

---

Octroiraad



⑫A **Terinzagelegging** ⑪ **8902271**

Nederland

⑲ NL

---

⑤4 **Werkwijze voor het verbinden van twee lichamen.**

⑤1 Int.Cl<sup>5</sup>: H01L21/58.

⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

⑦4 Gem.: Ir. J.E.M. Galama c.s.  
Internationaal Octroobureau B.V.  
Prof. Holstlaan 6  
5656 AA Eindhoven.

---

②1 Aanvraag Nr. 8902271.

②2 Ingediend 12 september 1989.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

---

④3 Ter inzage gelegd 2 april 1991.

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.

Werkwijze voor het verbinden van twee lichamen

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het verbinden van een eerste lichaam en een tweede lichaam, waarbij het eerste lichaam wordt voorzien van een vlak oppervlak, en het tweede lichaam wordt bedekt met een siliciumoxydelaag, die eveneens wordt  
5 voorzien van een vlak oppervlak, waarna op ten minste een van de twee vlakke oppervlakken een borium bevattende verbindingslaag wordt  
aangebracht, en vervolgens het eerste lichaam en het tweede lichaam met  
genoemde vlakke oppervlakken gedurende enige tijd bij verhoogde  
temperatuur op elkaar worden gedrukt, waarna een van beide lichamen door  
10 wegnemen van materiaal dun wordt gemaakt.

De verbinding wordt hierbij gevormd door een borosilicaatglaslaag, die wordt gevormd door reactie bij verhoogde  
temperatuur van de borium bevattende verbindingslaag met de  
siliciumoxydelaag. Door geschikte keuze van de dikte van de lagen kan  
15 een laag borosilicaatglas van zo'n samenstelling worden verkregen, dat  
deze laag een relatief lage of hoge verwekingstemperatuur bezit.

Met genoemde werkwijze wordt een structuur gerealiseerd met een op een isolator liggende dunne laag, van bijvoorbeeld een  
halfgeleidend, magnetooptisch, optoelectrisch, ferroelectrisch,  
20 electrisch geleidend, supergeleidend, isolerend of fotorefractief  
eigenschappen bezittend materiaal. De isolator bestaat uit een laag  
boriumbevattend siliciumoxyde. Beide lagen worden ondersteund door het  
andere niet dun gemaakte lichaam. Dit kan bijvoorbeeld vervaardigd zijn  
van silicium, kwarts, saffier of een granaat. Wordt als materiaal voor  
25 de dunne laag silicium toegepast, dan wordt een dergelijke structuur  
wel aangeduid met SOI (Silicon On Insulator). In een dergelijke dunne  
laag halfgeleidermateriaal kunnen halfgeleidercircuits worden  
aangebracht. Deze circuits bieden het voordeel dat ze minder  
storingsgevoelig zijn voor bijvoorbeeld 'latch up', dat ze stralingshard  
30 zijn, dat de parasitaire capaciteiten geringer zijn en dat ze een hoge  
circuitdichtheid toelaten.

Een werkwijze van de in de aanhef genoemde soort is

bekend uit het Amerikaanse octrooischrift no 3.909.332, waarbij als  
verbindingslaag een glasverbindingslaag uit boriumoxyde en siliciumoxyde  
(borosilicaat- glas) wordt toegepast voor het verbinden van de  
lichamen. Volgens de werkwijze worden twee siliciumschijven voorzien van  
5 een siliciumoxyde- laag, waartussen opgenomen een borosilicaatglaslaag,  
op elkaar gedrukt met een druk van ongeveer  $3 \times 10^6 \text{N/m}^2$ . Bij het op  
temperatuur brengen tot  $900^\circ\text{C}$ , blijkt dat de borosilicaatglaslaag gaat  
vervloeien, al vanaf  $500^\circ\text{C}$ , waardoor borosilicaatglas voor een deel  
tussen de lichamen uit wordt geperst, dat wordt opgevangen met behulp  
10 van in de pers aangebrachte micavelletjes. Het resterende  
borosilicaatglas reageert met de siliciumoxydelagen onder vorming van  
een anderborosilicaatglas met een boorgehalte dat lager is dan dat van  
het oorspronkelijke borosilicaatglas. Hierdoor ontstaat een borosili-  
caatglas met een hogere verwekingstemperatuur dan het oorspronkelijke  
15 borosilicaatglas.

De uitvinding beoogt onder meer een werkwijze te  
verschaffen waarmee op een eenvoudige wijze een verbinding tussen de  
lichamen wordt gevormd, zonder dat de borium bevattende verbindingslaag  
gaat vervloeien. Tevens beoogt de uitvinding onder meer een werkwijze te  
20 verschaffen waarbij een sterkere verbinding tussen de lichamen wordt  
bewerkstelligd.

De uitvinding van de in de aanhef genoemde soort heeft  
daartoe het kenmerk, dat als verbindingslaag een laag praktisch zuiver  
boor wordt toegepast. In tegenstelling tot borosilicaatglaslagen, die  
25 een relatief lage verwekingstemperatuur van ongeveer  $500-800^\circ\text{C}$  hebben,  
is praktisch zuiver boor thermisch stabiel. Practisch zuiver boor  
smelt pas bij ongeveer  $2300^\circ\text{C}$ . Tijdens het vormen van de verbinding  
kunnen boor- atomen vanuit de laag boor diffunderen in de  
siliciumoxydelaag. Deze zijn relatief mobiel omdat zij niet in een  
30 rooster gevormd door de silicium/zuurstof atomen van de  
siliciumoxydelaag zijn opgenomen. Het boor kan zich verdelen over de  
siliciumoxydelaag zonder dat glasfases met een lage  
verwekingstemperatuur ontstaan. Aldus wordt een verbinding verkregen,  
waarbij de verbindingslaag niet tussen de lichamen wordt uitgeperst. Dit  
35 heeft onder meer als voordeel dat de samenstelling van de  
borosilicaatglaslaag, die gevormd wordt door menging van de  
verbindingslaag met de siliciumoxydelaag, uitsluitend wordt bepaald door

van te voren gekozen laagdikten.

Bij voorkeur heeft de werkwijze volgens de uitvinding als kenmerk, dat het op elkaar drukken van het eerste lichaam en het tweede lichaam wordt voorafgegaan door een polijsten van de

5 verbindingslaag van de laag praktisch zuiver boor. Dit polijsten kan zowel nat chemisch als nat mechanisch worden gedaan. Bij voorkeur wordt het polijsten zodanig uitgevoerd dat een optisch glad oppervlak wordt verkregen, want dan wordt de verbinding door 'van der Waals krachten' geactiveerd. Opgemerkt wordt, dat in tegenstelling tot een laag praktisch

10 zuiver boor het moeilijk is om borosilicaatglas te polijsten zonder dat water en andere verontreinigingen in het glas achterblijven omdat dit glas hygroscopisch is.

Een verdere voorkeursuitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding heeft het kenmerk, dat de laag praktisch zuiver

15 boor een dikte tussen 1 en 200 nm bezit en de siliciumoxydelaag een dikte tussen 0.01 en 2  $\mu\text{m}$  bezitten. Door de dikte van de siliciumoxydelaag groter te kiezen dan de dikte van de laag praktisch zuiver boor is het mogelijk een verbinding tussen de lichamen te vormen zonder dat het boor door diffusie in de siliciumoxydelaag het aangrenzende lichaam

20 bereikt en verontreinigt.

Een bijzondere voorkeursuitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding heeft het kenmerk, dat de verhoogde temperatuur benodigd voor het vormen van de verbinding wordt verkregen door de laag praktisch zuiver boor te verhitten met behulp van straling, die door het

25 lichaam wordt doorgelaten en door de laag praktisch zuiver boor wordt geabsorbeerd. De straling kan bijvoorbeeld met behulp van een laser worden opgewekt, waardoor locale verhitting van de laag boor ontstaat. De uitvinding wordt in het navolgende, bij wijze van voorbeeld, nader toegelicht aan de hand van een tekening en enkele uitvoeringsvoorbeelden.

30 In de tekening tonen:

Figuur 1 t/m 4 een aantal stadia van het verbinden van twee lichamen volgens een werkwijze van de uitvinding, toont

Figuur 5 een halfgeleiderinrichting vervaardigd volgens een werkwijze van de uitvinding, waarbij in de dunne laag halfgeleidermateriaal een

35 transistor is aangebracht, en toont

Figuur 6 een voorkeursuitvoeringsvorm van een werkwijze volgens de uitvinding, waarbij de verbinding tussen de twee lichamen met behulp van

een laser wordt verkregen.

De figuren 1 t/m 4 tonen schematisch een aantal stadia van het verbinden van twee lichamen volgens een werkwijze van de uitvinding, waarbij het eerste lichaam 1 wordt voorzien van een vlak oppervlak 5 en wordt het tweede lichaam 2 bedekt met een siliciumoxydelaag 4, die eveneens wordt voorzien van een vlak oppervlak 6, waarna op ten minste een van de twee oppervlakken 5,6 een boriumbevattende verbindingslaag 7 wordt aangebracht. Vervolgens worden het eerste lichaam 1 en het tweede lichaam 2 met genoemde vlakke oppervlakken 5,6 gedurende enige tijd op elkaar gedrukt bij verhoogde temperatuur, waarna een van beide lichamen 2 door wegnemen van materiaal dun wordt gemaakt.

Het eerste lichaam 1 en het tweede lichaam 2 zijn in dit voorbeeld een dragerlichaam 1 en een halfgeleiderlichaam 2, beide schijven van silicium met een diameter van 7.5 cm en een dikte van 500  $\mu\text{m}$ . Andere halfgeleidermaterialen voor de schijven dan silicium zijn evenzeer mogelijk, bijvoorbeeld galliumarseen of indiumphosphide, en ook behoeft het materiaal van het dragerlichaam 1 niet gelijk te zijn aan dat van het halfgeleiderlichaam 2. Zo kan het dragerlichaam 1 ook van een ander materiaal dan halfgeleidermateriaal vervaardigd zijn, zoals bijvoorbeeld glas, saffier of een granaat.

Het halfgeleiderlichaam 2 en het dragerlichaam 1 worden beide voorzien van een siliciumoxydelaag 3,4, bijvoorbeeld door depositie vanuit de gasfase door ontleding bij verhoogde temperatuur van tetraetoxysilaan, figuur 1. Het oppervlak van de siliciumdioxidelagen 3,4 wordt hierna vlak gepolijst. Vervolgens wordt ten minste een oppervlak 5 van een siliciumoxydelaag 3 voorzien van een verbindingslaag 7, figuur 2, waarna het halfgeleiderlichaam 2 en het dragerlichaam 2 met de vlakke oppervlakken 5,6 op elkaar worden gedrukt, figuur 3. Na het verbinden van de lichamen 1,2 wordt het halfgeleiderlichaam 2 van silicium met een dikte van circa 500  $\mu\text{m}$  dun gemaakt, figuur 4, bijvoorbeeld door isotroop terugetsen van het halfgeleiderlichaam 2 tot een laag 8 overblijft met een dikte van circa 1  $\mu\text{m}$ .

Figuur 5 toont een halfgeleiderinrichting waarbij in de dunne laag halfgeleidermateriaal 8 op gebruikelijke wijze een transistor 9 is aangebracht met laterale afmetingen van ongeveer  $4 \times 4 \mu\text{m}$ . De transistor 9 in dit voorbeeld is een MOSFET transistor omvattende een

source en een drainzone 11,12 en een gate 13 van polysilicium met een gateoxyde 14 en een gateisolatie 15 van siliciumoxyde. De transistor 9 grenst in de dunne laag 8 aan veldoxydegebieden 10 die bijvoorbeeld verkregen zijn door locale thermische oxydatie van de dunne laag 8 gedurende 1 uur bij een temperatuur van 1050°C. Een op deze wijze vervaardigde transistor 9 is een voorbeeld van een SOI structuur die niet gevoelig is voor 'latch up', die stralingshard is, en waarvan de paracitaire capaciteiten in vergelijking met andere structuren gering is.

Volgens de uitvinding wordt als verbindingslaag 7 een laag praktisch zuiver boor toegepast. Hiermee wordt een verbinding verkregen tussen de lichamen zonder dat de verbindingslaag 7 gaat vervloeien tijdens het vormen van de verbinding. De laag boor 7 kan op gebruikelijke wijze, bijvoorbeeld door sputteren worden aangebracht op een of op beide oppervlakken 5,6 van de siliciumoxydelagen 3,4.

Het op elkaar drukken van het halfgeleiderlichaam 2 en het drager- lichaam 1 wordt bij voorkeur voorafgegaan door een polijsten van de laag boor 7. Hierdoor wordt een vlakker oppervlak van de verbindingslaag 7 verkregen hetgeen de kans op mechanische spanningen en de vorming van dislocaties in het halfgeleiderlichaam 2 tijdens het op elkaar drukken van de lichamen 1,2 verkleint. Het polijsten van de laag boor 7 boor kan zowel nat chemisch, of ook nat mechanisch met de hiervoor bestemde polijstmiddelen worden uitgevoerd. Indien het polijsten zodanig wordt uitgevoerd dat een optisch glad oppervlak van de verbindingslaag 7 van boor wordt verkregen, dan wordt de verbinding door 'van der Waals krachten' versterkt. Onder een optisch glad oppervlak wordt verstaan een oppervlak met een ruwheid kleiner dan 10 nm. Goede resultaten zijn verkregen met de zogenaamde 'SYTON' polijstmethode, een combinatie van zowel chemisch en mechanisch etsen. Hierbij wordt gepolijst met een colloïdale suspensie van siliciumoxyde in een waterige oplossing met natriumhydroxyde. Voor het versterken van de verbinding door 'van der Waals krachten' wordt de verbindingslaag 7 bij voorkeur op beide oppervlakken 5,6 van de siliciumoxydelagen aangebracht en optisch glad gepolijst.

Voor het vormen van een verbinding tussen het halfgeleiderlichaam 2 en het dragerlichaam 1 worden de lichamen 1,2 op elkaar gedrukt met een druk tussen  $1 \times 10^5$  en  $1 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup>. De druk dient een minimale waarde van ongeveer  $1 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup> te bezitten voor



Conclusies:

1.           Werkwijze voor het verbinden van een eerste lichaam en een tweede lichaam, waarbij het eerste lichaam wordt voorzien van een vlak oppervlak, en het tweede lichaam wordt bedekt met een siliciumoxyde- laag, die eveneens wordt voorzien van een vlak oppervlak, waarna op ten  
5 minste een van de twee vlakke oppervlakken een borium bevattende verbindingslaag wordt aangebracht, en vervolgens het eerste lichaam en het tweede lichaam met genoemde vlakke oppervlakken gedurende enige tijd bij verhoogde temperatuur op elkaar worden gedrukt, waarna een van beide lichamen door wegnemen van materiaal dun wordt gemaakt, met het kenmerk,  
10 dat als verbindingslaag een laag praktisch zuiver boor wordt toegepast.
2.           Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het op elkaar drukken van het eerste lichaam en het tweede lichaam wordt voorafgegaan door een polijsten van de verbindingslaag van praktisch zuiver boor.
- 15 3.           Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het polijsten van de verbindingslaag zodanig wordt uitgevoerd dat een optisch glad oppervlak wordt verkregen.
4.           Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de verbindingslaag op beide genoemde oppervlakken wordt aangebracht.
- 20 5.           Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het eerste lichaam en het tweede lichaam op elkaar worden gedrukt met een druk tussen  $1 \times 10^5$  en  $1 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup> bij een verhoogde temperatuur tussen 900 en 1050°C voor een duur van tenminste enkele minuten en ten hoogste vier uur.
- 25 6.           Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de verbindingslaag een dikte tussen 1 en 200 nm bezit en de siliciumoxydelaag een dikte tussen 0.01 en 2 µm bezit.
7.           Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de verhoogde temperatuur benodigd voor het vormen van de  
30 verbinding wordt verkregen door de laag praktisch zuiver boor te verhitten met behulp van straling, die door het lichaam wordt doorgelaten en door de laag praktisch zuiver boor wordt geabsorbeerd.



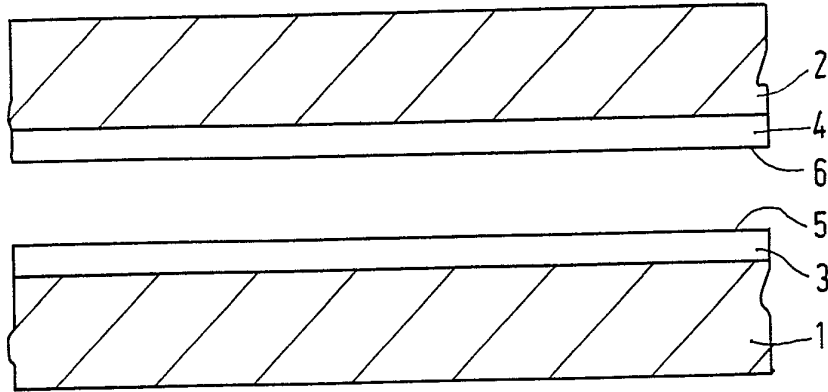


FIG. 1

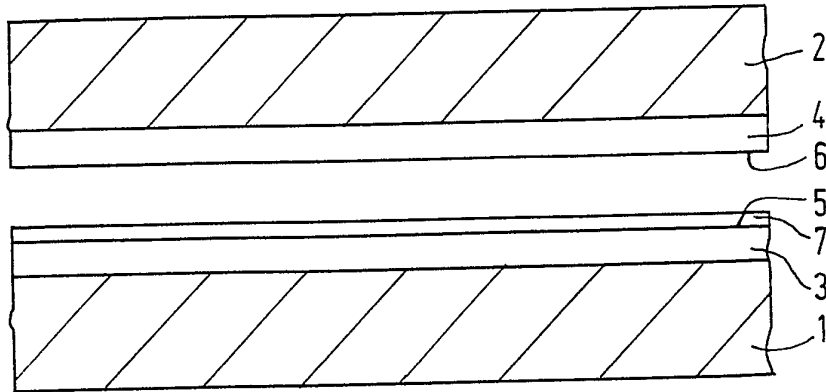


FIG. 2

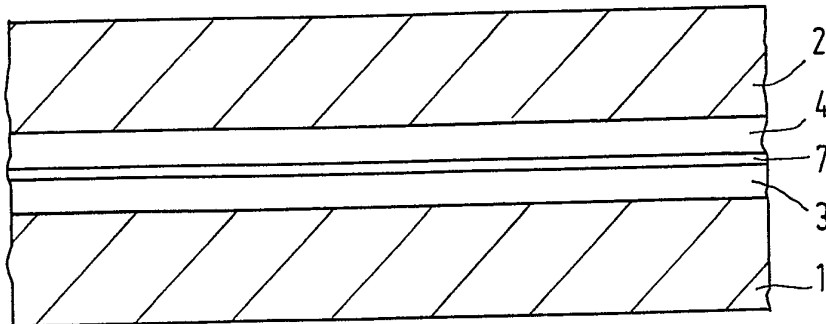


FIG. 3

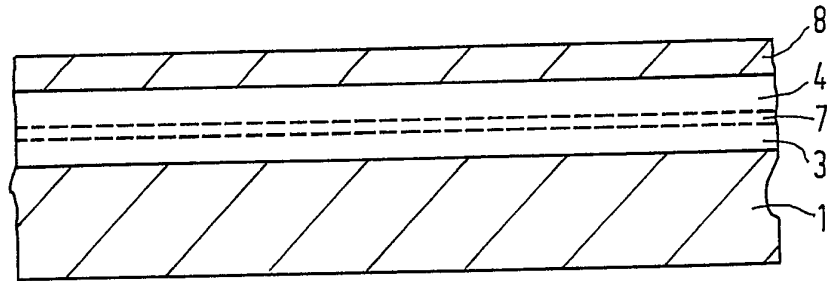


FIG. 4

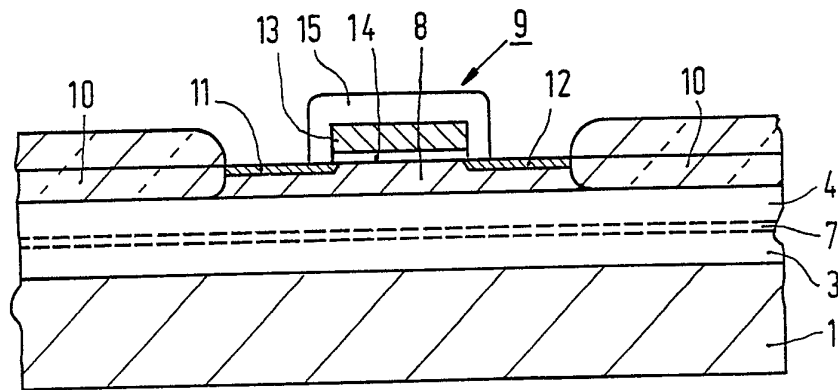


FIG. 5

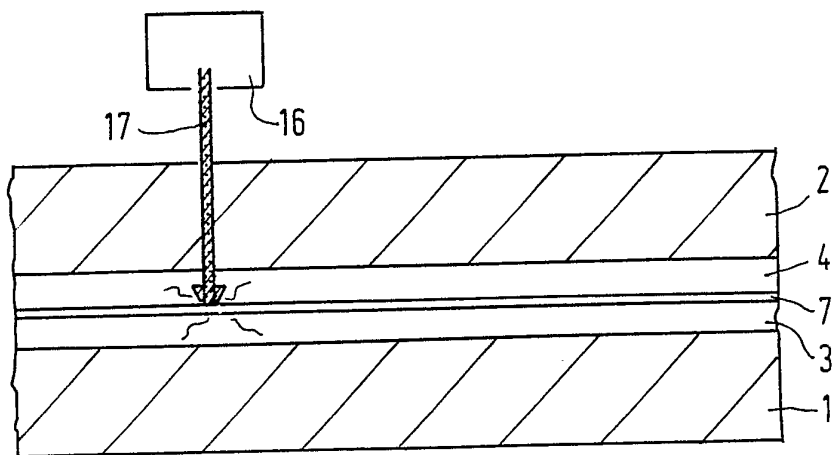


FIG. 6