 gebied 24 van het hoofdmassagedeelte van het halfgeleiderlichaam 16.
Bovendien dient het gebied om een inversie van de gedeelten van het
lichaam 16 aan of bij het oppervlak 11 tussen de gebieden 20 en 24 te
belemmeren. Het gebied dient ook om het spanningsblokkeringsvermogen
tussen het poortgebied 20 en het kathodegebied 24 te vergroten. Het poort-
15 gebied 20 bevindt zich tussen het anodegebied 18 en het gebied 22 en
is van deze beide gescheiden door hoofdmassagedeelten van het lichaam
16. De specifieke weerstanden van de gebieden 18, 20 en 24 zijn ge-
ring vergeleken met die van de hoofdmassagedeelten van het lichaam 16.
De specifieke weerstand van het gebied 22 ligt tussen die van het anode-
20 gebied 18 en die van de hoofdmassagedeelten van het lichaam 16.

De elektroden 28, 30 en 32 zijn geleiders, die een contact met
kleine weerstand vormen met de oppervlaktegedeelten van respectieve ge-
bieden 18, 20 en 24. Een diëlektrische laag 26 bedekt het hoofdvlak
11 teneinde de elektroden 28, 30 en 32 van alle gebieden te isoleren
25 behalve die, waarmede een elektrisch contact wordt beoogd. Een elektrode
36 voorziet in een contact met kleine weerstand met de steun 12 via een
sterk gedoteerd gebied 34, dat van hetzelfde geleidingstype is als de
steun 12.

De steun 12 en het lichaam 16 bestaan bij voorkeur elk uit sili-
30 cium en de steun 12 kan een geleiding van het n- of p-type hebben. Elk
van de elektroden 28, 30 en 32 overlapt bij voorkeur het halfgeleider-
gebied, waarmede de elektrode een contact met kleine weerstand maakt.
De elektrode 32 overlapt ook het gebied 22. Deze overlapping, welke be-
kend staat als veldplattering, vereenvoudigt een werking met hoge span-
35 ning, omdat door de overlapping de spanning, waarbij een doorslag op-
treedt, wordt verhoogd.

Bij een bepaalde illustratieve uitvoeringsvorm, hebben de sub-

straat 12 en het lichaam 16 en de gebieden 18, 20, 22, 24 en 34 respectievelijk een geleiding van het n-, p-, p⁺-, n⁺-, p-, n⁺-, en n⁺-type. De diëlektrische laag 14 bestaat uit siliciumdioxide en de elektroden 28, 30, 32 en 36 bestaan alle uit aluminium.

5 Men kan voor het verschaffen van een aantal schakelaars een aantal afzonderlijke lichamen 16 in een gemeenschappelijke steun 12 vormen.

Het stelsel 10 wordt meer in het bijzonder bedreven als een schakelaar met een baan met kleine impedantie tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 wanneer de schakelaar zich in de IN-toestand
10 bevindt, en een grote impedantie tussen de genoemde twee gebieden, wanneer de schakelaar zich in de UIT-(blokkerings-)toestand bevindt. Het hier beschreven type stelsel wordt betiteld als een gepoorte diodeschakelaar (GDS). De substraat 12 wordt meer in het bijzonder op het meest positieve beschikbare potentiaalniveau gehouden wanneer het lichaam 16
15 een geleiding van het p- -type heeft. De substraat wordt op het meest negatieve, beschikbare potentiaalniveau gehouden wanneer het lichaam 16 een geleiding van het n- -type heeft. Wanneer aan de gebieden 18 en 24 bedrijfspotentialen worden aangelegd, bepaalt de aan het poortgebied 20 aangelegde potentiaal de toestand van de schakelaar. De gebieden 18
20 en 24 dienen respectievelijk als de anode- en kathodegebieden, wanneer het halfgeleiderlichaam 16 een geleiding van het p- -type heeft. De gebieden 18 en 24 dienen respectievelijk als de kathode- en de anodegebieden wanneer het halfgeleiderlichaam 16 een geleiding van het n- -type heeft.

25 Wanneer het lichaam 16 een geleiding van het p- -type heeft, wordt de geleiding tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 belemmerd of onderbroken (afgeknepen) indien de potentiaal van het poortgebied 20 voldoende positief is. De grootte van de positieve potentiaal, welke nodig is om de geleiding te belemmeren of te onderbreken (af te
30 knijpen) is een functie van de geometrie en de verontreinigingsconcentratie-(doteer-)niveaus van het stelsel 10. Deze positieve poortpotentiaal veroorzaakt, dat een vertikaal dwarsdoorsnede gedeelte van het lichaam 16 tussen het poortgebied 20 en het gedeelte van de diëlektrische laag 14 daaronder wordt verarmd en de potentiaal van dit gedeelte van
35 het lichaam 16 groter is dan die van het anodegebied 18, het kathodegebied 24 en het gebied 22. Hierdoor wordt het lichaam 16 in wezen afgeknepen ten opzichte van de diëlektrische laag 14 in het hoofdmassagedeel-

te daarvan onder het poortgebied 20 en zich uitstrekkende naar de diëlektrische laag 14. De positieve potentiaalbarrière van het genoemde gedeelte van het lichaam 16 is een potentiaal, welke de geleiding van gaten uit het anodegebied 18 naar het kathodegebied 24 belemmert. Indien 5 tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 een geleiding aanwezig is, voordat de potentiaal van het poortgebied 20 tot het hoge potentiaalniveau wordt verhoogd, dient het poortgebied 20 voor het opzamelen van elektronen, die bij het kathodegebied 24 worden geëmitteerd, voordat deze het anodegebied 18 kunnen bereiken. Dit draagt bij tot het 10 onderbreken van de geleiding tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24. Bovendien veroorzaakt de potentiaal met hoog niveau van het poortgebied 20, dat een vertikaal dwarsdoorsnede gedeelte van het lichaam 16 tussen het poortgebied 20 en het gedeelte van de diëlektrische laag 14 daaronder wordt verarmd aan stroomdragers. De blokkerings-(in wezen 15 niet-geleidings-)toestand is de UIT-toestand.

De aan de halfgeleidersteun 12 aangelegde spanning wekt een elektrisch veld op, dat zich via de diëlektrische laag 14 in het halfgeleiderlichaam 16 uitstrekt. Normaliter bekleden tijdens de IN-toestand 20 elektronen de onderzijde van het halfgeleiderlichaam 16 en dienen deze om het lichaam af te schermen ten opzichte van de invloed van de aan de substraat 12 aangelegde positieve voorspanning. Wanneer het stelsel 10 in de UIT-toestand is voorgespannen, worden deze elektronen van de onderzijde van het halfgeleiderlichaam 16 verwijderd en naar het poortgebied 20 gevoerd. De voorgespannen substraat 12 dient derhalve als een tweede 25 of achterpoort, welke bijdraagt tot een omschakeling van het stelsel 10 naar de UIT-toestand.

Wanneer het halfgeleiderlichaam 16 een geleiding van het p- -type heeft, treedt een geleiding vanuit het anodegebied 18 naar het kathodegebied 24 op, indien het gebied 18 in de doorlaatrichting wordt voorgespannen ten opzichte van het gebied 24 en de potentiaal van het poortgebied 20 onder een niveau is gelegen, waarbij een geleiding tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 wordt belemmerd of onderbroken. 30 Tijdens de IN-toestand worden gaten vanuit het anodegebied 18 in het lichaam 16 geïnjecteerd en worden elektronen vanuit het kathodegebied 24 in het lichaam 16 geïnjecteerd. Deze gaten en elektronen kunnen in voldoende aantallen aanwezig zijn om een plasma te vormen, dat het lichaam 16 wat geleiding betreft, moduleert. Hierdoor wordt de weerstand van het

lichaam 16 zodanig verlaagd, dat de weerstand tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 klein is wanneer het stelsel 10 in de IN-toestand werkt. Dit type werking wordt betiteld als dubbele dragerinjectie. De positief voorgespannen substraat 12 wekt een elektrisch veld op, dat
5 zich door de diëlektrische laag 14 uitstrekt en de neiging heeft om het hoofdmassagedeelte van het lichaam 16 te verarmen. Elektronen, die uit het kathodegebied 24 worden geëmitteerd, bekleden de onderzijde van het lichaam 16 en schermen derhalve de invloed van het door de voorgespannen substraat 12 opgewekte elektrische velden af. Deze elektronen
10 inverteren de onderzijde van het hoofdmassagedeelte van het lichaam 16, dat zich bij de diëlektrische laag 14 bevindt. Hierdoor wordt de invloed van de voorgespannen substraat 12 begrensd en wordt derhalve een geleiding tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 in de IN-toestand mogelijk.

15 Het gebied 22 draagt bij tot een begrenzing van de doorstoot van een onttrekkingslaag, die tijdens het bedrijf wordt gevormd tussen het poortgebied 20 en het kathodegebied 24, en draagt bij tot het belemmeren van de vorming van een oppervlakte-inversiel laag tussen deze twee gebieden. Bovendien maakt het gebied het mogelijk, dat poortgebied 20 en
20 het kathodegebied 24 op een betrekkelijk kleine afstand van elkaar kunnen liggen. Hierdoor wordt een betrekkelijk kleine weerstand tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 tijdens de IN-toestand vereenvoudigd. Het gebied dient ook om de maximale bedrijfsspanning te vergroten en lekstromen te reduceren.

25 Tijdens de IN-toestand van het stelsel 10 kan de junctiediode, welke het halfgeleiderlichaam 16 en het poortgebied 20 omvat, in de doorlaatrichting worden voorgespannen. Niet-afgebeelde stroombegrenzingsorganen zijn normaliter aanwezig om de geleiding via de in de doorlaatrichting voorgespannen diode te begrenzen.

30 De IN-toestand kan worden verkregen doordat de potentiaal van het anodegebied 18 groter is dan die van het kathodegebied 24 en door het anodegebied 18 in de doorlaatrichting voor te spannen ten opzichte van het poortgebied 20. Meer in het bijzonder wordt aan het poortgebied 20 1 - 10 microampère onttrokken wanneer de anode-poortelektrode junctie
35 in de doorlaatrichting wordt voorgespannen om te veroorzaken, dat het stelsel 10 de IN-toestand aanneemt.

Het is mogelijk het stelsel 10 in de IN-toestand te bedienen

wanneer de potentiaal van het poortgebied 20 zich op hetzelfde of een meer positief niveau bevindt dan die van het anodegebied 18, het kathodegebied 24 en het gebied 22 zolang als de potentiaal van het poortgebied 20 is gelegen onder een niveau, waarbij in wezen een vertikaal dwarsdoorsnede gedeelte van het halfgeleiderlichaam 16 tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 volledig wordt verarmd. Wanneer het poortgebied 20 op een dergelijk potentiaalniveau wordt gehouden, bezit de junctiediode, die het halfgeleiderlichaam 16 en het poortgebied 20 omvat, een voorspanning in de doorlaatrichting met een waarde nul of is de junctiediode in de keerrichting voorgespannen.

Het is gebleken, dat het verlagen van de verontreinigingsconcentratie van het hoofdmassagedeelte van het halfgeleiderlichaam 16 van het stelsel 10 volgens fig. 1 een modificatie in de bedrijfsmodus veroorzaakt. Uitgaande van bekende ontwerpparameters, doch waarbij de verontreinigingsconcentratie van de hoofdmassa van het halfgeleiderlichaam 16 bij benadering 1×10^{13} in plaats van een normale hoeveelheid, zoals 9×10^{13} verontreinigingen/cm³ bedraagt, is het gebleken, dat wanneer het poortgebied 20 bij benadering dezelfde spanning bezit als het anodegebied 18, de geleiding tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 wordt belemmerd of onderbroken (afgeknepen) behoudens voor een stroom bij een relatief laag niveau. Dit is de UIT-toestand (of toestand met grote impedantie). Wanneer aan het anodegebied 18 ten opzichte van het kathodegebied 24 een positieve voorspanning wordt aangelegd en wanneer de potentiaal van het poortgebied 20 in wezen elektrisch kan zweven, kan tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 een grote stroom vloeien. Dit is de IN-toestand (of toestand met kleine impedantie). De stroom met relatief laag niveau in de UIT-toestand draagt ertoe bij, dat het stelsel 10 naar de IN-toestand wordt omgeschakeld.

Een groot voordeel van het stelsel 10, dat een halfgeleiderlichaam 16 omvat, waarvan de verontreinigingsconcentratie is, zoals zojuist hierboven is beschreven, is, dat de poortpotentiaal slechts bij de anodepotentiaal hoeft te zijn gelegen om het stelsel naar de UIT-toestand om te schakelen. Het is derhalve niet nodig een hogere potentiaal te gebruiken dan op de anode aanwezig is om het stelsel 10 te bedienen, waardoor energietoevoerproblemen en het ketenontwerp aanmerkelijk wordt vereenvoudigd. Vele toepassingen vereisen schakelaars voor

een hoge spanning en grote stroom, doch de meest positieve potentiaal, welke beschikbaar is, is die, welke aan een van de klemmen van de schakelaar wordt aangelegd.

In fig. 2 vindt men een bovenaanzicht van een stelsel 10z, dat in sterke mate overeenkomt met het stelsel 10 volgens fig. 1 en waarvan alle componenten, die in wezen identiek zijn aan of overeenkomen met die van het stelsel 10, zijn voorzien van hetzelfde verwijzingsgetal met toevoeging van een "z". Het voornaamste verschil tussen de stelsels 10z en 10 is de aanwezigheid van een gebied R1 van het resistieve type in het stelsel 10z, dat het anodegebied 18z met het afschermgebied 22z koppelt. Door het opnemen van het gebied R1 verkrijgt men een betrouwbaar grote inschakelsnelheid en is een aanmerkelijk grotere variatie in de verontreinigingsconcentratie van het halfgeleidergebied 10z mogelijk dan het geval is indien R1 niet wordt gebruikt. R1 dient voor het verschaffen van een voorspelbare baan met grote impedantie tussen het anodegebied 18z en het afschermgebied 22z tijdens de UIT-toestand. Variaties in de verontreinigingsconcentratie van het halfgeleiderlichaam 16z worden derhalve minder kritisch aangezien tussen het anodegebied 18z en het afschermgebied 22z een baan met grote impedantie tot stand wordt gebracht en deze baan relatief onafhankelijk van de verontreinigingsconcentratie van het halfgeleiderlichaam 10z aanwezig is. Meer in het bijzonder ligt de verontreinigingsconcentratie van het halfgeleiderlichaam 10z tussen 2×10^{12} verontreinigingen-cm³ en 2×10^{13} verontreinigingen/cm³. R1 kan door ionenimplantatie of diffusie in het halfgeleiderlichaam 16z worden gebracht. Men kan tussen de anode 28z en het gebied 22z een discrete weerstand verbinden, mits een (niet afgebeelde) elektrode aanwezig is, die in contact is met het gebied 22z. Deze weerstand dient dan in wezen voor hetzelfde doel als R1, d.w.z., dat de weerstand tijdens de UIT-toestand een kleine stroom voert om de schakelsnelheid te vergroten wanneer de inrichting wordt ingeschakeld. Bij een voorkeursuitvoeringsvorm is R1 een door ionenimplantatie verkregen weerstand van het "pinch"-type met hetzelfde geleidingstype als de gebieden 18z en 22z en wordt de weerstand door ionenimplantatie verkregen met een hoeveelheid van 10^{11} - 10^{13} verontreinigingen/cm³. Het gebied 22z kan in sommige gevallen worden weggelaten, in welk geval R1 wordt verlengd teneinde contact te maken met het kathodegebied 24z.

Het ondersteuningsonderdeel 12 kan een uit monokristallijn sili-

cium bestaande substraat van het n-type zijn, met een dikte van 0,05 tot 0,06 mm en een verontreinigingsconcentratie van bij benadering 1×10^{13} verontreinigingen/cm³. De diëlektrische laag 14 bestaat uit een siliciumdioxydelaag met een dikte van 2 - 4 micron. Het lichaam 16 heeft een
5 dikte van meer in het bijzonder 35 tot 65 micron, een lengte van bij benadering 430 micron, een breedte van 300 micron en bezit een geleiding van het p-type met een verontreinigingsconcentratie in het gebied van bij benadering $5-9 \times 10^{13}$ verontreinigingen/cm³. Het anodegebied 18 heeft een geleiding van het p⁺-type, bezit een dikte van meer in het bijzonder
10 2 tot 4 micron, een breedte van 44 micron, een lengte van 52 micron en bezit een verontreinigingsconcentratie van bij benadering 10^{19} verontreinigingen/cm³. De elektrode 28 bestaat meer in het bijzonder uit aluminium bij een dikte van 1,5 micron, een breedte van 84 micron en een lengte van 105 micron. Het gebied 20 heeft een geleiding van het n⁺-type
15 en heeft meer in het bijzonder een dikte van 2 tot 30 micron, een breedte van 15 micron, een lengte van 300 micron en een verontreinigingsconcentratie van bij benadering 10^{19} verontreinigingen/cm³. De diepte van het gebied 20 wordt bepaald door de dikte van het lichaam 16. De elektrode 30 bestaat uit aluminium, heeft een dikte van 1,5 micron, een breedte van
20 50 micron en een lengte van 210 micron. De afstand tussen naast elkaar gelegen randen van de elektroden 28 en 30 en tussen naast elkaar gelegen randen van de elektroden 30 en 32 bedraagt in beide gevallen meer in het bijzonder 40 micron. Het gebied 22 heeft een geleiding van het p-type en heeft meer in het bijzonder een dikte van 3-6 micron, een breedte van 64
25 micron, een lengte van 60 micron en een verontreinigingsconcentratie van bij benadering 10^{17} to 5×10^{18} verontreinigingen/cm³. Het kathodegebied 24 heeft een geleiding van het n⁺-type en heeft meer in het bijzonder een dikte van 2-4 micron, een breedte van 48 micron, een lengte van 44 micron en een verontreinigingsconcentratie van bij benadering 10^{19} verontreini-
30 gingen/cm³. De elektrode 32 bestaat uit aluminium, heeft een dikte van 1,5 micron, een breedte van 104 micron en een lengte van 104 micron. De afstand tussen de uiteinden van de gebieden 18 en 22 en de respectieve uiteinden van het gebied 16 bedraagt meer in het bijzonder 55 micron. Het gebied 34 heeft een geleiding van het n⁺-type en heeft meer in het
35 bijzonder een dikte van 2 micron, een breedte van 26 micron, een lengte van 26 micron en een verontreinigingsconcentratie van 10^{19} verontreiningen/cm³. De elektrode 36 bestaat uit aluminium en heeft een dikte van

1,5 micron, een breedte van 26 micron en een lengte van 26 micron. De isolatie- (diëlektrische) laag 26 heeft een dikte van meer in het bijzonder 3-5 micron. De weerstand R1 kan een breedte van 10 - 30 micron en een lengte van 200 - 300 micron bij een oppervlakteweerstand van
5 2 - 200 kilohm per vierkant, een weerstand van 40 kolohm tot 4 megohm, een junctiediepte van 5-6 micron en een afknijpstroom van 0,1 microampère tot 10 microampère hebben.

Het stelsel 10, waarbij de bovengenoemde parameters worden gebruikt, kan als een gepoorte diodeschakelaar (GDS) worden bedreven, waar-
10 bij tussen de anode en de kathode een spanning van 500 V aanwezig is. Een (niet-weergegeven) laag van siliciumnitride kan door neerslaan uit de dampfase op de bovenzijde van de siliciumdioxidelag 26 worden gebracht voor het verschaffen van een natriumbarière. De elektroden 28, 30, 32 en 36 kunnen daarna worden gevormd en vervolgens wordt op het gehele op-
15 pervlak van het stelsel 10, behalve waar een elektrisch contact tot stand moet worden gebracht, door middel van radiofrequentie-plasmaneerslag een bekleding van siliciumnitride (niet weergegeven) aangebracht. Siliciumnitridelagen dienen ter ondersteuning van het beletten van een hoogspanningsdoorslag in de lucht tussen naast elkaar gelegen elektroden.

20 Meer in het bijzonder wordt aan de anode een spanning van +250 V aangelegd, aan de kathode -250 V en aan de substraat 12 +250 V. De spanning van -250 V kan ook aan de anode worden aangelegd, waarbij de spanning van +250 V aan de kathode wordt aangelegd zonder dat het stelsel 10 wordt beschadigd. De anode en de kathode blijven in wezen elektrisch ten
25 opzichte van elkaar geïsoleerd en er vloeit weinig of geen stroom tussen de anode en de kathode. Derhalve blokkeert het stelsel 10 op een bilaterale wijze de spanning tussen de anode en de kathode. Een aan de poortelektrode 30 aangelegde spanning van +250 V zal een stroom van 350 mA tussen het anodegebied 18 en het kathodegebied 24 onderbreken. Wanneer
30 de potentiaal van de poortelektrode 30 van de anodespanning tot in wezen een junctiespanningsval onder de potentiaal van de anode wordt omgeschaald, gaat de GDS uit de UIT-toestand naar de IN-toestand. De IN-weerstand van de GDS bedraagt wanneer tussen de anode en de kathode een stroom van 100 mA vloeit, bij benadering 15 ohm en de spanningsval tussen de anode
35 en de kathode is meer in het bijzonder 2,2 V.

Uit het bovenstaande blijkt, dat een GDS, die volgens de uitvinding is vervaardigd, de problemen van het verschaffen van geschikte voe-

dingsbronnen zal vereenvoudigen. De omschakeling kan plaats vinden met een relatief grote snelheid. De voordelen van de vereenvoudigde besturingsschakeling zijn weergegeven in fig. 3, welke toont op welke wijze een lichtbron met gering vermogen op een eenvoudige wijze kan worden toegepast om GDS te besturen teneinde betrekkelijk hoge spanningen en grote stromen te schakelen.

In fig. 3 is een besturingsschakeling 40a (weergegeven binnen de grotere, gestippelde rechthoek) aangegeven, die is gekoppeld met een voor een hoge spanning en grote stroom bestemde schakelaar GDS1, welke is voorzien van respectieve anode-, kathode- en poortansluitingen 40g, 40e en 40f. Aangenomen wordt, dat GDS1 een schakelaar van het in fig. 1 afgebeelde type is, waarbij de verontreinigingsconcentratie van het halfgeleiderlichaam 16 zodanig is gekozen, dat GDS1 naar een UIT-toestand (toestand met hoge impedantie) kan worden omgeschakeld door de poortansluiting daarvan te koppelen met een potentiaal, waarvan de waarde dicht ligt bij die, welke aan de anode wordt aangelegd. De besturingsschakeling 40a omvat een fotodiode D4, een diode D5 en een voor een hoge spanning stroomschakelaar GDS2, die van hetzelfde type als GDS1 is. D4 is binnen de gestippelde rechthoek 40b weergegeven en kan worden betiteld als een spanningsbesturingsaftakketen of eenvoudig als een aftakketen. De anode van D4 is met de poort van GDS2 en met een aansluiting 40c gekoppeld. De kathode van D4 is met de anoden van GDS2 en D5 met een aansluiting 40f gekoppeld. De kathode van D5 is met de anode van GDS1 en met de aansluiting 40g gekoppeld. De kathode van GDS2 is gekoppeld met de poort van GDS1 en met de aansluiting 40f.

De besturingsschakeling 40a is bestemd om de potentiaal van de aansluiting 40f (de poort van GDS1) op een selectieve wijze in te stellen op een waarde, welke dicht ligt bij die van de anode van GDS1 (aansluiting 40g of om het mogelijk te maken, dat de aansluiting 40f in wezen elektrisch zweeft wat potentiaal betreft. Aangenomen wordt, dat een positieve potentiaal met voldoende waarde om D5 en GDS1 in de doorlaatrichting voor te spannen aan de aansluiting 10d ten opzichte van de aansluiting 40e wordt aangelegd. Indien de potentiaal van de aansluiting 40f elektrisch zweeft, is GDS1 IN en zal een geleiding tussen de aansluiting 40d en 40e optreden.

De fotodiode D4 werkt als een batterij wanneer deze fotodiode door licht wordt getroffen. Als zodanig stelt de fotodiode de potentiaal

van de aansluiting 40c (de poort van GDS2) in op bij benadering +0,7 V boven die van de aansluiting 40d. Hierdoor wordt GDS2 in de UIT-toestand gebracht en wordt derhalve de aansluiting 40f ten opzichte van de aansluiting 40d geïsoleerd door de grote impedantie van de anode-kathodebaan van GDS2. Derhalve zweeft de potentiaal van de aansluiting 40f van GDS1 in wezen. Hierdoor wordt GDS1 in de IN-toestand gebracht en treedt tussen de aansluitingen 40d en 40e een geleiding op.

D4 dient om de aansluitingen 40d en 40c te isoleren wanneer geen licht invalt aangezien de "donker"-weerstand van D4 groot is. De potentiaal van de poort GDS2 (aansluiting 40c) zweeft en stelt daardoor GDS2 in de IN-toestand in. Een eventuele aan de aansluiting 40d aangelegde potentiaal wordt derhalve via de relatief geringe IN-impedantie van GDS2 aan de aansluiting 40f toegevoerd. Derhalve neemt de aansluiting 40f een potentiaal van bij benadering één diodespanningsval (de spanning over de anode-kathodebaan van GDS2) onder die van de aansluiting 40d aan. De potentiaal van de anode van GDS1 (aansluiting 40g) ligt eveneens één diode spanning (de spanning over D5) onder die van de aansluiting 40d. Aangezien de anode- en poortansluitingen van GDS1 zich in wezen op dezelfde potentiaal bevinden, wordt GDS1 naar de UIT-toestand omgeschakeld. Hierdoor worden de aansluitingen 40d en 40e gescheiden door de betrekkelijk grote impedantie van de uitgeschakelde GDS1.

In fig. 4 vindt men een besturingsschakeling 40a0 (weergegeven binnen de grote gestippelde rechthoek), welke is gekoppeld met een voor hoge spanning en grote stroom bestemde schakelaar GDS10, welke is voorzien van respectievelijk een anode-, kathode- en poortansluiting 40g0, 40e0 en 40f0. De besturingsschakeling 40a0 komt in sterke mate overeen met de besturingsschakeling 40a van fig. 3 en alle componenten en aansluitingen, welke overeenkomen of identiek zijn, bezitten verwijzingsgetallen, die dezelfde zijn als de verwijzingsgetallen van de overeenkomstige componenten en aansluitingen volgens fig. 3 met aan het eind toegevoegd een "0". Het voornaamste verschil tussen de besturingsschakeling 40a0 en 40a is de aanwezigheid van een diode D6, capacitieve ketenorganen C2 (meer in het bijzonder betiteld als een condensator), en een stroombegrenzingsketen CL4. De anode van D6 is met de anode van D40, een eerste aansluiting van C2 en een aansluiting 40H gekoppeld. De kathode van D6 is gekoppeld met de aansluiting 40c0 en met de poortansluiting van GDS20. Een tweede aansluiting van C2 is gekoppeld met de aansluiting

8220133

40f0 en met CL4. CL4 is ook met de kathode van GDS10 en met de aansluiting 40e0 gekoppeld.

Zonder D6 kan een keerstroom vanuit de aansluiting 40e0 via de kathode-poortaansluitingen van GDS10 en GDS20 en vervolgens via D40 naar
5 de aansluiting 40d0 vloeien. D6 dient om deze elektrische baan zodanig te blokkeren, dat door de combinatie van GDS10 en de besturingsschakeling 40a0 de grote stroom vanuit de aansluiting 40d0 naar 40e0 of omgekeerd op een selectieve wijze wordt geblokkeerd.

CL4 is meer in het bijzonder een "pinch"-weerstand, die de
10 kleine stroom over GDS20 afleidt, welke aanwezig is wanneer GDS20 zich in de UIT-toestand bevindt. Wanneer D40 door licht wordt getroffen, bevindt GDS20 zich in de UIT-toestand. Het lage niveau van de stroom door de anode-kathodebaan van GDS20 kan de potentiaal van de aansluiting 40f0 voldoende verhogen om te veroorzaken, dat GDS10 in de UIT-toestand wordt
15 gehouden. CL4 dient om de potentiaal van de aansluiting 40f0 op een doeltreffende wijze zodanig te reduceren, dat GDS10 naar de IN-toestand wordt omgeschakeld wanneer D40 door licht wordt getroffen.

C2 wordt gebruikt om de gevoeligheid voor spanningsovergangsverschuiven, die op de aansluiting 40d0 kunnen optreden, te verla-
20 gen. Een aan de aansluiting 40d0 aangelegde in positieve richting verloopende spanningspuls wordt via de (niet weergegeven) parasitaire capaciteit van D40 en via D6 en de (niet-weergegeven) parasitaire capaciteit daarvan overgedragen. Hierdoor wordt de potentiaal van de poort (aansluiting 40c0) van GDS20 verhoogd, waardoor GDS20 kan worden uitgescha-
25 keld en het derhalve mogelijk wordt, dat GDS10 wordt ingeschakeld en een grote stroom voert, zelfs wanneer wordt verondersteld, dat deze UIT is, aangezien D40 niet wordt belicht. C2 dient om de waarde van de overgangsspanning te begrenzen en de resulterende stroom relatief snel te dissiperen. De (niet-weergegeven) parasitaire capaciteit van de poort-kathode-
30 junctie van GDS20 kan ten opzichte van de parasitaire capaciteit van D4 worden vergroot om hetzelfde resultaat als C2 te verkrijgen. Men kan ook de capacitaire capaciteit van D40 ten opzichte van die van de poort-kathodejunctie van GDS20 verlagen om hetzelfde resultaat te verkrijgen. In beide gevallen kan C2 worden geëlimineerd.

35 De combinatie van GDS10 en de besturingsschakeling 40a0 werkt als een unidirectioneel relais, dat door een lichtsignaal wordt bestuurd. Twee van dergelijke configuraties kunnen met elkaar worden gekoppeld,

8220133

waarbij de aansluitingen 40d0 en 40e0 en 40f0 van de eerste configuratie respectievelijk zijn gekoppeld met de aansluitingen 40e0, 40d0 en 40f0 van de tweede configuratie. Dit leidt tot een bidirectioneel relais, dat door lichtsignalen wordt bestuurd.

- 5 De uitvinding is van toepassing bij vele andere uitvoeringsvormen dan de afgebeelde uitvoeringsvormen van de poortdiodeschakelaar. Zo kan de uitvinding bijvoorbeeld worden toegepast bij een van de gepoortdiodeschakelaars, welke zijn beschreven in de Amerikaanse octrooiaanvraag

C O N C L U S I E S :

1. Schakelinrichting, voorzien van een halfgeleiderlichaam, waarvan de hoofdmassa van een bepaald geleidingstype is en een hoofdvlak bezit, een gelocaliseerd eerste gebied, dat van het genoemde ene geleidingstype is, een gelocaliseerd tweede gebied, dat van tegengesteld geleidingstype is, waarbij de gelocaliseerde eerste en tweede gebieden een relatief geringe specifieke weerstand hebben vergeleken met de hoofdmassa van het halfgeleiderlichaam en door een gedeelte van de hoofdmassa van het halfgeleiderlichaam van elkaar zijn gescheiden, waarbij elk van de eerste en tweede gebieden is voorzien van een gedeelte, dat deel uitmaakt van het hoofdvlak, waarmee een afzonderlijke elektrode is gekoppeld, een derde gebied met het tegengestelde geleidingstype, dat in contact is met het halfgeleiderlichaam en waarmee een afzonderlijke elektrode is gekoppeld, waarbij het stelsel bestemd is om een stroom tussen de eerste en tweede gebieden selectief te vereenvoudigen of een voldoende gedeelte van de stroom naar het derde gebied af te leiden teneinde de stroom tussen de eerste en tweede gebieden in hoofdzaak te onderbreken, waarbij het derde gebied van de eerste en tweede gebieden is gescheiden door een gedeelte van de hoofdmassa van het halfgeleiderlichaam met het kenmerk, dat de eigenschappen van het hoofdmassagedeelte van het halfgeleiderlichaam zodanig zijn gekozen, dat wanneer de eerste en derde gebieden op bij benadering dezelfde potentiaal worden gehouden, de stroom tussen de eerste en tweede gebieden in hoofdzaak wordt belemmerd of onderbroken, terwijl wanneer de potentiaal van het derde gebied zweeft of lager is dan die van het eerste gebied, een voldoende stroom tussen de eerste en tweede gebieden kan vloeien.
2. Inrichting volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat het hoofdmassagedeelte van het halfgeleiderlichaam een verontreinigingsconcentratie van 2×10^{12} tot 2×10^{13} verontreinigingen/cm³ bezit.
3. Inrichting volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat een resistieve baan (R1) de eerste en tweede gebieden met elkaar verbindt.
4. Inrichting volgens conclusie 3 met het kenmerk, dat de resistieve baan een weerstand van 40 kilohm tot 4 megohm heeft.
5. Inrichting volgens conclusie 4 met het kenmerk, dat de resistieve baan een baan is, die door ionenimplantatie aan het oppervlak van het hoofdmassagedeelte met een afknijpstroom van 0,1 microampère tot 10 microampère is gevormd.

8220133

6. Inrichting volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat een uitgangsklem (40f) van een gepoorte diodeschakelaar (GDS2) met het derde gebied (20) is verbonden en een aftakketen (40b) de geleiding in de gepoorte diodeschakelaar bestuurt.
- 5 7. Schakeling volgens conclusie 6 gekenmerkt door een eerste diode (D5) met een eerste klem, welke met een eerste uitgangsklem (40g) van de gepoorte diodeschakelaar is verbonden en een tweede klem, welke met een eerste uitgangsklem van de schakelinrichting is gekoppeld.
8. Schakeling volgens conclusie 7 met het kenmerk, dat de aftak-
- 10 keten is voorzien van een tweede diode (D4), welke een fotodiode is en waarvan een eerste klem met de besturingsklem van de gepoorte diodeschakelaar is gekoppeld en een tweede klem bezit, die met de uitgangsklem van de schakelinrichting en met een klem van de eerste diode (D5) is gekoppeld..
- 15 9. Schakeling volgens conclusie 8 met het kenmerk, dat van een derde diode (D6 een anodeklem met de anodeklem van de tweede diode (D40) is gekoppeld en een kathodeklem met de besturingsklem van de gepoorte diodeschakelaar (GDS20) is gekoppeld.
-

FIG. 1

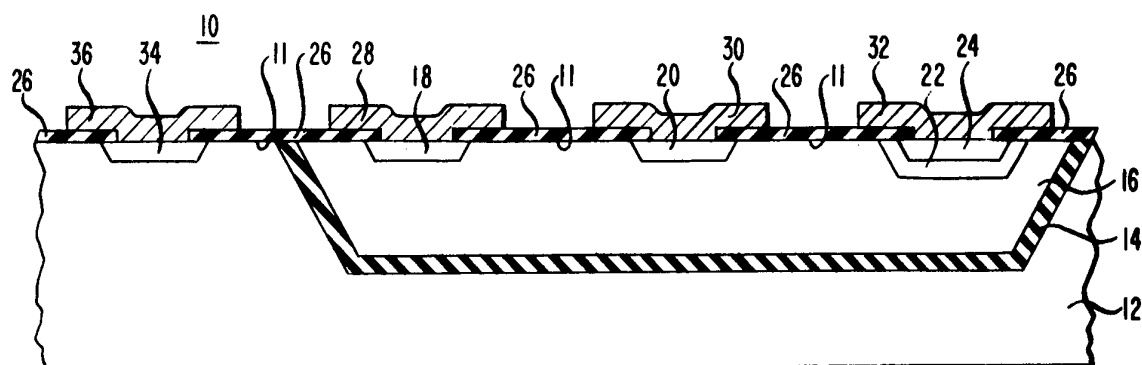


FIG. 2

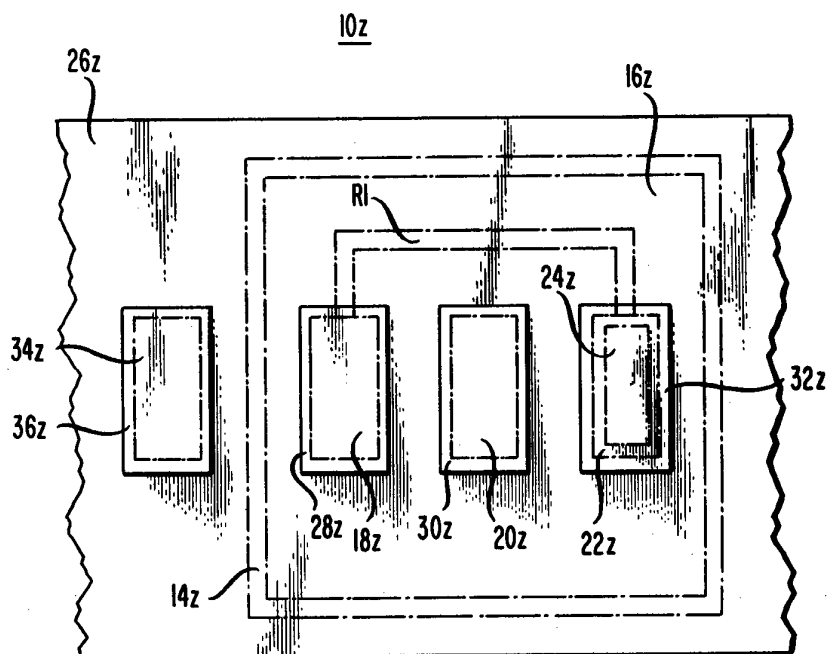


FIG. 3

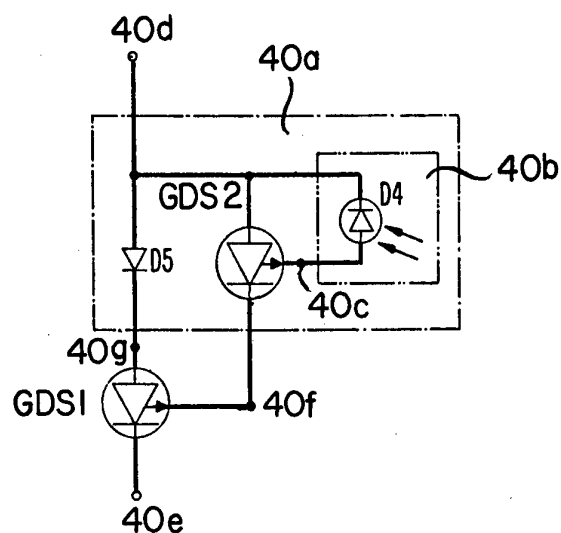


FIG. 4

