Octrooiraad

(12)A **Terinzagelegging** (11) **9002176**

Nederland (19) **NL**

(54) **Werkwijze voor het verminderen van deeltjescontaminatie tijdens sputteren en een sputterinrichting voor gebruik van een dergelijke werkwijze.**

(51) Int.Cl.[5]: H01L 21/285.

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

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

(21) Aanvrage Nr. 9002176.

(22) Ingediend 8 oktober 1990.

(32) - -

(33) - -

(31) - -

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 6 mei 1992.

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

Werkwijze voor het verminderen van deeltjescontaminatie tijdens sputteren en een sputterinrichting voor gebruik van een dergelijke werkwijze.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het aanbrengen van een laag op een substraat, waarbij gedurende een bepaalde procestijd in een reaktorkamer, voorzien van een houder voor het substraat, onder verlaagde druk door een bombardement van een trefplaat met ionen uit een gasontlading, materiaal van de trefplaat vrijgemaakt wordt, waarbij maatregelen genomen worden om materiaal, dat op een oppervlak van een kameronderdeel nabij de houder terechtkomt, beter te laten hechten. De uitvinding heeft tevens betrekking op een sputterinrichting voor gebruik van een dergelijke werkwijze.

Een dergelijke werkwijze is in het bijzonder geschikt voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting, waarbij veelal metaallagen worden aangebracht (sputteren), die in patroon gebracht worden en na voltooiing van de halfgeleiderinrichting als geleiders functioneren. In verband met een steeds grotere pakkingsdichtheid van halfgeleiderinrichtingen (VLSI schakelingen) worden aan dergelijke metaallagen hoge kwaliteitseisen gesteld.
Tijdens het sputteren is het niet te vermijden dat een gedeelte van het gesputterde materiaal het oppervlak van de halfgeleiderplak niet bereikt en op een oppervlak van een kameronderdeel nabij de halfgeleiderplak terechtkomt, meestal op een wand, scherm, stuurelectrode of sluiter. Dit materiaal hecht veelal slecht, waardoor het gevaar bestaat dat dit materiaal van dat oppervlak loslaat als deeltjes, die de plak kunnen verontreinigen. Dergelijke deeltjes kunnen de metaallaag verstoren, zodat de met de werkwijze vervaardigde halfgeleiderinrichting niet goed funktioneert. Er dienen dan ook in het algemeen maatregelen getroffen te worden om dergelijke contaminatie van de halfgeleiderplak te voorkomen.

Uit de japanse octrooiaanvraag nr. 63-162861 is een werkwijze van de in aanhef genoemde soort bekend, waarbij het oppervlak

van de kamerwand nabij de halfgeleiderplak opgeruwd is, om materiaal, dat daar terecht komt, beter te laten hechten,

De bekende, beschreven werkwijze heeft als bezwaar, dat er in de praktijk op het halfgeleidersubstraat nog te veel deeltjes terecht komen. Bovendien is een bezwaar dat door het opruwen van het kameronderdeel een oppervlak gemaakt wordt dat groter is dan bij een glad kameronderdeel. Op een dergelijk groter oppervlak kunnen meer verontreinigingen ad- en desorberen, zodat de verlaagde druk, die voor het sputterproces noodzakelijk is, moeilijker te bereiken en te handhaven is.

Met de uitvinding wordt onder meer beoogd, genoemde bezwaren te ondervangen.

Daartoe heeft de werkwijze, volgens de uitvinding, als kenmerk, dat de maatregel om het materiaal beter te laten hechten bestaat uit het althans voor een deel van de procestijd bombarderen van het oppervlak van het kameronderdeel met ionen uit de gasontlading.

Het is gebleken dat door bombarderen van het kameronderdeel nabij de houder met ionen, materiaal van de trefplaat, dat daar terechtkomt, zeer goed hecht. De hechting blijkt zo goed te zijn dat er geen deeltjes van het kameronderdeel loslaten. De ionen zorgen namenlijk voor een grote hechting door een z.g. 'ion plating' proces, waarbij de ionen enkele atoomlagen diep in het oppervlak doordringen. Het kameronderdeel hoeft niet opgeruwd te worden, zodat er geen probleem ontstaat met het bereiken en handhaven van de verlaagde druk. In de praktijk is het meestal niet nodig gedurende het gehele sputterproces, het oppervlak van het kameronderdeel te bombarderen met ionen. Het is voldoende om gedurende enige tijd na bij voorbeeld een onderbreking in het sputterproces, of een tijdelijk hogere druk in de reaktorkamer, bij voorbeeld bij het verwisselen van de trefplaat, het oppervlak van het kameronderdeel te bombarderen met ionen. Vermoed wordt dat het oppervlak bij zo'n onderbreking in het sputterproces verontreinigd wordt, waardoor materiaal niet meer goed hecht. Op het kameronderdeel wordt door de gelijktijdige beschieting met ionen een goed hechtende laag materiaal vastgezet. Deze laag bezit een schoon oppervlak, waarop, ook na het stoppen met bombarderen, materiaal goed

zal hechten. Het bombarderen van het kameronderdeel kan geschieden zonder dat de halfgeleiderplak aanwezig is, mits ervoor gezorgd wordt dat na het bombardement geen verontreiniging van het kameronderdeel optreedt.

Bij voorkeur heeft de werkwijze volgens de uitvinding als kenmerk, dat het bombarderen met ionen van het oppervlak van het kameronderdeel geschiedt door dit oppervlak op een zodanige potentiaal te zetten, dat de ionen uit de gasontlading aangetrokken worden. Op deze manier is het zeer eenvoudig ionen naar het oppervlak van het kameronderdeel te sturen. De grootte van de potentiaal wordt zo genomen dat de ionen enkele atoomlagen in het oppervlak dringen. Een potentiaal van 500 tot 1000 V is hiervoor meestal voldoende.

Bij de fabricage van halfgeleiderinrichtingen treden vanwege slechte hechting op het kameronderdeel met name problemen op wanneer lagen van wolfraam of een legering met wolfraam aangebracht worden. De werkwijze heeft dan ook bij voorkeur als kenmerk dat het materiaal bestaat uit wolfraam of een legering van wolfraam.

Wanneer de halfgeleiderplak aanwezig is en het oppervlak van het kameronderdeel gebombardeerd wordt met ionen kan een gedeelte van deze ionen terecht komen op de halfgeleiderplak en daar stralingsschade veroorzaken. Bovendien kan materiaal van het kameronderdeel afgesputterd worden en de halfgeleiderplak verontreinigen. Bij voorkeur wordt dan ook tijdens het bombarderen van het kameronderdeel een in de houder aanwezig substraat afgeschermd.

De uitvinding heeft verder betrekking op een sputterinrichting voor het aanbrengen van een laag op een substraat, omvattend een reaktorkamer met middelen tot het opwekken van een gasontlading, een houder voor een trefplaat, en een houder voor het substraat. Volgens de uitvinding heeft deze als kenmerk dat er middelen aanwezig zijn om een oppervlak van een kameronderdeel nabij de houder van het substraat te bombarderen met ionen uit de gasontlading. Met een dergelijke sputterinrichting kan een halfgeleiderinrichting vervaardigd worden. In deze sputterinrichting kan het oppervlak van het kameronderdeel, althans tijdens een deel van de procestijd gebombardeerd worden met ionen waardoor materiaal dat daar terecht komt tijdens het sputteren goed hecht. Aldus wordt voorkomen dat loslatend materiaal op de plak terecht komt. De ionen kunnen door een elektrisch of een

magnetisch veld afgebogen worden in de richting van het kameronderdeel.

Een verder voordeel wordt verkregen indien de middelen voor het bombarderen van het oppervlak van het kameronderdeel een elektrische verbinding omvatten om het oppervlak van het kameronderdeel op een zodanige potentiaal te zetten, dat de ionen uit de gasontlading aangetrokken worden. Door zo'n elektrische verbinding kan het oppervlak van het kameronderdeel eenvoudig op een zodanige potentiaal gezet worden dat de ionen uit de gasontlading aangetrokken worden en een goed hechtende laag wordt verkregen.

Een verder voordeel wordt verkregen indien een sluiter voor de houder van het substraat aanwezig is, waarmee het substraat kan worden afgeschermd. Een dergelijke sluiter kan gebruikt worden als afscherming van de halfgeleiderplak, wanneer deze tijdens het bombarderen van het kameronderdeel aanwezig is, zodat stralingsschade, veroorzaakt door ionen, die op de plak terechtkomen tijdens het bombarderen van het opppervlak van het kameronderdeel nabij de halfgeleiderplak, voorkomen kan worden.

De uitvinding wordt in het navolgende, bij wijze van voorbeeld, nader toegelicht aan de hand van een tekening. Hierin toont:

Fig. 1 een systeem voor het sputteren van metaallagen m.b.v. de werkwijze volgens de uitvinding.

De figuur is zuiver schematisch en niet op schaal getekend.

Figuur 1 toont schematisch een inrichting voor het aanbrengen van een laag op een halfgeleidersubstraat 1, omvattend een reaktorkamer 2 met middelen 3 voor het opwekken van een gasontlading 4, een houder 5 voor een trefplaat 6, en een houder 7 voor het halfgeleidersubstraat 1. De middelen 3 tot het opwekken van de gasontlading 4 omvatten bijvoorbeeld een voeding 3, die het voor de gasontlading 4 benodigde electrische vermogen levert. De trefplaat 6 fungeert als een eerste electrode en de halfgeleiderplak 1 als tweede electrode voor het overbrengen van het electrische vermogen van de voeding 3. Gedurende een bepaalde procestijd wordt in de reaktorkamer 2

onder verlaagde druk door een bombardement van de trefplaat 6 met ionen uit de gasontlading 4, materiaal 8 van de trefplaat vrijgemaakt, welk materiaal vervolgens neerslaat op het halfgeleidersubstraat 1.
Een dergelijke inrichting en werkwijze is vooral geschikt voor het aanbrengen van metaallagen op halfgeleidersubstraten, waarbij de metaallagen na etsen en in patroon brengen fungeren als geleiderpatronen op halfgeleiderinrichtingen. Een gedeelte van het materiaal 8 zal echter ook neerslaan op onderdelen van de reaktorkamer 2 nabij de halfgeleiderplak 1. Zo'n kameronderdeel is bij voorbeeld een scherm 9, dat dient om verontreiniging van de reaktorwand en om afsputteren van de achterkant van de houder 5 en de trefplaat 6 te voorkomen, maar kan ook gevormd worden door de wand 10 van de reaktorruimte, door een sluiter 11, door een verder niet getekende hulpelectrode of door iets dergelijks. In de praktijk blijkt dat bij voorbeeld na het openen van de reaktorkamer 2, materiaal 8, dat op het oppervlak van het scherm 9 terecht komt, slecht hecht en dat dit materiaal in de vorm van deeltjes kan loslaten van het oppervlak van het scherm 9 en zo de halfgeleiderplak 1 kan verontreinigen. Vermoed wordt dat het oppervlak van het scherm 9 bij het openen verontreinigd wordt, waardoor het materiaal 8 slecht hecht. Volgens de uitvinding zijn er in de inrichting middelen aanwezig om het oppervlak van het scherm 9 te bombarderen met ionen uit de gasontlading 4. Door althans voor een deel van de procestijd het oppervlak van het scherm 9 met ionen uit de gasontlading 4 te bombarderen is bereikt dat het materiaal 8 daarop zeer goed hecht. Na het bombardement van het scherm 9 zal het oppervlak van het scherm voorzien zijn van een schone goed hechtende laag. Op deze laag zal tijdens het vervolg van het sputterproces materiaal, dat hierop terecht komt, eveneens goed hechten, zodat het ontstaan van deeltjes, die los kunnen laten en op de halfgeleiderplak terecht kunnen komen, wordt voorkomen. Het is voor het goed laten hechten van materiaal van de trefplaat op kameronderdelen nabij de houder van de halfgeleiderplak niet noodzakelijk dat de halfgeleiderplak aanwezig is, mits natuurlijk bij het aanbrengen van de halfgeleiderplak geen nieuwe verontreiniging van het oppervlak van de kameronderdelen optreedt, bij voorbeeld door de halfgeleiderplak 1 via een niet getekende load lock aan te voeren.
De middelen voor het bombarderen van het oppervlak van het kameronderdeel omvatten volgens de uitvinding een elektrische verbinding

12 om het oppervlak van het kameronderdeel op een zodanige potentiaal te zetten, dat de ionen uit de gasontlading 4 aangetrokken worden. Aldus kunnen op eenvoudige wijze ionen uit de gasontlading 4 aangetrokken worden naar het oppervlak van het kameronderdeel.

Wanneer een kameronderdeel nabij de houder 7 van de halfgeleiderplak 1 onderworpen wordt aan een ionenbombardement, terwijl in de houder een halfgeleiderplak aanwezig is, kan een gedeelte van deze ionen terecht komen op de halfgeleiderplak en daar stralingsschade veroorzaken. Volgens de uitvinding heeft de inrichting daarom een sluiter 11 voor de houder 7 van de halfgeleiderplak 1, waarmee de halfgeleiderplak kan worden afgeschermd. Hiermee wordt tijdens het bombarderen van het kameronderdeel 9 een in de houder 7 aanwezige halfgeleiderplak 1 afgeschermd. Aldus wordt stralingsschade voorkomen.

In de praktijk wordt via een uitgang 13 de reaktorkamer 2 op verlaagde druk gehouden d.m.v. een vacuumpomp 14. Via ingang 15 wordt een argon gas in de reaktorruimte, die op ca. $5x10^{-7}$ Torr druk staat, gelaten. De voeding 3 zorgt voor een electrisch veld tussen de als eerste electrode fungerende trefplaat 6 en de als tweede electrode fungerende halfgeleiderplak 1 met een diameter van ca. 15 cm. Het gas wordt door interaktie met het electrische veld tot een gasontlading 4 gebracht. De trefplaat 6 omvat het materiaal 8, waaruit de laag op de halfgeleiderplak 1 gevormd wordt. Dit materiaal 8 kan onder meer metalen als platina, titaan, titaannitride of aluminium omvatten, maar ook gebruikt wordt wolfraam of een legering van wolfraam.

Tijdens het sputterproces wordt de reaktorkamer afgepompt naar $5x10^{-7}$ Torr druk, waarna argongas wordt ingelaten tot een druk van $5x10^{-3}$ Torr. De houder 5 en de trefplaat 6 worden m.b.v. de voeding 3 op een spanning van -500 V gezet (vermogen 5 kW), terwijl de houder 7 en de halfgeleiderplak 1 op aardpotentiaal staan. De argon-ionen worden door de trefplaat 6 aangetrokken en zullen daaruit wolfraam atomen 8 vrijmaken, die vervolgens neerslaan op de halfgeleiderplak 1, maar ook gedeeltelijk op onderdelen van de reaktorkamer nabij de halfgeleiderplak, zoals het scherm 9. Na bij voorbeeld het openen van de reaktorkamer 2 zal het wolfraam slecht hechten aan het scherm 9. Het slecht hechtende wolfraam kan in de vorm van deeltjes loslaten van het oppervlak van het scherm 9 en zo de halfgeleiderplak 1 verontreinigen. Daarom wordt volgens de uitvinding na een mogelijke verontreiniging van

het oppervlak van het scherm 9, gedurende korte tijd, bij voorbeeld ca. 1 minuut, het scherm op een spanning van -1000 V gezet om zo argon-ionen uit de gasontlading 4 naar het scherm 9 te trekken. Bij voorkeur is de halfgeleiderplak 1 dan niet aanwezig. De argon-ionen zorgen voor een zeer goede hechting van het wolfraam 8 aan het scherm 9, zodat het ontstaan van losse wolfraam deeltjes, die de halfgeleiderplak 1 kunnen verontreinigen, wordt voorkomen. Hierna wordt er gedurende circa 1 minuut voorgesputterd door de trefplaat op -500V te zetten (vermogen 5 kW), waarbij de sluiter 11 en de houder 7 voor de halfgeleiderplak 1 op aardpotentiaal staan. Dan wordt de gasontlading uitgezet en de halfgeleiderplak 1 zonder onderbreking van het vakuum in de reaktorkamer via een zogenaamde 'load lock' aangevoerd en op de houder geplaatst. De halfgeleiderplak 1 wordt afgeschermd door de sluiter 11 en er wordt gedurende 1 á 2 seconden voorgesputterd. Na het voorsputteren wordt de sluiter 11 weggedraaid, waarna gedurende bij voorbeeld 1 minuut een 100 nm dikke wolfraam laag op de plak 1 aangebracht wordt. Deze wolfraamlaag kan dan m.b.v. de gebruikelijke etstechnieken in patroon gebracht worden, zodat de laag bij voorbeeld gebruikt kan worden als geleiderlaag in een halfgeleiderinrichting.

Met de bovengeschetste werkwijze wordt een metaallaag verkregen, die niet verontreinigd is met deeltjes afkomstig van kameronderdelen.

De uitvinding is in het voorgaande beschreven voor het aanbrengen van een laag op een halfgeleidersubstraat. De uitvinding is hiervoor bijzonder geschikt, zij is echter niet beperkt tot dergelijke substraten. Ook wanneer op andere substraten lagen aangebracht worden, die aan hoge kwaliteitseisen moeten voldoen zijn de werkwijze en de inrichting bruikbaar. Bij voorbeeld voor het aanbrengen van metaallagen op glas, zoals bij de vervaardiging van 'liquid crystal displays' televisie schermen (LC-TV).

Conclusies:

1. Werkwijze voor het aanbrengen van een laag op een substraat, waarbij gedurende een bepaalde procestijd in een reaktorkamer, voorzien van een houder voor het substraat, onder verlaagde druk door een bombardement van een trefplaat met ionen uit een gasontlading, materiaal van de trefplaat vrijgemaakt wordt, waarbij maatregelen genomen worden om materiaal, dat op een oppervlak van een kameronderdeel nabij de houder terechtkomt, beter te laten hechten, met het kenmerk dat de maatregel om het materiaal beter te laten hechten bestaat uit het althans voor een deel van de procestijd bombarderen van het oppervlak van het kameronderdeel met ionen uit de gasontlading.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk dat het bombarderen met ionen van het oppervlak van het kameronderdeel geschiedt door dit oppervlak op een zodanige potentiaal te zetten, dat de ionen uit de gasontlading aangetrokken worden.

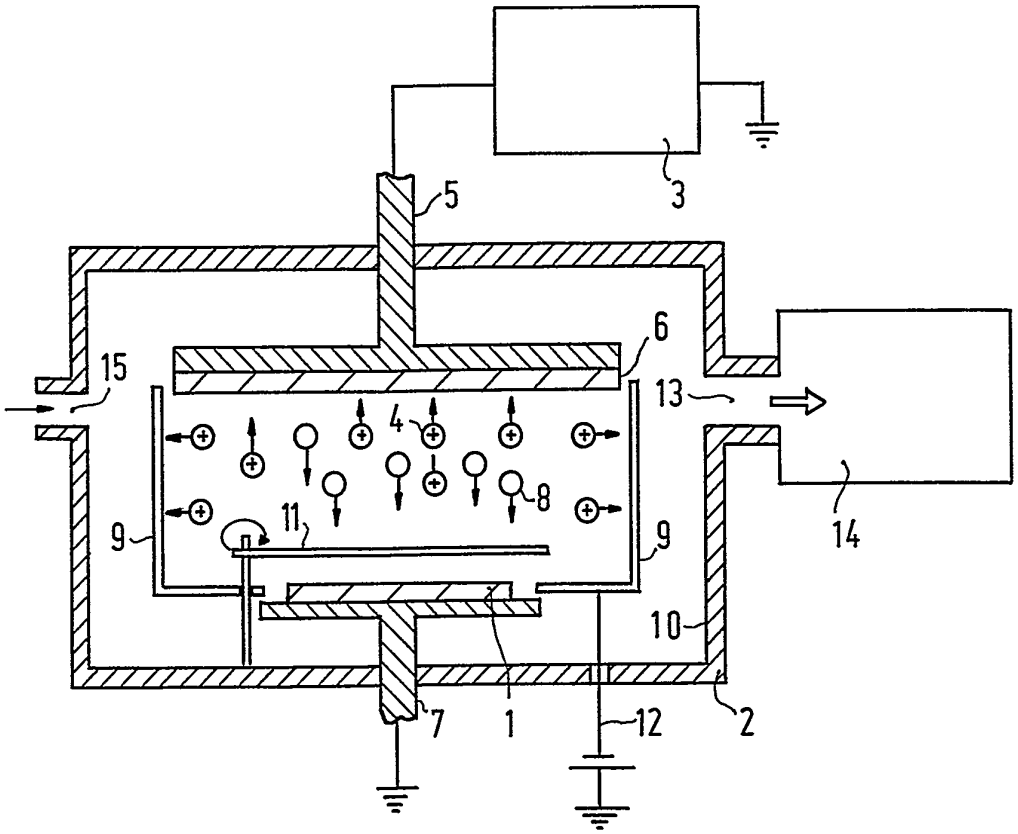
3. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat het materiaal bestaat uit wolfraam of een legering van wolfraam.

4. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat tijdens het bombarderen van het kameronderdeel een in de houder aanwezig substraat afgeschermd wordt.

5. Sputterinrichting voor het aanbrengen van een laag op een substraat, omvattend een reaktorkamer met middelen tot het opwekken van een gasontlading, een houder voor een trefplaat, en een houder voor het substraat, met het kenmerk dat er middelen aanwezig zijn om een oppervlak van een kameronderdeel nabij de houder van het substraat te bombarderen met ionen uit de gasontlading.

6. Sputterinrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk dat de middelen voor het bombarderen van het oppervlak van het kameronderdeel een elektrische verbinding omvatten om het oppervlak van het kameronderdeel op een zodanige potentiaal te zetten, dat de ionen uit de gasontlading aangetrokken worden.

7. Sputterinrichting volgens conclusie 5 of 6, met het kenmerk dat een sluiter voor de houder van het substraat aanwezig is, waarmee het substraat kan worden afgeschermd.


5
3
6
15
13
4
8
11
9
9
14
10
7
1
12
2