
Octrooiraad



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8002635**

⑲ NL

- ⑤4 **Programmeerbare halfgeleiderinrichting en werkwijze ter vervaardiging daarvan.**
- ⑤1 Int.Cl³: H01L 27/04, G11C 17/00, H01L 21/72.
- 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. 8002635.
- ②2 Ingediend 8 mei 1980.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 december 1981.

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

Programmeerbare halfgeleiderinrichting en werkwijze ter vervaardiging daarvan.

De uitvinding heeft betrekking op een programmeerbare halfgeleiderinrichting, bevattende een dragerlichaam met een halfgeleiderschakelingselement en eent tot een eerste lijn behorende elektrische geleider die elektrisch geleidend met het halfgeleider-
5 schakelingselement kan worden verbonden.

Daarnaast heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een dergelijke halfgeleiderinrichting.

Een programmeerbare halfgeleiderinrichting van de bovengenoemde soort kan bijvoorbeeld deel uitmaken van een programmeerbaar uitleesgeheugen (PROM). Behalve voor een programmeerbaar uitlees-
10 geheugen kan de programmeerbare halfgeleiderinrichting bijvoorbeeld ook gebruikt worden voor een logische schakeling van het type PLA (programmable logic array) waarbij de eigenlijke logische functie van de schakeling achteraf door middel van een programmeerstap wordt
15 vastgelegd.

Een programmeerbare halfgeleiderinrichting van de in de aanhef genoemde soort is bekend uit het Amerikaanse Octrooischrift No. 3.781.977. In de daar getoonde inrichting is tussen een elektrische geleider en een halfgeleiderschakelingselement (diode) een dun laagje
20 van isolerende materiaal aanwezig. Een verbinding tussen de geleider en de diode wordt verkregen door tussen de geleider en een zone van de diode een zodanig potentiaalverschil aan te brengen dat materiaal van de geleider doordringt in het isolerend materiaal en zo een verbinding doet ontstaan. Om dit effect te bereiken is een tamelijk hoge spanning
25 nodig. De benodigde spanning wordt lager indien men de dikte van het dunne laagje isolerend materiaal verkleint, maar dit vergroot anderzijds de kans op ongewenste initiële verbindingen tussen geleider en diode ten gevolge van mogelijke defecten in het isolerend materiaal.

De uitvinding stelt zich ten doel een programmeerbare halfgeleiderinrichting te verschaffen waarbij de programmeerbare verbinding
30 tussen de geleider en het halfgeleiderschakelingselement op een geheel andere wijze wordt verkregen.

Daarnaast stelt zij zich ten doel een programmeerbaar uitleesgeheugen te verschaffen met een zo hoog mogelijke bitdichtheid en uitleessnelheid.

Zij berust op het inzicht dat dergelijke verbindingen met
5 voordeel tot stand gebracht kunnen worden door middel van elektrostatische aantrekking tussen de geleider en een schakelelement en dat met name bij toepassing van programmeerbare halfgeleiderinrichtingen volgens de uitvinding in programmeerbare uitleesgeheugens de schrijftijd (programmeertijd) van dergelijke geheugens aanzienlijk bekort kan worden, doordat
10 ht mogelijk is de dimensies van het schakelelement geheel onafhankelijk van die van de geleider, die bijvoorbeeld deel uitmaakt van een selectielijn, te kiezen.

Daarnaast berust zij op het inzicht dat bij een geschikte keuze van de plaats van de programmeerbare verbinding een hoge bitdichtheid
15 en de mogelijkheid tot passivering van een dergelijke inrichting in ongeprogrammeerde toestand kunnen worden verkregen.

Een eerste uitvoering van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de inrichting een strook van elektrisch geleidend materiaal bevat die aan tenminste een
20 uiteinde elektrisch geleidend verbonden is met de tot de eerste lijn behorende geleider, welke strook althans over een gedeelte van zijn lengte door gas of vacuum gescheiden is van het halfgeleiderschakelingselement of een daarmee elektrisch geleidend verbonden contactlaag, welk gedeelte zich los van de elektrische geleider uitstrekt boven het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag en daarvan door een zodanige
25 gedimensioneerde tussenruimte gescheiden is dat ten gevolge van elektrostatische aantrekking tussen de strook en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag een verbinding tussen de strook en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag kan worden gevormd.

30 Een tweede uitvoering van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de inrichting een strook van elektrisch geleidend materiaal bevat die elektrisch geleidend verbonden is met het halfgeleiderschakelingselement waarbij een gedeelte van de strook zich los van het dragerlichaam, het halfgeleiderschakelingselement of een daarmee elektrisch geleidend verbonden contactlaag uitstrekt onder de tot de eerste lijn behorende elektrische geleider, welk gedeelte door gas of vacuum van de geleider gescheiden is met
35 een zodanige gedimensioneerde tussenruimte tussen de strook en de geleider

der dat ten gevolge van elektrostatische aantrekking tussen de strook en de geleider een verbinding tussen de strook en de geleider kan worden gevormd.

5 Een eerste voordeel van dergelijke inrichtingen bestaat hierin dat de verbinding tussen de geleider en het halfgeleiderschakelings-element op zeer betrouwbare wijze kan worden gerealiseerd. Verder hebben zij het voordeel dat nu voor de, tot de eerste lijn gehorende geleider, die bijvoorbeeld een gedeelte van een woordselectielijn in een programmeerbaar uitleesgeheugen kan vormen een geleider met een voldoende
10 grote doorsnede kan worden gebruikt om een zo kort mogelijke lees- en schrijftijd te verkrijgen, terwijl tegelijkertijd voor de strook van elektrisch geleidend materiaal een zodanig geschikte dikte gekozen kan worden dat programmeren door middel van elektrostatische aantrekking zonder onnodig hoge spanningen kan plaatsvinden.

15 Opgemerkt wordt dat het door middel van elektrostatische aantrekking aanbrengen van een elektrische verbinding een zich op een geleiderlichaam bevindend geleidend oppervlak en een zich daarboven uitstrekkende geleider al is voorgesteld in het Amerikaanse Octrooischrift No. 3.539.705.

20 Doordat bovendien het halfgeleiderschakelings-element (bijvoorbeeld een diode) grotendeels onder de strook kan worden aangebracht, kunnen programmeerbare uitleesgeheugens met een hoge bitdichtheid worden verkregen.

Een voorkeursuitvoering van een programmeerbare halfgeleider-
25 inrichting volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de strook zich bevindt in een holle ruimte waarvan de wanden althans ten dele worden gevormd door beschermend materiaal dat is aangebracht over naast de geleider gelegen delen van het dragerlichaam of het halfgeleiderschakelings-element.

30 Deze uitvoering heeft het voordeel dat beschermend materiaal (passiveringslaag) aangebracht kan worden voordat het eigenlijke programmeren plaats vindt zodat de halfgeleiderinrichting in ongeprogrammeerde staat kan worden verpakt en afgeleverd.

De strook van elektrisch geleidend materiaal die bijvoorbeeld
35 een van de materialen nikkel, cobalt of platina kan bevatten, heeft bij voorkeur een dikte van ten hoogste 0,5 micrometer. Hiermee wordt bereikt dat de vereiste elektrostatische krachten kunnen worden opgewekt met behulp van elektrische spanningen, die praktisch toepasbaar zijn zonder de

inrichting tijdens het programmeren te beschadigen. Om dezelfde reden bedraagt bij voorkeur de tussenruimte tussen het halfgeleiderschakelings-element en het zich los uitstrekkende gedeelte van de strook ten hoogste 0,5 micrometer.

- 5 Voor toepassing in een programmeerbaar halfgeleidergeheugen heeft een voorkeursuitvoering van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding het kenmerk dat de eerste lijn deel uitmaakt van een eerste groep lijnen, die met een tweede groep lijnen, die de eerste groep kruist, een kruisstangstelsel vormt, waarbij het half-
10 geleiderschakelings-element zich ter plaatse van een kruispunt van het kruisstangstelsel bevindt en verbonden is met een lijn van de tweede groep.

- Een verdere voorkeursuitvoering van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding heeft tot kenmerk dat het dra-
15 gerlichaam een halfgeleiderlichaam bevat waarin het halfgeleiderschakelings-element is gerealiseerd.

- Een dergelijke uitvoering heeft het voordeel dat in het halfgeleiderlichaam ook andere schakelingen kunnen worden gerealiseerd zoals bijvoorbeeld decoders voor selectiedoeleinden en uitgangsversterkers. In
20 een dergelijke inrichting kan bovendien de tweede groep lijnen geheel of gedeeltelijk worden uitgevoerd als in het halfgeleiderlichaam begraven zones. Bij voorkeur is een dergelijke begraven zone op regelmatige afstanden gecontacteerd met een op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam gelegen strook van elektrisch geleidend materiaal. Dit heeft het voor-
25 deel dat bij het programmeren meerdere stroomwegen naar een zelfde halfgeleiderschakelings-element aanwezig zijn die bovendien een lagere weerstand hebben zodat met een lagere spanning kan worden volstaan. Tegelijkertijd wordt bij het uitlezen door de aanwezigheid van deze laagohmige parallel-verbindingen in de tweede groep lijnen de responsietijd aanzien-
30 lijk verkort.

- De halfgeleiderschakelings-elementen die bijvoorbeeld gevormd kunnen worden door dioden of transistors bevatten in deze uitvoering bij voorkeur dioden met een gelijkrichtende overgang (Schottky-overgang) tussen een laag gedoteerde halfgeleiderzone boven de begraven zone en een
35 de laaggedoteerde halfgeleiderzone contacterende elektrode. Hierdoor heeft een met een dergelijke inrichting vervaardigd geheugen een hoge uitlees-snelheid.

Een werkwijze voor het vervaardigen van een programmeerbare

800 2635

halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat uitgegaan wordt van een dragerlichaam met aan een oppervlak tenminste een halfgeleiderschakelingselement dat voorzien is van een elektrode of elektrisch geleidend verbonden is met een contactlaag, waarbij het geheel

5 bedekt wordt met een eerste hulplaag waarna op de eerste hulplaag een strook van elektrisch geleidend materiaal wordt aangebracht die zich tenminste gedeeltelijk boven de elektrode of de contactlaag bevindt, waarna het geheel bedekt wordt met een tweede hulplaag en door de eerste en tweede hulplaag heen openingen worden gevormd, welke openingen althans gedeeltelijk samenvallen met een

10 uiteinde van de strook waarna tenminste in de openingen een geleiderpatroon wordt aangebracht en met het geleiderpatroon als masker de beide hulplagen selektief worden verwijderd, waarbij het materiaal van de eerste hulplaag selektief etsbaar is ten opzichte van de materialen van het dragerlichaam, de elektrode of de contactlaag en de strook, het geleider-

15 patroon en althans voorzover door de eerste hulplaag bedekt het materiaal van het halfgeleiderschakelingselement en waarbij het materiaal van de tweede hulplaag selektief etsbaar is ten opzichte van de materialen van de strook en het geleiderspoor bij welke behandeling in de openingen steunelementen van het geleiderpatroon achterblijven waartussen zich een

20 tot een eerste lijn van de inrichting behorende elektrische geleider uitstrekt, en waarbij een elektrisch geleidende strook achterblijft die elektrisch geleidend met de geleider verbonden is, terwijl althans een gedeelte van de strook zich los van het dragerlichaam het geleiderpatroon en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag boven het half-

25 geleiderschakelingselement of de contactlaag uitstrekt.

Een werkwijze voor het vervaardigen van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de tweede uitvoering, waarbij de strook in ongeprogrammeerde toestand elektrisch geleidend verbonden is met het halfgeleiderschakelingselement, heeft het kenmerk dat uitgegaan wordt

30 van een dragerlichaam met aan een oppervlak tenminste een halfgeleiderschakelingselement dat voorzien is van een elektrode of elektrisch geleidend verbonden is met een contactlaag waarna het geheel bedekt wordt met een eerste hulplaag waarin een venster wordt aangebracht dat althans een deel van de elektrode of van de contactlaag vrijlaat, waarna op de eerste

35 te hulplaag en tenminste in het venster een strook van elektrisch geleidend materiaal wordt aangebracht, waarna het geheel bedekt wordt met een tweede hulplaag en door de eerste en tweede hulplaag heen openingen worden gevormd, waarna tenminste ter plaatse van een uiteinde van de strook

en in de openingen een geleiderpatroon wordt aangebracht en met het geleiderpatroon als masker de beide hulplagen selektief worden verwijderd, waarbij het materiaal van de eerste hulplaag selektief etsbaar is ten opzichte van de materialen van het dragerlichaam, de elektrode of de contactlaag, de strook, het geleiderpatroon en althans voorzover door de eerste hulplaag bedekt het materiaal van het halfgeleiderschakelingselement en waarbij het materiaal van de tweede hulplaag selektief etsbaar is ten opzichte van de materialen van de strook en het geleiderpatroon, bij welke behandeling in de openingen steunelementen van het geleiderpatroon achterblijven waartussen zich een tot een eerste lijn van de inrichting behorende geleider uitstrekt en waarbij een elektrisch geleidende strook achterblijft die elektrisch geleidend met het halfgeleiderschakelingselement is verbonden, terwijl althans een deel van de strook zich los van het dragerlichaam, het geleiderpatroon en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag onder de geleider uitstrekt.

Bij voorkeur wordt bij dergelijke werkwijzen voor de eerste en tweede hulplaag hetzelfde materiaal gebruikt. Dit geeft een vereenvoudigde en daardoor goedkopere werkwijze. Een geschikt materiaal is bijvoorbeeld aluminium.

Bij voorkeur wordt het materiaal van het geleiderpatroon door middel van galvanisch aangroeien aangebracht. Het is namelijk gebleken dat in een gedeponeerde laag aluminium zich openingen, zogenaamde holes, kunnen bevinden. Doordat bij galvanisch aangroeien de groei slechts in één richting optreedt kan worden voorkomen dat deze openingen opgevuld worden met het materiaal van het geleiderpatroon en daardoor mogelijk kortsluitingen ontstaan.

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

Figuur 1 schematisch een bovenaanzicht geeft van een eerste uitvoering van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding,

Figuur 2 schematisch een dwarsdoorsnede toont van de programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de lijn II-II in Figuur 1,

Figuur 3 schematisch een dwarsdoorsnede toont van de programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de lijnen III-III in Figuur 1

Figuur 4 schematisch enkele maskeropeningen toont, gebruikt in een aantal vervaardigingsstappen van de programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de Figuren 1 tot en met 3,

de Figuren 5 tot en met 7 de programmeerbare halfgeleiderinrichting van Figuur 2 tonen tijdens verschillende stadia van zijn ver-
vaardiging,

5 Figuur 8 schematisch een dwarsdoorsnede geeft van een twee-
de uitvoering van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de
uitvinding,

Figuur 9 schematisch een dwarsdoorsnede toont van een ande-
re programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding, terwijl

10 Figuur 10 in bovenaanzicht en Figuur 11 in dwarsdoorsnede
langs de lijn XI-XI in Figuur 10 nog een andere uitvoering tonen van een
programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding en

Figuur 12 schematisch in dwarsdoorsnede een andere uitvoering
toont van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens Figuur 11.

15 De figuren zijn schematisch en niet op schaal getekend waar-
bij ter wille van de duidelijkheid in de dwarsdoorsneden in het bijzon-
der de afmetingen in de dikterichting sterk zijn overdreven. Halfgelei-
derzones van hetzelfde geleidingstype zijn in het algemeen in dezelfde
richting gearceerd; in de verschillende uitvoeringen zijn overeenkoms-
tige delen in de regel met dezelfde verwijzingscijfers, aangeduid.

20 Figuur 1 toont schematisch in bovenaanzicht en de figuren 2
en 3 tonen schematisch in dwarsdoorsnede langs de lijnen II-II en III-
III van Figuur 1 een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de
uitvinding.

25 In dit voorbeeld vormt een halfgeleiderlichaam 1 een deel
van een dragerlichaam. Het halfgeleiderlichaam 1 bevat een halfgeleider-
substraat 2 van een eerste geleidingstype, bijvoorbeeld het p-type, een
dikte van circa 500 micrometer en een soortelijke weerstand van ongeveer
1 ohmcentimeter (overeenkomend met een acceptordotering van circa $3 \cdot 10^{15}$
atomen/cm³). Op dit halfgeleidersubstraat 2 is een n-type epitaxiale
30 laag 3 aangegroeid met een dikte van circa 5 micrometer en een soortelij-
ke weerstand van ongeveer 1 ohmcentimeter (overeenkomend met een dotering
van circa $1 \cdot 10^{15}$ donoratomen/cm³).

35 In dit voorbeeld maakt de programmeerbare halfgeleiderin-
richting deel uit van een programmeerbaar uitleesgeheugen met een kruis-
stangstelsel van elkaar kruisende groepen lijnen.

Een lijn van een dergelijke groep wordt in dit voorbeeld ge-
vormd door de hoogohmig begraven zone 4 met een vierkantsweerstand van
ongeveer 20 ohm per vierkant. Deze lijn vormt in dit voorbeeld bijvoor-

beeld de bitlijn van een programmeerbaar uitleesgeheugen.

De halfgeleiderschakelingselementen, die bijvoorbeeld dioden of transistoren kunnen zijn worden in dit voorbeeld gevormd door boven de begraven zone 4 aangebracht gelijkrichtende overgangen (Schottky-dioden). Hiertoe bevat een op het oppervlak 5 van het halfgeleiderlichaam 1 aangebrachte isolerende laag 6 van bijvoorbeeld siliciumoxyde met een dikte van circa 0,5 micrometer, een venster 7, waarin een elektrode 8 is aangebracht van een materiaal dat met het laagohmige n-type epitaxiale silicium een gelijkrichtende overgang (Schottky-overgang) vormt. In dit voorbeeld bevat de elektrode een platina-nikkel legering; andere geschikte materialen zijn bijvoorbeeld chroom, of titaan

Om de halfgeleiderschakelingselementen en de begraven zone 4 elektrisch te isoleren van andere elementen binnen het halfgeleiderlichaam 1, zoals bijvoorbeeld een parallel aan de begraven zone 4 verlopende soortgelijke zone met bijbehorende halfgeleiderschakelingselementen, bevat het halfgeleiderlichaam 1 scheidingszones 9 van het p-type, die bijvoorbeeld zijn aangebracht door middel van een diepe diffusie door de n-type epitaxiale laag 3 heen.

Het halfgeleiderschakelingselement bevindt zich ter plaatse van een kruispunt van de begraven zone 4 en de elektrische geleider 10, die de begraven zone 4 kruist en bijvoorbeeld de woordlijn vormt van een programmeerbaar uitleesgeheugen. De programmeerbare halfgeleiderinrichting bevat volgens de uitvinding een elektrisch geleidende strook 11, die aan zijn ene uiteinde elektrisch geleidend verbonden is met de geleider 10 en zich over een gedeelte van zijn lengte los van het dragerlichaam, in dit voorbeeld het halfgeleiderlichaam 1, inclusief de daarop aangebrachte laag 6 en de, in het venster 7 in de laag 6 aangebrachte elektrode 8, en los van een tussen twee van de kruisende geleider 10 deel uitmakende steundelen 13 gelegen overbruggend deel 12 van de geleider 10 uitstrekt.

Een gedeelte van de strook 11 strekt zich uit boven het halfgeleiderschakelingselement, met name boven de elektrode 8 en is daarvan gescheiden door een tussenruimte 16 van circa 0,3 micrometer.

De strook 11 is in dit voorbeeld van nikkel en heeft een dikte van circa 0,15 micrometer. Andere geschikte materialen zijn cobalt of platina.

Wanneer nu aan de begraven zone 4 en de geleider 10 geschikte elektrische spanningen worden toegevoerd, zoals bijvoorbeeld in een programmeerbaar uitleesgeheugen met behulp van adresseringsschakelingen en des-

gewenst versterkerschakelingen, worden deze via de epitaxiale laag 3 op de elektrode 8 en via de geleider 10 op het programmeerbaar verbindingselement 11 overgebracht. Daarbij kan, ten gevolge van elektrostatische aantrekking, het programmeerbaar verbindingselement 11 zover doorbuigen dat dit in aanraking komt met de elektrode 8. Bij aanhouden van een voldoende hoge elektrische spanning gaat dan een stroom lopen door de geleider 10, de strook 11 en de elektrode 8 via de epitaxiale laag 3 naar de begraven zone 4 of omgekeerd. Deze stroom kan voldoende hoog zijn om ten gevolge van plaatselijke warmteontwikkeling een las te doen ontstaan, zodat het programmeerbaar verbindingselement 11 blijvend verbonden is met de elektrode 8. Deze methode is zeer eenvoudig en betrouwbaar.

Een voordeel van een programmeerbaar uitleesgeheugen vervaardigd met een inrichting volgens Figuur 1 is de hoge uitleessnelheid. Dit komt voort uit het feit dat de geleider 10, die in dit voorbeeld een woordlijn vormt, wat betreft zijn afmetingen onafhankelijk is van de afmetingen van de strook 11 en met name de dikte en breedte van de geleider 10 aanzienlijk groter gekozen kunnen worden waardoor zijn weerstand en daardoor de schrijf- en leestijd van een met de inrichting vervaardigd geheugen erg klein kunnen zijn.

Op de isolerende laag 6 zijn stroken 17 van geleidend materiaal bijvoorbeeld aluminium aangebracht, die ten opzichte van de kruisende geleider 10 elektrisch geïsoleerd zijn door middel van bijvoorbeeld een laag 18 van siliciumnitride. Deze stroken 17 worden op regelmatige afstanden via contactgaten 19 met de begraven zone 4 gecontacteerd, waardoor in dit voorbeeld een geringe serieweerstand in de bitlijn wordt verkregen.

Inslotte is de inrichting nog voorzien van een over de geleiders 10 en de naastgelegen delen van het dragerlichaam (halfgeleiderlichaam 1 inclusief de nitridelaag 18) aangebrachte laag 20 van beschermend materiaal. De strook 11 bevindt zich daardoor in een ruimte 21, waarvan althans, een gedeelte 22 van de wanden door dit beschermend materiaal wordt gevormd (zie Figuur 3). Als beschermend materiaal kan bijvoorbeeld een glaslaag worden gekozen.

Doordat de strook 11 zich binnen de holle ruimte 21 bevindt kan het programmeren plaats vinden nadat de inrichting geheel gepassiveerd en in een geschikte verpakking gepakt is. Hierdoor hoeven geen ongepassiveerde, ongeprogrammeerde inrichtingen in voorraad gehouden te worden totdat het aan te brengen patroon bekend is; dit biedt voordelen,

800 26 35

zowel ten aanzien van de betrouwbaarheid doordat de inrichtingen niet in ongepassiveerde toestand aan ongewenste omgevingscondities (vocht, temperatuur) worden blootgesteld als ten aanzien van voorraadbeheer. Ook kan het programmeren nu, desgewenst per programmeerbaar uitleesgeheugen
5 verschillend en door de afnemer zelf worden uitgevoerd. Het schakelings-element, in dit voorbeeld een Schottky-diode bevindt zich geheel onder de geleider 10; hierdoor kan een hoge bitdichtheid worden bereikt.

Ook de toepassing van Schottky-dioden in de getoonde inrichting verhoogt met name de uitleessnelheid van een programmeerbaar uitleesgeheugen waarin een dergelijke inrichting wordt toegepast.
10

De vervaardiging van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de Figuren 1 tot en met 3 zal nu worden toegelicht aan de hand van de Figuren 4 tot en met 7, waarbij Figuur 4 schematisch de gebruikte maskeropening in een aantal vervaardigingsstappen weergeeft,
15 terwijl de figuren 5 tot en met 7 de inrichting van Figuur 2 tonen in verschillende stadia van zijn vervaardiging.

Uitgegaan wordt van een p-type substraat 2, met een soortelijke weerstand van 1 ohmcentimeter en een dikte van circa 500 micrometer. Hierin wordt op algemeen gebruikelijke wijze een begraven zone 4 van het
20 n-type aangebracht (met een vierkantsweerstand van 20 ohm per vierkant). Daarna wordt de epitaxiale laag 3 met een dikte van circa 5 micrometer en een soortelijke weerstand van ongeveer 1 ohmcentimeter aangegroeid. Vervolgens worden, eveneens op algemeen bekende wijze scheidingszones
25 9 door middel van diffusie aangebracht. Nadat het oppervlak 5 van de aldus verkregen inrichting is gereinigd (onder andere het verwijderen van bij vorige stappen aangegroeide oxydelagen) wordt over het gehele oppervlak 5 een laag 6 van isolerend materiaal, bijvoorbeeld siliciumoxyde aangebracht, waarin vervolgens contactvensters 7 worden geëtst. In deze
30 vensters wordt een dunne laag 8 (circa 0,1 micrometer) van platina-nikkel aangebracht, dat met het onderliggende hoogohmige silicium een Schottky-overgang vormt. Deze laag 8 mag enigszins over de rand van het venster 7 uitsteken; het aanbrengen van de laag 8 is derhalve niet kritisch. Desgewenst kan over de laag 8 een dunne titaan-wolfraam-laag aangebracht worden. Eveneens worden op de isolerende laag 6 op algemeen bekende wij-
35 zen geleidende sporen 17 van bijvoorbeeld aluminium aangebracht. Ten einde deze sporen 17 in een grotere configuratie van meerdere elementen op regelmatige afstanden met de halfgeleiderschakelings-elementen te kunnen contacteren worden daarbij in de laag 6 tegelijk met het aanbrengen

van vensters 7 contactvensters 19 (zie Figuur 1) aangebracht die tijdens het vervaardigen van de elektroden 8 zonodig worden afgedekt. Hiermee is de configuratie volgens Figuur 5 verkregen.

Vervolgens wordt de aldus verkregen inrichting bedekt met een laag 18 van siliciumnitride met een dikte van ongeveer 0,7 micrometer bijvoorbeeld door middel van plasmadepositie. Deze laag 18 wordt langs fotolithografische weg voorzien van een venster 23, waardoor delen van de elektrode 8 en de isolerende laag 6 bloot komen te liggen. Vervolgens wordt de gehele inrichting bedekt met een circa 0,3 micrometer dikke laag 24 van aluminium. In een volgende stap wordt de strook 11 aangebracht door het neerslaan van een ongeveer 0,15 micrometer dikke nikkel laag die vervolgens langs fotolithografische weg in patroon geëtsd wordt met behulp van een 1:10 verdunde salpeterzuuroplossing bij circa 40°C. Het resterende nikkel is in dit voorbeeld geheel binnen het venster 23 gelegen (zie Figuur 4). Dit laatste is echter niet strikt noodzakelijk, terwijl ook in de vorm van de strook 11 variaties mogelijk zijn. Vervolgens wordt een laag 25 van aluminium met een dikte van circa 0,7 micrometer aangebracht. Het geheel wordt vervolgens voorzien van een fotoresistlaag 26 waarin langs fotolithografische weg vensters 27 worden gedefinieerd ter plaatse van aan te brengen steundelen. Hiermee is de configuratie volgens Figuur 6 verkregen.

Met de fotoresistlaag 26 als masker wordt ter plaatse van de vensters 27 het aluminium van de lagen 24, 25 weggeëtsd in een 1%-oplossing van natronloog bij een temperatuur van circa 40°C, waarna de gehele inrichting voorzien wordt van een laag nikkel met een dikte van ongeveer 1 micrometer. Dit gebeurt bij voorkeur door middel van galvanisch aangroeien om kortsluitingen te voorkomen. Het is namelijk gebleken dat het aluminium van de tussenlagen 24, 25 doorgaans nog openingen, zogenaamde pinholes, kan bevatten, die bij het neerslaan van nikkel door middel van sputteren kunnen worden opgevuld met nikkel, dat bij een volgende etsstap niet wordt aangetast. en zo kortsluitingen kan veroorzaken. Door het toepassen van galvanisch aangroeien treedt de groei slechts in één richting op, waardoor kortsluitingen worden voorkomen, zoals beschreven in de Nederlandse Octrooiaanvraag No. 7811227 (PHN 9273), van Aanvraagster, waarvan de inhoud bij referentie in deze aanvraag is opgenomen. Wel wordt vooraf een zeer dun laagje nikkel in de orde van 5 nanometer opgedampt om met name op het siliciumoxyde 6 en siliciumnitride 18 een goede galvanische aangroeiing te verzekeren. Deze laag is echter te dun

om de genoemde kortsluiting te doen ontstaan.

Uit de aldus opgebrachte laag nikkel worden vervolgens door middel van fotolithografische etstechnieken de elektrische geleiders 10 geëtit met behulp van een oplossing van 10% salpeterzuur in water bij circa 40°C. Hiermee is de configuratie volgens Figuur 7 verkregen waarbij niet alleen onder het tussen steundelen 13 gelegen overbruggend deel 12 van de geleider 10 maar ook buiten het vlak van tekening op de laag 18 van siliciumnitride nog aluminium 24, 25 aanwezig is. Dit aluminium wordt vervolgens verwijderd in een etsbad van 1% natronloog in water bij circa 40°C. Nadat het aluminium geheel verwijderd is van het dragerlichaam wordt over het geheel een passiveringslaag 20 van glas of siliciumoxyde aangebracht door middel van bijvoorbeeld opdampen of andere geschikte depositietechnieken. De geleider 10 fungeert hierbij als masker, zodat in de uiteindelijke inrichting de strook 11 is ingekapseld binnen een ruimte 21, waarvan een gedeelte 22 van de wanden gevormd wordt door de passiveringslaag 20. Hiermee is de inrichting volgens Figuur 1 tot en met 3 verkregen.

Figuur 8 toont in dwarsdoorsnede een variant van de inrichting volgens Figuur 2, waarbij in ongeprogrammeerde toestand de strook 11 elektrisch geleidend verbonden is met de elektrode 8. Tussen de geleider 10 en de strook 11 bevindt zich een smalle ruimte 16. Overigens hebben de verwijzingscijfers dezelfde betekenis als die in Figuur 2. Wanneer nu een voldoende hoog potentiaalverschil wordt aangelegd tussen de geleider 10 en de strook 11 zal ten gevolge van elektrostatische aantrekking weer een contact tot stand komen, waardoor weer een las kan ontstaan.

De vervaardiging van de inrichting van Figuur 8 verloopt analoog aan die van de inrichting volgens Figuur 2, met dien verstande dat vóór het aanbrengen van de strook 11 in de eerste hulplaag 24 ter plaatse van de elektrode 8 een venster wordt aangebracht dat althans een deel van de elektrode vrijlaat, via welk venster de strook 11 met de elektrode 8 wordt gecontacteerd.

Vanzelfsprekend is de uitvinding niet beperkt tot de bovenstaande voorbeelden, maar zijn binnen het kader van de uitvinding voor de vakman vele variaties mogelijk. Zo toont Figuur 9 bijvoorbeeld een variant op de inrichting volgens figuur 2, waarbij de strook 11 aan beide uiteinden verbonden is met de geleider 10. Hoewel de strook 11 hierdoor een grotere stijfheid heeft is deze configuratie uitrichttechnisch eenvoudiger en daardoor beter reproduceerbaar te vervaardigen dan de con-

figuratie volgens Figuur 2. Verder kan de isolatie tussen de begraven zones 4 in plaats van door de diepe p-type zones 9 bijvoorbeeld ook plaats vinden door middel van locale oxydatietechnieken, terwijl voor de schakelingselementen in plaats van Schottky-dioden ook pn-dioden of transistoren (bipolaire transistoren zowel als veldeffekttransistoren) gekozen kunnen worden.

Ook kunnen in de getoonde voorbeelden zonodig de parallelle geleiders 17 worden weggelaten. In dat geval is ook de isolerende laag 18 niet nodig en worden de steundelen 13 direkt op de isolerende laag 6
10 aangebracht.

In de getoonde voorbeelden wordt het dragerlichaam gevormd door een halfgeleiderlichaam waarin de halfgeleiderschakelingselementen zijn gerealiseerd. In een andere uitvoeringsvorm is het mogelijk de halfgeleiderschakelingselementen op een isolerend dragerlichaam aan te
15 brengen bijvoorbeeld met behulp van de silicium op saffier techniek.

Zo toont bijvoorbeeld Figuur 10 een schematisch bovenaanzicht en Figuur 11 een dwarsdoorsnede langs de lijn XI-XI in Figuur 10 van een dergelijke programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding.

20 De inrichting 31 bevat in dit voorbeeld een dragerlichaam 32 van isolerend materiaal, bijvoorbeeld saffier, waarop een kruisstang-systeem is aangebracht van op het dragerlichaam 32 aangebrachte geleidersporen 33 en deze geleidersporen 33 kruisende geleiders 10. Ter plaatse van de kruispunten van het kruisstang-systeem zijn op het isolerend
25 dragerlichaam 32 halfgeleiderschakelingselementen aangebracht, in dit voorbeeld dioden met p-type zones 34 en n-type zones 35. De geleiders 10 overbruggen de dioden en worden ter plaatse van de steundelen 13 ondersteund.

De geleidersporen 33, die bijvoorbeeld weer bitlijnen van een
30 programmeerbaar uitleesgeheugen vormen worden aan het oppervlak 5 van de dioden via contacten 38 en in een de dioden beschermende isolerende laag 6 aangebrachte vensters 37 gecontacteerd met de p-type zones 34. Elektrodes 8 contacteren via contactvensters 7 de n-type zones 35. Onder de geleiders 10 bevindt zich weer een elektrisch geleidende strook 11,
35 die in dit voorbeeld aan een uiteinde met de geleider 10 is verbonden en zich los van het dragerlichaam 32 en het halfgeleiderschakelingselement en ook los van de geleider 10 uitstrekt tot boven een elektrode 8. Het programmeren vindt in dit voorbeeld weer plaats door middel van elektro-

statisch aantrekken. Het halfgeleiderschakelingselement (diode) bevindt zich onder een overbruggend deel 12 tussen twee dragerdelen 13 van de geleider 10. Uiteraard kunnen zich onder één overbruggend deel 12 meerdere dioden bevinden. Het geheel is weer bedekt met een passiveringslaag 20, zodat het programmeerbare verbindingselement 11 zich in een holle ruimte 21 bevindt. Bij vervaardiging van het kruisstangstelsel volgens de methode, beschreven in de Nederlandse Octrooiaanvraag No. 7811227 worden de geleiders 10 ondersteund door dragerdelen van aluminium dat geleidend verbonden is met de geleiders 10. In een dergelijke inrichting is het ook mogelijk het programmeerbaar verbindingselement 11 via een dragerdeel 36 elektrisch geleidend met de geleider 10 te verbinden. Figuur 12 toont een dwarsdoorsnede van een dergelijke inrichting; de verwijzingscijfers hebben hier weer dezelfde betekenis als die in Figuur 11.

15

20

25

30

35

800 2635

Conclusies:

1. Programmeerbare halfgeleiderinrichting bevattende een dragerlichaam met een halfgeleiderschakelingselement en een tot een eerste lijn behorende elektrische geleider die elektrisch geleidend met het halfgeleiderschakelingselement kan worden verbonden, met het kenmerk dat de inrichting een strook van elektrisch geleidend materiaal bevat die aan tenminste een uiteinde elektrisch geleidend verbonden is met de tot de eerste lijn behorende geleider, welke strook althans over een gedeelte van zijn lengte door gas of vacuum gescheiden is van het halfgeleiderschakelingselement of een daarmee elektrisch geleidend verbonden contactlaag, welk gedeelte zich los van de elektrische geleider uitstrekt boven het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag en daarvan door een zodanige gedimensioneerde tussenruimte gescheiden is dat ten gevolge van elektrostatische aantrekking tussen de strook en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag een verbinding tussen de strook en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag kan worden gevormd.
2. Programmeerbare halfgeleiderinrichting bevattende een dragerlichaam met een halfgeleiderschakelingselement en een tot een eerste lijn behorende elektrische geleider die elektrisch geleidend met het halfgeleiderschakelingselement verbonden kan worden met het kenmerk dat de inrichting een strook van elektrisch geleidend materiaal bevat die elektrisch geleidend verbonden is met het halfgeleiderschakelingselement waarbij een gedeelte van de strook zich los van het dragerlichaam, het halfgeleiderschakelingselement of een daarmee elektrisch geleidend verbonden contactlaag uitstrekt onder de tot de eerste lijn behorende elektrische geleider, welk gedeelte door gas of vacuum van de geleider gescheiden is met een zodanige gedimensioneerde tussenruimte tussen de strook en de geleider dat ten gevolge van elektrostatische aantrekking tussen de strook en de geleider een verbinding tussen de strook en de geleider kan worden gevormd.
3. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1 of 2 met het kenmerk dat de strook zich bevindt in een holle ruimte, waarvan de wanden althans ten dele worden gevormd door beschermend materiaal dat is aangebracht over naast de geleider gelegen delen van het dragerlichaam of het halfgeleiderschakelingselement.
4. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens een der conclusies 1 tot en met 3 met het kenmerk, dat de strook van geleidend materiaal een of meer van de materialen uit de groep nikkel, cobalt en platina bevat.

800 2635

5. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens één der conclusies 1 tot en met 4 met het kenmerk dat de dikte van de strook van elektrisch geleidend materiaal ten hoogste 0,5 micrometer bedraagt.
6. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens één der conclusies ^{of 3} tot en met 5 met het kenmerk dat de tussenruimte tussen het zich los uitstreckende gedeelte van de strook van elektrisch geleidend materiaal en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag ten hoogste 0,5 micrometer bedraagt.
7. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens één der conclusies 2 tot en met 5 met het kenmerk dat de tussenruimte tussen de tot de eerste lijn behorende geleider en het zich los uitstekkende gedeelte van de strook van elektrisch geleidend materiaal ten hoogste 0,5 micrometer bedraagt.
8. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens één der conclusies 1 tot en met 7 met het kenmerk dat de eerste lijn deel uitmaakt van een eerste groep lijnen, die met een tweede groep lijnen, die de eerste groep kruist, een kruisstangstelsel vormt, waarbij het halfgeleiderschakelingselement zich ter plaatse van een kruispunt van het kruisstangstelsel bevindt en verbonden is met een lijn van de tweede groep.
9. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens een der vorige conclusies met het kenmerk dat het dragerlichaam een halfgeleiderlichaam bevat waarin het halfgeleiderschakelingselement is gerealiseerd.
10. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens conclusie 9 met het kenmerk dat de lijn van de tweede groep tenminste een in het halfgeleiderlichaam begraven zone bevat.
11. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens conclusie 10 met het kenmerk dat de begraven zone op regelmatige afstanden gecontacteerd is met een op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam gelegen strook van elektrisch geleidend materiaal.
12. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens conclusie 11 met het kenmerk dat de strook van elektrisch geleidend materiaal praktisch evenwijdig aan de begraven zone verloopt.
13. Programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens één der conclusies 9 tot en met 12 met het kenmerk dat de halfgeleiderschakelingselementen dioden bevatten met een gelijkrichtende overgang tussen een laag gedoteerde halfgeleiderzone boven de begraven zone en een de laaggedoteerde halfgeleiderzone contacterende elektrode.
14. Werkwijze voor het vervaardigen van een programmeerbare half-

geleiderinrichting volgens één der conclusies 1 of 3 tot en met 10 met het kenmerk dat uitgegaan wordt van een dragerlichaam met aan een oppervlak tenminste een halfgeleiderschakelingselement dat voorzien is van een elektrode of elektrisch geleidend verbonden is met een contactlaag, waarbij het geheel bedekt wordt met een eerste hulplaag waarna op de eerste hulplaag een strook van elektrisch geleidend materiaal wordt aangebracht die zich tenminste gedeeltelijk boven de elektrode of de contactlaag bevindt, waarna het geheel bedekt wordt met een tweede hulplaag en door de eerste en tweede hulplaag heen openingen worden gevormd, welke openingen althans gedeeltelijk samenvallen met een uiteinde van de strook waarna tenminste in de openingen een geleiderpatroon wordt aangebracht en met het geleiderpatroon als masker de beide hulplagen selektief worden verwijderd, waarbij het materiaal van de eerste hulplaag selektief etsbaar is ten opzichte van de materialen van het dragerlichaam, de elektrode of de contactlaag en de strook, het geleiderpatroon en althans voorzover door de eerste hulplaag bedekt het materiaal van het halfgeleiderschakelingselement en waarbij het materiaal van de tweede hulplaag selektief etsbaar is ten opzichte van de materialen van de strook en het geleiderspoor bij welke behandeling in de openingen steunelementen van het geleiderpatroon achterblijven waartussen zich een tot een eerste lijn van de inrichting behorende elektrische geleider uitstrekt, en waarbij een elektrisch geleidende strook achterblijft die elektrisch geleidend met de geleider verbonden is, terwijl althans een gedeelte van de strook zich los van het dragerlichaam het geleiderpatroon en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag boven het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag uitstrekt.

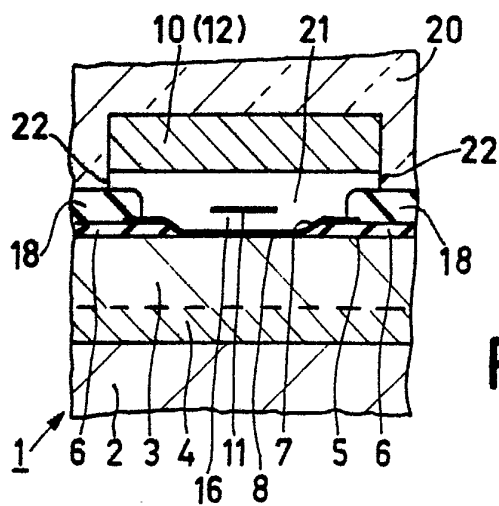
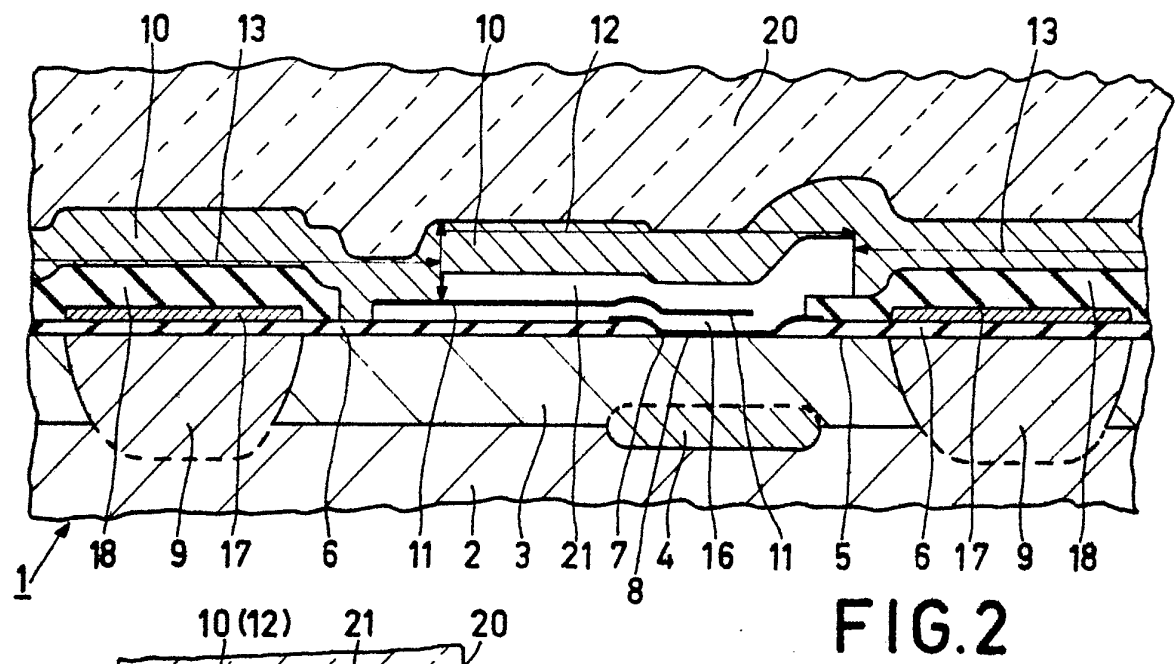
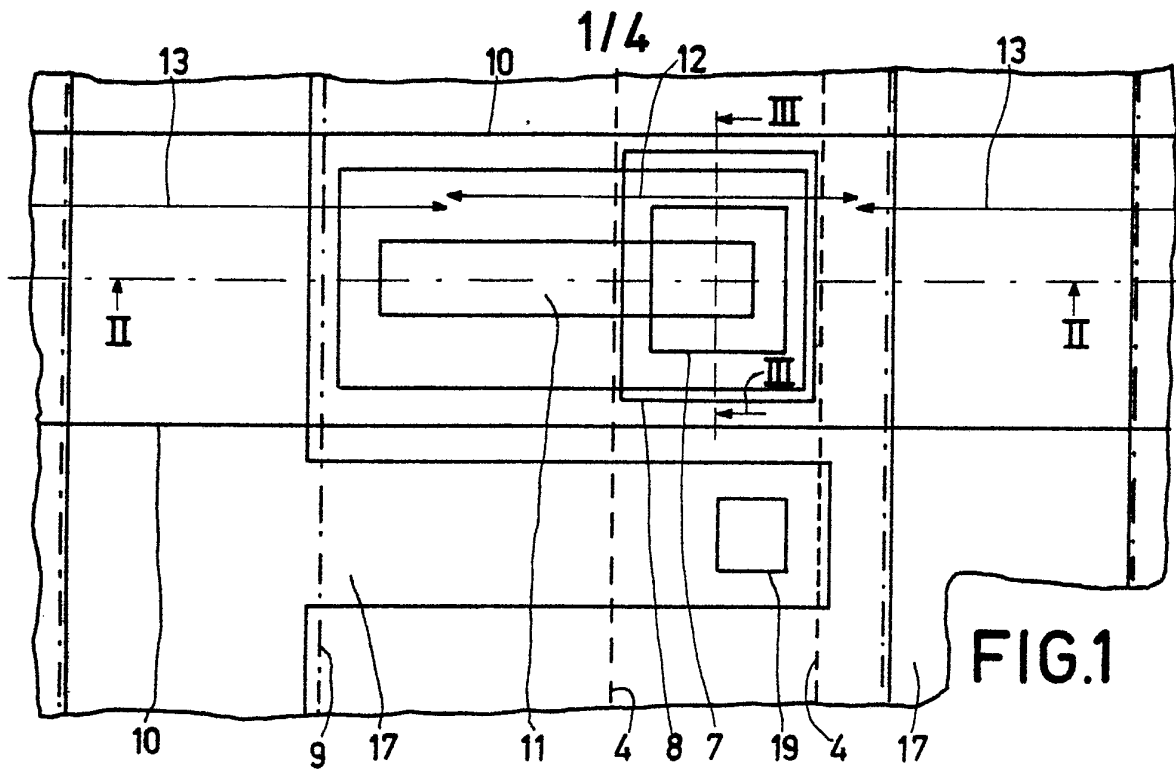
15. Werkwijze voor het vervaardigen van een programmeerbare halfgeleiderinrichting volgens één der conclusies 2 tot en met 10 met het kenmerk dat uitgegaan wordt van een dragerlichaam met aan een oppervlak tenminste een halfgeleiderschakelingselement dat voorzien is van een elektrode of elektrisch geleidend verbonden is met een contactlaag waarna het geheel bedekt wordt met een eerste hulplaag waarin een venster wordt aangebracht dat althans een deel van de elektrode of van de contactlaag vrijlaat, waarna op de eerste hulplaag en tenminste in het venster een strook van elektrisch geleidend materiaal wordt aangebracht, waarna het geheel bedekt wordt met een tweede hulplaag en door de eerste en tweede hulplaag heen openingen worden gevormd, waarna tenminste ter plaatse van een uiteinde van de strook en in de openingen een geleiderpatroon wordt aangebracht en met het geleiderpatroon als masker de beide hulplagen selektief

- worden verwijderd, waarbij het materiaal van de eerste hulplaag selectief etsbaar is ten opzichte van de materialen van het dragerlichaam, de elektrode of de contactlaag, de strook, het geleiderpatroon en althans voorzover door de eerste hulplaag bedekt het materiaal van het halfgeleiderschakelingselement en waarbij het materiaal van de tweede hulplaag selectief etsbaar is ten opzichte van de materialen van de strook en het geleiderpatroon, bij welke behandeling in de openingen steunelementen van het geleiderpatroon achterblijven waartussen zich een tot een eerste lijn van de inrichting behorende geleider uitstrekt en waarbij een elektrisch geleidende strook achterblijft die elektrisch geleidend met het halfgeleiderschakelingselement is verbonden, terwijl althans een deel van de strook zich los van het dragerlichaam, het geleiderpatroon en het halfgeleiderschakelingselement of de contactlaag onder de geleider uitstrekt.
16. Werkwijze volgens conclusie 14 of 15 met het kenmerk dat voor de eerste hulplaag en de tweede hulplaag hetzelfde materiaal wordt gebruikt.
17. Werkwijze volgens één der conclusies 14 tot en met 16 met het kenmerk dat het materiaal van het geleiderpatroon door middel van galvanisch aangroeien wordt aangebracht.
18. Werkwijze volgens conclusie 17 met het kenmerk dat vóór het aanbrengen van het materiaal van het geleiderpatroon door middel van galvanisch aangroeien eerst een dun laagje van het aan te groeien materiaal wordt neergeslagen.
19. Werkwijze volgens één der conclusies 14 tot en met 18 met het kenmerk dat na het verwijderen van de hulplagen de inrichting wordt voorzien van een laagje van beschermend materiaal.

30

35

800 2635



800 2635

2/4

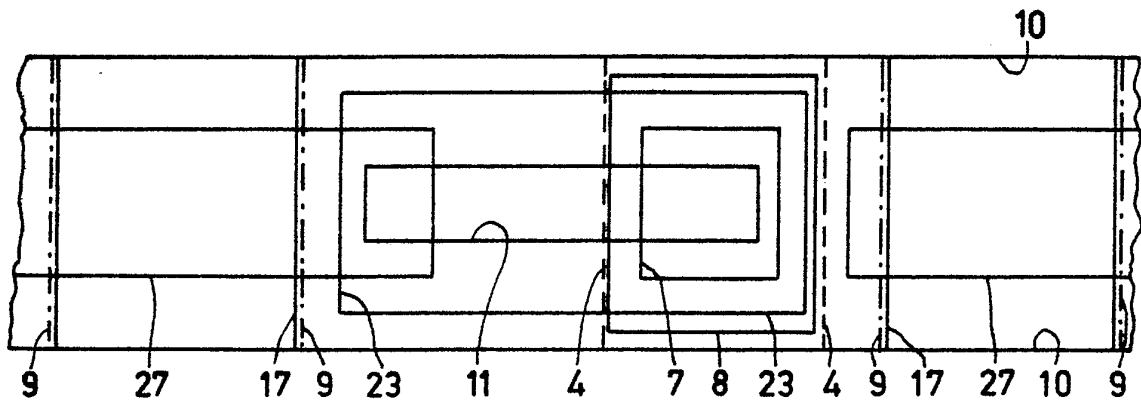


FIG. 4

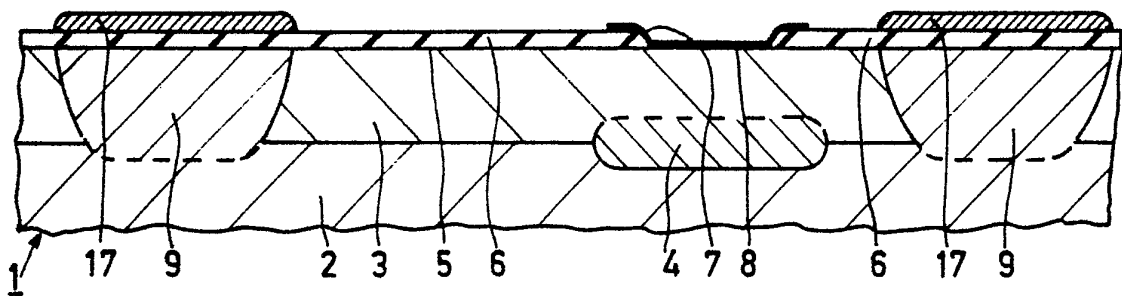


FIG. 5

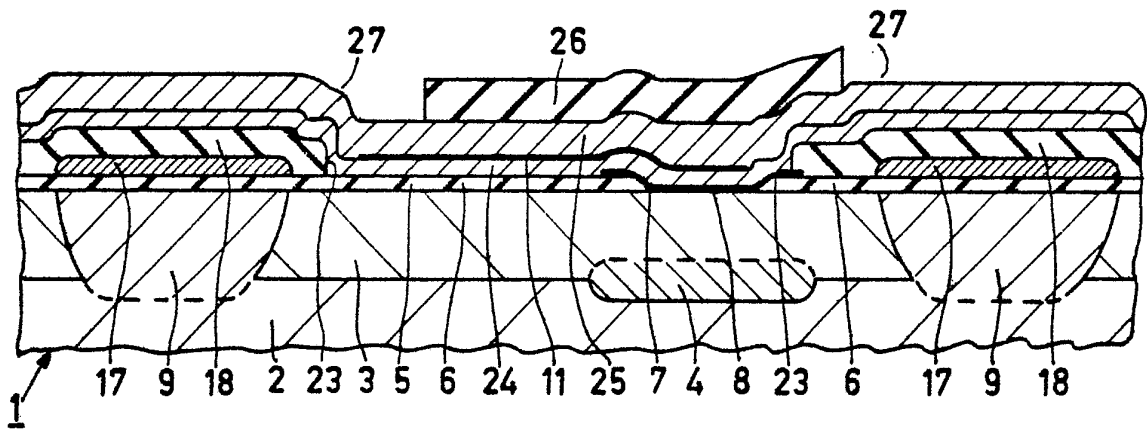


FIG. 6

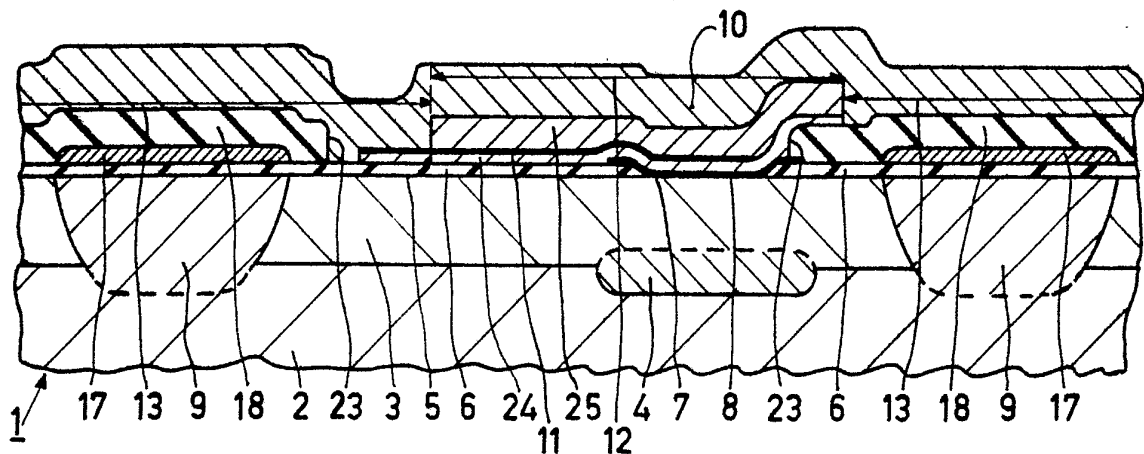


FIG. 7

800 2635

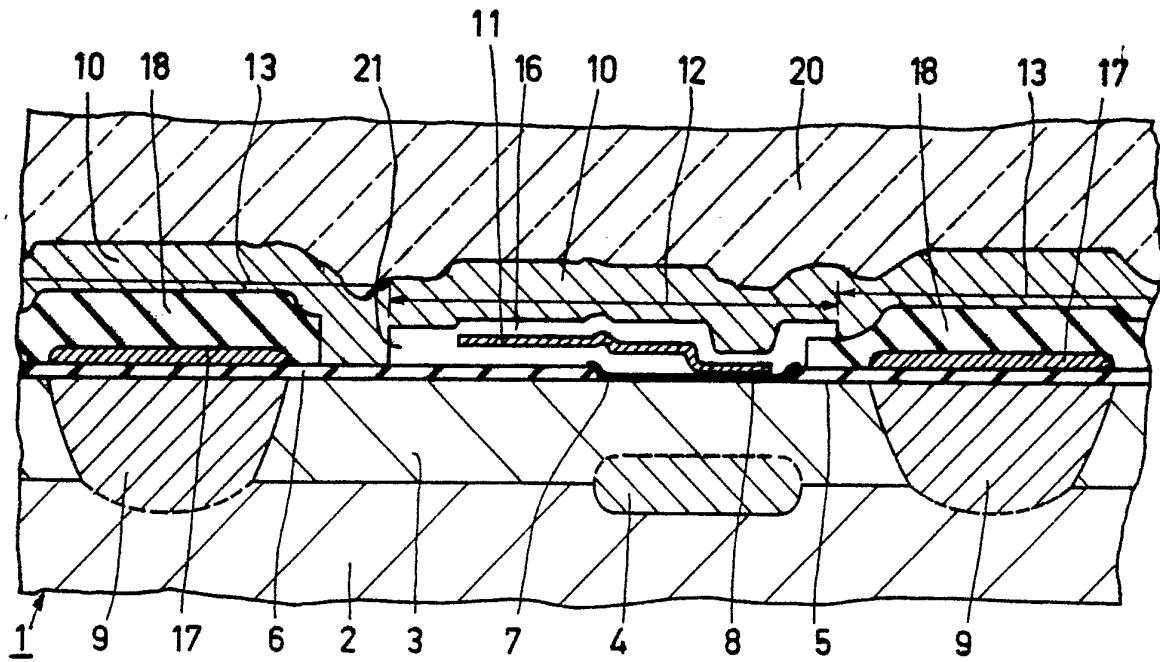


FIG. 8

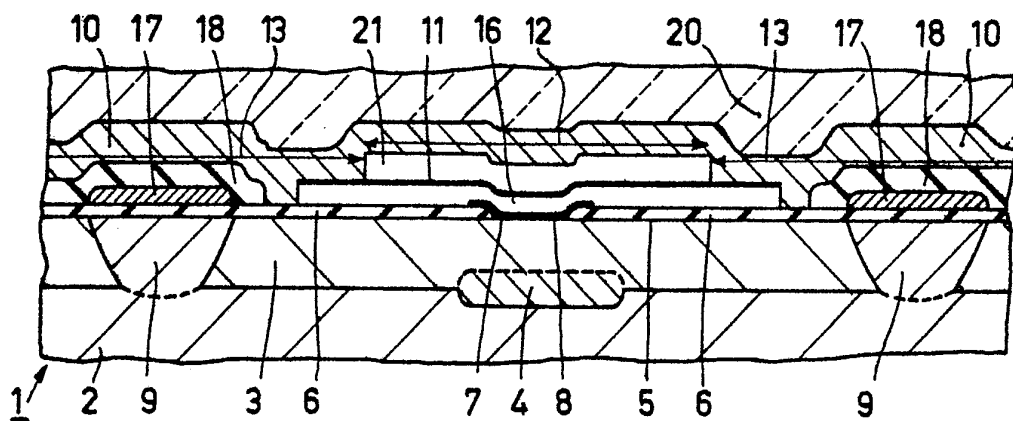
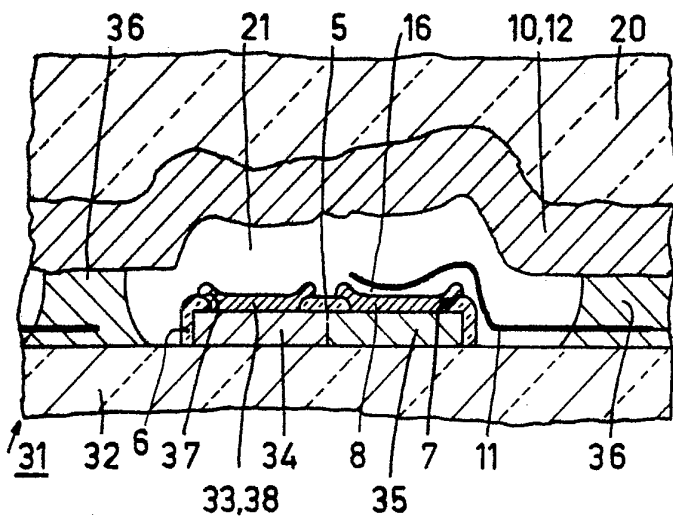
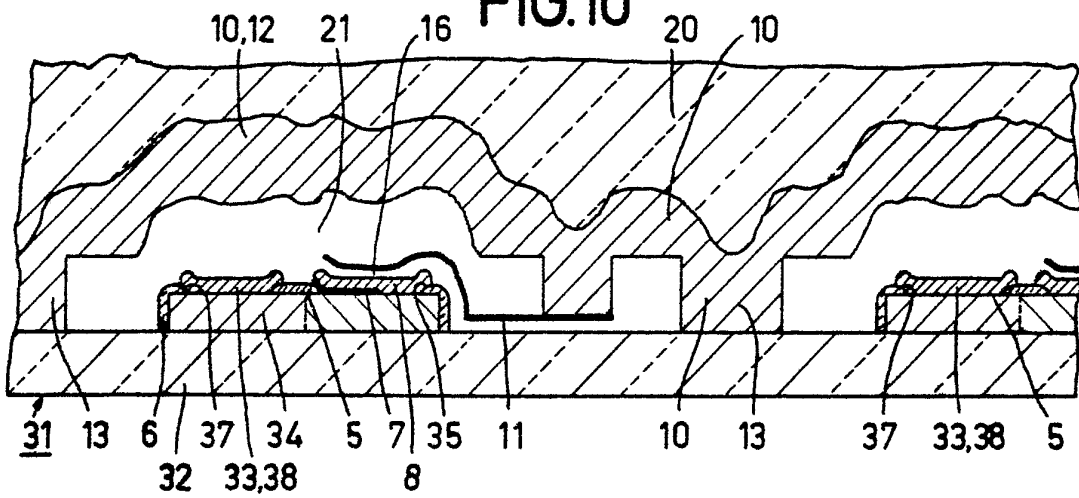
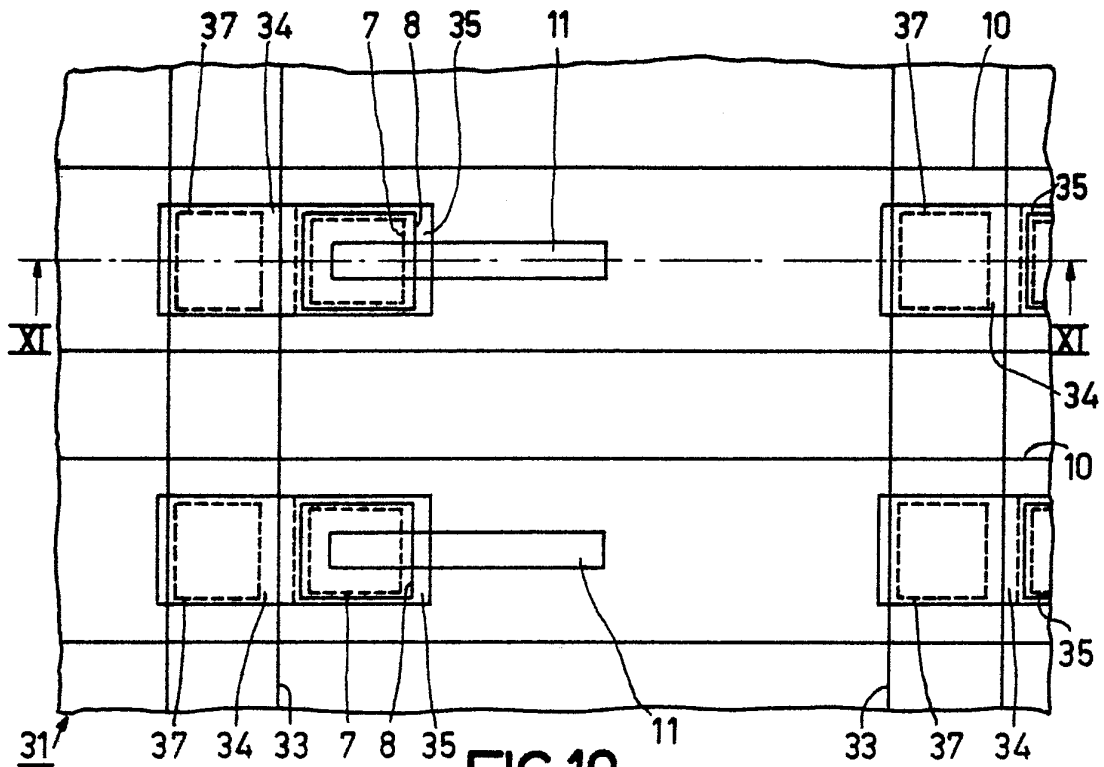


FIG. 9

4/4



8002635

4-IV-PHN 9740