



MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

PUBLIKATIENUMMER : 1007283A3
INDIENINGSNUMMER : 09300718
Internat. klassif. : H01L
Datum van verlening : 09 Mei 1995

De Minister van Economische Zaken,

Gelet op de wet van 28 Maart 1984 op de uitvindingsoctrooien
inzonderheid artikel 22;

Gelet op het Koninklijk Besluit van 2 December 1986, betreffende het aanvragen,
verlenen en in stand houden van uitvindingsoctrooien, inzonderheid artikel 28;

Gelet op het proces-verbaal opgesteld door de Dienst voor Industriële Eigendom op
12 Juli 1993 te 10u00

BESLUIT :

ARTIKEL 1.- Er wordt toegekend aan : PHILIPS ELECTRONICS N.V.
Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA EINDHOVEN(NEDERLAND)

vertegenwoordigd door : STEENBEEK L., INTERNATIONAAL OCTROOIBUREAU, P.O. Box 220 -
NL 5600 AE EINDHOVEN.

een uitvindingsoctrooi voor de duur van 20 jaar, onder voorbehoud van de betaling van
de jaartaksen voor : HALFGELEIDERINRICHTING MET EEN MOST VOORZIEN VAN EEN EXTENDED
DRAINGEBIED VOOR HOGE SPANNINGEN.

UITVINDER(S) : Ludikhuize Adrianus W., Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL)

ARTIKEL 2.- Dit octrooi is toegekend zonder voorafgaand onderzoek van zijn
octrooieerbaarheid, zonder waarborg voor zijn waarde of van de juistheid van
de beschrijving der uitvinding en op eigen risico van de aanvrager(s).

Brussel, 09 Mei 1995
BIJ SPECIALE MACHTIGING :

WUYTS L
Directeur

Halfgeleiderinrichting met een MOST voorzien van een extended draingebied voor hoge spanningen.

De uitvinding heeft betrekking op een halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam bevattende een aan een oppervlak grenzend oppervlakgebied van een eerste geleidingstype waarin een veldeffecttransistor met geïsoleerde stuur-electrode is aangebracht, met in het oppervlakgebied source- en draingebieden van het tweede, 5 tegengestelde geleidingstype en een aan het draingebied en aan het oppervlak grenzend drainextensiegebied van het tweede geleidingstype met een lagere doteringsconcentratie dan het draingebied, welk drainextensiegebied zich met zijn lengte in de richting van het sourcegebied uitstrekt, een tussen het drainextensiegebied en het sourcegebied gelegen kanaalgebied van het eerste geleidingstype, en een boven het kanaalgebied gelegen 10 stuur-electrode die door een isolerende laag van het kanaalgebied is gescheiden.

Een dergelijke halfgeleiderinrichting is in het bijzonder geschikt als schakel-element bij hoge spanningen, bijvoorbeeld voor toepassingen in auto's, in TV apparaten en in audio vermogensversterkers.

15

Uit het europese octrooi no. 69429 is een inrichting van de in aanhef genoemde soort bekend. In deze inrichting is tussen de stuur-electrode en het relatief hoog gedoteerde draingebied een drainextensiegebied van hetzelfde geleidingstype als, maar met een lagere doteringsconcentratie dan het hooggedoteerde draingebied aange- 20 bracht. Het oppervlakgebied is elektrisch doorverbonden met het sourcegebied. Vanaf een bepaalde drainspanning, dat wil zeggen de spanning tussen source- en draingebied, wanneer de pn-overgang tussen oppervlakgebied en drainextensiegebied gesperd is, wordt het drainextensiegebied afgeknepen door uitbreiding van een gedepleerde zone vanuit de gesperde pn-overgang, waardoor de oppervlakteveldsterkte aan de zijde van 25 het draingebied wordt verlaagd en de draindoorslagspanning wordt verhoogd.

Ofschoon op deze wijze hoge draindoorslagspanningen bereikt kunnen worden, gaat in de praktijk een hoge doorslagspanning gepaard met een relatief hoge source-drainweerstand, ofwel de aanweerstand (R_{on}) van de transistor is hoog. Dit komt

omdat slechts een relatief lage dotering van het drainextensiegebied tot een voldoende depletie van het drainextensiegebied leidt. Deze lage dotering geeft echter een hoge weerstand van het drainextensie gebied. Bovendien is in de praktijk vaak een extra doteringsstap noodzakelijk om de gewenste lage dotering in het drainextensiegebied aan te brengen. Een dergelijke extra doteringsstap maakt de procesflow ingewikkelder en duurder en is daarom ongewenst.

De uitvinding beoogt onder meer een halfgeleiderinrichting aan te geven waarbij draindoorslagspanning en aanweerstand binnen grotere marges gevarieerd kunnen worden, bij voorkeur zonder dat extra processtappen noodzakelijk zijn.

De uitvinding berust op het inzicht dat dit bereikt kan worden door het drainextensiegebied een andere geometrie te geven. Daartoe heeft de inrichting, volgens de uitvinding, als kenmerk, dat het drainextensiegebied een aantal zones van het tweede geleidingstype omvat, waarbij de zones lopen van het kanaalgebied naar het draingebied en waarbij de zones een zodanige breedte en doteringsconcentratie hebben, dat bij een verhoging van het spanningsverschil over de gesperde pn-overgang tussen oppervlaktegebied en drainextensiegebied het drainextensiegebied althans plaatselijk volledig gedepleerd is voordat draindoorslag optreedt.

De maatregel volgens de uitvinding maakt het mogelijk het aantal en de breedte van de zones als extra parameter van de inrichting te kiezen. Verrassenderwijs blijkt dat inrichtingen volgens de uitvinding draindoorslagspanningen en aanweerstand kunnen hebben, die met een aaneengesloten drainextensiegebied niet realiseerbaar zijn.

Vermoed wordt dat in een inrichting volgens de uitvinding depletie van de zones geschiedt zowel vanaf een onderkant van de zones in verticale richting, alsook vanaf zijkanten van de zones in laterale richting. Door deze zogenaamde meerdimensionale depletie kan bij een relatief hoge dotering van de zones toch een volledige depletie plaatsvinden, zodat elektrische velden nabij het drainextensiegebied relatief laag blijven en een relatief hoge draindoorslagspanning verkregen wordt. Door de relatief hoge dotering in de zones is de aanweerstand van de inrichting relatief laag.

De zones kunnen op relatief eenvoudige wijze zonder extra processtappen vervaardigd worden door in de doteringsstap van het drainextensiegebied in plaats van een aaneengesloten drainextensiegebied een drainextensiegebied met zones aan te brengen. Tijdens

het aanbrengen van de zones kan door laterale en verticale uitdiffusie van doteringsatomen een relatief laag doteringsniveau bereikt worden. Een dergelijke laag niveau verhoogt de draindoorslagspanning en geeft dus extra mogelijkheden om met een standaard doteringsstap, waarbij een relatief grote hoeveelheid doteringsatomen ge-
5 implanteerd wordt, toch een inrichting met een relatief hoge doorslagspanning te verkrijgen. De aanweerstand van de inrichting wordt door de uitdiffusie slechts in geringe mate beïnvloed.

In een eerste uitvoeringsvorm is de breedte van de zones ongeveer gelijk aan de diepte van het drainextensiegebied, terwijl de doteringsconcentratie vanaf het
10 midden van de zones naar een rand van de zones afneemt. Dergelijke zones kunnen op eenvoudige wijze gemaakt worden, bijvoorbeeld door aanbrengen van de doteringsatomen d.m.v. implantatie en door uitdiffusie. Door uitdiffusie uit de geïmplanteerde zones treedt dan een verlaging van de doteringsconcentratie naar de randen van de zones op. In het algemeen liggen de zones nagenoeg tegen elkaar. Bij deze geometrie van het
15 drainextensiegebied wordt het oppervlak van het halfgeleiderlichaam optimaal benut. Een relatief kleine tussenruimte tussen de zones geeft al meerdimensionale depletie en een verbetering van de draindoorslagspanning.

In een verdere uitvoeringsvorm neemt de breedte van de zones toe vanaf het kanaalgebied naar het draingebied. Deze uitvoeringsvorm biedt als voordeel dat de
20 draindoorslagspanning toeneemt in vergelijking met zones met constante breedte. Door een toenemende breedte van de zones van kanaalgebied naar draingebied wordt het elektrische veld beter gespreid, zodat de maximale waarde van het elektrische veld gereduceerd wordt en draindoorslag bij hogere spanningen optreedt. Als verder voordeel neemt de aanweerstand van de transistor af, omdat door de toenemende breedte van de
25 zones de weerstand in de zones lager is in vergelijking met zones met constante breedte.

In een verdere uitvoeringsvorm zijn in een deel van het drainextensiegebied grenzend aan het kanaalgebied de zones met elkaar verbonden door een gebied van het tweede geleidingstype. Het kanaalgebied is dan een continu gebied, d.w.z. stroom
30 kan over de gehele breedte van het kanaal oversteken van source- naar drainextensiegebied en niet alleen ter plekke van de zones, hetgeen resulteert in een steilere transistor. Om een hoge draindoorslagspanning te realiseren kan het gewenst zijn extra middelen te gebruiken om het drainextensiegebied grenzend aan het kanaalgebied te depleren. Dit

kan gebeuren door het aanbrengen van een veldplaat boven dit deel van het drainextensiegebied, waarbij de veldplaat van het drainextensiegebied geïsoleerd is en bijvoorbeeld elektrisch verbonden is met het sourcegebied of de stuur-electrode. Ook is het mogelijk dit deel van het drainextensiegebied te depleren door het aanbrengen van een hooggedoteerde laag van het eerste geleidingstype op een grens tussen substraat en oppervlaktegebied. Deze hooggedoteerde laag loopt dan door tot onder het deel van het drainextensiegebied grenzend aan het kanaalgebied. Vanuit het hooggedoteerde gebied wordt dan het deel van het drainextensiegebied grenzend aan het kanaalgebied extra gedepleerd, zodat in dit deel van het drainextensiegebied geen voortijdige doorslag optreedt.

10 In een verdere uitvoeringsvorm zijn in een deel van het drainextensiegebied grenzend aan het draingebied de zones met elkaar verbonden door een gebied van het tweede geleidingstype. De overgang tussen drainextensiegebied en draingebied is dan minder abrupt, waardoor geen pieken in elektrische velden optreden en er een hogere draindoorslagspanning gerealiseerd kan worden.

15 In een verdere uitvoeringsvorm is de hoeveelheid doteringsatomen in de zones ca. 6×10^{12} atomen/cm². Een dergelijke hoeveelheid maakt het mogelijk een dotering voor een zogenaamde "well" in een CMOS (complementaire MOS) proces te gebruiken voor de dotering van de zones van het drainextensiegebied en toch een relatief hoge draindoorslagspanning te verkrijgen.

20

De uitvinding wordt in het navolgende, bij wijze van voorbeeld, nader toegelicht aan de hand van enkele uitvoeringsvoorbeelden met de bijgaande schematische tekening. Hierin tonen:

25 Fig. 1 een bovenaanzicht van de halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding.

Fig. 2 een een dwarsdoorsnede van de halfgeleiderinrichting volgens lijn I-I in figuur 1.

30 Fig. 3, 4 dwarsdoorsnedes van verschillende uitvoeringsvormen van de halfgeleiderinrichting volgens lijn II-II in figuur 1.

Fig. 5, 6 bovenaanzichten van verdere uitvoeringsvormen van een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding.

De figuren zijn zuiver schematisch en niet op schaal getekend. Overeen-

komstige delen zijn in de figuren in het algemeen met dezelfde verwijzingscijfers aangeduid. In de bovenaanzichten van figuren 2, 5 en 6 zijn duidelijkheidshalve bedradingspatronen op het oppervlak weggelaten.

5

Figuur 1 toont een bovenaanzicht en figuren 2 en 3 twee dwarsdoorsnedes, resp. langs de lijnen I-I en II-II van figuur 1 van een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding. De halfgeleiderinrichting omvat een halfgeleiderlichaam 1, in dit voorbeeld van silicium, bevattende een aan een oppervlak 2 grenzend oppervlaktegebied 3 van een
10 eerste geleidingstype, in dit geval n-type, waarin een veldeffecttransistor met geïsoleerde stuur-electrode is aangebracht. De veldeffecttransistor bevat in het oppervlaktegebied 3 source- en draingebieden 4 en 5 van het tweede, tegengestelde geleidingstype, dus in dit voorbeeld van het p-type. Verder een aan het draingebied 5 en aan het oppervlak 2 grenzend drainextensiegebied 6 van het tweede p-geleidingstype met een
15 lagere doteringsconcentratie dan het draingebied 5. Het drainextensiegebied 6 strekt zich met zijn lengte in de richting van het sourcegebied 4 uit. Tussen het drainextensiegebied 6 en het sourcegebied 4 is een kanaalgebied 7 van het eerste n-geleidingstype gelegen, dat een deel van het oppervlaktegebied 3 vormt. Boven het kanaalgebied is een stuur-electrode 8 van de veldeffecttransistor aanwezig, welke stuur-electrode door een
20 isolerende laag, in dit voorbeeld een siliciumoxyde laag 9 met een dikte van 70 nm, van het kanaalgebied 7 is gescheiden. In dit voorbeeld is de stuur-electrode 8 van polykristallijn silicium, maar de electrode kan ook van bijvoorbeeld een metaal vervaardigd worden.

Het oppervlaktegebied 3 wordt gevormd door een n-type epitaxiale laag op een halfgeleiderlichaam 10 gevormd door een p-type halfgeleidersubstraat. Het oppervlaktegebied
25 3 wordt zijdelings begrensd door een p-type scheidingsgebied 12, dat zich uitstrekt van het oppervlak 2 naar het substraat 10.

Aansluitend aan het sourcegebied 4 bevindt zich een n⁺-type gebied, het backgate contactgebied 13, dat als aansluitgebied van het oppervlaktegebied 3 functioneert. Boven
30 het sourcegebied 4 en het backgate contactgebied 13 is een elektrische geleider 14 aangebracht, die fungeert als source electrode en die ook het sourcegebied 4 met het oppervlaktegebied 3 via het backgate contactgebied 13 kortsluit. Op het draingebied 5 bevindt zich de drainelectrode 15, terwijl op een onderkant van het halfgeleiderlichaam

1 een aansluitingelektrode 19 voor het substraat is aangebracht.

Een halfgeleiderinrichting als in dit voorbeeld, een p-channel MOST met drainextensie gebied, wordt ook wel EPMOS genoemd. Als halfgeleiderlichaam wordt een p-type silicium substraat 10 gebruikt met een doteringsconcentratie van 5×10^{14} atomen/cm³ (soortelijke weerstand ongeveer $30 \Omega \cdot \text{cm}$). Het oppervlakte gebied 3 omvat een epitaxiaal op het halfgeleiderlichaam aangebrachte n-type laag met een doteringsconcentratie van 3×10^{15} atomen/cm³ en een dikte van $9 \mu\text{m}$ (soortelijke weerstand ongeveer $1,5 \Omega \cdot \text{cm}$). Het backgate contactgebied 13 heeft een n-type doteringsconcentratie van 5×10^{15} atomen/cm² en het sourcegebied 4 en het draingebied 5 een p-type dotering van 2×10^{15} atomen/cm². Het drainextensiegebied 6 heeft een dotering van 6×10^{12} atomen/cm². Het scheidingsgebied 12 heeft een p-type dotering van 1×10^{15} atomen/cm². De breedte van het kanaalgebied 7 is $50 \mu\text{m}$ en de lengte $8 \mu\text{m}$. Het drainextensiegebied 6 heeft een lengte van $18 \mu\text{m}$ bij een breedte van $50 \mu\text{m}$.

Een dergelijke halfgeleiderinrichting is in het bijzonder geschikt als schakелеlement bij hoge spanningen, bijvoorbeeld in toepassingen in auto's, in TV apparaten en in audio vermogensversterkers. Teneinde de draindoorslagspanning van de veldeffect-transistor te verbeteren kunnen diverse maatregelen genomen worden, die ertoe dienen om de veldsterkte aan of nabij het oppervlak te verlagen op die plaatsen, waar gevaar bestaat voor het optreden van lawinedoorslag.

Zo wordt in de hiervoor beschreven halfgeleiderinrichting tussen de stuuerelektrode 8 en het relatief hoog gedoteerde draingebied 5 een drainextensiegebied 6 van hetzelfde geleidingstype als, en een lagere doteringsconcentratie dan het hooggedoteerde draingebied 5 aangebracht. Wanneer op de drainelektrode 15 een hoge spanning t.o.v. de source- en stuuerelektrodes 14, 8 gezet wordt, dan wordt door het drainextensie gebied 6 het elektrische veld bij een rand van het kanaalgebied 7 gereduceerd. Door deze reductie vindt draindoorslag slechts bij hoge drainspanningen plaats.

Om de draindoorslagspanning te verhogen kan verder gebruik gemaakt worden van een veldplaat 16 boven het drainextensiegebied 6, die elektrisch verbonden is met het sourcegebied 4 of de stuuerelektrode 8. De veldplaat 16 is door een getrapte isolerende laag 17, bijvoorbeeld van siliciumoxyde gescheiden van het drainextensiegebied 6. De draindoorslagspanning kan verder nog verhoogd worden door het aanbrengen van een hooggedoteerde laag 18 van het eerste geleidingstype op een grens van substraat 10 en oppervlaktegebied 3 onder het kanaalgebied 7 en het drainextensiegebied 6. De

veldplaat 16 en de hooggedoteerde laag 18 zorgen voor een extra depletie van het drainextensiegebied 6.

Een EPMOS als hiervoor beschreven voorzien van een veldplaat 16, een begraven laag 18 met een dotering van 3×10^{15} atomen/cm² en met een aaneengesloten drainextensiegebied 6 met een dotering van 6×10^{12} atomen/cm² heeft een draaindoorslagspanning van 45 Volt bij een aanweerstand van 4000 Ω (bij 12 V gatespanning). Wanneer in de praktijk een draaindoorslagspanning met een hogere waarde gewenst is dan wordt de dotering van het drainextensiegebied 6 verlaagd, omdat slechts een relatief lage dotering van het drainextensiegebied 6 tot een volledige depletie van het drainextensiegebied 6 leidt. Deze lage dotering heeft een hoge weerstand van het drainextensiegebied 6 tot gevolg, terwijl bovendien een extra doteringsstap noodzakelijk is om de lage dotering van het drainextensiegebied 6 te realiseren.

Volgens de uitvinding heeft het drainextensiegebied een andere geometrie dan het bekende drainextensiegebied 6 en wel omvat het drainextensiegebied 6 een aantal zones 25 van het tweede geleidingstype, waarbij de zones 25 lopen van het kanaalgebied 7 naar het draingebied 5 en waarbij de zones 25 een zodanige breedte 26 en doteringsconcentratie hebben, dat bij een verhoging van het spanningsverschil over de gesperde pn-overgang 28 tussen oppervlaktegebied 3 en drainextensiegebied 6 het drainextensiegebied 6 althans plaatselijk volledig gedepleerd is voordat draaindoorslag optreedt. De maatregel volgens de uitvinding maakt het mogelijk het aantal en de breedte 26 van de zones 25 als extra parameter van de inrichting te kiezen.

Vermoed wordt dat in een inrichting volgens de uitvinding depletie van de zones 25 geschiedt zowel vanaf een onderkant van de zones in verticale richting, d.w.z. dwars op het oppervlak 2, alsook vanaf de zijkanten 30 van de zones in laterale richting, d.w.z. evenwijdig aan het oppervlak 2. Door deze zogenaamde meerdimensionale depletie kan bij een relatief hoge dotering van de zones 25 toch een volledige depletie plaatsvinden, zodat elektrische velden nabij het drainextensiegebied 6 relatief laag blijven en een relatief hoge draaindoorslagspanning verkregen wordt. Door de relatief hoge dotering in de zones 25 is de aanweerstand van de inrichting relatief laag.

Figuur 3 toont een eerste uitvoeringsvorm, waarin de breedte 26 van de zones 25 ongeveer gelijk is aan de diepte 27 van het drainextensiegebied 6, terwijl de doteringsconcentratie vanaf het midden van de zones 25 naar een rand 28 van de zones 25 afneemt. De zones 25 kunnen op relatief eenvoudige wijze zonder extra processtap-

pen vervaardigd worden door in de doteringsstap van het drainextensiegebied 6 in plaats van een aaneengesloten drainextensiegebied 6 een drainextensiegebied met zones 25 aan te brengen. Hiervoor hoeft slecht een belichtingsmasker voor definitie van het drainextensiegebied 6 aangepast te worden. Zo kan in het hiervoor beschreven voorbeeld het drainextensiegebied opgedeeld worden in bijvoorbeeld zes zones 25 (zie figuur 1). Het drainextensiegebied 6 wordt dan aangebracht op een bekende wijze door implantatie en diffusie via een venster, vervaardigd met het belichtingsmasker. Het venster had in dit voorbeeld een breedte van $3\mu\text{m}$ met tussen de vensters $6\mu\text{m}$ ruimte. De zones 25 worden dan aangebracht door implantatie door het venster zodat dit resulteert in circa 6×10^{12} atomen/cm² in de zones 25.

Een dergelijke concentratie doteringsatomen maakt het mogelijk een standaard dotering voor een p-well in een CMOS (complementaire MOS) proces te gebruiken voor de dotering van de zones 25 van het drainextensiegebied 6. Na implantatie wordt gedurende 6 uren op 1150°C een temperatuurbehandeling gegeven. De zones 25 hebben na uitdiffusie een breedte van circa $6\mu\text{m}$ bij een diepte van circa $5\mu\text{m}$. Door laterale en verticale uitdiffusie van doteringsatomen wordt dan een relatief laag doteringsniveau in de zone 25 bereikt en treedt een verlaging van de doteringsconcentratie naar de randen 28 van de zones 25 op. Een laag doteringsniveau verhoogt de draindoorslagspanning en geeft dus extra mogelijkheden om met een standaard doteringsstap, waarbij een relatief grote hoeveelheid doteringsatomen geïmplanteerd wordt, toch een inrichting met een relatief hoge doorslagspanning te verkrijgen. De aanweerstand van de inrichting wordt door de uitdiffusie slechts in geringe mate beïnvloed.

De zones 25 kunnen nagenoeg tegen elkaar liggen, zoals getoond in figuur 4. Bij deze geometrie van het drainextensiegebied 6 wordt het oppervlak 2 van het halfgeleiderlichaam optimaal benut. Een relatief kleine tussenruimte tussen de zones 25 geeft al meerdimensionale depletie en een verbetering van de draindoorslagspanning.

Wanneer we een transistor met aaneengesloten drainextensiegebied 6 vergelijken met een transistor met een drainextensiegebied met zones 25 bij een gelijke concentratie van doteringsatomen van zones 25 en aaneengesloten gebied 6, dan heeft de inrichting volgens de uitvinding een veel grotere draindoorslagspanning bij een relatief geringe toename van de weerstand. De hiervoor beschreven halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding heeft een doorslagspanning van 140 V bij een aanweerstand van circa $5600\ \Omega$. De draindoorslagspanning is dus meer dan drie keer zo hoog geworden,

terwijl de aanweerstand slechts 40 % is toegenomen vergeleken met een bekende transistor. Wanneer we een transistor met aaneengesloten drainextensiegebied 6 met een relatief lage concentratie doteringsatomen vergelijken met een transistor met een drainextensiegebied met zones 25 met een hogere concentratie doteringsatomen in de zones 25 dan kan de inrichting volgens de uitvinding bij een gelijke draindoorslagspanning een veel lagere weerstand hebben.

Figuren 5 en 6 tonen hoe in een verdere uitvoeringsvorm de breedte 26 van de zones 25 toeneemt vanaf het kanaalgebied 7 naar het draingebied 5. Deze uitvoeringsvorm biedt als voordeel dat de draindoorslagspanning toeneemt in vergelijking met zones 25 met constante breedte 26. Door een toenemende breedte 26 van de zones 25 van kanaalgebied 7 naar draingebied 5 wordt het elektrische veld beter gespreid, zodat de maximale waarde van het elektrische veld gereduceerd wordt en draindoorslag bij hogere spanningen optreedt. Als verder voordeel neemt de aanweerstand van de transistor af, omdat door de toenemende breedte 26 van de zones 25 de weerstand van de zones 25 lager is in vergelijking met zones 25 met constante breedte 26. De breedte 26 van de zones kan vanaf het kanaalgebied 7 continue toenemen, zoals getoond in figuur 5. Ook kan de toename in breedte 26 stapsgewijs zijn als in figuur 6. Deze laatste uitvoeringsvorm is m.b.v. fotolithografische technieken eenvoudig te realiseren. In de voorbeelden van figuren 5 en 6 heeft de zone 25 grenzend aan het kanaalgebied 7 een breedte van $6 \mu\text{m}$ terwijl op een horizontale afstand van $10 \mu\text{m}$ van het kanaalgebied de zones 25 elkaar raken. De totale lengte van het drainextensiegebied 6 is $18 \mu\text{m}$. Vergeleken met zones 25 met constante breedte neemt dan de draindoorslagspanning toe, terwijl de aanweerstand afneemt.

Figuur 1 toont een uitvoeringsvorm, waarbij in een deel van het drainextensiegebied 6 grenzend aan het kanaalgebied 7 de zones 25 met elkaar verbonden door een gebied 31 van het tweede geleidingstype. Het kanaalgebied 7 is dan een continue gebied, d.w.z. stroom kan over de gehele breedte van het kanaal 7 oversteken van sourcegebied 4 naar drainextensiegebied 6 en niet alleen ter plekke van de zones 25, hetgeen resulteert in een steilere transistor. D.w.z. dat de stroomverandering door de transistor bij een gatespanningsverandering groter is voor een transistor voorzien van gebied 31 dan voor een transistor zonder gebied 31. Om een hoge draindoorslagspanning te realiseren kan het gewenst zijn extra middelen te gebruiken om het drainextensiegebied 6 grenzend aan het kanaalgebied 7, en wel met name het gebied 31 te

depleren door het aanbrengen van een veldplaat 16 boven dit deel van het drainextensiegebied 6. De veldplaat 16 is van het drainextensiegebied 6 geïsoleerd door een isolerende laag 17, in dit voorbeeld van siliciumoxyde en is elektrisch verbonden met de source. Ook is het mogelijk dit deel van het drainextensiegebied 6 te depleren door het
5 aanbrengen van een hooggedoteerde laag 18 van het eerste geleidingstype op een grens tussen substraat 10 en oppervlaktegebied 3. Deze hooggedoteerde laag 18 loopt dan door tot onder het deel 31 van het drainextensiegebied 6 grenzend aan het kanaalgebied 7. Vanuit het hooggedoteerde gebied 18 wordt dan het deel 31 van het drainextensiegebied 6 grenzend aan het kanaalgebied 7 extra gedepleerd, zodat in dit deel 31 van
10 het drainextensiegebied 6 geen voortijdige doorslag optreedt. In het voorbeeld van figuur 1 is een gebied 31 met een dotering van 6×10^{12} atomen/cm² aangebracht.

Figuren 1, 5 en 6 tonen een verdere uitvoeringsvorm, waarbij in een deel van het drainextensiegebied 6 grenzend aan het draingebied 5 de zones 25 met elkaar verbonden zijn door een gebied 29 van het tweede geleidingstype. De overgang tussen
15 drainextensiegebied 6 en draingebied 5 is dan minder abrupt, waardoor geen pieken in elektrische velden optreden en er een hogere draindoorslagspanning gerealiseerd kan worden. Deze uitvoeringsvorm geeft een extra hoge draindoorslagspanning als het gebied 29 hoger gedoteerd wordt dan de rest van het drainextensiegebied 6. Een dergelijke hogere dotering kan op eenvoudige wijze gerealiseerd worden tijdens het
20 vervaardigen van de zones 25. Door uitdiffusie tijdens fabricage van de zones 25 is de gemiddelde concentratie doteringsatomen in de zones 25 relatief laag. In het aaneengesloten gebied 29 vindt veel minder verlies aan doteringsatomen door uitdiffusie plaats, waardoor dit gebied 29 een hogere dotering krijgt dan de zones 25. In de voorbeelden van figuren 1, 5 en 6 is een gebied 29 met een breedte van $8 \mu\text{m}$ aangebracht. Een
25 dergelijk gebied 29 verhoogt de draindoorslagspanning en verlaagt de aanweerstand van de transistor volgens de uitvinding vergeleken met een transistor zonder gebied 29.

De uitvinding is niet beperkt tot de hiervoor beschreven uitvoeringsvoorbeelden. Zo kan bij voorbeeld in plaats van een silicium halfgeleiderlichaam een lichaam van een ander halfgeleidend materiaal gebruikt worden. Het oppervlaktegebied
30 3 kan niet alleen via epitaxiaal aangroeien, maar ook via diffusie of implantatie aangebracht worden. Ook kunnen de geleidingstypen van de gebieden uit de voorbeelden tegengesteld zijn.

Conclusies

1. Halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam bevattende een aan een oppervlak grenzend oppervlakgebied van een eerste geleidingstype waarin een veldeffecttransistor met geïsoleerde stuur-electrode is aangebracht, met in het oppervlakgebied source- en draingebieden van het tweede, tegengestelde geleidingstype en
5 een aan het draingebied en aan het oppervlak grenzend drainextensiegebied van het tweede geleidingstype met een lagere doteringsconcentratie dan het draingebied, welk drainextensiegebied zich met zijn lengte in de richting van het sourcegebied uitstrekt, een tussen het drainextensiegebied en het sourcegebied gelegen kanaalgebied van het eerste geleidingstype, en een boven het kanaalgebied gelegen stuur-electrode die door
10 een isolerende laag van het kanaalgebied is gescheiden, met het kenmerk, dat het drainextensiegebied een aantal zones van het tweede geleidingstype omvat, waarbij de zones lopen van het kanaalgebied naar het draingebied en waarbij de zones een zodanige breedte en doteringsconcentratie hebben, dat bij een verhoging van het spanningsverschil over de gesperde pn-overgang tussen oppervlakgebied en drainextensiegebied het
15 drainextensiegebied althans plaatselijk volledig gedepleerd is voordat draindoorslag optreedt.
2. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de breedte van de zones ongeveer gelijk is aan de diepte van het drainextensiegebied, terwijl de doteringsconcentratie vanaf het midden van de zones naar een rand van de zones af-
20 neemt.
3. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies met het kenmerk, dat de breedte van de zones toeneemt vanaf het kanaalgebied naar het draingebied.
4. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies met het kenmerk, dat in een deel van het drainextensiegebied grenzend aan het kanaalgebied de zones met
25 elkaar verbonden zijn door een gebied van het tweede geleidingstype.
5. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies met het kenmerk, dat in een deel van het drainextensiegebied grenzend aan het draingebied de zones met elkaar verbonden zijn door een gebied van het tweede geleidingstype.

6. Halfgeleiderinrichting volgens een der voorgaande conclusies met het kenmerk, dat de hoeveelheid doteringsatomen in de zones ca. 6×10^{12} at/cm² is.

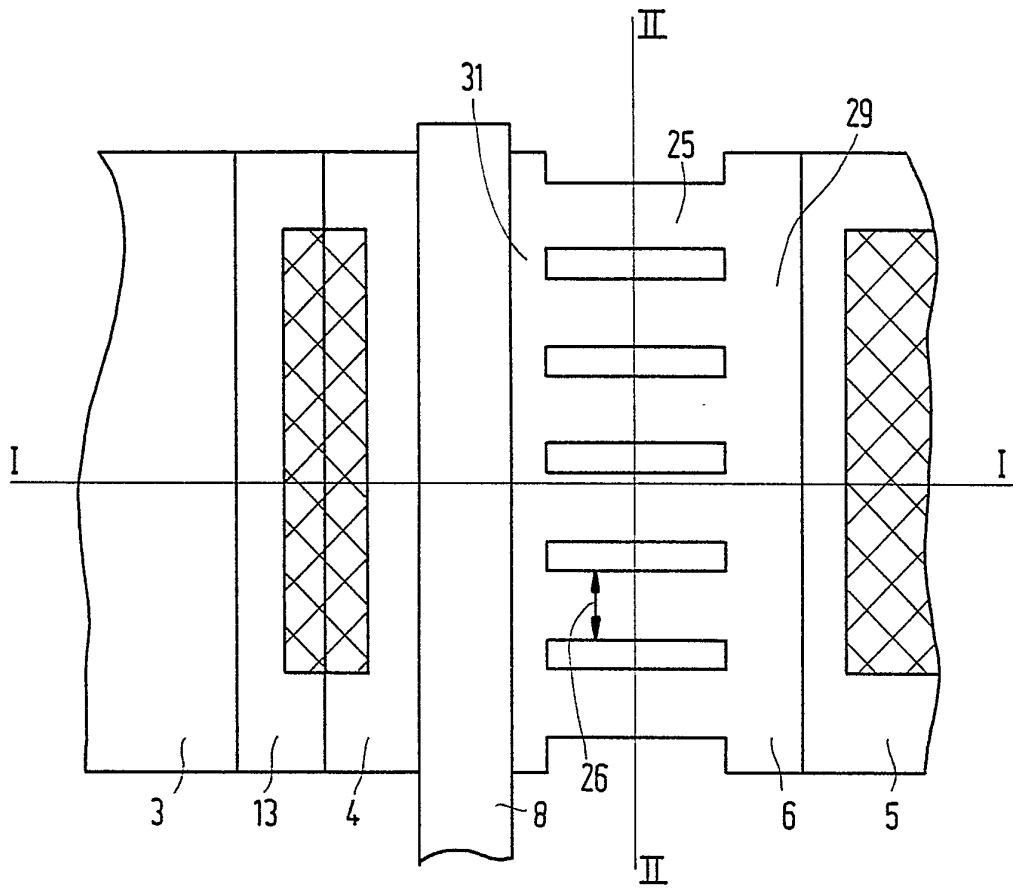


FIG. 1

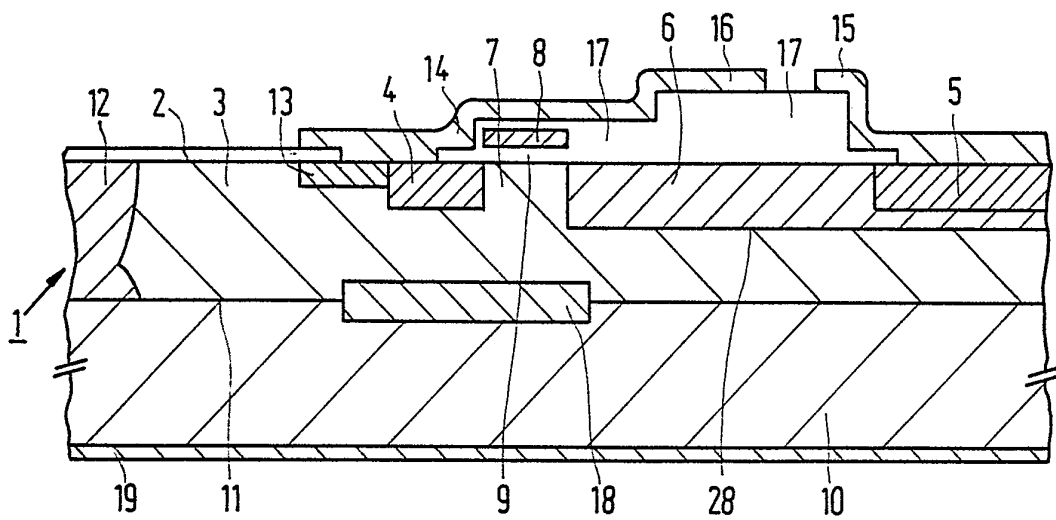


FIG. 2

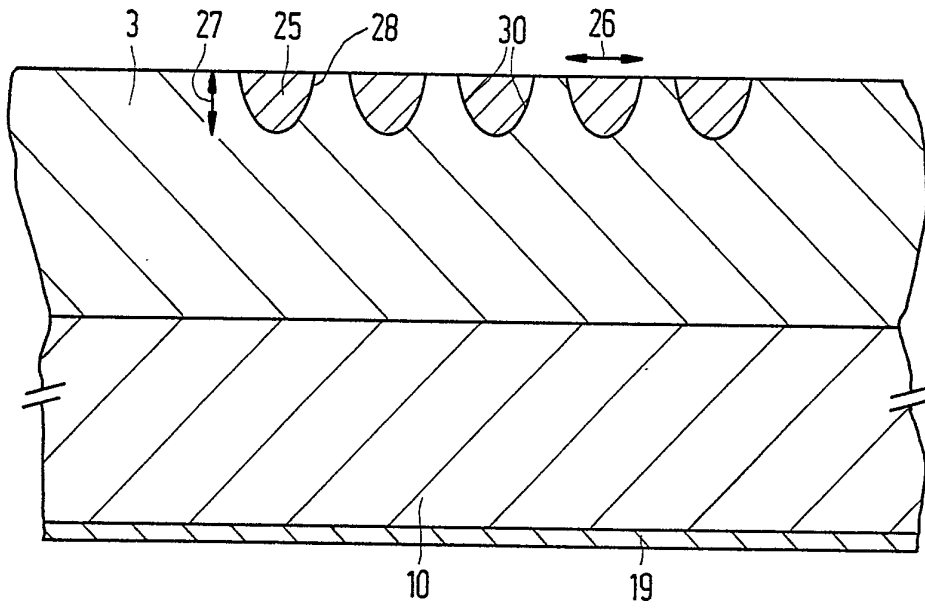


FIG.3

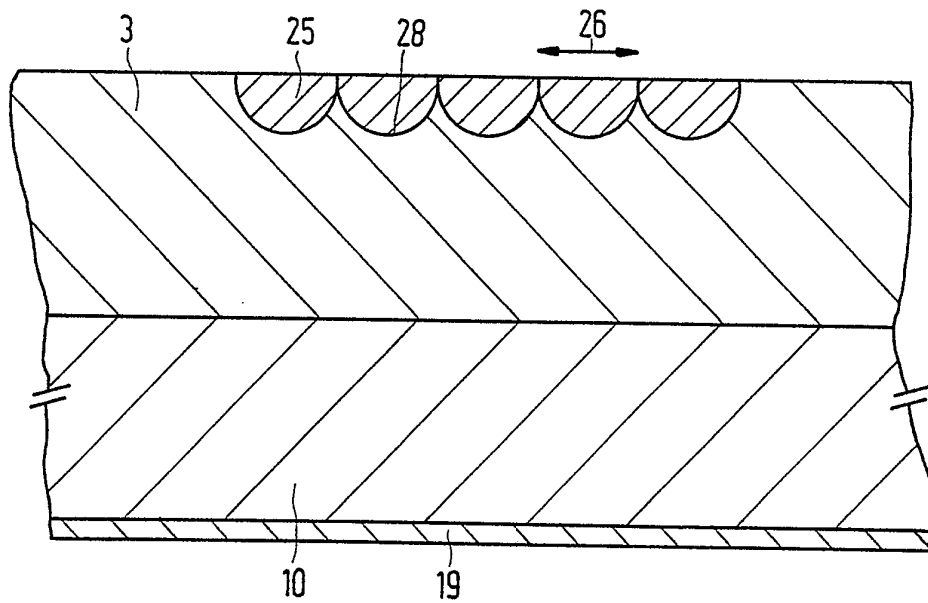


FIG.4

15

3/3

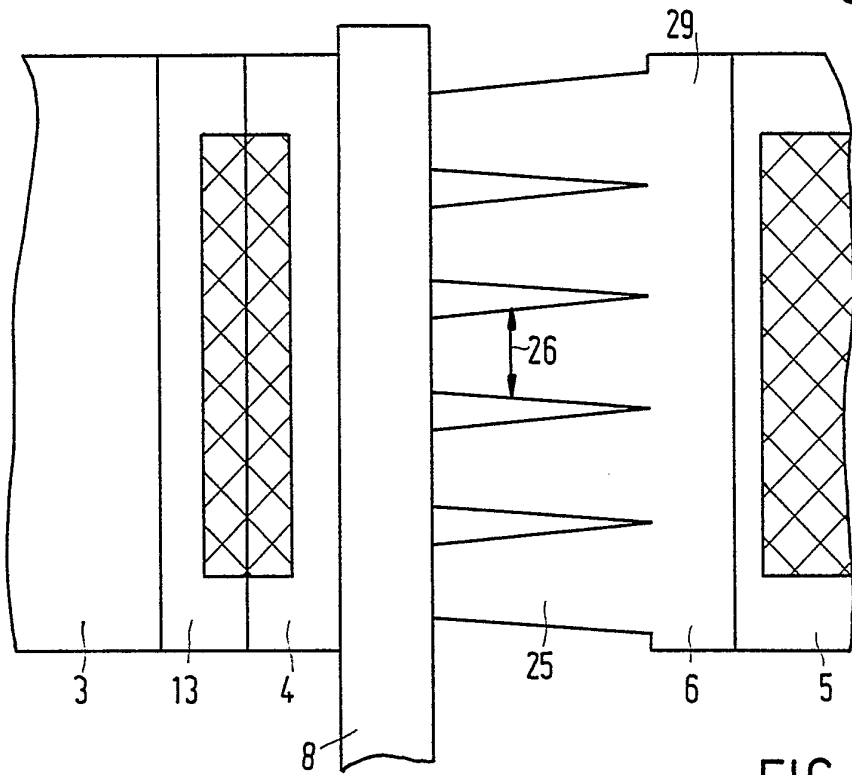


FIG. 5

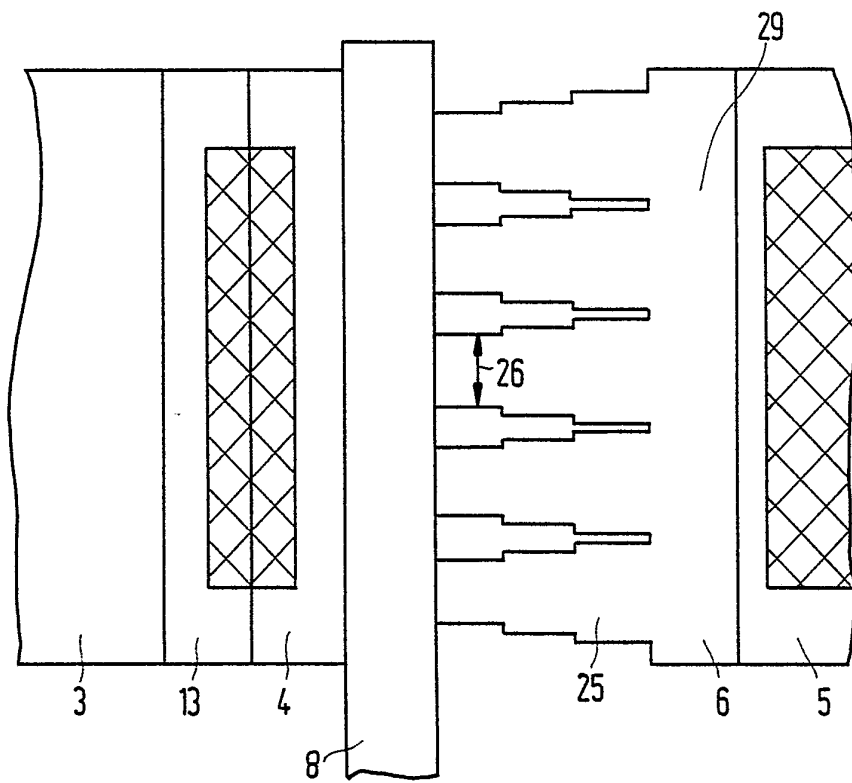


FIG. 6

SAMENWERKINGSVERDRAG INZAKE OCTROOIEN

Verslag betreffende het onderzoek van het internationale type
opgesteld krachtens artikel 21 § 9 van de Belgische wet op de
uitvindingsoctrooien van 28 maart 1984

IDENTIFIKATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE		KENMERK VAN DE AANVRAGER OF GEMACHTIGDE PHN 14508 BE	
Belgische nationale aanvraag nr. 9300718		Datum van indiening 12 juli 1993	
		Ingeroepen voorrangsdatum	
Aanvrager (Naam) PHILIPS ELECTRONICS N.V.			
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type 2 december 1993		Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 22682 BE	
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)			
Volgens de internationale octrooi classificatie (CIB) of terzelfdertijd volgens de nationale classificatie en de CIB Int. Cl. ⁵ : H 01 L 29/784, H 01 L29/08			
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK			
Onderzochte minimum documentatie			
Classificatiesysteem		Classificatiesymbolen	
Int. Cl. ⁵		H 01 L	
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen			
III. <input type="checkbox"/> MEN IS VAN OORDEEL DAT BEPAALDE CONCLUSIES NIET HET ONDERWERP KONDEN UITMAKEN VAN EEN ONDERZOEK (Opmerkingen op aanvullingsblad)			
IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING EN/OF VASTSTELLING BETREFFENDE DE OMVANG VAN HET ONDERZOEK (Opmerkingen op aanvullingsblad)			

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
BE 9300718

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 5 H01L29/784 H01L29/08

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
IPC 5 H01L

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 347 (E-1240)27 Juli 1992 & JP,A,04 107 867 (MATSUSHITA ELECTRON CORP) 9 April 1992	1,4-6
Y	zie samenvatting ---	2
Y	US,A,5 216 275 (CHEN) 1 Juni 1993 zie kolom 3, regel 38 - regel 53 ---	2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 198 (E-87)16 December 1981 & JP,A,56 120 163 (NIPPON DENKI K.K.) 21 September 1981 zie samenvatting ---	1,3
A	US,A,4 115 793 (NISHIZAWA) 19 September 1978 zie samenvatting; figuren ---	1,3
-/--		

Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

- "A" document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang
- "E" eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna
- "L" document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publikatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven
- "O" document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting, een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel
- "P" document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang

"T" later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt

"X" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

"Y" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt

"&" document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

14 Maart 1994

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Mimoun, B

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN		
Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	EP,A,0 069 429 (N.V. PHILIPS` GLOEILAMPENFABRIEKEN) 12 Januari 1983 in de aanvraag genoemd zie samenvatting; figuur 1 -----	1

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
 INTERNATIONAAL TYPE
 Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
 BE 9300718

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US-A-5216275	01-06-93	CN-A- 1056018	06-11-91
US-A-4115793	19-09-78	JP-C- 1083882 JP-A- 53068178 JP-B- 56026148	25-02-82 17-06-78 17-06-81
EP-A-0069429	12-01-83	NL-A- 8103218 CA-A- 1183281 JP-C- 1676558 JP-B- 3036311 JP-A- 58016572	01-02-83 26-02-85 26-06-92 31-05-91 31-01-83