



Nederland

⑫A **Terinzagelegging** ⑪ **8420012**

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze voor het vervaardigen van zonnecellen.**
- ⑤1 Int.Cl³: H01L31/18.
- ⑦1 Aanvrager: Mobil Solar Energy Corporation te Waltham, Massachusetts, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8420012.
- ⑧6 Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvraag: PCT/US84/00012.
- ②2 Ingediend 6 januari 1984.
- ③2 Voorrang vanaf 10 januari 1983.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 456621 .
- ⑥2 - -

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 november 1984.
- ⑧7 Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvraag: 19 juli 1984.
- ⑧7 Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvraag: WO84/02805.

Deze octrooiaanvraag werd ingediend als internationale octrooiaanvraag onder de bepalingen van het Verdrag tot samenwerking inzake octrooien (PCT). De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van een Nederlandse vertaling van de oorspronkelijk in een andere taal ingediende beschrijving met conclusie(s) en tekening(en). De Nederlandse octrooiaanvraag wordt geacht te zijn ingediend op de indieningsdatum van de internationale octrooiaanvraag.

VO 6454.

Titel: Werkwijze voor het vervaardigen van zonne-cellen.

De uitvinding heeft betrekking op de vervaardiging van foto-voltaische cellen en meer in het bijzonder op een goedkope methode voor het vervaardigen van een uit silicium bestaande zonnecellen, welke de combinatie van een gegalvaniseerde nikkelmetallisatie met een door
5 fosfine=diffusie gevormde ondiepe junctie mogelijk maakt.

Tot nu toe heeft een gebruikte methode voor het vervaardigen van uit silicium bestaande zonnecellen de stappen omvat van het vormen van een PN-junctie door een geschikt doteermiddel in de voorzijde van een silicium-plaat of -lint te defunderen, een ohmsrooster-electrodepatroon in een
10 beschermende diëlectrische maskeerlaag, die op dat voorvlak is gevormd, te etsen, een nikkellaag op alle silicium, dat door het etsen is vrijgegeven, neer te slaan, op het nikkel een laag koper en tin aan te brengen, de rest van de diëlectrische maskeerlaag van het voorvlak te verwijderen, en een anti-reflectiebekleding op de nieuw vrijgemaakte
15 gedeelten van het voorvlak aan te brengen. Bij bekende methoden bestaat de diëlectrische maskeerlaag gewoonlijk uit een oxyde van silicium en geschiedt het aanbrengen van de nikkel- en koperlaag door resp. electrode-loze en electro-galvaniseermethoden. Het zonder elektroden neerslaan van nikkel wordt gewoonlijk gevolgd door het verhitten van het siliciumplaatje
20 tot een temperatuur van $\pm 250^{\circ}\text{C}$ om bij het nikkel/silicium scheidingsvlak nikkelsilicide te vormen opdat bij het nikkel een hechtend ohmscontact wordt gevormd. Het nikkel werkt als een diffusie-barrière voor de electro-gegalvaniseerde uit koper bestaande geleidingslaag. Bij bekende methoden, waarbij gebruik wordt gemaakt van een nikkelmetallisatie, wordt de junctie
25 meer in het bijzonder gevormd tot een diepte van ongeveer 5 micron. Cellen, welke zijn vervaardigd met minder diepe juncties b.v. juncties met een diepte van $\pm 3500 \text{ \AA}$, werden onbevredigend geacht tengevolge van de toename in de keerlekstroom, welke werd veroorzaakt door een nikkel-diffusie gedurende het sinteren. Het probleem van de grotere keerlek-
30 stroom kan worden verzacht door de juncties zodanig te vormen, dat zij in de gebieden onmiddellijk onder de nikkelmetallisatie dieper zijn. Het vormen van een getrapte junctie vereist evenwel of een gelijktijdige diffusie uit een gasatmosfeer en een gedoteerde SiO_2 -bron, zoals beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 4152824 of tenminste twee
35 achtereenvolgens uitgevoerde diffusies. Door elke wijze van het vormen

van een getrapte junctie nemen de kosten toe. Verder heeft het vormen van een getrapte junctie uit de gedoteerde SiO_2 -bron de neiging te leiden tot een verslechtering, van de levensduur afhankelijke parameters (Voc en Jsc) en een dientengevolge optredende reductie in diffusie-lengten en zonnecelrendement. Deze verslechtering heeft de neiging om met het oppervlak van het siliciumplaatje toe te nemen en is waargenomen in cellen, welke zijn vervaardigd uit monocristallijn volgens Czochralski (CZ) gegroeid silicium evenals bij cellen, welke zijn vervaardigd uit EFG-gegroeid silicium (waarbij het laatste type silicium de neiging heeft om aanmerkelijk meer cristallografische defecten te vertonen dan CZ-materiaal).

Op het moment van de onderhavige uitvinding werd op grote schaal onderkend, dat een uitgebreid gebruik van fotonvoltaïsche zonnecellen afhankelijk was van de ontwikkeling van vervaardigingsmethoden, waarbij betrouwbare zonnecellen met een omzetrendement van 10% of meer met relatief geringe kosten konden worden vervaardigd. De kosten van zonnecellen hangen evenals bij andere half-geleiderinrichtingen af van de kosten van de uitgangsmaterialen en de kosten van het omzetten van de uitgangsmaterialen in het uiteindelijke product. De omzetting van silicium in siliciumzonnecellen met een rendement van tenminste 10% bij geringe kosten kan niet geschieden zonder een geschikte junctie-vormingsmethode en een goedkope metallisatiemethode met hoog rendement.

Het voornaamste doel van de uitvinding is het verschaffen van een goedkope methode voor het vervaardigen van half-geleiderinrichtingen, waarbij een siliciumnitride bekleding wordt gebruikt, welke dient als een galvaniseermasker voor een selectieve electrode-galvanisering.

Een ander belangrijk doel is het verschaffen van een verbeterde goedkope methode voor het vervaardigen van fotonvoltaïsche halfgeleider-junctie-inrichtingen, waarbij een gekozen dielectrisch materiaal zowel als een masker dient om een selectieve rooster-platering op de cel mogelijk te maken als wel dient als een anti-reflectie bekleding.

Weer een ander belangrijk oogmerk is het verschaffen van een werkwijze voor het vervaardigen van half geleidende zonnecellen, waarbij een laag van siliciumnitride als een masker voor metallisatie en tevens als een anti-reflectie bekleding dient.

Een verder belangrijk oogmerk is het verschaffen van een verbeterde goedkope methode voor het vervaardigen van zonnecellen uit EFG-silicium,

waarbij omzetrendementen in het gebied van tenminste 10-12% op een routinebasis kunnen worden verkregen.

Een meer specifiek doel van de uitvinding is het verschaffen van een verbeterde werkwijze voor het vervaardigen van siliciumzonnecellen met
5 een betrekkelijk ondiepe junctie (een diepte van $\pm 3500 \text{ \AA}$) onder gebruik van een diffusie met één trap uit een dampfasebron voor het vormen van een diode-junctie en nikkelmetallisatie teneinde een ohms-roostercontact te vormen, waardoor een diffusie kan worden verkregen zonder dat de keerlekstroom bij cellen met nikkelmetallisaties, voorzien van juncties
10 met grotere diepte (± 5 micron of meer) waarneembaar wordt vergroot.

Een ander doel van de uitvinding is het verschaffen van een verbeterde werkwijze voor het vervaardigen van silicium-zonnecellen, welke minder duur en meer betrouwbaar is dan de bekende methoden voor hetzelfde doel, waarbij gebruik wordt gemaakt van een nikkelmetallisatie voor het
15 vormen van ohmse contacten.

Een verder doel van de uitvinding is het verschaffen van een zonnecel vervaardigingsprocedure van het beschreven type, waarbij gebruik wordt gemaakt van (1) een bekleding van een anorganische verbinding van silicium en stikstof als een metallisatie platteermasker en een anti-reflexie
20 bekleding, (2) fotolithografie voor de vorming van rooster-electrode patronen en (3) een bestuurd verhitte teneinde verschillende functies snel en op een doelreffende wijze tot stand te brengen waaronder (a) het verwijderen van de resterende fotolak, en (b) het omzetten van het silicium en stikstof bevattende materiaal in een stof met een aanmerkelijk
25 gereduceerde etssnelheid.

De bovenstaande oogmerken worden verkregen door een werkwijze, welke, bij de voorkeursuitvoeringsvorm daarvan, als toegepast bij de vervaardiging van silicium-zonnecellen, onder meer de volgende stappen omvat: (1) het diffunderen van fosfine in een silicium-lint van het p-type
30 teneinde een ondiepe junctie te vormen, (2) het aan de junctie-zijde van het lint vormen van een dunne bekleding van een polysilazaan (een vorm van siliciumnitride met een relatief grote etssnelheid), (3) het vormen van een rooster-electrode-patroon in de polysilazaan bekleding door fotolithografie (onder gebruik van een geschikte fotolak-samenstelling
35 en etsing), (4) het thermisch behandelen van het silicium teneinde resterende lak te pyrolyseren en de polysilazaan bekleding om te zetten in een vorm van siliciumnitride met een geringere etssnelheid, (5) het bekleden van de andere zijde van het siliciumlint met een aluminium-pasta,

84 200 12

(6) het verhitten van het silicium teneinde het aluminium en silicium te legeren, (7) het plateren van het vrije silicium aan de beide zijden van het lint met nikkel, (8) het sinteren van het nikkel voor het vormen van een nikkelsilicide, en (9) het platteren van een extra metaal of extra
5 metalen op de met metaal beklede gedeelten van het silicium. Daarna kan het silicium verder worden verwerkt b.v. om het silicium gereed te maken voor verbinding met elektrische ketens.

De initiële siliciumnitride (polysilazaan) bekleding wordt door plasma neerslag gevormd en bezit drie belangrijke eigenschappen. In de
10 eerste plaats heeft in de toestand waarin het siliciumnitride wordt neergeslagen dit siliciumnitride een relatief geringe dichtheid en een etssnelheid, welke voldoende groot is om een geschikte etsing van het roosterpatroon mogelijk te maken. In de tweede plaats scheurt de dunne siliciumnitridelaag tijdens de thermische behandeling en de legering van aluminium
15 en silicium niet. In de derde plaats neemt tengevolge van de thermische behandeling de etssnelheid van het siliciumnitride zo veel af, dat het als een masker kan dienen om een selectieve rooster-platering mogelijk te maken zonder dat de werking van de cel achteruit gaat.

De uitvinding zal onderstaand nader worden toegelicht onder verwijzing naar de tekening, welke een aantal van de stappen toont, welke
20 worden uitgevoerd bij het vervaardigen van zonnecellen overeenkomstig een voorkeurs-uitvoeringsvorm volgens de uitvinding. In de tekening zijn de dikten en diepten van de verschillende bekledingen en gebieden terwille van de illustratie niet precies overeenkomstig hun relatieve proporties aangegeven. Het is gebleken, dat het mogelijk is de voordelen
25 van een junctievormingsmethode met hoog rendement te combineren met een goedkope metallisatiemethode indien wordt voorzien in een diëlectrische laag, welke (a) gemakkelijk en nauwkeurig kan worden weggeëtsd in de vorm van een gekozen metallisatiepatroon zonder dat een significante
30 etsing van het silicium plaatsvindt, (b) kan dienen als een masker voor het mogelijk maken van een selectieve metaal-platering voor de vorming van elektroden, en (c) als een anti-reflectie-bekleding kan dienen. Men heeft vastgesteld, dat (1) siliciumdioxide, (2) een fosfosilicaat glas diffusie product, als beschreven in het Amerikaanse octrooischrift
35 4152824, en (3) een CVD-oxyde (een oxyde, verkregen door een chemisch damp neerslag proces) niet effectief zijn als een diëlectricum, dat kan dienen als een masker voor het vereenvoudigen van een geselecteerde pla-

tering zonder dat de werking van de cel wordt gedegradeerd. Zoals evenwel is gebleken, kan door plasma neergeslagen siliciumnitride een dergelijke functie wel vervullen en biedt dit bovendien het voordeel, dat een betere antireflectie- bekleding wordt verkregen dan bij de genoemde oxiden
5 of het fosfosilicaat glas. In dit verband wordt opgemerkt, dat uit proeven is gebleken, dat een thermische oxidatie van een EFG-gegroeid silicium-lint na fosfine-diffusie leidt tot een fosfor- en/of verontreinigingsverdeling in het lint in een mate, waarbij de neiging bestaat, dat de werking van de cel op een ernstige wijze achteruit gaat. Anderzijds
10 hebben fosforsilicaat-glasfilms de neiging een onbestuurbaar grote ets-snelheid in een oxide-ertsoplossing te hebben en zijn zij niet effectief als metaal-platteer-maskers of als een anti-reflectie-bekleding. CVD oxiden hebben, wanneer zij uitsluitend als platteer-maskers worden gebruikt, de neiging tot krakeleren en scheuren.

15 De uitvinding is gebaseerd op het inzicht, dat siliciumnitride, indien dit op een bepaalde wijze wordt toegevoerd en gebruikt, kan bijdragen tot het verbeteren van de werking van silicium-zonnecellen met ondiepe junctie en/of het vereenvoudigen van het gebruik van andere celvervaardigings-stappen, b.v. een stap, waarbij de werking van de
20 cel wordt verbeterd of een metallisatiestap, welke leidt tot de vorming van een electrode met een gekozen geometrie aan tenminste één oppervlak van de siliciumsubstraat.

Onder verwijzing naar de tekening heeft de voorkeurs-uitvoeringsvorm volgens de uitvinding betrekking op de vervaardiging van zonnecellen
25 uit een EFG-gegroeid silicium-lint van het p-type. Als een eerste eis van het proces, wordt één zijde (hierna de "voorzijde" genoemd) van een vooraf gereinigd EFG-silicium-lint 2 met een geleiding van het p-type onderworpen aan een fosfine-diffusie, waarvan is berekend, dat deze leidt tot een betrekkelijk ondiepe junctie 4, d.w.z. een junctie waarvan de
30 diepte is gelegen tussen ± 3000 en $5000 \text{ \AA}$, een gebied 6 met een geleiding van het N-type en een fosfosilicaat-glas 8. Bij deze voorkeurs-uitvoeringsvorm wordt de andere zijde (hierna genoemd de "achterzijde") van de substraat niet gemaskeerd tijdens de diffusie-stap, met het gevolg, dat een tweede junctie 4A met in hoofdzaak dezelfde diepte, nog een gebied 6A met
35 een geleiding van het N-type en een laag 8A van fosforsilicaat-glas aan die zijde van de substraat worden gevormd. De diffusie wordt beëindigd door een oven-afkoel-stap, welke dient als een getterbehandeling waarbij verontreinigingen aan het oppervlak van het lint worden gegetterd en

waarbij zij door etsen kunnen worden verwijderd. De diffusie geschiedt bij voorkeur bij een temperatuur, welke is gelegen tussen $\pm 800^{\circ}\text{C}$ en 1000°C en de oven-afkoel-getterbehandeling omvat het afkoelen van het lint tot een temperatuur van ongeveer 650° gedurende een periode, welke
5 is gelegen tussen ong. 1,5 en ong. 3,0 uur. Tijdens de oven-afkoel-getterbehandeling wordt de siliciumsubstraat blootgesteld aan een atmosfeer van zuurstof en stikstof (in een volumeverhouding van 1:1).

Vervolgens wordt het fosforsilicaat glas 8 en 8A weggeëetst door domping in een gebufferde oplossing van $10\text{NH}_4\text{F}(40\%):\text{HF}$ bij een temperatuur
10 gelegen tussen $\pm 25^{\circ}\text{C}$ en $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Bij de volgende stap wordt een dunne bekleding 10 van "polysilazaan", een vorm van siliciumnitride, op de voorzijde van het lint neergeslagen door het lint in een plasma reactiekamer in aanwezigheid van gasbronnen van silicium, stikstof en waterstof te plaatsen en deze bronnen aan warmte en een geschikte spanning te
15 onderwerpen teneinde een polysilazaan-bekleding met een geschikte dikte op het silicium te verschaffen. De hier gebruikte uitdrukking "polysilazaan" betekent een vorm van siliciumnitride met een samenstelling, voorgesteld door de formule $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$, waarbij Si, N en H respectievelijk silicium, stikstof en waterstof zijn en x, y en z elk variëren van $\pm 1,0$ tot $\pm 1,3$.
20 Deze polysilazaan (siliciumnitride) bekleding 10 heeft een betrekkelijk hoge etssnelheid (ong. $1200\text{\AA}/\text{minuut}$) in een gebufferd oxide-etsmiddel, zoals een oplossing van HF en NH_4F , en wordt volgens een betrekkelijk dunne laag nl. met een dikte gelegen tussen ong. 500 en ong. $1500\text{\AA}$, neergeslagen. Het silazaan wordt bij voorkeur verkregen in een plasma-
25 reactiekamer, welke wordt verhit tot een temperatuur, gelegen tussen $\pm 120^{\circ}\text{C}$ en 200°C en wordt onderworpen aan een spanning, gelegen tussen ± 450 en 600 volt, waarbij de gasbronnen van silaan, stikstof en waterstof silaan, stikstof en ammoniak zijn.

De volgende stap omvat het bekleden van de voorzijde van het lint
30 op een geschikte wijze bv. door sproeien met een negatieve fotolak 12. In het gebruikelijke geval wordt de fotolak verhit om organische oplosmiddelen in de lak te verdrijven. Meer in het bijzonder vindt dit plaats door de fotolak te verhitten tot een temperatuur tussen 80 en 100°C gedurende een periode, gelegen tussen ong. 30 en ong. 60 minuten.

35 Vervolgens wordt de fotolak aan een geschikte stralings-energiebron via een geschikt roosterpatroon-masker blootgesteld, zodat belichte gedeelten van de lak zullen polymeriseren. Het electrode-roosterpatroon

komt meer in het bijzonder overeen met het in het Amerikaanse octrooi-schrift 3.686.036 aangegeven patroon met een aantal vingers. Daarna wordt de lak ontwikkeld door de lak in aanraking te brengen met één of meer geschikte oplossingen, welke dienen om de niet belichte gedeelten van de lak te verwijderen, waarbij de belichte gedeelten 12A in tact blijven.

Vervolgens wordt de siliciumnitride-laag onderworpen aan een gebufferde oxide-etsing b.v. met een gebufferde oplossing van $10\text{NH}_4(40\%):1\text{HF}$ teneinde het nitride in die gebieden weg te etsen, waar de lak is verwijderd en tevens de achterzijde van de substraat te reinigen.

10 Daarna wordt de substraat onderworpen aan een infrarode verwarming, welke voldoende is om (1) de resterende lak door pyrolyse te verwijderen en (2) het siliciumnitride van het polysilazaantype om te zetten in een vorm van siliciumnitride, welke dichterbij Si_3N_4 ligt en dichter is en een veel kleinere etssnelheid heeft, meer in het bijzonder ± 100 15 of minder Å/minuut, dan zoals oorspronkelijk neergeslagen. Bij deze verhittingsstap wordt de substraat verhit tot een temperatuur van ± 700 tot $\pm 800^\circ\text{C}$ gedurende ongeveer 0,5 - 2,0 minuten teneinde de lak te pyrolyseren en het polysilazaan in de dichtere vorm van siliciumnitride om te zetten.

20 Daarna wordt de achterzijde van de substraat bekleed met een laag 14 van een aluminium-pasta. Deze stap wordt dan gevolgd door een tweede verhittingsstap. Bij de tweede verhittingsstap wordt de substraat gedurende $\pm 0,5 - 2,0$ minuten verhit bij een temperatuur van $\pm 576 - 620^\circ\text{C}$ om eventuele vluchtige of te pyrolyseren organische componenten 25 van de pasta te verwijderen en het aluminium in de pasta met de silicium-substraat te legeren.

Opgemerkt wordt, dat het oorspronkelijk neergeslagen polysilazaan een brekingsindex van $\pm 2,0$ heeft en deze neemt tot $\pm 2,1$ toe wanneer het materiaal door de eerste bovenbeschreven verhittingsstap wordt ver- 30 dicht. Bij de tweede verhittingsstap legeert de aluminium-bekleding 14 met de achterzijde van de substraat teneinde het gebied 6A van het N-type om te zetten in een gebied van het p^+ -type met een diepte van ± 1 tot ± 3 micron. Het p^+ -gebied 16 wordt gevormd zelfs in het geval, dat de achterzijde van de substraat geen gebied van het N-type omvat.

35 Aan het eind van de tweede van de bovengenoemde infrarood verhittingsstappen, wordt de substraat gereinigd door deze in water te dompelen en aan ultrasone trillingen te onderwerpen teneinde een overschot aan niet gelegeerd aluminium te verwijderen.

8420012

Daarna worden de beide zijden van de substraat geplaatst met nikkel, waarbij de nikkellaag 18 aan de achterzijde over het gehele oppervlak van de aluminium-laag 14 wordt aangebracht en de nikkel-laag 20 aan de voorzijde over die gebieden wordt aangebracht waarvan de siliciumnitride-bekleding is verwijderd. Het nikkel hecht zich niet aan de verdichte siliciumnitride-bekleding 10A, welke aan de voorzijde van de substraat overblijft. Het plateren van de nikkel-lagen kan op verschillende wijzen geschieden. Bij voorkeur geschiedt het overeenkomstig een bekend nikkel-plaateerproces zonder elektroden b.v. een proces van het type, beschreven in het Amerikaanse octrooischrift nr 4.321.283.

Nadat het nikkel is aangebracht, wordt de substraat in stikstof of waterstof verhit tot een temperatuur en gedurende een tijd, welke voldoende zijn om de nikkellagen te sinteren en te veroorzaken, dat de nikkellaag 20 aan de voorzijde van de substraat met het naastgelegen silicium reageert voor het vormen van een uit nikkelsilicide bestaand ohms-contact. Bij voorkeur wordt de substraat tot een temperatuur van $\pm 300^{\circ}\text{C}$ gedurende een periode gelegen tussen ongeveer 15 en ± 40 minuten, verhit. Hierdoor verkrijgt men een nikkelsilicide-laag met een diepte van $\pm 300 \text{ \AA}$. De nikkellaag 18 aan de achterzijde vormt een legering met de aluminium-laag.

Nadat het sinteren is voltooid, wordt het nikkel aan een etsing met salpeterzuur onderworpen teneinde een overschot aan nikkel van de beide zijden van de substraat te verwijderen. De verdichte siliciumnitride-film 10A is zeer bestendig voor de nikkel-etsoplossing en dient derhalve als een masker om het zich daaronder bevindende silicium te beveiligen wanneer het overschot aan nikkel wordt weggeëtst.

Daarna worden het nikkelsilicide en de nikkel/aluminium legeringen verder gemetalliseerd voor het verschaffen van geschikte contacten. Bij voorkeur, doch niet noodzakelijk, omvat deze verdere metallisatie het aanbrengen van een tweede laag nikkel op de nikkellagen aan de beide zijden van de substraat overeenkomstig één van de bekende methoden. Onmiddellijk daarna worden één of meer lagen van koper op het vrijliggende koper aan de beide zijden van de substraat aangebracht voor een verbinding met de nikkellagen en het daardoor beveiligen hiervan tegen oxydatie. Het koper kan door electrolytisch plateren worden aangebracht. Vervolgens kan de inrichting aan ander bekende behandelingen voor bekende doeleinden worden onderworpen en kan b.v. een laag van tin en soldeer achtereenvolgens op de eerder aangebrachte metaallagen worden gebracht.

De aluminium-pasta 14 omvat bij voorkeur aluminium-poeder in een vluchtig organisch materiaal, zoals terpineol, dat door verdamping kan worden verwijderd. Ofschoon de bekleding van aluminium-verf betrekkelijk dun is, wordt een groot gedeelte van het aluminium-poeder niet
5 gelegeerd doch blijft dit in plaats daarvan als een betrekkelijk broze laag na de tweede infrarood verhittingsstap achter. Dit overschot aan niet gelegeerd aluminium wordt bij voorkeur door ultrasoon reinigen in water verwijderd.

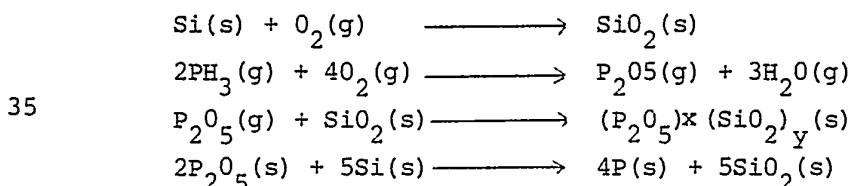
De nikkeletsing verwijderd niet slechts het overschot aan nikkel
10 doch ook een deel van de nikkel-aluminium-legering, die aan de achterzijde van de substraat tijdens het sinteren is gevormd. Na de nikkeletsstap wordt de voorzijde van de substraat gekenmerkt door een nikkelsilicide over het gehele oppervlak van het vooraf gekozen elektrode-roosterpatroon, en een aluminium/nikkel legeringslaag, die zich op een uit
15 aluminium bestaande elektrodel laag aan de achterzijde van de substraat bevindt. Het siliciumnitride, dat aan de voorzijde van de substraat overblijft, dient als een effectieve anti-reflectie-bekleding.

Hierna volgt een specifiek voorbeeld van de voorkeursmethode voor het realiseren van de uitvinding.

20 Voorbeeld.

Een siliciumlint met een geleiding van het p-type, vervaardigd volgens het EFG-proces en met een geleiding van $\pm 56 \text{ ohm-cm}$ wordt gereinigd door het lint te etsen in een oplossing van $\text{HNO}_3:\text{HF}$ (1:1) gedurende ± 3 minuten bij een temperatuur van $\pm 25^\circ\text{C}$. Daarna wordt het lint in
25 een diffusie-oven geplaatst en blootgesteld aan een continue stroom van een atmosfeer, welke zuurstof, stikstof en fosfine (PH_3) bevat, bij een temperatuur van $\pm 900^\circ\text{C}$ gedurende een periode van bij benadering 30 minuten. Daarna wordt de stroom fosfine beeindigd en laat men de oven afkoelen in een lucht- (zuurstof en stikstof) atmosfeer tot een temperatuur
30 van $\pm 650^\circ\text{C}$ over een periode van $\pm 1,5$ uur waarna het lint uit de oven wordt verwijderd.

In de diffusie oven vinden de volgende reacties plaats:



waarbij (g) en (s) gasvormige en resp. vaste toestanden aangeven.

8420012

Het $(P_2O_5)_x(Si)_2y$, fosfosilicaatglas, wordt van beide zijden van het lint verwijderd door het lint in een gebufferde HF-zuur oplossing, b.v. $10NH_4F(40\%):1HF$ gedurende een periode van ± 2 minuten te dompelen.

Daarna wordt het lint in een plasma-reactiekamer geplaatst en wordt de voorzijde van het lint gedurende een periode, gelegen tussen 3
5 tot 4 minuten, blootgesteld aan een mengsel van stikstof, ammoniak en silaangassen, welke door de reactiekamer worden gevoerd, en onderworpen aan een gelijkspanning van 500 volt, met het resultaat, dat de reactieve species van deze gasen reageren voor het vormen van een polysilazaan dat wordt voorgesteld door de formule $Si_xN_yH_z$ waarbij x, y en z elk
10 $\pm 1,0$ tot $1,3$ bedragen. Bij verwijdering uit de kamer bezit de voorzijde van het lint een siliciumnitride-bekleding van het polysilazaan type met een dikte van $\pm 1000 \text{ \AA}$, welke bekleding een relatief hoge etssnelheid van $\pm 1000 \text{ \AA}$ per minuut heeft bij onderdompeling in een gebufferde HF-etsoplossing. De polysilazaan-bekleding heeft ook een betrekkelijk geringe
15 dichtheid.

Daarna wordt op de voorzijde van het lint een laag van een negatieve fotolak aangebracht. Een negatieve lak, welke de voorkeur verdient, wordt op de markt gebracht onder de naam van Dynachem. De fotolak wordt gedurende $\pm 40-60$ minuten bij een temperatuur van $85-90^\circ C$ voorverhit teneinde te
20 veroorzaken, dat de fotolak zich stevig aan het silicium hecht. Deze fotolaklaag wordt dan bekleed met een masker volgens het patroon van een rooster-electrode met een aantal vingers b.v. een electrode met de vorm, aangegeven in het amerikaanse octrooischrift 3686.036. Het roostermasker wordt dan gedurende bij benadering 5-7 sec. met ultraviolet licht bestraald teneinde
25 te veroorzaken, dat het belichte gedeelte van de siliciumnitride-bekleding polymeriseert. De fotolak wordt daarna ontwikkeld door contact met tolueen en propanol of andere geschikte chemicaliën. Dit ontwikkelingsproces verwijdert die gedeelten van de lak, welke niet zijn bestraald en derhalve niet zijn gepolymeriseerd.

30 Na het ontwikkelen van de lak wordt het lint blootgesteld aan een gebufferd oxyde-etsmiddel bestaande uit een oplossing van HF en NH_4F . Het etsmiddel etst het nitride van die gedeelten van het voorvak van het lint weg van welke de lak is verwijderd. Het lint wordt gedurende 1-3 min. in het etsmiddel gehouden, hetgeen voldoende is aangezien het siliciumnitride
35 een etssnelheid van bij benadering $1200 \text{ \AA}$ per minuut heeft.

Daarna wordt het silicium-lint door een infrarood verhitte zone

84 20012

bij een temperatuur van $\pm 750^{\circ}\text{C}$ gedurende $\pm 1,5$ minuten gevoerd, hetgeen voldoende is om de resterende fotolak aan de voorzijde van het lint de pyroliseren en het polysilazaan door verwijdering van waterstof om te zetten in een stof, welke (a) dichter bij Si_3N_4 ligt en (b) een etssnelheid van slechts $\pm 20\text{-}70 \text{ \AA}$ per minuut in een gebufferd oxyde-etsmiddel heeft. De siliciumnitride-bekleding is na de infrarood-verhitting betrekkelijk dicht vergeleken met door oorspronkelijk polysilazaan-bekleding. De exacte samenstelling is niet bekend. Het is evenwel wel bekend, dat het materiaal nog steeds enige waterstof bevat. Het verdichtingsproces veroorzaakt ook, dat de laag in dikte krimpt met bij benadering 10% en de brekingsindex van de laag toeneemt.

Na het verwijderen uit de infrarode verhittingszone wordt de achterzijde van het lint bekleed met een aluminium-pasta bestaande uit kleine aluminium-deeltjes in een vluchtig organisch materiaal, dat terpineol omvat. De pasta wordt als een betrekkelijk dunne laag aangebracht. Daarna wordt de substraat bij een temperatuur van $\pm 600^{\circ}\text{C}$ gedurende $\pm 1,0$ minuut aan een infrarode verhitting blootgesteld, teneinde de organische component van de aluminium-pasta te verwijderen en het resterende aluminium met het silicium te legeren. Tijdens deze legeringsstap wordt het gebied van het N-type aan de achterzijde van het lint om gezet in een p^+ -gebied.

Na verwijdering uit de infrarode verhittingszone wordt het siliciumlint gedurende $\pm 1\text{-}3$ minuten aan een ultrasone reiniging in water onderworpen teneinde eventueel niet gelegeerd aluminium te verwijderen. Bij verwijdering uit het ultrasone reinigingsbad bezit het siliciumlint een zich daaraan hechtende aluminium laag met een dikte van $\pm 1\text{-}3$ micron, welke in aanraking is met een p^+ -gebied, zoals bij 16 in de tekening is aangegeven.

Daarna worden de beide zijden van het silicium-lint met een laag nikkel bekleed overeenkomstig de werkwijze, beschreven in het genoemde Amerikaanse octrooischrift 4321283. Meer in het bijzonder worden de beide zijden van het silicium-lint met een nikkellaag bekleed door het lint in een waterig bad van nikkelchloride en ammoniumfluoride bij een pH van $\pm 2,9$ en bij benadering de kamertemperatuur gedurende $\pm 2\text{-}4$ minuten onder te dompelen; daarna wordt het lint aan een sintering in een oven bij een temperatuur van 300°C in een stikstofatmosfeer gedurende een periode van ± 25 minuten onderworpen, waardoor nikkel aan de voorzijde van het lint met het naast gelegen vrijliggende silicium reageert voor het vormen van een uit nikkel-silicide bestaand ohms-contact, terwijl het nikkel aan de achterzijde een legering met de zich daar onder bevindende aluminium-laag

84 20012

vormt. Opgemerkt wordt, dat op het siliciumnitride, dat op de eerste zijde van het lint achterblijft, geen nikkellaag wordt neergeslagen.

Het lint wordt dan ondergedompeld in een etsoplossing bestaande uit HNO_3 en daarin gedurende een periode van bij benadering 1-2 minuten 5 gehouden teneinde een overschot aan nikkel vanaf de beide zijden van het lint te verwijderen. Bij het verwijderen uit dit bad heeft het nikkel aan de voorzijde van het lint in wezen de vorm van een nikkelsilicide.

Na het verwijderen van het nikkel-etsmiddel wordt het lint op-nieuw aan een ultrasone reiniging in water onderworpen om alle resten te 10 verwijderen. Daarna wordt een tweede nikkel-plateersamenstelling op de gemetalliseerde-gedeelten van de beide zijden van het lint overeenkomstig de boven voor de initiële nikkelplatering beschreven wijze aangebracht.

Zo spoedig mogelijk nadat de tweede nikkelplateerstap is voltooid, wordt een laag van electrodeloos koper op de gemetalliseerde gedeelten 15 van de twee zijden van het lint aangebracht. Dit wordt gevolgd door een tweede laag van langs electrolytische weg neergeslagen koper, dat op de gemetalliseerde gedeelten aan de beide zijden van het lint wordt aangebracht. Bij een electrolytische platering wordt gebruik gemaakt van een stroom van 15 amp. en een plateerperiode van 15 minuten. Daarna wordt een laag tin 20 langs electrolytische weg op elke koperlaag neergeslagen door het lint gedurende 10 minuten bij een stroom van 10 amp. in een electrolytisch tinbad te dompelen.

Vervolgens wordt de gereed zijnde cel gedompeld in een soldeer-bad met 62% tin, 36% lood en 2% zilver om een soldeerlaag over de tin- 25 bekledingen aan te brengen.

Men heeft vastgesteld, dat zonnecellen, die overeenkomstig het bovenstaande voorbeeld zijn vervaardigd uit EFG-gegroeide linten norma-liter omzetrendementen van 10-13% vertonen. Het siliciumnitride, dat op de voorzijde van de uiteindelijke inrichtingen overblijft, dient als een 30 effectieve anti-reflectie-bekleding. In dit verband wordt opgemerkt, dat, zoals reeds is vermeld, de siliciumnitride-bekleding tijdens de thermische behandeling daarvan of tijdens de thermische behandeling, welke plaats vindt bij de aluminium-legeringsstap, niet scheurt.

Voorts is vastgesteld, dat de bovenbeschreven fosfine-diffusie 35 gevolgd door een oven koel gatterbehandeling de neiging heeft waarden van van de levensduur afhankelijke parameters (V_{OC} en J_{SC}), die nodig zijn voor omzetrendementen in het gebied van 10%-13% te behouden.

Zoals reeds is opgemerkt is voor het combineren van de voordelen

van (1) een junctie-vormingsmethode met hoog rendement, waarbij gebruik wordt gemaakt van een fosfine-diffusie teneinde een ondiepe junctie te verschaffen plus een ovenafkoeling voor getterdoeleinden en (2) een goedkope metallisatiemethode een diëlectricum nodig is, dat als een masker kan dienen voor het verschaffen van een selectieve platering zonder dat de werking van de cel wordt gedegradeerd. Het plasma-neergeslagen siliciumnitride voldoet aan deze eis en biedt bovendien het voordeel, dat hiermede een zeer doeltreffende anti-reflectie-bekleding wordt verkregen. Bovendien is er omdat de niet verdichte polysilazaan-bekleding een grote etssnelheid heeft en derhalve slechts gedurende een korte tijd aan het etsmiddel behoeft te worden blootgesteld, weinig of geen kans, dat de fotolak door het etsmiddel wordt weggetild met een dientengevolge optredend verlies aan nauwkeurigheid bij het etsen van het rooster-electrodepatroon in de polysilazaan-bekleding.

15 Een verder voordeel van de bovenbeschreven siliciumnitride-neerslag- en thermische behandelingsmethode is, dat de geplaatste metalen niet door de anti-reflectie-bekleding worden bekleed zoals bij andere zonnecel-fabricage-processen. Er wordt voorts op gewezen, dat de siliciumnitride-bekleding wordt neergeslagen in plaats van wordt gevormd door een 20 omzetting van het sterk gedoteerde N^+ -silicium d.w.z. het silicium met grote geleiding, zoals b.v. optreedt wanneer een anti-reflectie-bekleding wordt gevormd door chemische kleuring, waarbij siliciumfluoride kleur A/R-bekleding of wanneer een uit siliciumnitride bestaande anti-reflectie-bekleding wordt gevormd door thermische nitrering (zie het Amerikaanse 25 octrooischrift 4266985 voor de vorming van directe thermische nitride-films).

Verder schijnt het zo te zijn, dat de thermische behandeling van het siliciumnitride tijdens de aluminium legeringsstap leidt tot een verbetering van de werking van het zonnecel-product door dat de 30 oppervlakte hercombinatie-snelheid wordt verlaagd.

Natuurlijk is het proces volgens de uitvinding niet beperkt tot de verwaardiging van zonnecellen uit EFG-substraten. Zo kunnen b.v. ook siliciumsubstraten, afkomstig uit CZ-gegroeiende lichamen of gegroeid uit de smelt door andere methoden worden gebruikt voor het vormen van zonnecellen met relatief hoog vermogen volgens de uitvinding. Voorts kan de uitvinding worden toegepast op siliciumsubstraten, welke niet bestaan uit linten en welke niet vlak zijn, b.v. cirkelvormige lichamen van silicium of silicium in vormen met een gebogen of polygonale dwarsdoorsnede-configuratie.

De bovenbeschreven siliciumnitride-behandelingsstappen kunnen worden toegepast bij de vervaardiging van andere typen half-geleiderinrichtingen. Verder kan de thermische siliciumnitride-behandeling worden uitgevoerd zonder een gelijktijdige pyrolyse van de lak aangezien de laatste kan worden verwijderd door chemische middelen onmiddellijk nadat de polysilazaan-bekleding in de vorm van een gekozen rooster-electrodepatroon is geëtst en voor de thermische behandeling van de polysilazaan-bekleding. Voorts kan de substraat t.a.v. geleiding en specifieke weerstand worden getest onmiddellijk nadat het fosforsilicaat-glas is geëtst of, indien de lak wordt verwijderd nadat de polysilazaan-bekleding is geëtst, onmiddellijk nadat de lak is afgestroopt doch voordat een aluminium platering heeft plaatsgevonden.

Een andere modificatie omvat het aanbrengen van de aluminium-pasta op de achterzijde van de substraat nadat die initiële siliciumnitride-bekleding is geëtst, doch voordat deze is verdicht door verhitting, waarna gebruik wordt gemaakt van een enkele verhittingsstap om tegelijkertijd (a) de resterende lak te pyrolyseren, (b) de vloeibare pasta-drager te verdampen teneinde de bekleding van aluminium te drogen, (c) het aluminium en silicium te legeren, en (d) de polysilazaan-bekleding te modifieren in een dichtere vorm van siliciumnitride met een kleinere etssnelheid.

Het bovenstaande kan worden verkregen door de substraat na het aanbrengen van de aluminiumpasta te verhitten tot een temperatuur, welke is gelegen tussen ± 700 en 850°C , bij voorkeur tussen ± 805 en $\pm 825^{\circ}\text{C}$ en wel gedurende een periode van $\pm 2 - 6$ minuten. Bij deze modificatie wordt de substraat, als bovenbeschreven, ultrasoon gereinigd nadat de enkele verhittingsstap is voltooid, waarna de nikkelplateer- en daarop volgende metallisatiestappen kunnen worden uitgevoerd zoals boven is beschreven. Een verdere voor de hand liggende modificatie bestaat daarin, dat de achterzijde van de substraat tijdens de diffusie-junctie-vormingsstap wordt gemaskeerd teneinde de vorming van de junctie 4A en het gebied 6A van het N-type te beletten. In een dergelijk geval wordt een P^{+} -gebied, als aangegeven bij 16, nog steeds gevormd wanneer de aluminium-laag 14 met de siliciumsubstraat wordt gelegeerd.

Binnen het kader van de uitvinding kunnen ook nog andere wijzigingen worden aangebracht zoals b.v. het vormen van het p^{+} -achtergebied van de cel onder gebruik van met een vlam gesproeid aluminium i.p.v. een aluminium verf of door gebruik te maken van andere methoden voor het aanbrengen van de tweede en volgende bekledingen van nikkel en/of bekleding(en) van koper, of het vormen van de junctie door ionenimplantatie.

84 20012

De in de hierna volgende conclusies gebruikte uitdrukking "polysila-
zaan" betekent een siliciumnitride-samenstelling, welke (a) wordt voor-
gesteld door de formules $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$, waarbij x, y en z elk zijn gelegen
tussen $\pm 1,0$ en $\pm 1,3$, (b) een etssnelheid in een gebufferde oxyde-ets-
5 oplossing van HF en NH_4F heeft, welke tenminste ± 10 maal groter is
dan de etssnelheid van de verdichte siliciumnitride-bekleding in de-
zelfde etsoplossing, en (c) door verhitting kan worden omgezet in
een dichtere vorm van siliciumnitride.

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het vervaardigen van een vaste-toestandshalfgeleider-inrichting, met het kenmerk, dat (a) wordt voorzien in een siliciumsubstraat met eerste en tweede tegenover elkaar gelegen oppervlakken, (b) in de substraat bij het eerste oppervlak een PN-junctie wordt gevormd, 5 (c) op het eerste oppervlak een polysilazaan-bekleding met een relatief grote etssnelheid ten opzicht van een gekozen etsmiddel wordt gevormd, (d) de siliciumnitride bekleding met een naastgelegen bekleding van een fotolak-materiaal wordt bekleed, (e) de fotolak-bekleding aan stralingsenergie wordt blootgesteld via een masker, dat een vooraf- 10 bepaald twee dimensionaal patroon bepaalt, (f) de fotolak chemisch wordt ontwikkeld zodat gekozen gedeelten van de lak van de polysilazaan-bekleding overeenkomstig het vocrafbepaalde patroon worden verwijderd, (g) die gedeelten van de polysilazaan-bekleding worden verwijderd, die niet door de fotolak zijn bekleed, zodat gekozen gedeelten 15 van het eerste oppervlak aan de atmosfeer worden vrijgegeven, (h) de siliciumsubstraat bij een zodanige temperatuur en gedurende een zodanige tijd wordt verhit, dat (1) het fotolak-materiaal door pyrolyse wordt verwijderd en (2) de polysilazaan-bekleding zodanig wordt gemodificeerd, dat deze een relatief geringe etssnelheid ten opzichte 20 van het gekozen etsmiddel heeft, (j) een bekleding van aluminium op het tweede tegenovergelegen oppervlak wordt aangebracht, (k) de siliciumsubstraat tot een zodanige temperatuur en gedurende een zodanige tijd wordt verhit, dat het uit aluminium bestaande bestanddeel van de aluminium-bekleding met het silicium lint legeert, (l) een nikkel- 25 bekleding op de gekozen gedeelten van het eerste oppervlak wordt aangebracht, (m) de nikkel bekleding wordt gesinterd, zodat het nikkel en silicium reageren teneinde aan het scheidingsvlak daartussen een nikkel-silicide te vormen, (n) de nikkel-bekleding in aanraking wordt gebracht met een etsmiddel om niet-gebonden nikkel te verwijderen, en 30 (o) op de nikkel-bekleding koper als een bekleding wordt aangebracht.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de substraat uit silicium van het P-type bestaat en de junctie wordt gevormd door 35 fosfor in het eerste zijvlak te diffunderen tot een diepte van ± 3000 tot ± 4000 Å bij een temperatuur, welke is gelegen tussen

8420012

± 800°C en 1000°C, en de diffusie wordt beëindigd door de substraat af te koelen tot een temperatuur van ± 650°C over een periode, welke ligt tussen ± 1,5 en ± 3,0 uur, in een atmosfeer, welke zuurstof en stikstofgas bevat.

3. Werkwijze volgens conclusie 3 met het kenmerk, dat de polysilazaan-
5 bekleding wordt gevormd met een dikte, gelegen tussen ±500 en ± 1500 Å.

4. Werkwijze volgens conclusie 3 met het kenmerk, dat de polysilazaan-
bekleding wordt gevormd door de substraat in een plasma-reactiekamer
in aanwezigheid van gasbronnen van silicium, stikstof en waterstof
te plaatsen en deze gasbronnen aan een temperatuur, gelegen tussen
10 ±120°C en ± 200°C en een spanning, gelegen tussen ± 450 en 600 volt
te onderwerpen.

5. Werkwijze volgens conclusie 4 met het kenmerk, dat de polysilazaan-
bekleding wordt voorgesteld door de formule $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$, waarbij x=1 en y
en z elk variëren van ±1,0 tot ± 1,3.

15 6. Werkwijze volgens conclusie 5 met het kenmerk, dat tijdens de
eerstgenoemde verhittingsstap de eerste bekleding wordt omgezet in
een samenstelling, die waterstof bevat doch meer gelijkt op Si_3N_4 .

7. Werkwijze volgens conclusie 5 met het kenmerk, dat voor de eerste
verwarmingsstap de eerste bekleding een etssnelheid in het gekozen
20 etsmiddel heeft, welke tenminste 10 maal groter is dan de etssnelheid
daarvan na de verhitting.

8. Werkwijze volgens conclusie 7 met het kenmerk, dat de substraat
door infrarode verwarmingsorganen wordt verhit.

9. Werkwijze volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de aluminium-
25 bekleding wordt gevormd door gedeelten van de substraat te bekleden
met een aluminiumpasta, welke deeltjes aluminium in een vluchtige
vloeibare drager omvat.

10. Werkwijze volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de substraat
uit silicium van het P-type bestaat, de PN-junctie wordt gevormd door
30 een diffusieproces, waarbij bij het tweede oppervlak een gebied
met een geleiding van het N-type wordt gevormd, en het gebied met een
geleiding met het N-type in een gebied van het P⁺-type wordt omge-
zet wanneer de aluminium-bekleding met de substraat wordt gelegeerd.

11. Werkwijze volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de substraat
35 de vorm heeft van een in hoofdzaak vlak lint.

12. Werkwijze voor het vervaardigen van een zonnecel onder gebruik
van een siliciumsubstraat met eerste en tweede tegenover elkaar ge-
legen zijvlakken gekenmerkt door:

84 20012

- het vormen van een ondiepe PN-junctie bij het eerste zijvlak van de substraat, het op het eerste zijvlak vormen van een eerste bekleding, welke is gekenmerkt door een betrekkelijk grote etssnelheid ten opzichte van een gekozen etsmiddel en welke de samenstelling $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$ heeft, waarbij x, y en z elk een waarde hebben, gelegen tussen $\pm 1,0$ en $\pm 1,3$, de eerste bekleding wordt bekleed met een tweede, thermisch te degraderen etsbestendige bekleding, die een electrode patroon bepaalt, dat gekenmerkt is door een aantal vingerachtige elementen, die gedeelten van de eerste bekleding worden verwijderd die niet door de tweede bekleding zijn bedekt, zodat gekozen gedeelten van het eerste oppervlak aan de omgevende atmosfeer worden vrijgegeven, het tweede zijvlak met aluminium wordt bekleed, de substraat wordt verhit teneinde (a) de tweede thermisch te degraderen bekleding pyrolytisch te verwijderen, (b) het aluminium met de substraat te legeren, en (c) de eerste bekleding zodanig te modifieren dat deze een samenstelling heeft, welke meer overeenkomt met een bekleding met de samenstelling Si_xN_4 en gekenmerkt is door een relatief kleine etssnelheid ten opzichte van het gekozen etsmiddel, en op de eerste en tweede oppervlakken een nikkel-bekleding wordt aangebracht.
13. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat de substraat uit silicium van het P-type bestaat en de junctie wordt gevormd door fosfor in het eerste zijvlak tot een diepte van ± 3000 tot $\pm 4000 \text{ \AA}$ te diffunderen bij een temperatuur, gelegen tussen $\pm 800^\circ\text{C}$ en $\pm 1000^\circ\text{C}$, en de diffusie wordt beëindigd door de substraat tot een temperatuur van $\pm 650^\circ\text{C}$ af te koelen over een periode, gelegen tussen $\pm 1,5$ en $\pm 3,0$ uur in een atmosfeer, welke zuurstof en stikstofgas bevat.
14. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat de polysilazaan-bekleding wordt gevormd met een dikte, gelegen tussen ± 500 en $\pm 1500 \text{ \AA}$.
15. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat de polysilazaan-bekleding wordt gevormd door de substraat in een plasma-reactiekamer in aanwezigheid van gasbronnen van silicium, stikstof en waterstof te brengen en deze gasbronnen aan een temperatuur, gelegen tussen $\pm 120^\circ\text{C}$ en 200°C en een spanning, gelegen tussen ± 450 en 650 volt, te onderwerpen.
16. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat de polysilazaan-bekleding wordt voorgesteld door de formule $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$, waarbij x=1 en y en z elk variëren van $\pm 1,0$ tot $\pm 1,3$.

17. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat tijdens het verhitten de eerste bekleding wordt omgezet in een samenstelling, welke meer gelijkt op Si_3N_4 .

18. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat vóór het ver-
5 hitten de eerste bekleding een etssnelheid in het gekozen etsmiddel heeft, welke tenminste 10 maal groter is dan de etssnelheid daarvan na het verhitten.

19. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat de substraat door infrarode verwarmingsorganen wordt verhit.

20. Werkwijze volgens conclusie 12 met het kenmerk, dat de aluminium-
10 bekleding wordt gevormd door gedeelten van de substraat te bekleden met een aluminium-pasta, welke deeltjes aluminium in een vluchtige vloeibare drager omvat.

21. Werkwijze voor het vervaardigen van een vaste-toestandshalfgeleider-
15 inrichting met het kenmerk, dat wordt voorzien in een siliciumsubstraat met eerste en tweede tegenover elkaar gelegen oppervlakken, in de substraat bij het eerste oppervlak een PN-junctie wordt gevormd, op het eerste oppervlak een polysilazaan-bekleding wordt gevormd, de polysilazaan-bekleding met een hechtende bekleding van een fotolak wordt
20 bekleed, de fotolak zodanig wordt behandeld, dat gedeelten van de fotolak van gekozen gedeelten van de polysilazaan-bekleding worden verwijderd teneinde een voorafbepaald 2-dimensionaal electrodepatroon te bepalen, die gedeelten van de polysilazaan-bekleding worden verwijderd, die niet door de fotolak zijn bedekt, zodat gekozen ge-
25 deelten van het eerste oppervlak aan de atmosfeer worden vrijgegeven in een gekozen volgorde plaatsvinden (a) het verwijderen van resterende lak, (b) het vormen van een aluminiumlaag op het tweede tegenover gelegen oppervlak, welke laag met de siliciumsubstraat wordt gelegeerd, en (c) het omzetten van de polysilazaan-bekleding in een samenstel-
30 ling van silicium en stikstof met een relatief kleine etssnelheid ten opzichte van het gekozen etsmiddel, een nikkel-bekleding op de gekozen gedeelten van het eerste oppervlak wordt aangebracht, de nikkel-bekleding wordt gesinterd, zodat het nikkel en het silicium met
35 elkaar reageren om aan het scheidingsvlak daarvan een nikkelsilicide te vormen, de nikkel-bekleding in contact wordt gebracht met een etsmiddel om niet-gebonden nikkel te verwijderen, en op de nikkel-bekleding een koper-bekleding wordt aangebracht.

22. Werkwijze voor het vervaardigen van een vaste-toestandshalfgeleider inrichting met het kenmerk, dat wordt voorzien in het siliciumsubstraat

met tenminste eerste en tweede tegenover elkaar gelegen oppervlakken,
in de substraat bij het eerste oppervlak een PN-junctie wordt gevormd,
op het eerste oppervlak een bekleding van een anorganische verbinding,
die silicium, stikstof en waterstof bevat en een betrekkelijk grote
5 etssnelheid ten opzichte van een gekozen etsmiddel bezit, wordt ge-
vormd, de anorganische verbinding-bekleding met een zich daaraan hechtende
bekleding van een fotolakmateriaal wordt bekleed, de fotolak-bekleding
zodanig wordt behandeld, dat gedeelten van de lak van gekozen gedeelten
van de anorganische verbinding-bekleding worden verwijderd overeenkomstig
10 een voorafbepaald 2-dimensionaal patroon, die gedeelten van de an-
organische verbinding-bekleding worden verwijderd, die niet door de
fotolak zijn bekleed, zodat gekozen gedeelten van het eerste opper-
vlak aan de atmosfeer worden vrijgegeven en in een gekozen volgorde
plaatsvinden (a) het verwijderen van resterende lak en (b) het omzetten
15 van de anorganische verbinding-bekleding e.e.a. zodanig, dat deze
wordt verdicht en een relatief kleine etssnelheid t.o.v. het gekozen
etsmiddel bezit.

23. Werkwijze volgens conclusie 22 met het kenmerk, dat het verwijderen
van de resterende lak en het omzetten van de anorganische verbinding-
20 bekleding geschiedt door de bekleding tot een gekozen temperatuur te
verhitten.

24. Werkwijze volgens conclusie 22 met het kenmerk, dat op de gekozen
gedeelten van het eerste oppervlak een metaal-bekleding wordt aange-
bracht, en de metaal-bekleding zodanig wordt behandeld, dat het metaal
25 en het silicium met elkaar reageren voor het vormen van een ohms-
scheidingsvlak.

UITG.MAT.

↓

N^+ -DIFFUSIE

↓

ETSEN VAN GLAS

↓

NEERSL.VAN SILICIUMNITRIDE

↓

BEKLEDEN MET FOTOLAK

↓

BELICHTEN EN ONTW. V. FOTOLAK

↓

ETSEN V. VINGERS

↓

PYROLYSE V. LAK OMZ. NITRIDE

↓

NEERSL. ALUM.

↓

LEGEREN V. ALUM.

↓

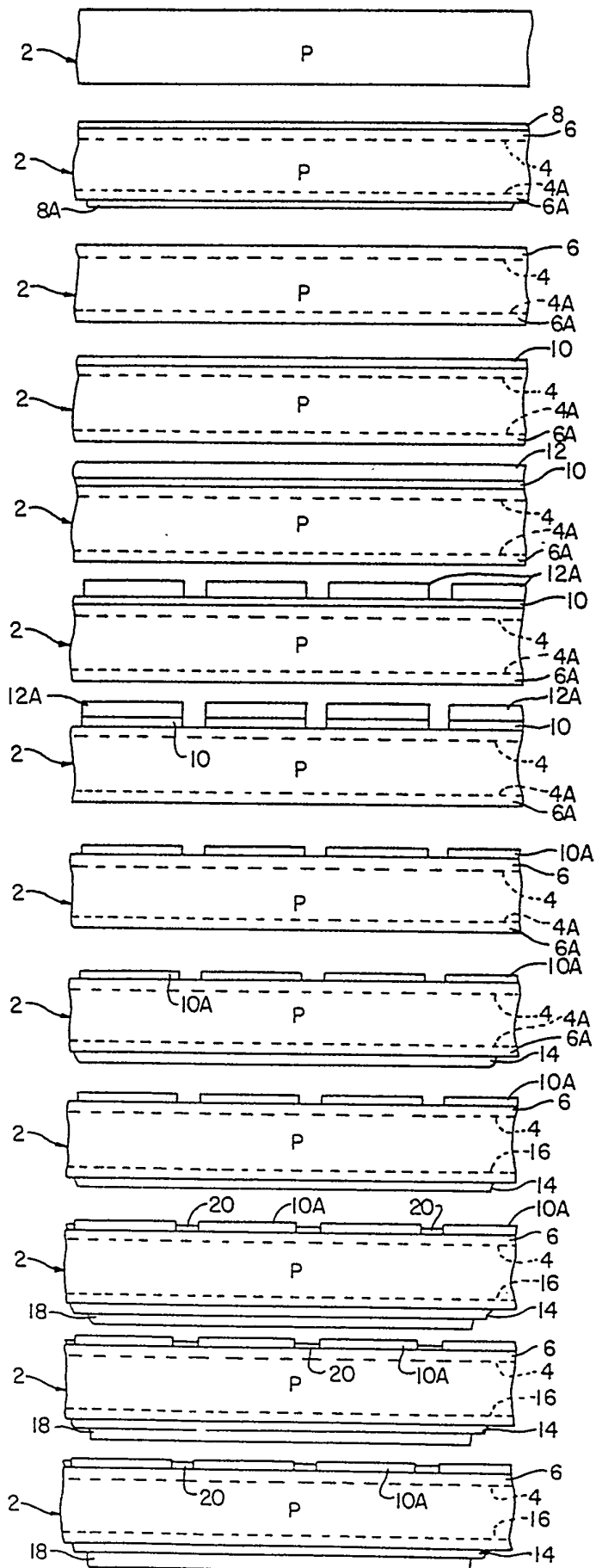
PLATEREN VAN NIKKEL

↓

ETSEN V. NIKKEL

↓

TWEDE PLAT.V. NIKKEL



8420012