



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8301331**

Nederland

⑲ NL

---

- ⑤4 **Halfgeleiderinrichting voor het opwekken of versterken van  
electromagnetische straling en werkwijze ter vervaardiging daarvan.**
- ⑤1 Int.Cl<sup>3</sup>: H01S 3/19.
- 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. 8301331.
- ②2 Ingediend 15 april 1983.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

- 
- ④3 Ter inzage gelegd 1 november 1984.

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.

"Halfgeleiderinrichting voor het opwekken of versterken van electromagnetische straling en werkwijze ter vervaardiging daarvan".

De uitvinding heeft betrekking op een halfgeleiderinrichting voor het opwekken of versterken van electromagnetische straling met een halfgeleiderlichaam bevattende een hooggedoteerd halfgeleidend substraat van een eerste geleidingstype dat een praktisch vlak oppervlak met ten  
5 minste één strookvormige verhoging heeft, een op het substraat aan weers-  
zijden van de verhoging gelegen blokkerend halfgeleidergebied van het  
tweede, tegengestelde geleidingstype, een met het blokkerende gebied een  
pn-overgang vormend passief laagvormig halfgeleidergebied van het eerste  
geleidingstype, een daarop gelegen dunne actieve halfgeleiderlaag, een op  
10 de actieve laag gelegen passieve halfgeleiderlaag van het tweede geleidings-  
type, waarbij de actieve laag voor de genoemde straling een hogere brekings-  
index heeft dan de aangrenzende passieve halfgeleidergebieden, en contact-  
lagen die electrisch geleidend verbonden zijn met de passieve laag van  
het tweede geleidingstype en met het substraat.

15 De uitvinding heeft voorts betrekking op een werkwijze ter ver-  
vaardiging van de halfgeleiderinrichting.

Een halfgeleiderinrichting met de hierboven beschreven structuur is bekend uit het artikel van H.Blauvelt et al in Applied Physics Letters, Vol.41 No. 10, 15 November 1982 p.903-905. De daarin beschreven inrichting  
20 is een halfgeleiderlaser, waarbij het strookvormige actieve gebied binnen  
de actieve laag althans voor een belangrijk deel bepaald wordt door een  
begraven blokkerend gebied met een geleidingstype tegengesteld aan dat  
van het aangrenzende halfgeleidermateriaal. Dit heeft bepaalde voordelen  
ten opzichte van dubbele hetero-overgangs (DH-)lasers waarbij het strook-  
25 vormige actieve gebied van buitenaf, bijvoorbeeld door een spleet in een  
oxydelaag of door middel van een protonenbombardement wordt bepaald. Zo  
is onder meer de drempelstroom in het algemeen lager dan die van DH-lasers  
met meer conventionele "stripe"-structuur.

Een belangrijk nadeel van de laserstructuur volgens bovengenoemde  
30 publicatie in Applied Physics Letters is echter, dat daarbij het op de  
blokkeringslaag en de substraatverhoging aangegroeide passieve laagvormige  
gebied van het eerste geleidingstype niet homogeen van dikte en tevens  
zeer dun kan zijn, terwijl onder meer ter voorkoming van te grote stroom-

8301331

spreiding vaak een zeer geringe dikte van dit passieve gebied gewenst is. Dit komt doordat tengevolge van het toegepaste procédé de blokkeringslaag in de buurt van de substraatverhoging zeer sterk in dikte varieert, waardoor de daarop aangegroeide passieve laag van het eerste geleidingstype  
5 pas bij relatief grote dikte in de omgeving van de mesavormige substraatverhoging een nagenoeg vlak bovenoppervlak vertoont. Dit laatste is wenselijk om een eveneens praktisch vlakke actieve laag te verkrijgen, wat met het oog op onder meer de stabiliteit van de laserkarakteristieken, de symmetrie van de lichtverdeling en in verband met een regelmatige aangroei-  
10 ing vaak de voorkeur verdient.

Een verder nadeel van de bekende inrichting is, dat deze niet met behulp van één ononderbroken aangroeiproces kan worden gerealiseerd, aangezien ten behoeve van een terugoplos- ("melt back")-proces het aangroei-proces moet worden onderbroken.

15 Hiermee hangt samen het feit, dat bij een halfgeleiderinrichting volgens genoemde publicatie de breedte van de "mesa" of substraatverhoging zeer gering moet zijn aangezien het genoemde terugoplossingsproces zeer kritisch is, en bij bredere mesa's tot onregelmatigheden kan leiden. Dergelijke zeer smalle mesa's leiden tot hoge locale stroomdichtheden en een  
20 hogere serieweerstand.

De onderhavige uitvinding beoogt onder meer, een halfgeleiderinrichting voor het opwekken of versterken van electromagnetische straling met een begraven blokkerend gebied te verschaffen, waarbij de passieve laag aan de substraatzijde dun kan zijn en geen beperking aan de breedte  
25 van de substraatverhoging behoeft te worden opgelegd, terwijl de gehele lagenstructuur in één ononderbroken groeiproces kan worden gerealiseerd.

De uitvinding beoogt voorts een zeer geschikte werkwijze te verschaffen ter vervaardiging van een dergelijke halfgeleiderinrichting.

De uitvinding berust onder meer op het inzicht, dat het beoogde  
30 doel bereikt kan worden door op geschikte plaatsen een diffusiegebied in de structuur op te nemen.

Een halfgeleiderinrichting van de in de aanhef beschreven soort is volgens de uitvinding daardoor gekenmerkt, dat op het substraat en over de verhoging heen een blokkeringslaag van het tweede geleidingstype is  
35 aangebracht, dat het passieve laagvormige gebied een op de blokkeringslaag aangebrachte passieve laag van het eerste geleidingstype bevat, en dat het blokkerende gebied wordt begrensd door een vanuit althans de passieve laag van het eerste geleidingstype in de blokkeringslaag gediffun-

deerde zone van het eerste geleidingstype, die de passieve laag van het eerste geleidingstype met de verhoging verbindt.

Doordat het contact tussen de passieve laag van het eerste geleidingstype en het substraat in hoofdzaak tot stand gebracht wordt door een althans vanuit deze passieve laag in de blokkeringslaag gediffundeerde zone van het eerste geleidingstype kan de blokkeringslaag over de substraatverhoging heen worden aangegroeid zonder dat het aangroeiproces behoeft te worden onderbroken voor een terugoplossingsstap.

Volgens een belangrijke voorkeursuitvoering heeft de blokkeringslaag een praktisch constante dikte over een afstand van ten minste twee maal, bij voorkeur ten minste vijf maal de breedte van de bovenzijde van de verhoging, aan weerszijden daarvan. Hierdoor kan de passieve laag van het eerste geleidingstype desgewenst zeer dun zijn, en is er geen bezwaar tegen het toepassen van relatief brede mesavormige substraatverhogingen.

De passieve laag van het eerste geleidingstype kan bestaan uit halfgeleidermateriaal van dezelfde samenstelling als dat van de blokkerende laag. In de meeste gevallen zal echter het halfgeleidermateriaal van deze beide lagen, behalve in geleidingstype, ook in samenstelling verschillen teneinde een zo optimaal mogelijke combinatie van elektrische en elektro-optische karakteristieken te verkrijgen.

De strookvormige verhoging van het substraat kan lineair, doch voor bepaalde toepassingen ook bijvoorbeeld vertakt of gebogen en/of variabel in hoogte en/of breedte zijn, met name wanneer de inrichting voor het versterken en/of geleiden van een electromagnetische stralingsbundel wordt gebruikt.

Volgens een belangrijke voorkeursuitvoering bevat de strookvormige verhoging van het substraat een in de lengterichting daarvan lopende groef, waarvan de diepte bij voorkeur kleiner is dan de hoogte van de substraatverhoging boven het overige deel van het substraattooppervlak. De groef, die bij voorkeur V-vormig is heeft met voordeel een zodanige diepte dat het daarbinnen gelegen deel van de blokkeringslaag geheel door de gediffundeerde zone van het eerste geleidingstype wordt opgevuld. Een laser met deze structuur is index-guided.

De halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding kan uit willekeurige geschikte halfgeleidermaterialen zijn opgebouwd. Met voordeel echter bestaan alle halfgeleidergebieden uit halfgeleidermateriaal met de samenstelling  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ , waarbij  $0 \leq x \leq 1$ . Als doteringsstof voor het substraat en voor de passieve laag van het eerste (in dit geval dus p-) ge-

leidingstype wordt dan bij voorkeur zink, magnesium of beryllium gebruikt, die alle snel diffunderen en hoge doteringsconcentraties mogelijk maken. Bovendien wordt in dit geval om voldoende hoge doteringsconcentraties te verkrijgen althans een der n-type geleidende gebieden met telluur of selenium gedoteerd.

De uitvinding heeft ook betrekking op een zeer geschikte werkwijze voor het vervaardigen van de inrichting. Deze heeft het kenmerk, dat een hooggedoteerd halfgeleidersubstraat van een eerste geleidingstype door middel van een etsproces voorzien wordt van een praktisch vlak oppervlak dat plaatselijk ten minste een strookvormige verhoging vertoont, dat op dit oppervlak en op de verhoging door epitaxiaal aangroeien een halfgeleidende blokkeringslaag van het tweede, tegengestelde geleidingstype wordt aangebracht, dat daarop epitaxiaal een passieve halfgeleiderlaag van het eerste geleidingstype wordt aangegroeid, dat vervolgens op deze passieve laag een dunne actieve halfgeleiderlaag wordt aangegroeid waarna op deze actieve laag een passieve halfgeleiderlaag van het tweede geleidingstype wordt aangegroeid, waarbij het gehele epitaxiale aangroeiingsproces zonder onderbreking plaatsvindt en tijdens het aangroeien de doteringsstof vanuit het aangrenzende halfgeleidermateriaal van het eerste geleidingstype in de blokkeringslaag diffundeert en daar een gediffundeerde zone van het eerste geleidingstype vormt die de passieve laag van het eerste geleidingstype met de genoemde verhoging verbindt.

De uitvinding zal nu nader worden beschreven aan de hand van enkele uitvoeringsvoorbeelden en de tekening, waarin

Figuur 1 gedeeltelijk in perspectief en gedeeltelijk schematisch in dwarsdoorsnede een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding toont,

Figuur 2 en 3 schematisch dwarsdoorsneden door de halfgeleiderinrichting van Figuur 1 tonen in opeenvolgende stadia van vervaardiging,

Figuur 4 schematisch in dwarsdoorsnede een andere halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding toont, en

Figuur 5 en 6 varianten van de inrichting volgens Figuur 1-3 weergeven.

De figuren zijn schematisch en niet op schaal getekend, waarbij in het bijzonder de afmetingen in de dikterichting sterk zijn overdreven. Overeenkomstige delen zijn in het algemeen met dezelfde verwijzingscijfers aangeduid. Halfgeleidergebieden van hetzelfde geleidingstype zijn in dwarsdoorsnede in dezelfde richting gearceerd.

Figuur 1 toont gedeeltelijk in dwarsdoorsnede en gedeeltelijk

in perspectief een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding. In dit voorbeeld is de inrichting een halfgeleiderlaser die electromagnetische straling in een coherente bundel met een golflengte (in lucht) van ongeveer 780 nm kan uitzenden.

De inrichting bevat een halfgeleiderlichaam met een substraat 1 van een eerste geleidingstype, hier het p-geleidingstype. Het substraat 1 is in dit voorbeeld van met zink gedoteerd p-type galliumarsenide, met een (100)-oriëntatie en een dotering van  $10^{18}$  zinkatomen per  $\text{cm}^3$ . Het substraat heeft een dikte van ongeveer  $80\text{ }\mu\text{m}$ , en heeft een praktisch vlak oppervlak 2 met een strookvormige verhoging 3 die in de vorm van een mesa met een hoogte van ongeveer  $1,8\text{ }\mu\text{m}$  boven het oppervlak 2 uitsteekt. De bovenzijde van de verhoging 3 is ongeveer  $2\text{ }\mu\text{m}$  breed.

Op het substraat bevindt zich verder een aan weerszijden van de verhoging 3 gelegen blokkerend halfgeleidergebied 4 van het tweede, tegen-  
gestelde (hier dus n-) geleidingstype. Verder zijn aanwezig een met het  
blokkerende n-type gebied 4 een pn-overgang 5 vormend passief langvormig  
halfgeleidergebied (6,7) van het eerste, p-geleidingstype, een daarop ge-  
legen dunne actieve halfgeleiderlaag 8, en een op de actieve laag 8 ge-  
legen passieve halfgeleiderlaag 9 van het tweede, n-geleidingstype. Daarbij  
heeft de actieve laag 8 voor de genoemde straling een hogere brekingsin-  
dex dan de aangrenzende passieve halfgeleidergebieden 6 en 9. Een metalen  
(cathode) contactlaag 11 is via een hooggedoteerde n-type geleidende top-  
laag 10 electrisch geleidend verbonden met de passieve laag 9, en een me-  
talen (anode) contactlaag 12 is electrisch verbonden met het substraat 1.

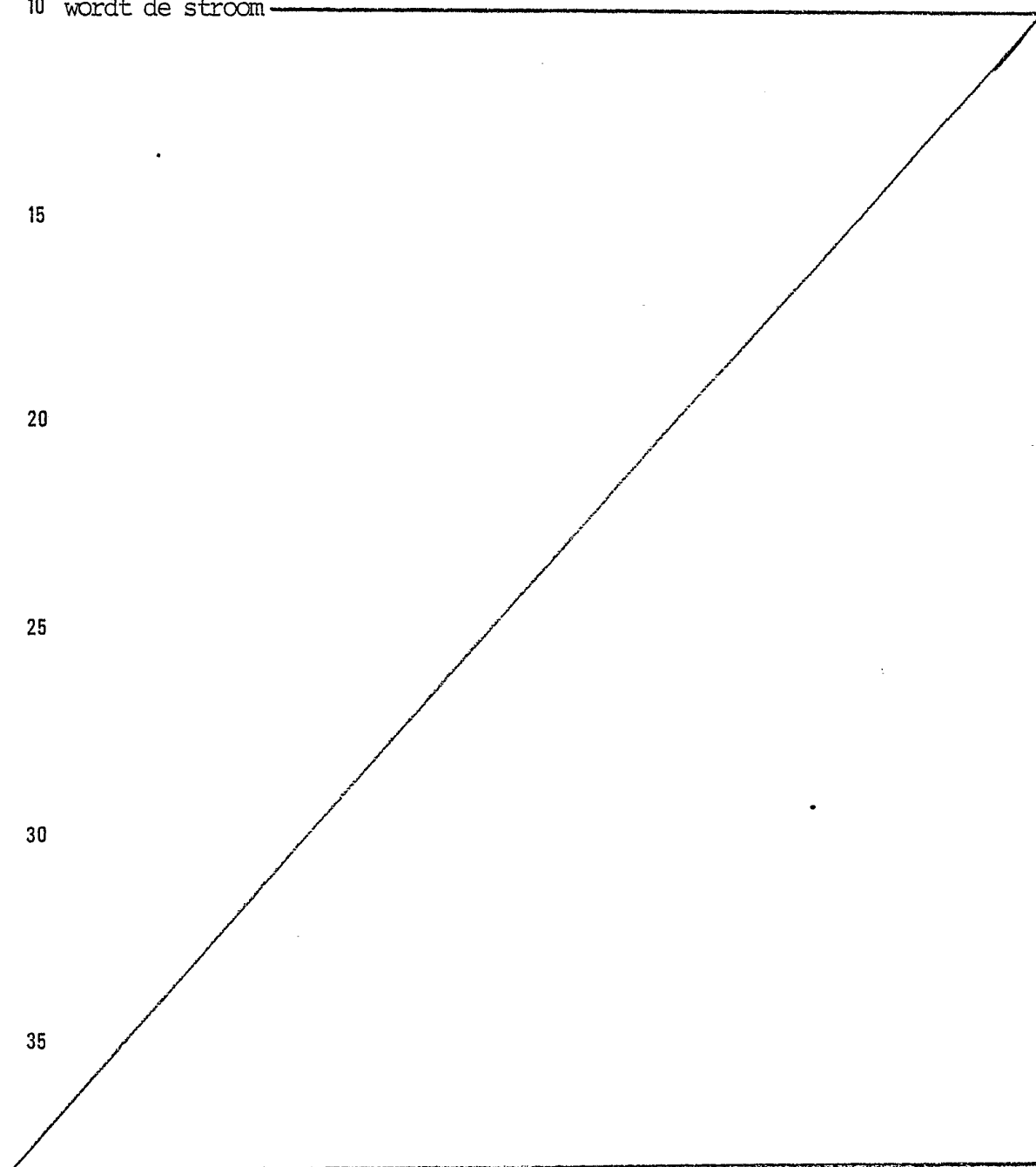
Volgens de uitvinding is op het substraat 1 en over de verho-  
ging 3 heen een blokkeringslaag 14 van het tweede, n-geleidingstype aan-  
gebracht. Op deze laag 14 is een passieve laag 6 van het eerste, p-gelei-  
dingstype aangebracht, die tot het eerder genoemde passieve gebied (6,7)  
behoort. Het blokkerende n-type gebied 4 wordt volgens de uitvinding be-  
grensd door een in dit voorbeeld vanuit zowel het substraat 1 als de pas-  
sieve laag 6 in de blokkeringslaag 14 gediffundeerde p-type zone 7, waar-  
bij deze zone 7 de passieve laag 6 met de verhoging 3 verbindt.

De in dit voorbeeld gebruikte dikte en samenstelling van de di-  
verse lagen is als volgt:

| Laag | Samenstelling                             | Type         | Dikte ( $\mu\text{m}$ ) | Dotering ( $\text{cm}^3$ ) |
|------|-------------------------------------------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| 1    | GaAs                                      | $\text{P}^+$ | 80                      | $10^{18}$ Zn               |
| 4    | $\text{Al}_{0,3}\text{Ga}_{0,7}\text{As}$ | N            | 2                       | $5 \times 10^{17}$ Te      |

| Laag | Samenstelling                               | Type         | Dikte ( $\mu\text{m}$ ) | Dotering ( $\text{cm}^3$ ) |
|------|---------------------------------------------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| 6    | $\text{Al}_{0,5}\text{Ga}_{0,5}\text{As}$   | P            | 1                       | $3 \times 10^{18}$ Mg      |
| 8    | $\text{Al}_{0,15}\text{Ga}_{0,85}\text{As}$ |              | 0,1                     | ongedoteerd                |
| 9    | $\text{Al}_{0,5}\text{Ga}_{0,5}\text{As}$   | N            | 2                       | $1,5 \times 10^{18}$ Te    |
| 5 10 | GaAs                                        | $\text{N}^+$ | 0,5                     | $3 \times 10^{18}$ Te      |

De begrenzingsvlakken van het kristal staan loodrecht op de lengterich-  
ting van de mesavormige substraatverhoging 3. Het zijn splijtvlakken die  
tevens de "spiegelvlakken" vormen welke de resonantieruimte vormen voor  
de laser. Door het n-type geleidende deel 4 van de blokkeringslaag 14  
10 wordt de stroom



8301331

door de actieve laag 8 heen beperkt tot een strookvormig actief gebied dat boven de verhoging 3 is gelegen, en bij geringe dikte van de passieve laag 6 slechts weinig breder is dan deze verhoging. De bovenste contactlaag 11 kan zoals in dit voorbeeld de gehele toplaag 10 bedekken, hetgeen de vervaardiging belangrijk vereenvoudigt. Bovendien bevordert dit, wanneer zoals gebruikelijk de laser met de contactlaag 11 op een koelplaat wordt aangebracht, een efficiënte en regelmatige koeling. Desgewenst kan echter ook de contactlaag 11 zo worden aangebracht dat alleen een strookvormig gebied boven de substraatverhoging 3 gecontacteerd wordt.

De halfgeleiderlaser volgens bovenstaand voorbeeld kan volgens de uitvinding op de volgende wijze worden vervaardigd.

Uitgegaan wordt (zie Fig. 2) van een ongeveer  $300\text{ }\mu\text{m}$  dik substraat van p-type galliumarsenide met een (100) oriëntatie, een dotering van  $10^{18}$  zinkatomen per  $\text{cm}^3$  en een bovenoppervlak 2 dat voorzien is van een door maskeren en etsen verkregen plaatselijke mesa-vormige verhoging 3 in de vorm van een langgerekte strook in de  $\langle 011 \rangle$  richting. De breedte van de verhoging 3 bedraagt aan de onderzijde ongeveer  $6\text{ }\mu\text{m}$  en aan de bovenzijde ongeveer  $2\text{ }\mu\text{m}$ . Opgemerkt wordt dat op één GaAs-plaat een groot aantal mesa's 3 aanwezig is waarop een even groot aantal laserstructuren wordt aangegroeid. Ter vereenvoudiging echter wordt aan de hand van de figuren de vervaardiging van slechts één dezer structuren geïllustreerd.

Op dit substraat 1 wordt door epitaxiaal aangroeien vanuit de vloeibare fase volgens gebruikelijke technieken een met telluur gedoteerde n-type geleidende blokkeringslaag 14 van aluminium-galliumarsenide met de samenstelling  $\text{Al}_{0,3}\text{Ga}_{0,7}\text{As}$  met een dikte van ongeveer  $2\text{ }\mu\text{m}$  neergeslagen. Daarbij wordt de dikte van de laag 14 op de verhoging 3 aanzienlijk kleiner dan naast de verhoging, bijvoorbeeld  $0,2\text{ }\mu\text{m}$  tegenover  $2\text{ }\mu\text{m}$ . Dit hangt onder meer af van het aangegroeide materiaal, en is in het onderhavige voorbeeld mogelijk met lagen van de samenstelling  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  waarin  $0,1 < x < 0,8$  is. De laag 14 is in dit voorbeeld tot op ongeveer  $12\text{ }\mu\text{m}$  vanaf de verhoging 3 vrijwel constant van dikte, en neemt op grotere afstand iets af, tot een dikte van ongeveer  $1,5\text{ }\mu\text{m}$ .

Zonder de halfgeleiderplaat uit de aangroei-apparatuur te verwijderen worden nu achtereenvolgens (zie Fig. 3) de lagen 6, 8, 9 en 10 met de hierboven vermelde samenstelling, dikte en dotering aangegroeid. De laag 6 is daarbij gedoteerd met een snel diffunderende acceptor zoals zink, magnesium of beryllium. Tijdens dit aangroeiproces en een zo nodig daarop volgende naverhitting diffundeert de doteringsstof uit de laag 6



en uit substraat 1 over zekere afstand (in Fig. 3 aangegeven met stippellijnen) in de blokkeringslaag 14. De vanuit de laag 6 gediffundeerde p-type zone 7 sluit daarbij aan op de p-type geleidende substraatverhoging 3. Het in Figuur 1 aangegeven deel van de laser ligt tussen de lijnen AA' en BB' van de figuren 2 en 3. Het overblijvende n-type deel van de laag 14 vormt het blokkerende gebied 4.

Dit aangroeien kan dus in een doorlopend proces worden gedaan waarbij, na het inbrengen van het substraat 1 in de aangroei-apparatuur, het aangroeien niet meer behoeft te worden onderbroken voor terugoplossen van de mesa of anderszins. Dit levert een eenvoudig proces waarbij tijdens het aangroeien automatisch het contact tussen de laag 6 en de verhoging 3 dóór de laag 14 heen wordt tot stand gebracht.

Na beëindiging van het aangroeiproces wordt het substraat 1 door slijpen en etsen dunner gemaakt, tot een uiteindelijke dikte van  $80\text{ }\mu\text{m}$  voor het substraatdeel buiten de verhoging 3 is bereikt.

Daarna worden de metaallagen 11 en 12 aangebracht, waarna door krassen en breken de splijtvlakken worden gevormd waardoor de plaat in afzonderlijke lasers wordt verdeeld en de genoemde spiegelvlakken worden verkregen.

De aldus gevormde laser heeft uitstekende elektrische en electro-optische eigenschappen. De golflengte bedraagt ongeveer  $780\text{ nm}$ . De startstroom is relatief laag, ongeveer  $70\text{ mA}$  bij  $30^{\circ}\text{C}$ , en verandert zelfs na 500 uur continubedrijf bij  $5\text{ mW}$  vermogen per spiegelvlak bij  $60^{\circ}\text{C}$  vrijwel niet bij het merendeel van de vervaardigde exemplaren. De drempelspanning bedraagt  $1,9\text{ Volt}$ . De laser is van het "gain-guided" type waarbij het actieve gebied waarbinnen de straling wordt gegenereerd zijwaarts beperkt wordt door het profiel van de versterking, welke maximaal is boven het midden van de mesa-vormige substraatverhoging 3.

In Figuur 4 is schematisch in dwarsdoorsnede een belangrijke voorkeursuitvoering van de halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding weergegeven. Bij deze voorkeursuitvoering is in de substraatverhoging 3, die zich ook hier weer loodrecht op het vlak van de tekening uitstrekt, een V-vormige groef 20 in de lengterichting aangebracht. De totale breedte van de bovenzijde van de verhoging 3 bedraagt hier ongeveer  $5\text{ }\mu\text{m}$ , de diepte van de groef 20 bedraagt  $1\text{ }\mu\text{m}$  en is kleiner dan de hoogte van de verhoging 3 boven het substraattooppervlak 2, welke ongeveer  $2,3\text{ }\mu\text{m}$  bedraagt. De dikte van het substraat bedraagt  $80\text{ }\mu\text{m}$ , die van de lagen 4 (tussen vlakken 2 en 13) en de lagen 6, 8, 9 en 10 respectievelijk  $2,5\text{ }\mu\text{m}$ ,  $0,2\text{ }\mu\text{m}$ ,

0,1  $\mu\text{m}$ , 2  $\mu\text{m}$ , en 0,5  $\mu\text{m}$ . De samenstelling van de laag 4 is in dit voorbeeld  $\text{Al}_{0,4}\text{Ga}_{0,6}\text{As}$ ; de andere lagen hebben dezelfde samenstelling als in het voorafgaande voorbeeld.

De laser volgens Figuur 4 is index-guided, dat wil zeggen dat het actieve gebied waar straling wordt gegenereerd zich in de actieve laag boven de groef 20 bevindt, en zijdelings beperkt wordt door een verandering in de effectieve brekingsindex, teweegebracht door de delen van de verhoging 3 aan weerszijden van de groef 20.

Het halfgeleidermateriaal binnen de groef 20 is in dit voorbeeld door diffusie vanuit de laag 6 en vanuit het substraat 1 geheel p-type geleidend geworden. Dit is meestal gewenst in verband met een ongehinderde stroomgeleiding, ofschoon een klein niet-geconverteerd gebiedje binnen de groef onder omstandigheden kan worden getolereerd.

De halfgeleiderlaser volgens Figuur 4 kan, na het etsen van de groef 20 in de verhoging 3, op dezelfde wijze worden vervaardigd als de laser volgens Fig. 1-3.

In de beschreven voorbeelden vond de diffusie in de blokkeringslaag 14 in hoofdzaak vanuit de passieve laag 6, en in mindere mate vanuit het substraat plaats. Dit behoeft echter niet het geval te zijn. Zo kan de diffusie, afhankelijk van de gebruikte doteringsstoffen, ook vrijwel alléén vanuit de passieve laag 6 (zie Figuur 5), of in hoofdzaak vanuit het substraat en in mindere mate vanuit de passieve laag 6 (zie Figuur 6) plaatsvinden.

Binnen het kader van de uitvinding zijn voor de vakman vele varianten mogelijk. In de beschreven voorbeelden bestaan de blokkerende laag 4 en de passieve laag 6 uit verschillend materiaal. Deze lagen kunnen echter ook uit hetzelfde materiaal bestaan, hetgeen soms gewenst is ter vereenvoudiging van het aangroeiproces. Om het gedrag van de laser zo goed mogelijk te optimaliseren zullen deze lagen echter meestal van samenstelling verschillen.

Wanneer de spiegelvlakken worden weggelaten kan de beschreven inrichting ter versterking van een er op invallende stralingsbundel gebruikt worden, en bijvoorbeeld als zodanig in geïntegreerde optica worden toegepast. De vorm van de strookvormige substraatverhoging behoeft niet lineair te zijn; deze kan ook een scheve, vertakte of gebogen vorm hebben, en kan ook over zijn lengte in hoogte en/of in breedte variëren.

De groef 20 behoeft niet V-vormig te zijn maar kan ook bijvoorbeeld een vlakke bodem hebben. Verder kunnen in plaats van galliumarsenide

en aluminium-galliumarsenide andere voor laserstructuren geschikte half-geleidermaterialen zoals bijvoorbeeld indiumphosphide wordentoegepast. Wanneer halfgeleidermaterialen worden gekozen waarvoor snel diffunderende donorverontreinigingen bekend zijn, kunnen ook <sup>de</sup> geleidingstypen van de  
5 verschillende lagen (alle tegelijk) worden omgekeerd. Ook de dikten van de diverse lagen en de afmetingen van de substraatverhoging en de groef kunnen al naar behoefte worden gevarieerd. In het voorbeeld van Figuur 4 kunnen naast elkaar meerdere groeven 20 worden aangebracht, waardoor meerdere naast elkaar gelegen stralingsbundels kunnen worden opgewekt of ver-  
10 sterkt.

15

20

25

30

35

830 133 1

Conclusies:

1.       Halfgeleiderinrichting voor het opwekken of versterken van elektromagnetische straling met een halfgeleiderlichaam bevattende een hooggedoteerd halfgeleidend substraat van een eerste geleidingstype dat een praktisch vlak oppervlak met ten minste één strookvormige verhoging heeft,  
5 een op het substraat aan weerszijden van de verhoging gelegen blokkerend halfgeleidergebied van het tweede, tegengestelde geleidingstype, een met het blokkerende gebied een pn-overgang vormend passief laagvormig halfgeleidergebied van het eerste geleidingstype, een daarop gelegen dunne actieve halfgeleiderlaag, een op de actieve laag gelegen passieve halfgeleiderlaag van het tweede geleidingstype, waarbij de actieve laag voor  
10 de genoemde straling een hogere brekingsindex heeft dan de aangrenzende passieve halfgeleidergebieden, en contactlagen die elektrisch geleidend verbonden zijn met de passieve laag van het tweede geleidingstype en met het substraat, met het kenmerk, dat op het substraat en over de verhoging  
15 heen een blokkeringslaag van het tweede geleidingstype is aangebracht, dat het passieve laagvormige gebied een op de blokkeringslaag aangebrachte passieve laag van het eerste geleidingstype bevat, en dat het blokkerende gebied wordt begrensd door een vanuit althans de passieve laag van het eerste geleidingstype in de blokkeringslaag gediffundeerde zone van  
20 het eerste geleidingstype, die de passieve laag van het eerste geleidingstype met de verhoging verbindt.
2.       Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de blokkeringslaag een praktisch constante dikte heeft over een afstand van ten minste tweemaal de breedte van de bovenzijde van de verhoging,  
25 aan weerszijden daarvan.
3.       Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de blokkeringslaag een praktisch constante dikte heeft over een afstand van tenminste vijfmaal de breedte van de bovenzijde van de verhoging, aan weerszijden daarvan.
- 30 4.       Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat de passieve halfgeleiderlaag van het eerste geleidingstype bestaat uit een halfgeleidermateriaal met een andere samenstelling dan de blokkeringslaag.
5.       Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies met  
35 het kenmerk, dat de strookvormige verhoging van het substraat een in de lengterichting lopende groef bevat.
6.       Halfgeleiderinrichting volgens conclusies met het kenmerk, dat de diepte van de groef kleiner is dan de hoogte van de verhoging boven het

8301331

overige deel van het substraatooppervlak.

7.       Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 5 of 6 met het kenmerk, dat de groef V-vormig is.

8.       Halfgeleiderinrichting volgens conclusies 5,6 of 7, met het kenmerk dat, het halfgeleidermateriaal van de blokkeringslaag binnen de groef geheel door de gediffundeerde zone van het eerste geleidingstype is opgevuld.

9.       Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies met het kenmerk, dat het substraat p-type geleidend is en dat alle halfgeleidergebieden de samenstelling  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  hebben, waarbij  $0 \leq x \leq 1$ .

10.       Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 9 met het kenmerk, dat het substraat en de passieve halfgeleiderlaag van het eerste geleidingstype een doteringsstof uit de groep van zink, magnesium en beryllium bevatten.

11.       Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 9 of 10, met het kenmerk, dat althans een der n-type geleidende gebieden met een doteringsstof uit de groep van telluur en seleen gedoteerd is.

12.       Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat aan de zijde van de passieve laag van het tweede geleidingstype een electrodelaag met praktisch het gehele onderliggende halfgeleideroppervlak contact maakt.

13.       Werkwijze ter vervaardiging van een halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat een hooggedoteerd halfgeleidersubstraat van een eerste geleidingstype door middel van een etsproces voorzien wordt van een praktisch vlak oppervlak dat plaatselijk tenminste een strookvormige verhoging vertoont, dat op dit oppervlak en op de verhoging door epitaxiaal aangroeien een halfgeleidende blokkeringslaag van het tweede, tegengestelde geleidingstype wordt aangebracht, dat daarop epitaxiaal een passieve halfgeleiderlaag van het eerste geleidingstype wordt aangegroeid, dat vervolgens op deze passieve laag een dunne actieve halfgeleiderlaag wordt aangegroeid waarna op deze actieve laag een passieve halfgeleiderlaag van het tweede geleidingstype wordt aangegroeid, waarbij het gehele epitaxiale aangroeiingsproces zonder onderbreking plaatsvindt en tijdens het aangroeien de doteringsstof vanuit het aangrenzende halfgeleidermateriaal van het eerste geleidingstype in de blokkeringslaag diffundeert en daar een gediffundeerde zone van het eerste geleidingstype vormt die de passieve laag van het eerste geleidingstype met de genoemde verhoging verbindt.

14. Werkwijze volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat het substraat p-type geleidend is en dat alle halfgeleidergebieden de samenstelling  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  hebben, waarbij  $0 \leq x \leq 1$ .
15. Werkwijze volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat het substraat en de passieve laag van het eerste geleidingstype met een doteringsstof uit de groep van zink, magnesium en beryllium gedoteerd worden.
16. Werkwijze volgens conclusie 14 of 15, met het kenmerk, dat althans één der n-type geleidende gebieden met een doteringsstof uit de groep van telluur en seleen gedoteerd wordt.
17. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat alvorens de blokkeringslaag aan te groeien de verhoging door etsen voorzien wordt van een in de lengterichting lopende groef, en dat tijdens het aangroeiproces het halfgeleidermateriaal van de blokkeringslaag binnen de groef door diffusie vanuit het aangrenzende halfgeleidermateriaal van het eerste geleidingstype geheel tot het eerste geleidingstype wordt geconverteerd.

20

25

30

35

8301331

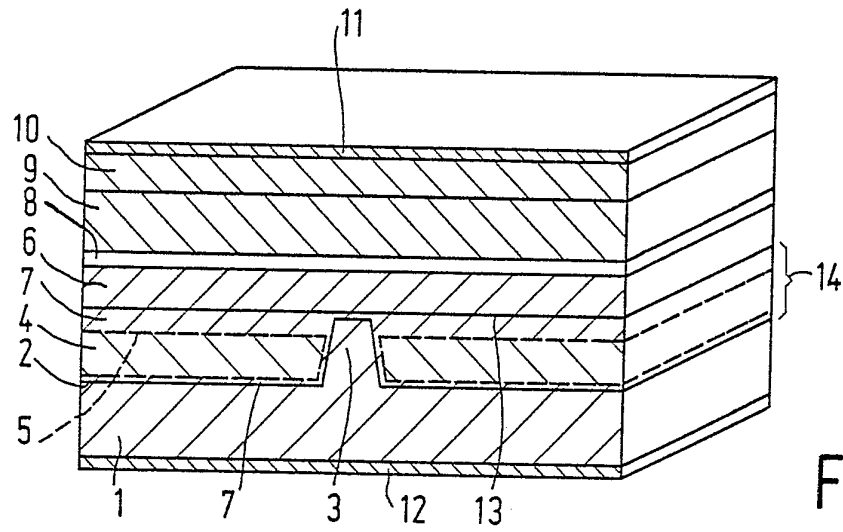


FIG. 1

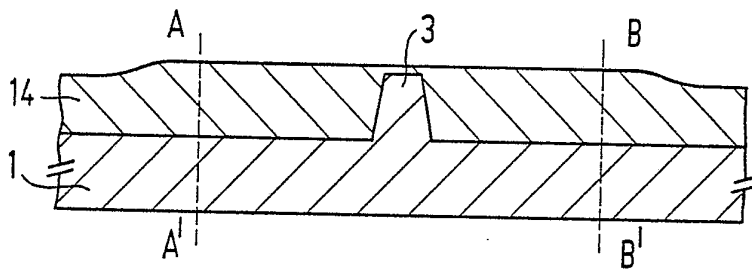


FIG. 2

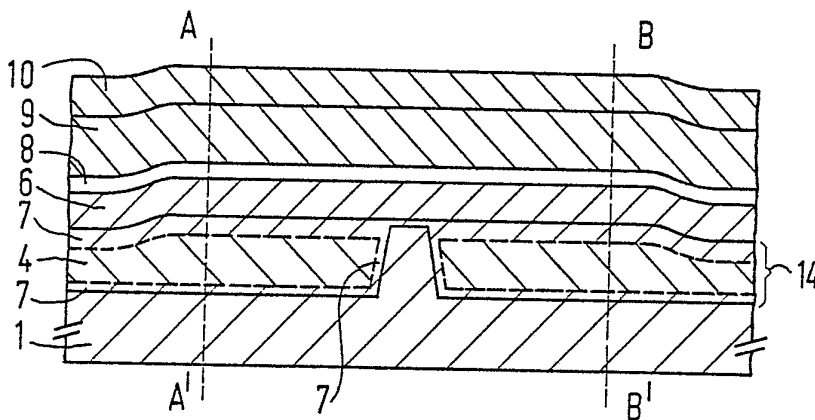


FIG. 3

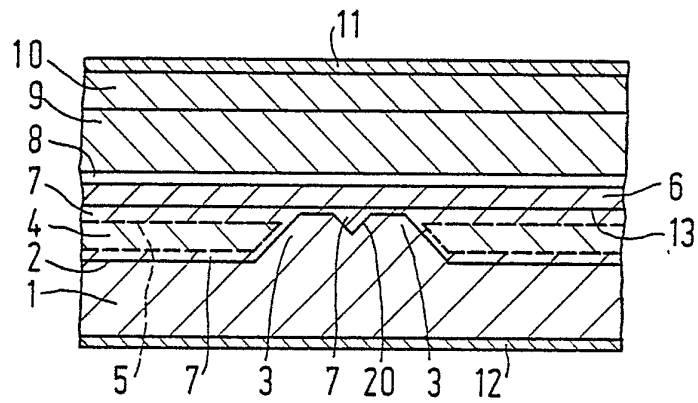


FIG.4

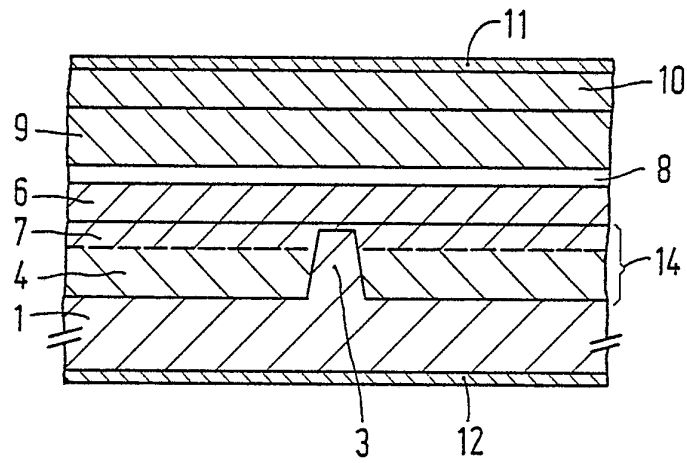


FIG.5

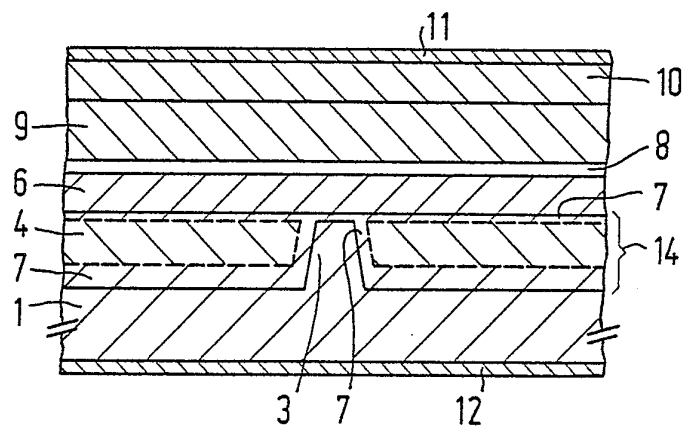


FIG.6