Octrooiraad

(12) A **Terinzagelegging** (11) **8801379**

Nederland (19) **NL**

(54) **Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-filmtransistor en een dergelijke dunne-filmtransistor.**

(51) Int.Cl[4].: H01L 21/203, C23C 16/24, C23C 16/44.

(71) Aanvrager: Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum, vzw te Leuven-Heverlee, België.

(74) Gem.: Ir. R. Hoijtink c.s.
Octrooibureau Arnold & Siedsma
Sweelinckplein 1
2517 GK 's-Gravenhage.

(21) Aanvrage Nr. 8801379.

(22) Ingediend 30 mei 1988.

(32) - -

(33) - -

(31) - -

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 18 december 1989.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

H AL/CP/8 IMEC

WERKWIJZE VOOR HET VERVAARDIGEN VAN EEN DUNNE-FILMTRANSISTOR EN EEN DERGELIJKE DUNNE-FILMTRANSISTOR

De onderhavige uitvinding betreft het vervaardigen van dunne-filmtransistors waarbij grote geleidbaarheid van source- en/of draingebieden daarvan gewenst is, bijvoorbeeld voor het aansturen van vloeibaar-kristalweergeeforganen (LCD's).

Volgens de algemene stand van de techniek wordt de gewenste geleidbaarheid, bijvoorbeeld gelijk aan of groter dan $1\Omega^{-1}$, cm^{-1}, van de source- en/of draingebieden veelal met behulp van ionenimplantatie bereikt. Dergelijke ionenimplantatie is bewerkelijk, kostbaar en moeilijk toepasbaar voor relatief grote oppervlakken.

Door de firma Canon uit Japan is reeds voorgesteld source- en/of draingebieden met behulp van PVCD-technieken aan te brengen. Voor het verkrijgen van een voldoende geleidbaarheid van de source- en/of draingebieden zijn metalen delen over het gehele oppervlak van deze gebieden aangebracht. Nadeel hierbij is dat bij het wegetsen van de niet gewenste delen van een metalen laag, delen onder de metalen laag van de source- en/of draingebieden eveneens (lateraal) worden weggeëtst ("underetching").

De onderhavige uitvinding vermag bovengenoemde nadelen vermijden en verschaft daartoe een werkwijze volgens conclusie 1.

Source- en/of draingebieden, aangebracht volgens de werkwijze als boven geschetst, vertonen een grote laterale geleidbaarheid; derhalve behoeven (metalen) source- en/of draincontacten zich slechts over een relatief beperkt gebied van de source- en/of draingebieden uit te strekken. Een en ander is vanzelfsprekend in het bijzonder van voordeel bij afnemende grootte van de aan te brengen structuren.

De werkwijze volgens de uitvinding maakt het mogelijk een dunne-filmtransistor op een glasplaat aan te bren-

gen, in plaats van een kwartsplaat, die volgens de stand van de techniek werd gebezigd, daar hierbij temperaturen optraden, waarbij alle glassoorten smelten. De werkwijze volgens de uitvinding kan onder 700°C worden uitgevoerd; er bestaan glassoorten die hierbij niet smelten.

Indien de werkwijze volgens de uitvinding wordt gebruikt bij een LCD of een contactbeeldopnemer worden hybride technieken in aanzienlijke mate vermeden worden.

Door de chemische invloed van het fluor (F), die hetzij door het inbrengen van SiH_2F_2-gas of SiF_4-gas, hetzij door een dompeling in waterstoffluoride (HF-dip) voorafgaand aan het laten groeien van de laag waaruit de source- en/of draingebieden worden gevormd of afzonderlijk of in combinatie, kan worden bewerkstelligd. De source- en/of draingebieden kunnen onder PCVD (Plasma Chemical Vapour Deposition)-condities worden aangebracht, waarbij de temperatuur laag gehouden kan worden.

Aan aanvraagster zijn voorts de volgende publicaties bekend: EP-0132076, EP-0200552, EP-0201270, EP-0206649, EP-0206650, EP-0228295, EP-0228870, EP-0229518, EP-0229707, EP-0232148, EP-0234094, EP-0240305, EP-0240306, EP-0240314, EP-0241311, EP-0241316, EP-0241317, EP-0242207, EP-0243074; en het artikel "Very-Low-Temperature Silicon Epitaxy by Plasma-CVD Using SiH_4-PH_3-H_2 Reactants for Bipolar Devices" uit de Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 27, No. 4, april 1988, bladz. L493-L495.

Verdere kenmerken, details en voordelen van de onderhavige uitvinding zullen duidelijk worden aan de hand van beschrijvingen van voorkeursuitvoeringsvormen daarvan, die geïllustreerd zijn aan de hand van de tekeningen, waarin tonen:

Fig. 1 een dwarsdoorsnede van een dunne-filmtransistor volgens de onderhavige uitvinding, vervaardigd volgens een werkwijze volgens de onderhavige uitvinding,

fig. 2 een grafiek van de geleidbaarheid van de source- en draingebieden van de dunne-filmtransistor uit fig. 1, uitgezet tegen de dikte van de volgens de uitvinding aangebrachte lagen,

fig. 3 een grafiek van de drainstroom, uitgezet tegen de gatespanning van de dunne-filmtransistor uit fig. 1,

fig. 4 een grafiek van de drainstroom van de dunne-filmtransistor uit fig. 1, uitgezet tegen de drainspanning,

fig. 5 een grafiek van de geleidbaarheid van de source- en draingebieden van de dunne-filmtransistor uit fig. 1, vervaardigd volgens een andere voorkeursuitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de onderhavige uitvinding.

Een op een glas- of kwartsplaat 1 (fig. 1) aangebrachte dunne-filmtransistor 2 wordt als volgt opgebouwd:

- in een LPCVD (Low Pressure Chemical Vapour Deposition)-reactor wordt een polykristallijne siliciumbulklaag of siliciumsubstraat 8 aangebracht - op indirekte wijze kan eveneens eerst een amorfe siliciumlaag bij 550°C worden aangebracht, waarna deze op 630°C wordt ontlaten, waarbij een uiteindelijke korrelgrootte tot 400 nm wordt verkregen; vanzelfsprekend kan in een plasma-CVD-reactor een dergelijke polykristallijke laag worden aangebracht;
- vervolgens ondergaat het polysilicumsubstraat 8 een dompeling in waterstoffluoride (HF-dip), in een handschoenkast onder N_2-reiniging ten einde water- en zuurstofvervuiling van het systeem te verminderen;
- vervolgens wordt een laag onder amorfachtige, dan wel microkristallijnachtige neerslagcondities in een PCVD-reactor aangebracht (Plasma Chemical Vapour Deposition);
- vervolgens wordt deze laag selectief geëtst (Auto-Stop-Etsing), zodat het nauwkeurig bepaalde source- en draingebied 3 resp. 4 ontstaat;
- dan wordt een gate-isolator 9 uit SiO_2 in een APCVD-reactor (Atmospheric Pressure Chemical Vapour Deposition) aangebracht; vanzelfsprekend kan ook een andere gate-isolator worden gebezigd;
- hierop wordt dan een laag metaal, bijvoorbeeld chroom (Cr), aangebracht, waaruit na etsing het gatecontact 7 wordt vervaardigd;
- daarna wordt een oxide-afdeklaag 11 over het gatecontact en de gate-oxidelaag 9 aangebracht;

- en tenslotte worden na het aanbrengen van gaten de metalen contacten voor aansluiting op de source-, drain- en/of gategebieden 3, 4 resp. 7 uit metaal, bijvoorbeeld aluminium (Al), aangebracht en worden contacten 5 resp. 6 gevormd.

De vorming van de source- en draingebieden vond plaats in een PD80-neerslagsysteem van Plasma Technology, bij omstandigheden, volgens bijgaande tabel.

		amorf-achtig	microkristallijn-achtig
gasstroming 1% PH_3 in SiH_4	sccm	5-40	3-6
gasstroming H_2	sccm	0	150
rf-sterkte	W	5-10	30-50
druk	mTorr	50-100	70
temperatuur	°C	250-450	250-450

Uit experimenten is gebleken, dat het aanbrengen va silicium onder microkristallijnachtige condities een geleidbaarheid van die laag geeft, die afhankelijk is van de daaronder liggende laag.

De krommen in fig. 2 illustreren dit: de krommen I en II geven de toename van de geleidbaarheid aan bij toenemende dikte van een op een glasplaat aangebrachte laag voor verschillende groeisnelheden, te weten resp. 3,3 nm/minuut en 1,3 nm/minuut; de krommen III en IV geven deze experimenten onder microkristallijnachtige neerslagcondities in de plasmareactor weer, met als ondergrond een poly-siliciumbulklaag, waarbij resp. weer de neerslagsnelheden van 3,3 en 1,3 nm/minuut werden toegepast. De punten V en VI geven twee afzonderlijke metingen aan een langzaam neergeslagen dunne laag weer en wel resp. met een snelheid van 0,12 nm/minuut resp. 0,2 nm/minuut. De weerstandsmetingen werden uitgevoerd met een vierpuntsprobe.

Een verklaring van het verschil in krommen uit fig. 2 is, dat een soort epitaxiale groei ontstaat en de polykristallijne informatie van het substraat aan de daarop aan te brengen laag wordt doorgegeven, waardoor een dienover-

eenkomstige kleinere weerstand van tenminste een eerste deel van die laag ontstaat.

Typische drain- en gatestroomkarakteristieken van een dunne-filmtransistor volgens de onderhavige uitvinding leveren bevredigende resultaten (fig. 3 resp. 4); krommen a, b, c, d en e werden gemeten met een drainspanning van resp. 30, 20, 10, 6 en 2 V; krommen k, l, m, n, o en p met een gatespanning van resp. 40, 35, 30, 25, 20 en 15 V, alvorens de laag gegroeid werd en vervolgens op 630°C ontlaten werd.

Een tweede voorkeursuitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding voor het verkrijgen van drain- en/of sourcegebieden voor een opbouw zoals geschetst in fig. 1, maakt gebruik van amorfe neerslagcondities, waarna de aldus gevormde laag wordt ontlaten.

Bij een gestandaardiseerde voorkeursuitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding wordt een vermogen van 5W, een druk van 50mTorr, een SiH_4-stroming van 20 sccm, een temperatuur van 300°C en 1% PH_3 in de SiH_4-stroom gebezigd. Gedurende 10 minuten werd het substraat in de 10% HF-oplossing gedompeld, alvorens op 630°C ontlaten te worden. Deze temperatuur maakt het mogelijk een dunne-filmtransistor op Hoya-borosilicaatglas aan te brengen, dat vast blijft bij genoemde temperatuur. Fig. 4 geeft de verkregen geleidbaarheid C van de source- en draingebieden als functie van de dikte weer.

Lijn i verbindt meetpunten van de geleidbaarheid direkt aangebracht op een glasplaat, lijn f meetpunten van een dergelijke laag na ontlating, lijn g de geleidbaarheid van een laag silicium neergeslagen op een polykristallijn substraat na een HF-dompeling en lijn h de geleidbaarheid na opvolgende ontlating.

De bij de toenemende dikte afnemende geleidbaarheid duidt op een meer amorfe structuur van de laag op enige afstand van het polykristallijne substraat. Een bepaalde minimale duur van de chemische invloed van F- en/of HF-ionen lijkt gewenst.

Een verklaring voor de verdere verbetering van de geleidbaarheid is gelegen in de veronderstelling dat onder

amorfachtige neerslagcondities en na ontlating de source- en/of draingebieden grotere polykristallijne korrels kunnen vormen op afstand van het substraat dan bij microkristallijn-achtige neerslagcondities.

De verkregen resultaten zijn bereikt met behulp van een relatief simpele plasma-CVD-reactor, die is afgedicht met O-ringen; er is geen ultrahoog vacuüm vereist; een dergelijke techniek is relatief niet duur.

De getoonde resultaten geven een indicatie dat bij lagere groeisnelheid de geleidbaarheid toeneemt.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunnefilmtransistor, omvattende de volgende stappen:
- het op een glas- of een kwartsplaat aanbrengen van een polysiliciumlaag;
- het op de polysiliciumlaag aanbrengen van een laag gedoteerd siliciummateriaal, waarbij de polysiliciumlaag een waterstoffluoride-dompeling heeft ondergaan en/of SiF_nH_{4-n} ($n = 1, 2, 3, 4$) aan SiH_4 in een reactor worden toegevoegd;
- het direkt op uit genoemde laag siliciummateriaal gevormde source en/of draingebieden aanbrengen van source- en/of draincontacten uit metaal, bijvoorbeeld aluminium.

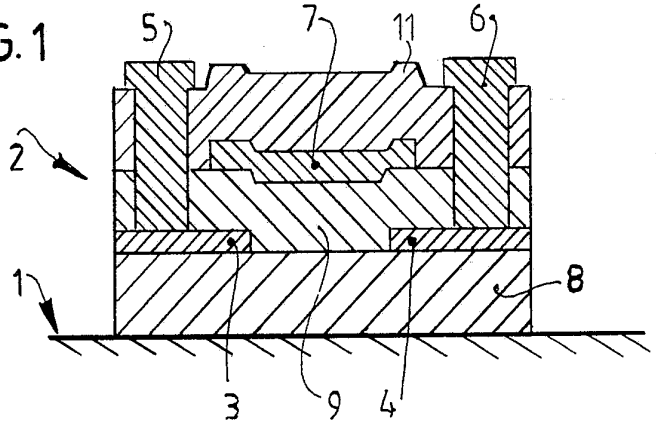
2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de polysiliciumlaag zowel in waterstoffluoride wordt gedompeld als SiF_2H_2 aan SiH_4 wordt toegevoegd.

3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij de source- en/of draingebieden voorafgaand aan het aanbrengen van de source- en/of draincontacten, gedurende een voorafbepaalde tijd worden ontlaten.

4. Dunne filmtransistor vervaardigd volgens één van de werkwijzen uit conclusie 1, 2 of 3.

5. Dunne filmtransistor volgens conclusie 3, waarbij de source en/of draingebieden een (laterale) geleidbaarheid van gelijk aan of groter dan 5 Siemens per centimeter vertonen.

FIG. 1



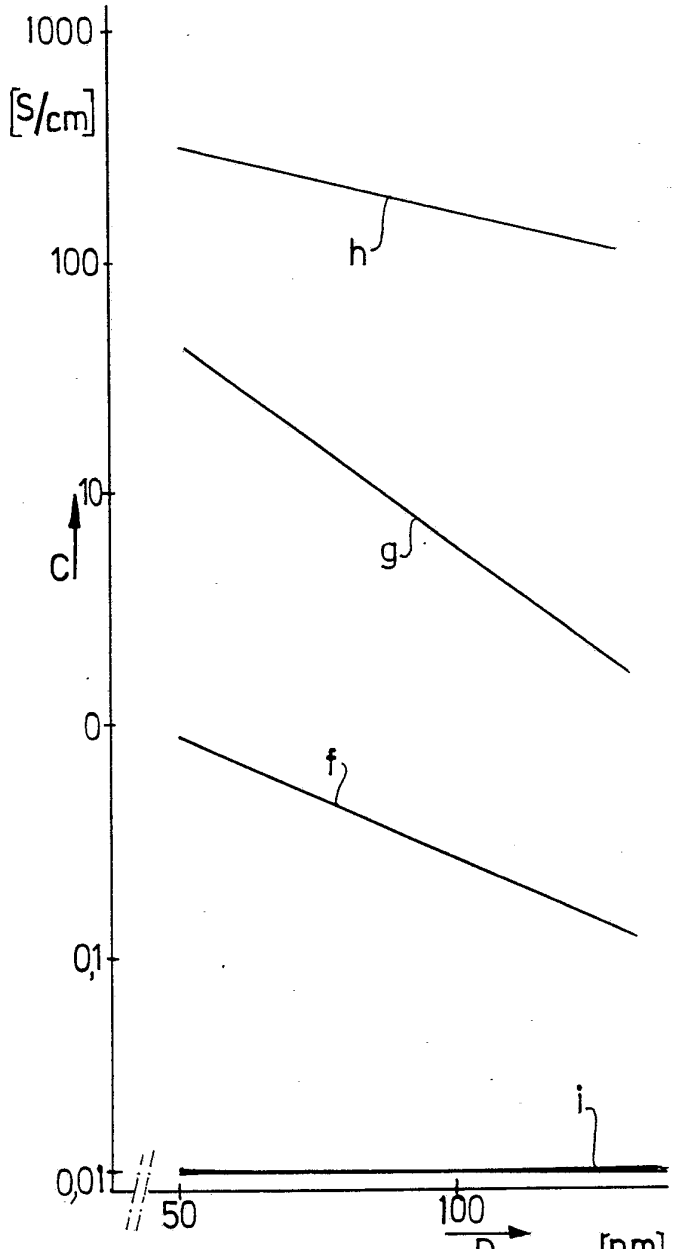


FIG. 5

A.C
13516-8

FIG.2

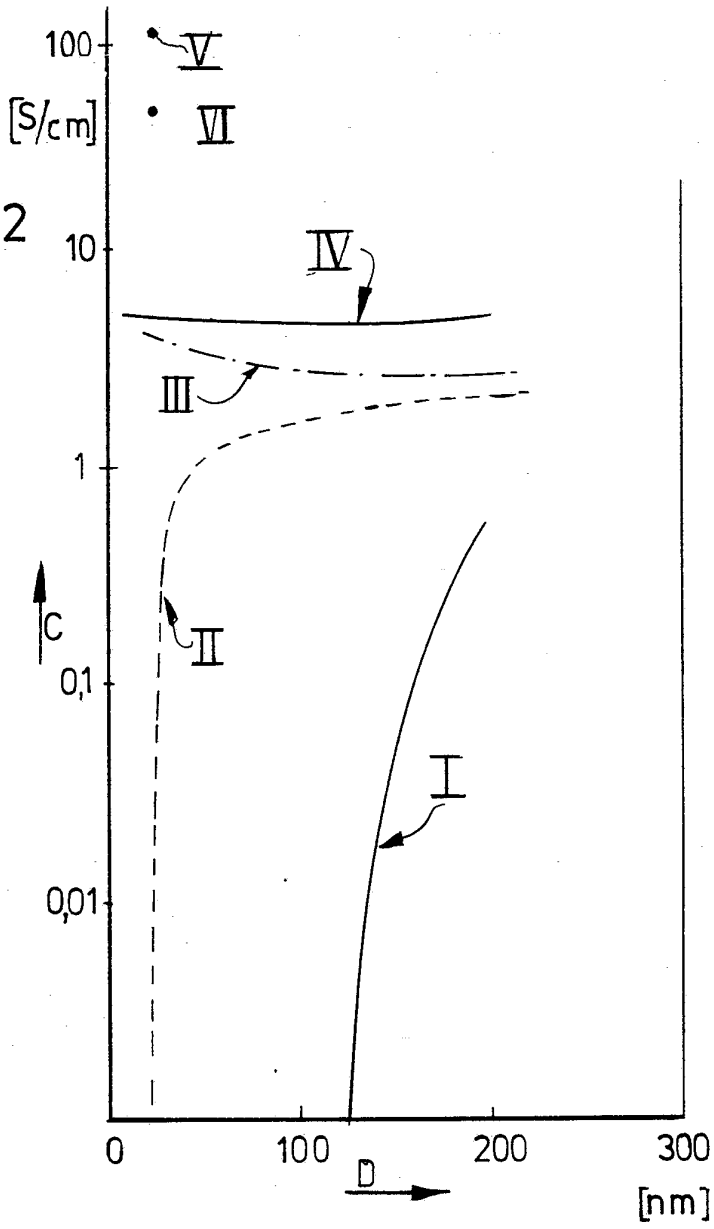
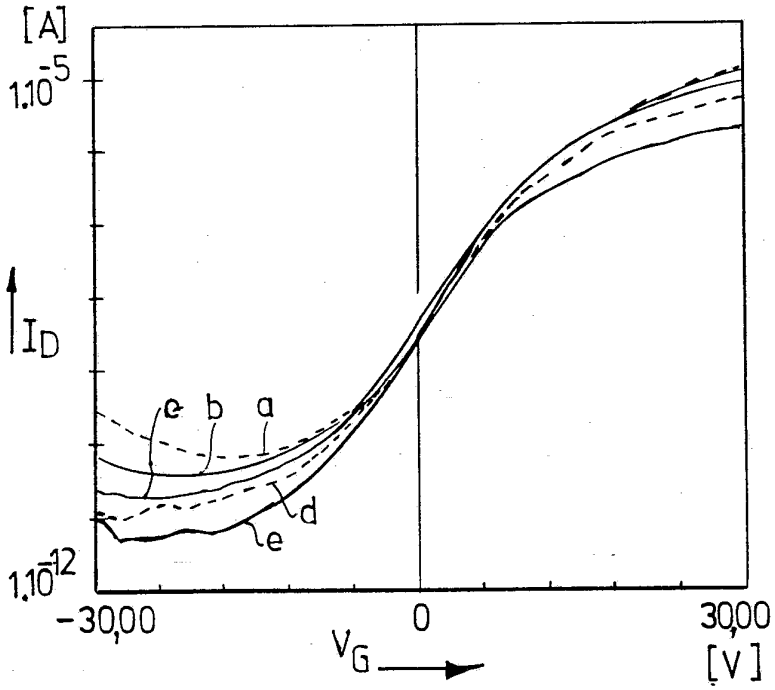

100
[S/cm]
V
VI
10
IV
III
1
C
II
0,1
I
0,01
0
100
200
300
D
[nm]

FIG.3


[A]
1.10-5
ID
e
b
a
d
e
1.10-12
-30,00
0
30,00
VG
[V]

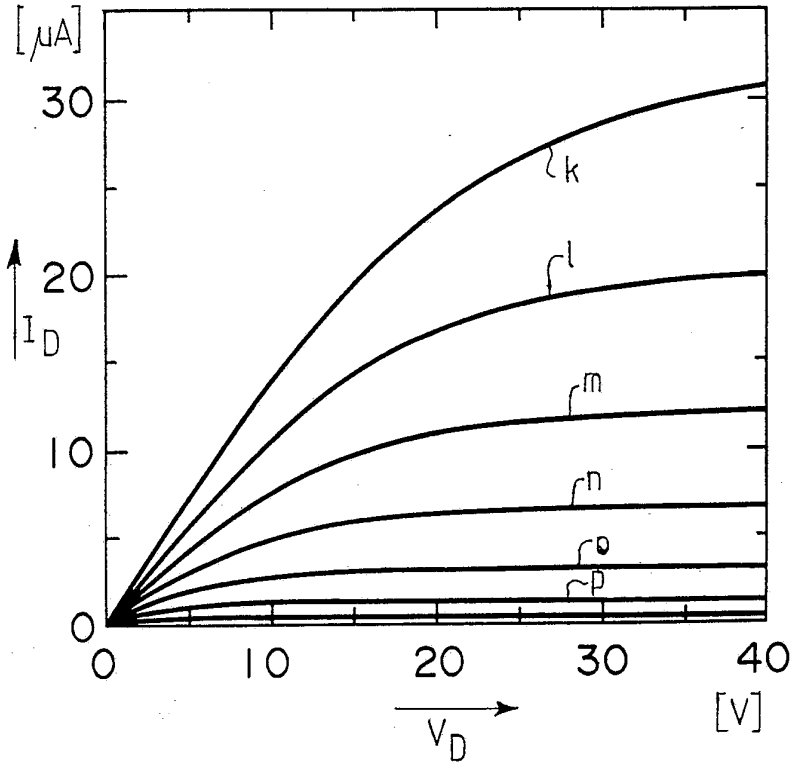


FIG. 4