(19) Bureau voor de Industriële Eigendom Nederland

(11) **1000892**

(12) C **OCTROOI**[20]

(21) Aanvrage om octrooi: **1000892**

(22) Ingediend: **27.07.95**

(51) Int.Cl.[6]
H01L29/786, H01L21/3205

(30) Voorrang:
27.07.94 JP 17577694
27.07.94 JP 17577794
21.09.94 JP 22702894

(41) Ingeschreven:
29.01.96 I.E. 96/04

(47) Dagtekening:
29.07.97

(45) Uitgegeven:
01.10.97 I.E. 97/10

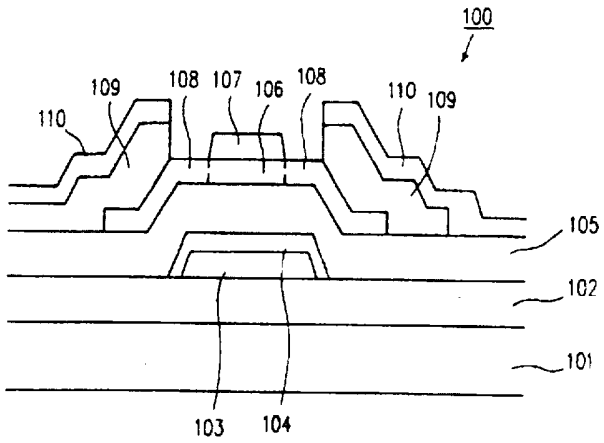
(73) Octrooihouder(s):
Sharp Kabushiki Kaisha te Osaka, Japan (JP).

(72) Uitvinder(s):
Yukihiko Nakata te Nara (JP)
Masaki Fujihara te Tenri (JP)
Masahiro Date te Tenri (JP)
Takuya Matsuo te Tondabayashi (JP)
Michiteru Ayukawa te Nara (JP)
Takashi Itoga te Nara (JP)

(74) Gemachtigde:
Ir. H.J.G. Lips c.s. te 2596 HG Den Haag.

(54) **Dunne-film halfgeleiderinrichting, dunne-film transistor en werkwijze voor het vervaardigen ervan.**

(57) Een dunne-film transistor, omvattende een substraat; een poort-elektrode, een bron-elektrode en een aftap-elektrode gevormd boven het substraat; en een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-elektrode, en de bron-elektrode en de aftap-elektrode, waarbij de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm insluit, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolerende film een microkristallijne structuur met een geleidbaarheid van 5 x 10^{-10} S/cm of meer heeft.



NL C 1000892

De inhoud van dit octrooi wijkt af van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en). De oorspronkelijk ingediende stukken kunnen bij het Bureau voor de Industriële Eigendom worden ingezien.

DUNNE-FILM HALFGELEIDERINRICHTING, DUNNE-FILM TRANSISTOR EN WERKWIJZE VOOR HET VERVAARDIGEN ERVAN

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een dunne-film halfgeleiderinrichting en (op) een werkwijze voor het vervaardigen ervan. In het bijzonder heeft de onderhavige uitvinding betrekking op een dunne-film halfgeleiderinrichting, zoals een dunne-film transistor, toepasbaar in een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen onder gebruikmaking van een dunne-film transistor (TFT-LCD), en (op) een werkwijze voor het vervaardigen ervan.

Een conventionele dunne-film halfgeleiderinrichting zal worden beschreven door een (hierna eenvoudig aangeduid als een TFT) te illustreren als voorbeeld. Bovendien zal een werkwijze voor het produceren van een conventionele TFT worden beschreven onder verwijzing naar de figuren 20 en 21.

Figuur 20 toont een doorsnede-aanzicht van een conventionele TFT 2000 met een omgekeerd-verspringende structuur. De TFT 2000 bevat: een poortelectrode 2002; een poort-isolatiefilm 2003; een intrinsiek amorf silicium (een a-Si van het i-type) dunne-film 2004; een kanaalbeschermingsfilm 2005; en een amorf silicium (een a-Si van het n-type) dunne film 2006 van het n-type bestaande uit een brongebied 2006a en een aftapgebied 2006b. Deze films zijn in deze volgorde gevormd op een isolatiesubstraat 2001. Een bronelectrode 2007a en een aftapelectrode 2007b zijn respectievelijk gevormd op een vooraf bepaald gebied van het brongebied 2006a en het aftapgebied 2006b van de a-Si dunne-film 2006 van het n-type. Een ofwel met de bronelectrode 2007a of de aftapelectrode 2007b verbonden pixelelectrode 2008 is verder gevormd op één van de electroden 2007a en 2007b.

Bij deze in figuur 20 afgebeelde conventionele TFT 2000 is de a-Si dunne-film 2006 van het n-type gevormd door een werkwijze van plasma chemische vorming uit damp (CVD) voor het bedekken van de kanaalbeschermingsfilm 2005. Daarna wordt de a-Si dunne-film 2006 van het n-type voorzien van een patroon in een vooraf bepaalde gedaante zoals weergegeven in figuur 20.

Een TFT met een soortgelijke structuur als die welke is weergegeven in figuur 20 is beschreven in Japanse octrooipublicaties nrs. 59-141271, 61-59873, en 60-98680 (terinzagegelegd). Bij de in deze octrooipublicaties beschreven TFT is een microkristallijn silicium (μc-Si) gebruikt. De Japanse octrooipublicatie nr. 59-141271 (terinzagegelegd) beschrijft een TFT waarbij een poort-isolatiefilm een dubbellaagse structuur heeft die bestaat uit een dunne-film die is gevormd door anodisering van een metaalfilm die wordt gebruikt als een poortelectrode en een isolatiefilm gevormd door een P-CVD werkwijze, en een μc-Si film die wordt gebruikt als een halfgeleiderlaag.

De Japanse octrooipublicatie nr. 61-59873 (terinzagegelegd) beschrijft een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur, waarbij een dubbellaagse halfgeleiderlaag wordt gebruikt als een halfgeleiderlaag van het i-type. De halfgeleiderlaag met de dubbellaagse structuur bestaat uit een a-Si film die is verschaft als een eerste laag voor het voorkomen van schade die wordt veroorzaakt door de gloeiontsteking van een groot vermogen en een μc-Si film die is verschaft als een tweede laag teneinde de veldeffect-mobiliteit te verbeteren. Een kanaalgedeelte van de TFT is echter gevormd in de a-Si film. Daarom is het, zelfs wanneer de in deze octrooipublicatie beschreven structuur wordt toegepast, ook moeilijk om de veldeffect-mobiliteit te verbeteren. Aangezien de dikte van de tweede laag, dat wil zeggen, de μc-Si film, 100 nm moet zijn, wordt bovendien de doorvoer gereduceerd. Dit komt doordat de opdamping van de μc-Si film met een dikte van 100 nm moet worden verricht gedurende 2000 seconden in het geval van hantering van een typische opdampingssnelheid.

De Japanse octrooipublicatie nr. 60-98680 (terinzagegelegd) beschrijft een TFT waarbij een halfgeleiderlaag van het i-type een dubbellaagse structuur heeft die bestaat uit een μc-Si film met een dikte van 15 nm of minder als een eerste laag, en een amorfe halfgeleiderlaag met een stroomspleet groter dan die van de eerste laag, als een tweede laag. Ook bij deze structuur wordt de doorvoer gereduceerd.

Aangezien andere materialen worden toegevoegd aan de halfgeleiderfilm met een grotere verboden zone, is het bovendien moeilijk om een halfgeleiderfilm met een bevredigende kwaliteit te verkrijgen en de veldeffect-mobiliteit te verbeteren.

Figuur 21 is een doorsnedeaanzicht dat een andere conventionele TFT 2100 met een omgekeerd-verspringende structuur toont. De in figuur 21 weergegeven TFT 2100 bevat: een poort-electrode 2102; een poort-isolatiefilm 2103; een intrinsieke halfgeleider-dunne-film 2104; een kanaalbeschermingsfilm 2105; en een halfgeleiderlaag 2106 van het n-type bestaande uit een brongebied 2106a en een aftapgebied 2106b. Deze films zijn in deze volgorde gevormd op een isolatiesubstraat 2101. Een bronelectrode 2107a en een aftapelectrode 2107b zijn respectievelijk gevormd voor het gedeeltelijk bedekken van het vooraf bepaalde gedeelte van het brongebied 2106a en het aftapgebied 2106b van de halfgeleiderlaag 2106 van het n-type. Een pixelelectrode 2108, verbonden met ofwel de bronelectrode 2107a of de aftapelectrode 2107b is verder gevormd op één van de electroden 2107a en 2107b.

Bij de in figuur 21 afgebeelde TFT 2100 is de halfgeleiderlaag 2106 van het n-type gevormd door ontlading met ontbinding van een gas dat een onzuiverheid bevat, zoals met waterstof verdund fosfine voor het genereren van ionen, en het implanteren van de ionen in een intrinsieke halfgeleider-dunne-film 2104 die op de poort-isolatiefilm 2103 is gevormd door de kanaalbeschermingsfilm 2105 te gebruiken als een maskering terwijl daarop tegelijkertijd een versnelling wordt aangelegd.

Bij het vervaardigen van de in figuur 20 afgebeelde TFT, doen zich de volgende problemen voor. Ten eerste, om de a-Si film 2006 van het n-type te vormen, is het noodzakelijk om aanvullend proces-stappen van opdamping van de a-Si film 2006 van het n-type met de P-CVD werkwijze uit te voeren om de kanaalbeschermingsfilm 2005 te bedekken en op de a-Si film 2006 van het n-type een patroon aan te brengen dat de kanaalbeschermingsfilm 2005 te gedeeltelijk overlapt. Als gevolg daarvan wordt het aantal noodzakelijke processtappen

groter. Bovendien is bij de positionering van de a-Si film 2006 van het n-type op de kanaalbeschermingsfilm 2005 een bepaalde foutmarge nodig, zodat de kanaallengte onvoordelig langer wordt en de hoeveelheid AAN-stroom van de TFT 2000 wordt gereduceerd.

Aangezien de veldeffect-mobiliteit van de a-Si film van het i-type bij de in figuur 20 weergegeven TFT 2000 klein is, kan bovendien de kanaalbreedte niet gereduceerd worden om een toereikende hoeveelheid AAN-stroom zeker te stellen, en het is moeilijk om de TFT 2000 te verkleinen. Daarom is het bij een paneel met vloeibare kristallen waarin gebruik gemaakt wordt van de in figuur 20 getoonde TFT 2000 moeilijk om een openingsverhouding van het paneel met vloeibare kristallen te vergroten. Als gevolg daarvan, is het bij toepassing van de TFT 2000 nodig om een grotere hoeveelheid stroom van een achterliggende lamp te verbruiken, teneinde de helderheid van een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen te vergroten.

Wanneer de in figuur 20 getoonde TFT 2000 van bovenaf wordt bekeken, bestaat er verder een overlappingsgebied tussen de aftapelectrode 2007b en de poortelectrode 2002. Als gevolg daarvan wordt in het overlappingsgebied een parasitaire capacitantie gegenereerd en dit heeft een aanzienlijke invloed op de weergavekwaliteit. Bovendien wordt de kwaliteit van de TFT inferieur vanwege de voorkomen van reststof op het isolatiesubstraat 2001 gedurende de opdamping van de a-Si film 2006 van het n-type en dergelijke, waardoor de produktieopbrengst van de TFT nadelig gereduceerd wordt.

Bij de vervaardiging van de in figuur 21 weergegeven TFT 2100, zoals beschreven in de Japanse octrooipublicaties 1-32661 en 4-54375, wordt de halfgeleiderlaag 2106 van het n-type die het brongebied 2106a en het aftapgebied 2106b bevat, gevormd door de onzuiverheidsionen te implanteren in de intrinsiek silicium-halfgeleiderdunne-film 2104. Bijgevolg kan de inferioriteit van de TFT, gegenereerd gedurende de opdamping van de a-Si film van het n-type door de P-CVD werkwijze als beschreven in combinatie met de in figuur 20

getoonde TFT 2000, geëlimineerd worden, en kan de reductie in de produktieopbrengst worden voorkomen. Bovendien bestaat er bij de in figuur 21 getoonde TFT 2100 geen overlappend gedeelte tussen de kanaalbeschermingsfilm 2105 en de halfgeleiderfilm 2106 van het n-type. Bijgevolg kan de kanaallengte worden gereduceerd zonder enige noodzaak om rekening te houden met een foutmarge voor de positionering van de kanaalbeschermingsfilm 2105 op de halfgeleiderfilm 2106 van het n-type, in tegenstelling tot de in figuur 20 getoonde TFT 2000. Wanneer echter een a-Si film van het i-type als een halfgeleiderlaag wordt gebruikt, is de veldeffect-mobiliteit van de a-Si film van het i-type klein, zodat de kanaalbreedte niet kan worden gereduceerd, ofschoon de kanaallengte wel gereduceerd kan worden. Daarom is het zelfs bij toepassing van de in figuur 21 getoonde TFT 2100 moeilijk om de TFT te verkleinen. Bijgevolg heeft de in figuur 21 getoonde TFT 2100 een soortgelijk probleem als de in figuur 20 getoonde TFT 2000, doordat het moeilijk is om de openingsverhouding van het paneel met vloeibare kristallen te vergroten.

De electrische weerstand van een halfgeleiderlaag van het n-type die is gevormd door onzuiverheidsionen te implanteren in een a-Si film van het i-type of een siliciumfilm die een microkristallijne structuur van onbevredigende kwaliteit bezit, is hoog, wat bekend is. Als gevolg daarvan treedt bij toepassing van de aldus gevormde halfgeleiderlaag van het n-type in de halfgeleiderlaag van het n-type een spanningsval op, zodat de hoeveelheid AAN-stroom van de TFT ontoereikend wordt. Daarom wordt zelfs wanneer de kanaallengte van de in figuur 21 getoonde TFT 2100 kan worden gereduceerd, de hoeveelheid AAN-stroom niet bevredigend groter.

Bovendien is in de TFT als beschreven in de Japanse octrooipublicatie nr. 63-168052 (terinzagegelegd) de electrische weerstand van de halfgeleiderlaag van het n-type ingesteld op laag. Daarom is het bij een werkwijze waarbij een lage weerstand-silicidelaag afzonderlijk gevormd, noodzakelijk om de aanvullende processtappen van het opdampen

van de lage weerstand-silicidelaag en het etsen van de lage weerstand-silicidelaag. Bijgevolg nemen het aantal processtappen en de bijbehorende kosten onvoordelig toe. Bovendien kan de weerstand van de silicidelaag niet voldoende gereduceerd worden, zodat de hoeveelheid AAN-stroom niet effectief vergroot worden, zelfs niet wanneer de kanaallengte wordt gereduceerd.

Een dunne-film transistor volgens een aspect van de uitvinding bevat: een substraat; een poortelectrode; een bronelectrode en een aftapelectrode gevormd boven het substraat; en een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode, en de bronelectrode en de aftapelectrode. Bij de dunne-film transistor bevat de halfgeleiderfilm een siliciumfilm van het i-type, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolatiefilm bezit een microkristallijne structuur met een geleidingsvermogen van ongeveer 5×10^{-10} S/cm of meer.

Een dunne-film transistor volgens een ander aspect van de uitvinding bevat: een substraat; een poortelectrode; een bronelectrode en een aftapelectrode gevormd boven het substraat; en een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. Bij de dunne-film transistor bevat de halfgeleiderfilm een siliciumfilm van het i-type, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolatiefilm bezit een microkristallijne structuur met een hoeveelheid gebonden waterstof van ongeveer 10% of minder.

Een dunne-film transistor volgens nog een ander aspect van de uitvinding bevat: een substraat; een poortelectrode; een bronelectrode en een aftapelectrode gevormd boven het substraat; en een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. Bij de dunne-film transistor bevat de halfgeleiderfilm een siliciumfilm van het i-type, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolatiefilm bezit een microkristallijne structuur met een kristallijne volumefractie van ongeveer 10% of meer.

Een dunne-film transistor volgens nog een ander aspect van de uitvinding bevat: een substraat; een poortelectrode; een bronelectrode en een aftapelectrode gevormd boven het substraat; en een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. Bij de dunne-film transistor bevat de halfgeleiderfilm een siliciumfilm van het i-type, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolatiefilm bezit een microkristallijne structuur waarvan de absorptiecoëfficiënt voor licht met een golflengte van 400 nm 3,7 x 10^5 cm^{-1} of minder bedraagt.

Een dunne-film transistor volgens nog een ander aspect van de uitvinding bevat: een substraat; een poortelectrode, een bronelectrode en een aftapelectrode gevormd boven het substraat; en een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. Bij de dunne-film transistor bevat de halfgeleiderfilm een siliciumfilm van het i-type, bezit tenminste een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolatiefilm een microkristallijne structuur waarin een (111) as van een aantal kristallijne korrels loodrecht op het substraat staat.

Een dunne-film transistor volgens nog een ander aspect van de uitvinding bevat: een substraat; een poortelectrode; een bronelectrode en een aftapelectrode gevormd boven het substraat; en een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. Bij de dunne-film transistor bezit tenminste een gedeelte van de halfgeleiderfilm een microkristallijne structuur met een geleidingsvermogen in een bereik van ongeveer 5 x 10^{-10} S/cm tot ongeveer 1 x 10^{-7} S/cm.

Bij een andere uitvoeringsvorm bevat de halfgeleiderlaag een film gemaakt van tenminste één van de materialen silicium, siliciumgermanium, siliciumkoolstof, siliciumnitride en siliciumoxide.

Een dunne-film transistor volgens nog een ander aspect van de uitvinding bevat: een substraat; een poortelectrode; een bronelectrode en een aftapelectrode gevormd boven het

1 0 0 0 0 0 2

substraat; en een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. Bij de dunne-film transistor bevat de halfgeleiderfilm een siliciumfilm van het p-type of een siliciumfilm van het n-type; bezit tenminste een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolatiefilm een microkristallijne structuur met een geleidingsvermogen van ongeveer 1 x 10^{-3} S/cm of meer.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding wordt voorzien in een werkwijze voor het vervaardigen van een dunnefilm transistor. De dunne-film transistor bezit een poortelectrode, een bronelectrode en een aftapelectrode die zijn gevormd boven het substraat, een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. De werkwijze bevat een stap van het vormen van de halfgeleiderfilm die een microkristallijne structuur bezit, door het herhaaldelijk uitvoeren van de stappen van: het op de isolatielaag vormen van een siliciumlaag door het ontleden van een materiaalgas dat Si bevat dat wordt ingebracht in een reactiekamer van een inrichting voor plasma chemische neerslag uit dampfase; en het verrichten van een waterstof-plasmabehandeling voor de siliciumlaag, door een waterstofgas in de reactiekamer te brengen.

Bij één uitvoeringsvorm bevat de werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor verder een stap van het verrichten van een waterstof-plasmabehandeling voor de isolatielaag, voorafgaand aan de stap van het vormen van de halfgeleiderfilm.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een werkwijze voor het vervaardigen van een dunnefilm transistor. De dunne-film transistor bezit een poortelectrode, een bronelectrode en een aftapelectrode die zijn gevormd boven een substraat, een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. De werkwijze bevat de stappen van: het vormen van een siliciumlaag met een microkristallijne structuur onder een omstandigheid van een waterstof-

verdunningsverhouding van 200 of meer, waarbij de waterstof-verdunningsverhouding wordt gedefinieerd als een verhouding van H_2 tot SiH_4, waarbij de siliciumlaag een dikte heeft van ongeveer 10 nm of minder; en op de siliciumlaag een andere siliciumlaag met een microkristallijne structuur onder de omstandigheid van een waterstof-verdunningsverhouding van 2 tot 200 wordt gevormd.

Bij één uitvoeringsvorm bevat de werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor verder een stap van het doteren van onzuiverheidsionen in de halfgeleider-film, teneinde een paar gedoteerde gebieden te vormen, die zich bevinden op een vooraf bepaald oppervlak.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor. De dunne-film transistor bezit een poortelectrode, een bronelectrode en een aftapelectrode die zijn gevormd boven een substraat; een isolatiefilm en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poortelectrode en de bronelectrode en de aftapelectrode. De werkwijze bevat de stappen van: het vormen van een siliciumfilm als de halfgeleiderfilm die een microkristallijne structuur heeft onder de omstandigheid van een waterstof-verdunningsverhouding van 30 of meer, waarbij de waterstof-verdunningsverhouding wordt gedefinieerd als een verhouding van H_2 tot SiH_4; en het vormen van een paar gedoteerde gebieden die zich bevinden op een vooraf bepaalde plek in de halfgeleiderfilm door onzuiverheden in de halfgeleiderfilm te doteren door middel van ionendotering.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een halfgeleiderinrichting. De halfgeleiderinrichting bevat een halfgeleiderfilm. De halfgeleiderfilm bevat een siliciumfilm van het i-type die een microkristallijne structuur met een geleidingsvermogen van ongeveer 5×10^{-10} S/cm of meer bevat.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een halfgeleiderinrichting. De halfgeleiderinrichting bevat een halfgeleiderfilm. De halfgeleiderfilm bevat een siliciumfilm van het i-type die een microkristallijne

structuur met een hoeveelheid gebonden waterstof van 10% of minder bevat.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een halfgeleiderinrichting. De halfgeleiderinrichting bevat een halfgeleiderfilm. De halfgeleiderfilm bevat een siliciumfilm van het i-type die een microkristallijne structuur met een kristallijne volumefractie van ongeveer 10% of meer bevat.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een halfgeleiderinrichting. De halfgeleiderinrichting bevat een halfgeleiderfilm. De halfgeleiderfilm bevat een siliciumfilm van het i-type met een microkristallijne structuur waarvan de absorptiecoëfficiënt voor licht met een golflengte van 400 nm $3,7 \times 10^5$ cm^{-1} of minder bedraagt.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een halfgeleiderinrichting. De halfgeleiderinrichting bevat een op een substraat gevormde halfgeleiderfilm. De halfgeleiderfilm bevat een siliciumfilm van het i-type met een microkristallijne structuur waarin een {111} as van een aantal kristallijne korrels loodrecht op het substraat staat.

Bij één uitvoeringsvorm bevat de halfgeleiderfilm een paar gedoteerde gebieden aangebracht op vooraf bepaalde plekken, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden bevatten die zijn gedoteerd door middel van ionendotering.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een halfgeleiderinrichting. De halfgeleiderinrichting bevat een halfgeleiderfilm met een siliciumfilm van het p-type of een siliciumfilm van het n-type, die een microkristallijne structuur bevat met een geleidingsvermogen dat 1×10^{-3} S/cm of meer bedraagt.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een werkwijze voor het vervaardigen van een dunnefilm halfgeleiderinrichting die een siliciumfilm van het i-type bevat. De werkwijze bevat een stap van het vormen van de siliciumfilm van het i-type die een microkristallijne structuur bevat, door herhaaldelijk de stappen uit te voeren van: het op de isolatiefilm vorm van een siliciumfilm door

het ontleden van een materiaalgas dat Si bevat, dat wordt ingebracht in een reactiekamer van een inrichting voor plasma chemische neerslag uit dampfase; en het uitvoeren van een waterstof-plasmabehandeling voor de siliciumlaag door een waterstofgas in de reactiekamer te brengen.

Bij één uitvoeringsvorm bevat de werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting verder een stap van het in de siliciumfilm van het i-type doteren van onzuiverheden, om een paar gedoteerde gebieden vormen die zich op een vooraf bepaalde plaats bevinden.

Bij een andere uitvoeringsvorm bevat de werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting verder een stap van het verrichten van een waterstof-plasma-behandeling voorafgaand aan de stap van het vormen van de siliciumfilm van het i-type.

Bij nog een andere uitvoeringsvorm bevat de stap van het vormen van de siliciumfilm een stap van het vormen van de siliciumfilm in een dikte in het gebied van ongeveer 0,1 nm tot ongeveer 5 nm.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting die een siliciumfilm bevat. De werkwijze bevat de stappen van: het vormen van een siliciumlaag met een microkristallijne structuur onder een omstandigheid van een waterstof-verdunningsverhouding van 200 of meer, waarbij de waterstof-verdunningsverhouding wordt gedefinieerd als een verhouding van H_2 staat tot SiH_4, waarbij de siliciumlaag een dikte heeft van ongeveer 10 nm of minder; en het op de siliciumlaag vormen van een andere siliciumlaag met een microkristallijne structuur onder een omstandigheid van een waterstof-verdunningsverhouding van 2 tot 200, waardoor de siliciumfilm wordt gevormd.

Bij één uitvoeringsvorm bevat de werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting verder een stap van het in de siliciumfilm doteren van onzuiverheden om een paar gedoteerde gebieden te vormen die zich bevinden op een vooraf bepaalde plaats.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting die een siliciumfilm bevat. De werkwijze omvat de stappen van: het vormen van de siliciumfilm met een microkristallijne structuur onder een omstandigheid van een waterstof-verdunningsverhouding van 30 of meer, waarbij de waterstof-verdunningsverhouding wordt gedefinieerd als een verhouding van H_2 staat tot SiH_4; en het vormen van een paar gedoteerde gebieden die zich bevinden op een vooraf bepaalde plaats in de siliciumfilm, door in de siliciumfilm met behulp van ionendotering onzuiverheden te doteren.

Volgens nog een ander aspect van de uitvinding is voorzien in een werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor. De dunne-film transistor bevat: een halfgeleiderlaag; een brongebied en een aftapgebied die in contact staan met de halfgeleiderfilm; een bronelectrode en een aftapelectrode die electrisch verbonden zijn met respectievelijk het brongebied en het aftapgebied; en een poortelectrode die van de halfgeleiderfilm is geïsoleerd door een poort-isolatiefilm. De werkwijze bevat een stap van het vormen van de halfgeleiderfilm om een geleidingsvermogen te hebben dat ligt in het gebied van ongeveer 5×10^{-10} S/cm tot ongeveer 1×10^{-7} S/cm.

Aldus realiseert de hierin beschreven uitvinding de voordelen van (1) het verschaffen van een dunne-film halfgeleiderinrichting en een dunne-film transistor waarin de weerstandswaarde in het contactgedeelte tussen een electrode en een halfgeleiderlaag aanzienlijk gereduceerd is; (2) het verschaffen van een werkwijze voor het vervaardigen van zo'n dunne-film halfgeleiderinrichting en een werkwijze voor het vervaardigen van zo'n dunne-film transistor door het uitvoeren van een kleiner aantal processtappen; en (3) het verschaffen van een dunne-film halfgeleiderinrichting die een halfgeleiderfilm met grote veldeffect-mobiliteit bevat, en een werkwijze voor het produceren van een dergelijke dunne-film halfgeleiderinrichting.

Deze en andere voordelen van de onderhavige uitvinding zullen de deskundigen duidelijk worden bij het lezen van de volgende gedetailleerde beschrijving onder verwijzing naar de bijgaande figuren.

Figuur 1 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur volgens een voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 2 toont een RF-P-CVD inrichting 40 die wordt gebruikt in het voorbeeld van de onderhavige uitvinding.

De figuren 3A tot 3A zijn tijdschema's ter illustratie van de werking van de RF-P-CVD inrichting 40.

Figuur 4 is een grafiek die de verhouding toont tussen de filmdikte in één cyclus en het geleidingsvermogen gedurende een processtap voor het vervaardigen van de TFT van dit voorbeeld.

Figuur 5 is een grafiek die de verhouding toont tussen de filmopdampingsperiode in één cyclus en het geleidingsvermogen gedurende een processtap voor het vervaardigen van de TFT van dit voorbeeld.

Figuur 6 is een grafiek die de verhouding toont tussen de waterstof-plasmabehandelingsperiode en het donker-geleidingsvermogen van de Si-film van het i-type gedurende een processtap voor het vervaardigen van een TFT volgens dit voorbeeld.

Figuur 7 toont een in dit voorbeeld te gebruiken ionendoteringsinrichting.

Figuur 8 is een grafiek die de variatie in de AAN-stroom van een TFT volgens het voorbeeld van de onderhavige uitvinding en een conventionele TFT toont.

Figuur 9 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een coplanaire structuur volgens een ander voorbeeld van de onderhavige uitvinding.

Figuur 10 is een grafiek die de variatie in de AAN-stroom van een TFT volgens het voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 11 is een grafiek die de verhouding toont tussen de absorptiecoëfficiënt voor licht met een golflengte van

400 nm en het geleidingsvermogen van de μc-Si film die is opgedampt door de filmdikte in één cyclus te veranderen.

Figuur 12 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een coplanaire structuur volgens een voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 13 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een verspringende structuur volgens een ander voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 14 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur volgens een voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 15 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur volgens nog een ander voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 16 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een verspringende structuur volgens nog een ander voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 17 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT met een coplanaire structuur volgens nog een ander voorbeeld van de onderhavige uitvinding toont.

Figuur 18 is een grafiek die de verandering in dikte en geleidingsvermogen van de Si-film toont, wanneer de te leveren RF-stroom wordt veranderd.

Figuur 19 is een grafiek die de verandering toont in de AAN-stroom van een TFT volgens het voorbeeld van de onderhavige uitvinding en een conventionele TFT waarin een a-Si film wordt gebruikt.

Figuur 20 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT volgens een eerste conventioneel voorbeeld toont.

Figuur 21 is een doorsnede-aanzicht dat een TFT volgens een tweede conventioneel voorbeeld toont.

In het onderstaande zal de onderhavige uitvinding aan de hand van illustratieve voorbeelden worden beschreven onder verwijzing naar de bijgaande tekeningen.

Voorbeeld 1

Figuur 1 is een doorsnede-aanzicht van een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur volgens de onderhavige

uitvinding. De TFT 100 is gevormd op een substraat 101 van de TFT-LCD, zoals weergegeven in figuur 1.

In het onderstaande zal een werkwijze voor het vervaardigen van de TFT 100 worden beschreven onder verwijzing naar figuur 1.

Eerst wordt een basislaag-isolatiefilm 102 (dikte: 300 nm) gemaakt van Ta2O5 gevormd op één oppervlak van het isolatiesubstraat 101. In dit voorbeeld wordt een transparante glasplaat gebruikt als het isolatiesubstraat 101. Dan wordt een metalen dunne-film gemaakt van tantaal (Ta) op de basislaag-isolatiefilm 102 opgedampt door het verstuivingsvermogen en de snelheid waarmee het isolatiesubstraat 101 in een verstuivingsinrichting wordt getransporteerd zodanig in te stellen dat de dikte van de metalen film 300 nm wordt. Daarna wordt de metalen dunne-film door uitvoering van een fotolithografieproces voorzien van een patroon in een vooraf bepaalde vorm, waardoor een poortelectrode 103 wordt gevormd. Dan wordt de poortelectrode 103 geanodiseerd, waardoor een geanodiseerde film 104 wordt gevormd.

Vervolgens worden de drie lagen bestaande uit een Si_3N_4-film 105 (dikte: 300 nm), een microkristallijn silicium (μc-Si) film 106 van het i-type (dikte: 50 nm), en een Si_3N_4-film 107 (dikte: 200 nm) successievelijk opgedampt met behulp van een RF-PCVD werkwijze.

Een processtap voor het vormen van de μc-Si film 196 van het i-type zal hieronder in details beschreven worden. Gedurende deze processtap, wordt een RF-PCVD inrichting 40 als weergegeven in figuur 2 gebruikt. Deze RF-PCVD inrichting 40 is voorzien van twee leidingen 41 en 42 voor inbrenging van respectievelijk waterstofgas en materiaalgas, in aanvulling op de respectieve componenten van een algemeen gebruikte RF-PCVD inrichting. De waterstofgas-inbrengingsleiding 41 en de materiaalgas-inbrengingsleiding 42 staan onafhankelijk in verbinding met de binnenzijde van een reactiekamer 51. Een klep 55 voor het toevoeren of blokkeren van het waterstofgas is verschaft voor de waterstofgas-inbrengingsleiding 41. Een klep 43 voor het toevoeren of blokkeren van het materiaalgas is verschaft voor de materi-

aalgas-inbrengingsleiding 42. Een aftakleiding 52 is voor de materiaalgas-inbrengingsleiding 42 verschaft op een stroomopwaartse plaats van de materiaalgasstroom ten opzichte van de klep 43. De aftakleiding 52 is voorzien van een klep 44. De klep 44 levert of blokkeert het materiaalgas via de aftakleiding 52.

Een besturingseenheid 53, bijvoorbeeld een microcomputer, is aangesloten op de kleppen 43, 44 en 55 teneinde de leveringswerking of de blokkeerwerking van deze kleppen 43, 44 en 55 te sturen. Een timer 54 voor het opnemen van het tijdsbestek gedurende welk het (later nog te beschrijven) materiaalgas of alleen het waterstofgas in de reactiekamer 51 wordt gebracht, is aangesloten op de besturingseenheid 53. Een afzuigpomp 45 is met de reactiekamer 51 verbonden om het gas in de reactiekamer 51 af te zuigen. De afzuigpomp 45 kan ook worden verbonden met de aftakleiding 52.

Een anode-electrode 46 en een kathode-electrode 47 die zijn verbonden met een externe radiofrekwentie-stroombron 48 zijn aangebracht in de reactiekamer 51. Een substraat 50 is bevestigd aan de kant van de anode-electrode 46 die naar de kathode-electrode 47 gekeerd is. Door van de radiofrekwentie-stroombron 48 afkomstige radiofrekwentiestroom aan te leggen op de anode-electrode 46 en de kathode-electrode 47, wordt tussen de anode-electrode 46 en de kathode-electrode 47 plasma 49 gegenereerd.

In het onderstaande zal een fundamentele werking van de opdampingsinrichting 40 van dit voorbeeld worden beschreven onder verwijzing naar de figuren 2 en 3A tot 3C. De figuren 3A tot 3C zijn tijdschema's voor het illustreren van de opdampingsinrichting 40.

In dit voorbeeld, zoals weergegeven in figuur 3B, is de klep 55 voor het leveren van het waterstofgas altijd geopend, zodat het waterstofgas continu geleverd wordt. In figuur 3C geeft de getrokken lijn de geopende/gesloten toestand van de klep 43 aan, en geeft de onderbroken lijn de geopende/gesloten toestand van de klep 44 aan. Zoals afgebeeld in figuur 3C, wanneer de klep 43 van de materiaalgas-inbrengingsleiding 42 geopend is en de klep 44 gesloten

is, wordt het materiaalgas in de reactiekamer 51 gebracht. Wanneer daarentegen de klep 43 gesloten is en de klep 44 geopend is, wordt het materiaalgas door de afzuigpomp 45 direct afgezogen zonder in de reactiekamer 51 te worden gebracht. Bijgevolg kan niet alleen de toevoer en de blokkering van het materiaalgas, maar ook de afzuiging van het materiaalgas worden gestuurd, zelfs wanneer de klep 43 gesloten is, waardoor de verandering in de druk binnen de reactiekamer 51 wordt onderdrukt. Derhalve bestuurt de besturingseenheid 53 in combinatie met de timer 54 de geopende/gesloten toestanden van de kleppen 43 en 44 zodanig dat het materiaalgas gedurende een vooraf bepaalde periode t1 in de reactiekamer 51 kan worden gebracht en alleen het waterstofgas gedurende een vooraf bepaalde periode t2 in de reactiekamer 51 kan worden gebracht, zoals weergegeven in figuur 3C.

Zoals weergegeven in figuur 3A, wordt radiofrekwentiestroom vanaf de radiofrekwentiestroombron 48 aangelegd op de anode-electrode 46 en de kathode-electrode 47 in deze opdampingsinrichting 40. In dit geval wordt in de periode t1, gedurende welke het materiaalgas in de reactiekamer 51 wordt gebracht, het materiaalgas door het plasma 49 ontleed, zodat een siliciumfilm op het substraat 50 wordt opgedampt. Anderzijds wordt in de periode t2, gedurende welke alleen het waterstofgas in de reactiekamer 51 wordt gebracht, de siliciumfilm wordt opgedampt onder de volgende voorwaarden: de stroomsnelheid van SiH_4 bedraagt 130 sccm; de stroomsnelheid van H_2 bedraagt 3000 sccm; de druk bedraagt 93,1 Pa; en het RF-vermogen bedraagt 100 W.

De dikte van de tijdens de periode t2 opgedampte siliciumfilm heeft een aanzienlijke invloed op de eigenschappen van de siliciumfilm. In het onderstaande zal de verhouding tussen de dikte en het geleidingsvermogen van de siliciumfilm worden beschreven. Figuur 4 is een grafiek die de verhouding tussen de filmdikte in één cyclus en het geleidingsvermogen laat zien. In figuur 4 is de waterstof-plasmabehandelingsperiode t2 ingesteld op 75 seconden. Bij een microkristallijne siliciumfilm is het zo, dat hoe groter de

kristallijne volumefractie wordt, des te groter het geleidingsvermogen wordt. Volgens proefnemingsresultaten, die de onderhavige uitvinders hebben verkregen, kan wanneer een Si-film met een geleidingsvermogen van 5×10^{-10} S/cm of meer wordt gebruikt, kan een TFT worden gefabriceerd, die bevredigende kenmerken bezit waar een grote hoeveelheid AAN-stroom loopt. Anderzijds hebben de onderhavige uitvinders bevestigd, dat wanneer een TFT wordt gefabriceerd onder gebruikmaking van een Si-film met een geleidingsvermogen van minder dan 5×10^{-10} S/cm, de hoeveelheid AAN-stroom klein wordt en de electrische weerstand in de contactgebieden groot wordt. Derhalve kan een Si-film met een geleidingsvermogen van 5×10^{-10} S/cm of meer worden beschouwd als een film van bevredigende kwaliteit, die geschikt is voor het vormen van een TFT. Zoals weergegeven in figuur 4, ligt een geschikte filmdikte in één cyclus die aan deze voorwaarden voldoet in het gebied van 0,1 tot 5 nm.

Wanneer een film met een dikte in een gebied van 0,1 tot 5 nm in één cyclus kan worden opgedampt, dan kan men in één cyclus één tot tien lagen opgebouwd uit Si-atomen laten aangroeien. Bij het feitelijk opdampen van de Si-atoomlagen om één tot tien lagen te vormen, is het noodzakelijk om de opdampingsperiode geschikt te sturen. Figuur 5 is een grafiek die de verhouding tussen de filmopdampingsperiode in één cyclus en het geleidingsvermogen van de Si-film aangeeft. Zoals in figuur 5 weergegeven, wanneer de opdampingsperiode in één cyclus wordt ingesteld op 23 seconden of minder, kan het geleidingsvermogen van de resulterende Si-film 5×10^{-10} S/cm of meer bedragen.

Door deze opdamping van een Si-film en de waterstofplasmabehandeling voor de opgedampte Si-film te herhalen, is het mogelijk om een μc-Si film met een gewenste dikte te verkrijgen.

Een geschikte μc-Si film kan bijvoorbeeld worden opgedampt onder de volgende voorwaarden. Monosilaan (SiH_4) wordt gebruikt als een materiaalgas en de stroomsnelheid ervan wordt ingesteld binnen een geschikt bereik van 100 tot 200 sccm; de stroomsnelheid van waterstof (H_2) wordt ingesteld

binnen een bereik van ongeveer 2000 tot 4000 sccm; de periode t1 wordt ingesteld op 10 tot 30 seconden; en de periode t2 wordt ingesteld op 20 tot 130 seconden.

Onder deze voorwaarden kan men in één cyclus een niet-enkelvoudige kristallijn-siliciumfilm met een dikte van 0,1 tot 5 nm laten aangroeien, en deze film kan worden onderworpen aan een waterstof-plasmabehandeling. In dit voorbeeld wordt door de opdamping en de waterstof-plasmabehandeling 10 tot 500 maal te herhalen uiteindelijk een μc-Si film met een dikte van 50 nm verkregen.

Figuur 6 is een grafiek die de verhouding aangeeft tussen het tijdsbestek gedurende welk de waterstof-plasmabehandeling wordt verricht in de pauzes tussen de opdampingsprocessen en het donker-geleidingsvermogen van de Si-film van het i-type gevormd op de hierboven beschreven wijze. De Si-film wordt opgedampt onder de volgende voorwaarden: de stroomsnelheid van SiH_4 bedraagt 130 sccm; de stroomsnelheid van H_2 bedraagt 3000 sccm; de druk bedraagt 93,1 Pa; het RF-vermogen bedraagt 100 W; en de dikte van de in één cyclus opgedampte film bedraagt 2 nm. Zoals weergegeven in figuur 6, is het donker-geleidingsvermogen van de Si-film van het i-type met ongeveer drie ordes drastisch verhoogd door de waterstof-plasmabehandeling gedurende ongeveer 40 seconden uit te voeren, zodat het donker-geleidingsvermogen van de Si-film 5×10^{-10} S/cm of meer wordt.

In dit voorbeeld krijgt de siliciumfilm een microkristallijne structuur door de waterstof-plasma behandeling uit te voeren zoals hierboven beschreven. Dit feit toont aan dat de waterstof-plasmabehandeling de kristallijne structuur van een superdunne film met een dikte van 50 nm of minder verandert. Teneinde de kristallijne structuur te veranderen door de waterstof-plasma behandeling te veranderen, wordt een film met een dikte in een gebied van ongeveer 0,1 tot 5 nm, en bij voorkeur in een gebied van 0,5 tot 3 nm geschikt gebruikt. Wanneer de filmdikte op zo'n waarde wordt ingesteld, is het noodzakelijk om een combinatie van het opdampingsproces en de waterstof-plasmabehandeling 20 tot 1000 maal uit te voeren.

Anderzijds kan zelfs wanneer de film continu wordt opgedampt zonder de waterstof-plasmabehandeling een microkristallijne siliciumfilm worden verkregen onder de omstandigheden waarin een waterstof-verdunningsverhouding groot is en een hoog vermogen wordt geleverd. De waterstof-verdunningsverhouding is hierin gedefinieerd door de verhouding van waterstof (H_2) tot monosilaan (SiH_4). Wanneer de siliciumfilm wordt opgedampt onder de omstandigheden waarbij de waterstof-verdunningsverhouding 30 bedraagt en een vermogen van 250 W wordt geleverd, kan een microkristallijne siliciumfilm met een geleidingsvermogen van 5×10^{-10} S/cm worden verkregen. In dit geval bedraagt de opdampingssnelheid van de film 0,03 nm/sec. Wanneer de siliciumfilm anderzijds wordt opgedampt onder de omstandigheden waarbij de waterstof-verdunningsverhouding 30 bedraagt en een vermogen van 100 W wordt geleverd, kan een microkristallijne siliciumfilm met een geleidingsvermogen van 1×10^{-9} S/cm worden verkregen. In dat geval kan de opdampingssnelheid van de film worden verhoogd van 0,03 nm/sec naar 0,1 nm/sec. Wanneer bovendien de siliciumfilm wordt opgedampt onder de omstandigheden waarbij de waterstof-verdunningsverhouding 100 bedraagt en een vermogen van 100 W wordt geleverd, kan een microkristallijne siliciumfilm met een geleidingsvermogen van 3×10^{-8} S/cm worden verkregen. In dat geval bedraagt de opdampingssnelheid van de film 0,04 nm/sec.

Zoals uit de bovenstaande resultaten blijkt, kan wanneer de waterstof-verdunningsverhouding 30 of meer bedraagt, een microkristallijne siliciumfilm met een geleidingsvermogen van 5×10^{-10} S/cm of meer worden verkregen. In het geval waarbij de siliciumfilm wordt gedoteerd door ionenimplantatie, kan een microkristallijne siliciumfilm met een geleidingsvermogen van 3 x 100 S/cm of meer worden verkregen.

Wanneer bij het vormen van de μc-Si film een kiem voor kristalaangroei wordt geprepareerd door de waterstof-verdunningsverhouding in te stellen op 200 of meer, totdat de film is opgedampt tot 10 nm dikte, worden de Si-atomen bij de kiem vergaard voor kristalaangroei, om een microkristallijne structuur te vormen, zelfs wanneer de film vervolgens wordt

opgedampt bij de waterstof-verdunningsverhouding van 2 tot 200. Als gevolg daarvan, kan een μc-Si film met een nog grotere kristallijne volumefractie worden verkregen.

De hoeveelheid waterstof gebonden in de μc-Si film die is gevormd door herhaling van de bovenstaande cycli is met behulp van een infrarood-absorptiespectrum-werkwijze gekwantificeerd op 8-10 atoomprocent, terwijl de hoeveelheid gebonden waterstof in een gebruikelijke a-Si film 13-20 atoomprocent bedraagt. Dit komt door het feit dat de in kristallijn Si hoeveelheid gebonden waterstof die samen met a-Si is opgenomen in de μc-Si film in wezen 0 atoomprocent bedraagt.

De samenstelling van de aldus gevormde μc-Si film werd door de onderhavige uitvinders geanalyseerd met behulp van een Raman-spectroscopie en een gereflecteerde hoge energie-electronendiffractie. Er werd bevestigd dat de film een siliciumfilm met de microkristallijne structuur was. Bovendien werd het Raman-verstrooiingsspectrum van de μc-Si film verdeeld in een brede piek, specifiek voor a-Si, bij ongeveer 480 cm^{-1}, en een scherpe piek van kristallijn Si, dat wil zeggen, een piek van de Si-Si-binding bij 520 cm^{-1}. Op basis van de geïntegreerde intensiteitsverhouding van deze twee pieken werd het percentage kristallijn Si van de μc-Si film gemeten.

Men verkreeg de volgende resultaten.

(1) De kristallijne volumefractie bedroeg 0% in de a-Si film gevormd door de doorgaans gehanteerde CVD-werkwijze onder de gebruikelijke omstandigheden voor opdamping van een Si-film, en in de siliciumfilm die tot een dikte van 50 nm of minder is gevormd met behulp van de P-CVD werkwijze zonder dat een waterstof-plasmabehandeling werd verricht.

(2) In de μc-Si film die werd gevormd onder de omstandigheden waarbij een groot RF-vermogen werd geleverd en de waterstof-verdunningsverhouding werd ingesteld op 30 of minder, bedroeg de kristallijne volumefractie 10% of minder.

(3) In de μc-Si film die werd gevormd onder de omstandigheden waarbij een groot RF-vermogen werd geleverd en de waterstof-verdunningsverhouding werd ingesteld op 30 of

meer, lag de kristallijne volumefractie in een gebied van 10 tot 50%.

(4) Voor wat betreft de μc-Si film die werd verkregen door het herhalen van het proces waarbij de siliciumfilm door het silicium als element bevattende materiaalgas met het plasma te ontleden werd opgedampt en het proces waarbij de opgedampte siliciumfilm met waterstofplasma werd behandeld door het waterstofgas in de reactiekamer te brengen teneinde de microkristallijne structuur in de siliciumfilm te vormen, lag de kristallijne volumefractie in een gebied van 8 tot 60% zoals hieronder in Tabel 1 is weergegeven. De maximale kristallijne volumefractie van de aldus verkregen μc-Si film bedroeg 70%.

Ter aanvulling zijn de resultaten van de analyse voor de onder andere omstandigheden opgedampte Si-films weergegeven in Tabel 2.

– TABELLEN 1 en 2 –

TABEL 1

Opdamping opdampings-duur (sec)	Condities waterstof behandelingsduur (sec)	Geleidend vermogen		Hoeveelheid gebonden waterstof (%)	Kristallijne volume fractie (%)
		Voor dotering (S/cm)	Na dotering (S/cm)		
20	75	1E-8	2,5E0	8	60
20	50	5E-10	3,0E0	10	10
20	30	4E-12	1,37E-4	11	8
40	75	1E-12	1,30E-4	12	8
(Voor referentie) a-Si (n^+) opgedampt door P-CVD		1E-3		15	0
μc-Si (n^+) opgedampt door P-CVD		1E0		10	8

TABEL 2

Opdamping Opdampingsduur (sec)	Condities waterstof behandelingsduur (sec)	Dikte in 1 cyclus (nm)	Geleidend vermogen (S/cm)	Hoeveelheid gebonden waterstof (%)	Kristallijne volume fractie (%)
9,5	25	2,5	6,0E-12	13	8
9,5	40	2,3	5,0E-10	10	10
9,5	45	2,2	1,0E-9	9	30
9,5	60	2,1	9,5E-9	8	65
9,5	75	2,0	1,5E-8	7	70
40	75	5,7	1,0E-12	13	8

Figuur 11 is een grafiek die de verhouding toont tussen de absorptiecoëfficiënt en het geleidingsvermogen van de μc-Si film die werd opgedampt door het veranderen van de dikte van de in figuur 4 weergegeven in één cyclus opgedampte film. In de μc-Si film, waar het geleidingsvermogen 5 x 10^{-10} S/cm of meer bedraagt, wordt het aantal kristallijne korrels met een kleine absorptiecoëfficiënt verhoogd, zodat de absorptiecofficiënt van zo'n film in vergelijking met de andere films kleiner wordt. Als gevolg daarvan bedraagt de absorptiecofficiënt van de film met betrekking tot het licht met een golflengte van 400 nm 3,7 x 10^5 cm^{-1} of minder. De waarde van de golflengte wordt gekozen als een golflengte waarbij de samenhang tussen de absorptiecofficiënt en het

geleidingsvermogen zeer bevredigend is. De reden is als volgt. Wanneer een golflengte wordt ingesteld op minder dan 400 nm, kan de informatie rond de optische bandafstand worden verkregen. De variatie in de absorptiecofficiënt wordt echter groot en de samenhang tussen de absorptiecoffi-ciënt en het geleidingsvermogen wordt minder bevredigend.

De microkristallijne componenten van de μc-Si film met een geleidingsvermogen van 5 x 10^{-10} S/cm of meer met een electronenmicroscoop van het transmissie-type worden gemeten met behulp van een microdiffractiewerkwijze. Als gevolg daarvan is het aantal kristallijne korrels waarvan de {111} assen loodrecht op het substraat staan het grootst.

Een μc-Si film van het i-type van een bevredigende kwaliteit kan worden verkregen door uitvoering van de werk-wijze voor het vervaardigen van de TFT van dit voorbeeld.

Hieronder, wederom onder verwijzing naar figuur 1, zal een werkwijze voor het vervaardigen van een TFT 100 met een omgekeerd-verspringende structuur verder worden beschreven. Na het successievelijk opdampen van de drie lagen van een Si_3N_4-film 105 (dikte: 300 nm); een microkristallijn silicium (μc-Si) film 106 van het i-type (dikte: 50 nm); en een Si_3N_4-film (dikte: 200 nm) met behulp van een RF-PCVD werk-wijze, wordt de Si_3N_4-film door middel van fotolithografie voorzien van een patroon in een vooraf bepaalde vorm. Om precies te zijn, wordt op de Si_3N_4-film een foto-etslaag gevormd, en daarna wordt de foto-etslaag blootgesteld aan licht vanaf de tegenzijde van het transparante isolatiesub-straat 101, dat wil zeggen, de zijde waarop de TFT 100 niet gevormd is, door de van Ta vervaardigde poortelectrode 103 te gebruiken als masker. Daarna wordt de Si_3N_4-film geëtst. Op deze wijze wordt de kanaalbeschermingsfilm 107 gevormd.

Figuur 7 is een doorsnede-aanzicht dat schematisch een ionendoteringsinrichting toont die wordt gebruikt voor het vormen van een μc-Si film 108 van het n^+-type. De ionendote-ringsinrichting van dit voorbeeld bevat een gasinlaatpoort 81 die in verbinding staat met een kamer 82. De kamer 82 vormt een plasmakamer voor het genereren van een plasma (dat wil zeggen, een ionenbron). Een radiofrekwentie-stroombron

83 voor bekrachtiging van het plasma is verschaft buiten de kamer 82. Een radiofrekwentie-electrode 84 voor het leveren van een radiofrekwentievermogen aan het plasma, en een magneet 85 voor het verhogen van de ioniseringssnelheid en het instellen van de vorm van het plasma zijn verschaft binnen de kamer 82, waardoor het plasma wordt gevormd.

Een stroombron 86 voor ionenversnelling van de eerste fase, om de ionen uit het plasma te halen en een stroombron 87 voor ionenversnelling van de tweede fase, om de uit het plasma gehaalde ionen verder te versnellen, in serie geschakeld met de radiofrekwentie-stroombron 83. Een vertragingsstroombron 88 om electronen van de tweede orde te besturen, is verder in serie geschakeld met de stroombron 87 voor ionenversnelling van de tweede fase, en met maasvormige electrodeplaten 89 die zijn aangebracht binnen de kamer 82. Er is voorzien in een isolator 90 voor het electrisch isoleren van de maasvormige electrodeplaten 89 verbonden met de radiofrekwentie-electrode 84, de stroombronnen 86 en 87 voor ionenversnelling van de eerste en tweede fase, en de vertragingsstroombron 88, waardoor een ionenversnellingsgedeelte wordt gevormd. Een substraathouder 91 waarop het substraat 92 is gefixeerd, is aangebracht in de kamer 82. De houder 91 wordt aangedreven om rond de langs de verticale richting lopende draaiingsas te draaien.

In het onderstaande zal onder verwijzing naar figuur 7 de werking van de ionendoteringsinrichting van dit voorbeeld worden toegelicht. Eerst wordt een materiaalgas zoals monosilaan (SiH_4)-gas verdund met waterstof via de gasinlaatpoort 81 ingebracht in de kamer 82. Dan wordt de radiofrekwentiestroom vanaf de radiofrekwentiestroombron 83 toegevoerd aan de radiofrekwentie-electrode 84. Als gevolg daarvan wordt het bekrachtigde plasma gevormd, en worden de uit het plasma gehaalde ionen tussen de versnellingselectrodeplaten 89 versneld, waardoor het op de substraathouder 91 aangebrachte substraat 92 wordt gedoteerd met de ionen.

Door een dergelijke ionendoteringsinrichting te gebruiken, is het mogelijk om een grootschalig substraat met ionen te doteren zonder het mechanische aftasten van een monster-

substraat of het electrisch aftasten van de ionenbundels. Om precies te zijn, wordt de μc-Si film 106 gedoteerd met onzuiverheidsionen door de boven beschreven ionendoteringsinrichting en de kanaalbeschermingsfilm 107 te gebruiken als masker, onder de omstandigheden waarbij de versnellingsspanning 30 keV bedraagt, de implanteringsdosis 5 x 10^{15} cm^{-2} bedraagt, en de stroomsnelheid van het materiaalgas 20 sccm (PH_4/H_2 = 5,0%). Als gevolg daarvan zijn een paar gedoteerde gebieden 108 gevormd om een gebied 106 dat niet met ionen gedoteerd is tussen zich in te sluiten, zoals weergegeven in figuur 1. Daarna worden de gedoteerde gebieden gedurende een uur verhit bij 250°C, en daarna zodanig voorzien van patronen dat de respectieve gedoteerde gebieden 108 de vooraf bepaalde vorm hebben, waardoor het brongebied en het aftapgebied worden gevormd.

De onderlinge verhouding van de opdampingsomstandigheden, waaronder de tijd die nodig is voor het feitelijk opdampen van de microkristallijne siliciumfilm, de tijd gedurende welke de waterstof-plasmabehandeling wordt verricht, en de gemeten geleidingsvermogens van de resulterende film vóór en na het doteren van de ionen is in Tabel 1 ook aangegeven. De in Tabel 1 weergegeven resultaten zullen hieronder in details geanalyseerd worden.

(1) Bij het opdampen van een μc-Si film tot een dikte van 50 nm door het herhaaldelijk opdampen van een siliciumlaag (tijdsduur in één cyclus: 20 seconden) en de waterstofplasmabehandeling (tijdsduur in één cyclus: 75 seconden) onder de omstandigheden waarbij de stroomsnelheid van SiH_4 130 sccm bedraagt, de stroomsnelheid van H_2 3000 sccm bedraagt, en het RF-vermogen 150 W bedraagt, bedraagt het geleidingsvermogen van de μc-Si film vóór het doteren van de ionen 1 x 10^{-8} S/cm, terwijl het geleidingsvermogen van de μc-Si film na het doteren van de ionen 2,5 x 10^{-} S/cm bedraagt. Het laatstgenoemde geleidingsvermogen is in wezen gelijk aan dat van de met behulp van de P-CVD werkwijze opgedampte microkristallijne siliciumfilm van het n-type.

(2) Bij het opdampen van een μc-Si film tot een dikte van 50 nm door het herhaaldelijk opdampen van een silicium-

laag (tijdsduur in één cyclus: 20 seconden) en de waterstof-plasmabehandeling (tijdsduur in één cyclus: 50 seconden), bedraagt het geleidingsvermogen van de μc-Si film vóór het doteren van de ionen 5 x 10^{-10} S/cm, terwijl het geleidingsvermogen van de μc-Si film na het doteren van de ionen 3,0 x 10^{-}· S/cm bedraagt.

(3) Bij het opdampen van een μc-Si film tot een dikte van 50 nm door het herhaaldelijk opdampen van een siliciumlaag (tijdsduur in één cyclus: 20 seconden) en de waterstof-plasmabehandeling (tijdsduur in één cyclus: 30 seconden), bedraagt het geleidingsvermogen van de μc-Si film vóór het doteren van de ionen 4 x 10^{-12} S/cm, terwijl het geleidingsvermogen van de μc-Si film na het doteren van de ionen 1,37 x 10^{-4} S/cm bedraagt. Dat wil zeggen, het geleidingsvermogen van de film na het doteren van de ionen kan niet worden gereduceerd tot minder dan dat van het a-Si van het n-type.

(4) Bij het opdampen van een μc-Si film tot een dikte van 50 nm door het herhaaldelijk opdampen van een siliciumlaag (tijdsduur in één cyclus: 40 seconden) en de waterstof-plasmabehandeling (tijdsduur in één cyclus: 75 seconden), bedraagt het geleidingsvermogen van de μc-Si film vóór het doteren van de ionen 1,0 x 10^{-12} S/cm, terwijl het geleidingsvermogen van de μc-Si film na het doteren van de ionen 1,30 x 10^{-4} S/cm bedraagt.

Volgens de door de onderhavige uitvinders verrichte proefneming, bij het continu opdampen van een μc-Si film tot een dikte van 50 nm zonder de waterstof-plasmabehandeling uit te voeren, onder de omstandigheden waarbij de waterstof-verdunningsverhouding groot is en een groot vermogen wordt geleverd, bedraagt de stroomsnelheid van SiH_4 60 sccm; de stroomsnelheid van H_2 3000 sccm; en bedraagt het RF-vermogen 200 W; bedraagt het geleidingsvermogen van de μc-Si film vóór het doteren van de ionen 1 x 10^{-9} S/cm, terwijl het geleidingsvermogen van de μc-Si film na het doteren van de ionen 1,47 x 100 S/cm bedraagt.

Zoals uit het bovenstaande blijkt, kan bij toepassing van een siliciumfilm met het geleidingsvermogen van 5 x 10^{-10} S/cm of meer vóór het doteren van de ionen het geleidings-

vermogen aanzienlijk worden gereduceerd door de siliciumfilm met ionen te doteren. Bij een μc-Si film van het i-type waarbij het het geleidingsvermogen vóór het doteren van de ionen klein is, kan het geleidingsvermogen van de film niet worden gereduceerd tot onder dat van de a-Si film van het n-type.

Een Ti-film (dikte: 300 nm) wordt opgedampt op de respectieve gedoteerde gebieden 108 die zijn gevormd onder de omstandigheden waarbij het geleidingsvermogen aanzienlijk gereduceerd is, zoals weergegeven in figuur 1. Dan wordt de Ti-film van een patroon in een vooraf bepaalde vorm voorzien met behulp van fotolithografie, waardoor de als een bron-electrode en een aftaplektrode te gebruiken electrodelagen 109 worden gevormd. Daarna wordt door verstuiving een transparante geleidende film zoals een indiumtinoxide- (ITO) film opgedampt tot een dikte van 100 nm. Vervolgens wordt de transparante geleidende film met behulp van een fotolithografieproces voorzien van patroon een in een vooraf bepaalde vorm, waardoor een pixelelectrode 110 wordt gevormd.

Een TFT-matrixsubstraat dat kan worden gebruikt voor de TFT-LCD van dit voorbeeld wordt op de boven beschreven wijze voltooid.

Bij de fabricagewerkwijze van dit voorbeeld wordt een kanaalbeschermingsfilm 107 gevormd en wordt de intrinsieke halfgeleiderlaag 106 met onzuiverheidsionen gedoteerd door de kanaalbeschermingsfilm 107 te gebruiken als een masker. Als alternatief kan de intrinsieke halfgeleiderlaag 106 met onzuiverheidsionen worden gedoteerd door als masker een fotoweerstand te gebruiken die dezelfde gedaante heeft als die van de kanaalbeschermingsfilm 107, welke dan is gevormd op de kanaalbeschermingsfilm 107, of in plaats van de kanaalbeschermingsfilm 107. In zo'n geval is het tevens mogelijk om een TFT te realiseren die net zulke voortreffelijke eigenschappen bezit als die van de hierboven beschreven TFT.

Figuur 8 toont de meetresultaten van de eigenschappen van de TFT die is vervaardigd overeenkomstig de werkwijze van dit eerste voorbeeld. Om precies te zijn, is figuur 8 een grafiek die de verhouding toont tussen een aftapspanning

en een aftapstroom wanneer de TFT in werking is. In figuur 8 geeft de kromme L1 de eigenschappen van de TFT van dit voorbeeld aan, terwijl de kromme L2 de eigenschappen aangeeft van een conventionele TFT waarin een a-Si film wordt toegepast. Zoals weergegeven in figuur 8, is het zo dat wanneer de aftapspanning 10 V bedraagt, de waarde van de aftapstroom van de TFT van dit voorbeeld 1,5 x 10^{-6} A bedraagt, terwijl de waarde van de aftapstroom van de conventionele TFT 1,0 x 10^{-6} A bedraagt. Bij de TFT volgens dit voorbeeld is het dus mogelijk om een AAN-stroom te verkrijgen die 1,5 maal zo groot is als die van de TFT waarin een a-Si film als halfgeleiderlaag wordt toegepast.

Bovendien verkregen de onderhavige uitvinders het volgende proefnemingsresultaat: bij behandeling van het bovenoppervlak van de poort-isolatiefilm 105 met het waterstofplasma gedurende drie minuten, vóór het vormen van de halfgeleiderfilm 106 op de poort-isolatiefilm 105, wordt de mogelijkheid van generering van een ongewenste stroomvariatie van een ruwe vorm in het lage-spanningsgebied van de V_d-I_d-eigenschappen van de resulterende TFT gereduceerd, zodat een bevredigend contact kan worden gevormd.

Volgens de werkwijze van dit voorbeeld is het mogelijk om een TFT te realiseren, waarbij de weerstand van de respectieve gedoteerde gebieden 108, te gebruiken als het brongebied en het aftapgebied, aanzienlijk gereduceerd wordt. Bovendien worden de respectieve gedoteerde gebieden 108 gevormd door de kanaalbeschermingsfilm 107 als masker te gebruiken, zodat de kanaallengte met grote precisie verkort kan worden. Bovendien is het bij de vervaardiging van een dergelijke TFT niet langer nodig om afzonderlijk een lageweerstandsfilm zoals een hierboven genoemde conventionele lageweerstand-siliciumfilm te vormen. Als gevolg daarvan kan het aantal benodigde processtappen opmerkelijk gereduceerd worden.

Vervolgens zal een gewijzigde uitvoering van Voorbeeld 1 worden beschreven. Bij dit gewijzigde voorbeeld is een halfgeleiderfilm gevormd door het uitvoeren van een continue opdamping, in tegenstelling tot in figuur 1.

Een werkwijze voor het vormen van een siliciumfilm met een microkristallijne structuur door middel van het continu opdampen van respectieve lagen zal worden beschreven onder verwijzing naar figuur 2. Eerst worden een SiH_4-houdend materiaalgas en een waterstofgas in een reactiekamer 51 van een RF-PCVD inrichting 40 gebracht, waardoor een siliciumlaag wordt gevormd, die ongeveer 10 nm dik is, onder de omstandigheden waarbij de waterstof-verdunningsverhouding (H_2/SiH_4 verhouding) 200 of meer bedraagt en het vermogen in een bereik van 100 tot 500 W ligt (de vermogensdichtheid in een gebied van ongeveer 0,01 tot 0,05 W/cm^2), en bij voorkeur in een gebied van ongeveer 150 tot 300 W. Daarna wordt, door de stroomsnelheid van waterstofgas zodanig te veranderen dat de waterstof-verdunningsverhouding 2 tot 100 wordt, een andere siliciumlaag (of een tweede siliciumlaag) gevormd op de eerder gevormde siliciumlaag (of een eerste siliciumlaag) bij het vermogen van 150 tot 300 W.

Thans volgen de specifieke opdampingsvoorwaarden die worden gehanteerd in de produktiewerkwijze van dit gewijzigde voorbeeld. De eerste siliciumlaag wordt gevormd tot een dikte van 10 nm onder de omstandigheden waarbij de stroomsnelheid van SiH_4 10 sccm bedraagt; de stroomsnelheid van H_2 2000 sccm bedraagt; het vermogen 200 W bedraagt; de substraattemperatuur 300°C is; en de druk 100 Pa bedraagt. Dan wordt door de stroomsnelheid van SiH_4 te veranderen in 20 sccm de tweede siliciumlaag op de eerste siliciumlaag gevormd, zodat de resulterende siliciumfilm 50 nm dik is.

De aldus gevormde siliciumfilm wordt geanalyseerd door een infrarood absorptiespectrum-werkwijze, een reflecterende, hoge energie-electronen diffractiewerkwijze, Raman-spectroscopie of iets dergelijks. Het resultaat van de analyse bevestigt dat de siliciumfilm een μc-Si film is. De hoeveelheid in de μc-Si film gebonden waterstof bedraagt 8 atoomprocent, en de kristallijne volumefractie bedraagt 30% of meer. Bovendien wordt gemeten dat het donker-geleidingsvermogen van de μc-Si film van het i-type 2 x 10^{-8} S/cm of meer bedraagt. Dit houdt in dat de aldus gevormde siliciumfilm een voortreffelijk donker-geleidingsvermogen bezit.

In dit voorbeeld wordt de siliciumlaag eerst opgedampt door de waterstof-verdunningsverhouding aanvankelijk zeer hoog in te stellen, bijvoorbeeld op 200 of meer. Derhalve wordt de opdampingssnelheid zeer laag, bijvoorbeeld 0,005 nm/sec of minder. Een microkristallijne siliciumfilm kan worden verkregen door uitvoering van de als in dit gewijzigde voorbeeld beschreven processen echter zelfs worden verkregen, wanneer de dikte van de resulterende film ongeveer 10 nm of minder bedraagt. In dit gewijzigde voorbeeld is het zo, dat aangezien de μc-Si laag eerst wordt opgedampt tot de dikte van ongeveer 10 nm vanaf het begin van de opdamping in een zeer hoge waterstof-verdunningsverhouding, wordt bij een successievelijk gevormde siliciumlaag ook beïnvloed door de eerder opgedampte μc-Si laag. Wanneer de μc-Si film met een dikte van 10 nm wordt opgedampt vanaf het begin van de opdamping, wordt de waterstof-verdunningsverhouding veranderd naar tussen de 2 en 200. Als gevolg daarvan kan de opdampingssnelheid vanaf de aanvankelijke opdampingssnelheid worden verhoogd naar 0,02 tot 0,03 nm/sec. Bijgevolg is het mogelijk om een siliciumfilm met een gewenste dikte te vormen die de microkristallijne structuur heeft op de siliciumfilm met een dikte van 10 nm of minder die fungeert als een kiem.

In de bovengenoemde voorbeelden is de onderhavige uitvinding beschreven als zijnde toegepast bij een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur. Het spreekt vanzelf, dat de kristallijniteit van een film kan worden verbeterd wanneer de dikte van de film groot wordt. Daarom kunnen door toepassing van de onderhavige uitvinding op een TFT met een verspringende structuur of een coplanaire structuur de eigenschappen van een TFT verder worden verbeterd.

— VOORBEELD 2 —

Voorbeeld 2

Figuur 9 toont een aanzicht van de doorsnede van een TFT 900 met een coplanaire structuur. De TFT 900 omvat een intrinsiek microkristallijn silicium (i-type μc-Si) gebied 902 gevormd op een isolerend substraat 901 door een werkwijze volgens de beschrijving van voorbeeld 1 of van het gemodificeerde voorbeeld volgens voorbeeld 1, en een paar gedoteerde gebieden (n^+-type microkristallijne silicium gebieden) 903 waartussen het gebied 902 zich als tussenlaag bevindt. De gedoteerde gebieden 903 dienen als een brongebied en een aftapgebied, respectievelijk. Op het gehele oppervlak van het isolerende substraat 901 is er een isolatiefilm 904 gevormd ter bedekking van het i-type μc-Si gebied 902. De isolatiefilm 904 heeft een paar contactgaten gevormd op plaatsen zodanig dat de contactgaten corresponderen met de gedoteerde gebieden, respectievelijk. Via deze contactgaten is een geleidingslaag 906, die dient als een bronelectrode en een aftapelectrode, welke is gevormd op de isolatiefilm 904, verbonden met het brongebied en het aftapgebied, respectievelijk.

Figuur 10 toont de meetresultaten van de karakteristieken van de TFT 900 met een dergelijke coplanaire structuur. Meer in het bijzonder, figuur 10 is een grafiek van het verband tussen een aftapspanning en een aftapstroom wanneer de TFT 900 in bedrijf is. In figuur 10 duidt de L3 de karakteristieken van de TFT 900 van het onderhavige voorbeeld aan. Als getoond in figuur 10, wanneer de aftapspanning 10 V bedraagt, dan bedraagt de waarde van de aftapstroom van het onderhavige voorbeeld $2,6 \times 10^{-6}$ A. Derhalve, in de TFT 900 van het onderhavige voorbeeld is het mogelijk een AAN-stroom te verkrijgen welke 2,6 maal zo groot is als die volgens de conventionele TFT, als duidelijk is uit een vergelijking tussen de kromme L3 en de kromme L2 welke de karakteristieken van de conventionele TFT volgens figuur 8 aanduidt.

Bijgevolg, de TFT volgens het tweede voorbeeld met een dergelijke structuur maakt het mogelijk dezelfde effecten als die welke zijn beschreven in het eerste voorbeeld, te behalen.

In de voorgaande voorbeelden is een halfgeleiderinrichting volgens de onderhavige uitvinding beschreven voor slechts toepassing in een TFT. Echter, de plaatweerstand van de n^+-type halfgeleiderlaser gevormd door het doteren van de microkristallijne siliciumlaag volgens de uitvinding met de ionen van de onzuiverheid is lager dan die van een conventionele siliciumlaag gevormd door het doteren van een amorfe siliciumlaag met de ionen van de onzuiverheid. Daar komt bij, dat de onderhavige uitvinders hebben gevonden dat de activeringsenergie verkregen op basis van de weerstand-temperatuur karakteristieken van de n^+-type halfgeleiderlaag volgens dit voorbeeld ongeveer 0,05 eV bedraagt. Aangezien deze activeringsenergie lager is dan die van een conventioneel gedoteerde laag gevormd door het doteren van de a-Si film met de ionen, bijv. 20 eV, is het duidelijk dat de halfgeleider-karakteristieken van de n^+-type halfgeleiderfilm voldoende zijn. Derhalve wordt met een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens de onderhavige uitvinding, met inbegrip van de TFT beschreven in de voorgaande voorbeelden, karakteristieken verwezenlijkt welke beter zijn dan de karakteristieken van een conventionele dunne-film halfgeleiderinrichting. De onderhavige uitvinding is toepasbaar niet alleen voor de hiervoorgaand beschreven dunne-film transistor, maar ook voor een dunne-film diode, een dunne-film zonnecel, een dunne-film fotodiode, een dunne-film fotodiode array, een aandrijfeenheid met gebruikmaking van een dunne-film transistor, enz.

Volgens de onderhavige uitvinding is het door het doteren van een siliciumfilm met een microkristallijne structuur van voldoende kwaliteit (bijv. waarvan de geleidbaarheid hoog is) met ionen van een onzuiverheid, mogelijk om de verlaging van de weerstand van de siliciumfilm te verwezenlijken in vergelijking met een n-type halfgeleiderlaag gevormd door het doteren van een conventionele amorf silicium halfgeleiderfilm met ionen van een onzuiverheid, om daarbij een n-type halfgeleiderlaag, een contactlaag en een contact van een hogere kwaliteit dan die van conventionele soorten te vormen. Daar komt bij, dat aangezien een volledig

zelf-gejusteerde dunne-film halfgeleiderinrichting kan worden vervaardigd, het mogelijk is de parasitische capacitantie in de halfgeleiderinrichting te verlagen en de halfgeleiderinrichting een kleinere afmeting te geven. Voorts, aangezien de weerstand kan worden verlaagd als hiervoorgaand beschreven, is het niet langer noodzakelijk een dunne film met een lage weerstand afzonderlijk te vormen, om daarbij het aantal noodzakelijke processtappen in aanzienlijke mate terug te brengen.

Voorbeeld 3

Figuur 12 toont een aanzicht van de doorsnede van een TFT 1200 met een coplanaire structuur welke verschilt van de structuur van de TFT 900 getoond in figuur 9. De TFT 1200 omvat een intrinsiek microkristallijn silicium (i-type μc-Si) gebied 1202, een paar gedoteerde gebieden (n^+-type μc-Si gebieden) 1203 waartussen het i-type μc-Si gebied 1202 zich als tussenlaag bevindt, een poort-electrode 1205, een poort-isolatiefilm 1204 voor het isoleren van de poort-electrode 1205 van het i-type μc-Si gebied 1202, een geleidingslaag 1207 inclusief een bronelectrode en een aftapelectrode welke electrisch verbonden zijn met de gedoteerde gebieden 1203, respectievelijk.

De TFT 1200 is gevormd op een isolerend substraat 1201. In dit voorbeeld is een transparant glassubstraat toegepast als het isolerende substraat 1201. Nadat een licht-afschermingsfilm 1209 en een basis-deklaag isolatiefilm 1210 op deze volgorde zijn gevormd op het substraat 1201, wordt de TFT 1200 gevormd op het substraat 1201. Op de basis-deklaag isolatiefilm 1210 is een halfgeleiderlaag inclusief gebieden 1202 en 1203 gevormd. De poort-isolatiefilm 1204 gevormd op de halfgeleiderlaag met een paar contactgaten. De contactgaten zijn gepositioneerd om te corresponderen met de gedoteerde gebieden 1203, respectievelijk. Op de poort-isolatiefilm 1204 is de poort-electrode 1205 gevormd om te worden gepositioneerd boven het i-type μc-Si gebied 1202. Een tussenliggende isolatiefilm 1206 is gevormd voor het bedekken van de poortelectrode 1205. De bronelectrode en de

aftapelectrode zijn gevormd om respectievelijk verbonden te zijn met de gedoteerde gebieden 1203 via de contactgaten gevormd in de isolatiefilms 1204 en 1206. Nadat de TFT 1200 is vervoltooid wordt er een passiveringsfilm 1208 gevormd op het gehele oppervlak van het substraat 1201.

Hieronder wordt een werkwijze voor het vervaardigen van de TFT 1200 als getoond in figuur 12 nader beschreven.

Eerst wordt een metaallaag, zoals een chroomlaag, door middel van cathodeverstuiving opgedampt met een dikte van 100 tot 500 nm. Door de chroomlaag van een patroonvorm te voorzien wordt de licht-afschermingsfilm 1208 gevormd. Dan wordt er een SiO_2-laag, welke wordt gebruikt als de basis-deklaag isolatiefilm 1209, door middel van cathodeverstuiving opgedampt met een dikte van 50 tot 500 nm.

Vervolgens wordt er een i-type μc-Si film met een dikte van 50 nm gevormd in de RF-CVD depositie-inrichting 40 als getoond in figuur 2. Dit opdampen van de i-type μc-Si film wordt uitgevoerd als in voorbeeld 1. Alternerend kan de i-type μc-Si film worden gevormd door het achtereenvolgens doen opdampen van siliciumlagen onder de omstandigheden waarin de waterstof-verdunningssnelheid hoog is en een RF-vermogen geleverd wordt. In dit geval, echter, wordt de verdunningssnelheid laag, bijv. ongeveer 0,01 nm/s. In het bijzonder, ten einde een microkristallijne structuur te verkrijgen binnen een gebied van 50 nm of minder, is vereist dat de waterstof-verdunningssnelheid 200 of hoger bedraagt, en wordt de depositiesnelheid 0,005 nm/s of minder. Aan de andere kant, door uitvoering van de waterstof-plasma behandeling is het mogelijk een microkristallijne structuur te verkrijgen binnen een gebied van 50 nm of minder.

Nadat de opgedampte μc-Si film van een patroon in een vooraf bepaalde vorm is voorzien wordt de SiO_2-film, welke een dikte in het traject van ongeveer 100 tot 500 nm heeft en als een poort-isolatiefilm 1204 functioneert, gevormd door middel van cathodeverstuiving of iets dergelijks. Vervolgens wordt een metaalfilm, zoals een Al-film of iets dergelijks, opgedampt door middel van cathodeverstuiving en vervolgens van een patroonvorm voorzien ter vorming van een

poort-electrode 1205. Daaropvolgend worden zelf-gejusteerde gedoteerde gebieden 1203, dat wil zeggen: n^+-type μc-Si gebieden, gevormd door het doteren van de ionen onder toepassing van de poort-electrode 1205 als een masker. Daarna wordt een SiO_2-film, met een dikte in het traject van ongeveer 300 tot 500 nm en welke dient te worden gebruikt als een tussenliggende isolatiefilm 1206, gevormd door middel van cathodeverstuiving. Vervolgens wordt er voorzien in de contactgaten door zowel de poort-isolatiefilm 1204 als de tussenliggende isolatiefilm 1206. Daarna wordt er een metaalfilm, zoals een aluminiumfilm met een dikte in het traject van ongeveer 200 tot 500 nm en welke dient te worden gebruikt als de bron- en aftap-electroden 1207, opgedampt door middel van cathodeverstuiving en vervolgens van een patroonvorm voorzien. Ten einde de betrouwbaarheid van de TFT te verhogen, wordt de passiveringsfilm 1206 welke een dikte in het traject van ongeveer 200 tot 500 nm heeft, daarbovenop opgedampt. De karakteristieken van de aldus gevormde TFT worden gemeten. Bijgevolg is het mogelijk om een AAN-stroom te verkrijgen welke 2,6 maal zo groot is als de AAN-stroom verkregen in het geval van toepassing van een a-Si film als halfgeleiderlaag als getoond in figuur 8.

Daar komt bij, dat als de waterstof-plasma behandeling voorgaand aan het opdampen van de Si-film wordt uitgevoerd gedurende één tot tien minuten onder de omstandigheden waarin de stroomsnelheid van H_2 2000 tot 4000 scm^3 bedraagt, de druk 50 tot 200 Pa bedraagt, en het RF-vermogen ongeveer 200 W bedraagt, dan worden de loseindige bindingen in de film welke onder de siliciumfilm ligt, verminderd en zal een kiem voor een microkristal naar meer waarschijnlijkheid gevormd worden, en kan de hoeveelheid AAN-stroom welke door de TFT stroomt worden verhoogd met een factor van ongeveer 1,2 in vergelijking met de hoeveelheid verkregen in het geval waarin de waterstof-plasma behandeling niet wordt uitgevoerd.

In de voorgaande voorbeelden, aangezien de μc-Si film gevormd wordt binnen een gebied op een afstand van 50 nm of minder van de isolatiefilm, wordt de kanaallaag gevormd in

de nabijheid van de isolatiefilm, zodat de veld-effect mobiliteit wordt verbeterd. Dergelijke effecten zijn opmerkelijk binnen een gebied op een afstand van 50 nm of minder van de isolatiefilm. Aan de andere kant, zelfs als de μc-Si film wordt gevormd in een gebied op een afstand van 50 nm of meer van de isolatiefilm en is de kristallijniteit in het gedeelte verbeterd, kan de veld-effect mobiliteit niet makkelijk worden verbeterd.

In voorbeelden 2 en 3 is een TFT met een coplanaire structuur beschreven. Recentelijk is er een TFT met een verspringende structuur ontwikkeld omdat het daarbij makkelijk is om het vervaardigingsproces te vereenvoudigen. Bij het vormen van een TFT 1300 met een verspringende structuur getoond in figuur 13 wordt er eerst een ITO-film 1307 inclusief de bron- en aftap-electroden gevormd. Daarna, ten einde een weerstandscontact met de i-type μc-Si film 1304 te verkrijgen worden fosforionen selectief gevormd op de ITO bron- en aftap-electroden door middel van ontleding met plasma PH_3 in de P-CVD inrichting. Vervolgens wordt er een i-type μc-Si film 1304 gevormd op dezelfde wijze als bij de TFT met een coplanaire structuur. Daarna worden een poortisolatiefilm 1303 en een poort-electrodefilm 1302 gevormd. Ook de aldus gevormde TFT vertoont karakteristieken soortgelijk aan die van de TFT met een coplanaire structuur.

In de hiervoorgaand beschreven TFT met een coplanaire structuur en TFT met een verspringende structuur wordt het kanaalgebied gevormd op een zijde tegenover die van het glassubstraat ten opzichte van de halfgeleiderfilm. De kwaliteit van een siliciumfilm wordt verbeterd naarmate de dikte van de film toeneemt, en het kanaalgebied gevormd in een gebied waarin de kwaliteit van een siliciumfilm voldoende is. Derhalve, hoewel de geleidbaarheid van de TFT met een coplanaire of verspringende structuur lager is (bijv. 5×10^{-10} S/cm) dan die van een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur (bijv. 5×10^{-9} S/cm), kan er een TFT welke voldoende karakteristieken vertoont, worden vervaardigd.

Als hiervoorgaand beschreven, in een TFT met een coplanaire structuur en een TFT met een verspringende structuur

dienen gedeelten van het intrinsiek kristallijne silicium met een verbeterde kristallijniteit als kanaalgebieden. Derhalve, de veld-effect mobiliteit van de kanaalgebieden kan worden verbeterd, hetgeen resulteert in een toename van de AAN-stroom van de TFT vergeleken met een conventionele TFT als beschreven in de Japanse octrooipublicaties (terinzagegelegd) nrs. 59-141271 en 61-59873. Daar komt bij, dat volgens de onderhavige uitvinding, het voldoende is om één laag silicium met een dikte van ongeveer 50 nm op te dampen, zodat de tijdsduur benodigd voor het opdampen van de siliciumfilm bij een typische depositiesnelheid 600 seconden bedraagt. Met andere woorden, met de onderhavige uitvinding kan de tijdsduur benodigd voor depositie van de siliciumfilm met ongeveer 30% worden verkort. Bijgevolg kan de doorzet in aanzienlijke mate worden verbeterd. Bovendien, in voorbeelden 2 en 3, is de intrinsieke halfgeleiderlaag gevormd van één enkel materiaal zonder menging van een veelheid van materialen. Derhalve, in voorbeelden 2 en 3, kan de halfgeleiderlaag met een grote veld-effect mobiliteit gemakkelijker worden verkregen vergeleken met die volgens de Japanse octrooipublicatie (terinzagegelegd) nr. 60-96680.

Voorbeeld 4

Hieronder wordt de onderhavige uitvinding beschreven volgens een toepassing in een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur onder verwijzing naar de tekening.

Figuur 14 toont een aanzicht van de doorsnede van een substraat waarin een TFT wordt gevormd voor een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen (hiernavolgend eenvoudig een TFT-substraat te noemen). De TFT 1400 omvat een poortelectrode 1402, isolatiefilms 1403 en 1404, een halfgeleiderfilm 1405, een ets-stopfilm 1406, contactlagen 1407a en 1407b gevormd van halfgeleiderfilms met lage weerstand, en een bronelectrode 1408a en een aftap-electrode 1408b. Deze films zijn in deze volgorde gevormd op een isolatiesubstraat 1401. Verder is een transparante geleidingsfilm 1409 gevormd op de bron- en aftapelectroden 1408a en 1408b. Door de geleidingsfilm 1409 van een patroon in een vooraf bepaalde

vorm te voorzien is er sprake van een beeldelement-electrode welke electrisch verbonden is met de bronelectrode 1408a dan wel de aftapelectrode 1408b.

Onder verwijzing naar figuur 14 worden de processtappen voor het vormen van de TFT 1400 beschreven.

Eerst wordt er een dunne-film van Ta (met een dikte van 300 nm) gevormd op een isolatie-substraat 1401, zoals een glasplaat, door middel van een werkwijze van cathodeverstuiving. Daarna wordt de dunne-film van Ta van een patroonvorm voorzien via een fotolithografisch proces en een proces van droog-etsen, om daarbij een poort-electrode 1402 te vormen. vervolgens wordt het substraat 1401 gedompeld in een oplossing van ammoniumtartraat of iets dergelijks en wordt van buitenaf een stroom toegeleverd, om daarbij de poort-electrode 1402 te anodiseren en een Ta_2O_5-film (met een dikte van ongeveer 300 nm) te vormen welke dient te worden gebruikt als een isolatiefilm 1403.

Daaropvolgend worden een film van siliciumnitride (Si_3N_4) welke dient te worden gebruikt als een isolatiefilm 1404, een film van microkristallijn silicium (μc-Si) welke dient te worden gebruikt als een halfgeleiderfilm 1405, en een film van siliciumnitride (Si_3N_4) welke dient te worden gebruikt als een ets-stopfilm 1406, gevormd met gebruikmaking van een P-CVD inrichting met drie reactiekamers volgens een lijnsysteem. Eerst wordt door het inbrengen van monosilaan (SiH_4), ammoniak (NH_3), en waterstof (H_2) in een eerste reactiekamer en het ontladen van plasma een film van Si_3N_4 gevormd over het gehele oppervlak van het substraat 1401 welke een dikte van ongeveer 300 nm heeft. Dan wordt het substraat 1401 overgebracht naar de tweede reactiekamer, en wordt een i-type μc-Si film gevormd over het gehele oppervlak van het substraat 1401 door het inbrengen van monosilaan (SiH_4) en waterstof (H_2) in de tweede reactiekamer. In dit voorbeeld wordt een i-type μc-Si film met een dikte van 50 nm gevormd bij een depositie-snelheid van 3 nm/min onder de omstandigheden waarbij de stroomsnelheid van SiH_4 30 scm^3 bedraagt, de stroomsnelheid van H_2 3000 scm^3 bedraagt en het

RF-vermogen 180 W bedraagt. De geleidbaarheid van de resultante i-type μc-Si film bedraagt 5 x 10^{-8} S/cm.

Hiernavolgend worden de omstandigheden voor het vormen van de μc-Si film beschreven. Ten einde een microkristallijne structuur te verkrijgen is het belangrijk om de waterstof-verdunningssnelheid, dat wil zeggen: in dit voorbeeld de H_2/SiH_4 verhouding, te regelen. Tabel 3 toont de waterstof-verdunningssnelheden en de geleverde RF-vermogens wanneer een i-type μc-Si film (met een dikte van 50 nm) gevormd wordt, en de geleidbaarheid van de resultante μc-Si films. De onderhavige uitvinders hebben met behulp van een werkwijze van een transmissie-type electronenbundel diffractie weten te bevestigen dat een Si-film met een geleidbaarheid van 5 x 10^{-10} S/cm of meer een microkristallijne structuur heeft.

TABEL 3

Geleidend vermogen van i-type μc-Si film (S/cm) (Dikte:50 nm)

SiH_4 (sccm)	H_2 (sccm)	Waterstof verdunningsverhouding	RF vermogen (W)				
			80	100	120	150	180
70	3000	43	1,2E-12	-	2,5E-12	-	5,0E-10
50	3000	60	-	-	-	4,9E-11	8,0E-10
40	3000	75	-	-	1,5E-09	-	3,0E-09
30	3000	100	-	6,4E-08	-	-	5,0E-08
15	3000	200	2,0E-09	5,0E-09	7,5E-09	1,0E-08	8,0E-08

Als duidelijk moge zijn uit tabel 3 is het mogelijk, door instelling van de waterstof-verdunningsverhouding op een waarde van 40 of hoger, om een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 5 x 10^{-10} S/cm of hoger te verkrijgen. Daar komt bij, dat als het toe te leveren RF-vermogen alsook de waterstof-verdunningsverhouding op een hoge waarde wordt ingesteld, het dan makkelijker wordt om een microkristallijne structuur te verkrijgen als getoond in tabel 3. Hoewel niet getoond in tabel 3 kan er, onder de omstandigheden waarin de stroomsnelheid van SiH_4 15 scm^3 is en de stroom-

snelheid van H_2 3000 scm^3 is, en het RF-vermogen 250 W is, een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 2 x 10^{-7} S/cm worden verkregen. Figuur 18 toont het verband tussen de dikte en de geleidbaarheid van de resultante μc-Si film welke dienen te worden gevarieerd wanneer het toe te leveren RF-vermogen wordt gewijzigd. In figuur 18 is de stroomsnelheid van SiH_4 ingesteld op 15 scm^3, is de stroomsnelheid van H_2 ingesteld op 3000 scm^3, en wordt het RF-vermogen toegeleverd op de drie niveaus van 120 W, 150 W en 180 W. De variaties in de geleidbaarheid die corresponderen met het RF-vermogen van 120 W, 150 W en 180 W, respectievelijk, zijn aangeduid met de krommen 11, 12 en 13, onderscheidenlijk. In het derde voorbeeld kan een microkristallijne structuur makkelijk worden verkregen door uitvoering van een waterstof-plasma behandeling, en hebben de onderhavige uitvinders weten te bevestigen dat er een Si-film met een dikte van 30 nm gemicrokristalliseerd wordt. Echter, het is moeilijk om een microkristallijne structuur te verkrijgen door depositie onder omstandigheden van een hoge waterstof-verdunningssnelheid en een hoog vermogen als beschreven overeenkomstig het onderhavige voorbeeld, en slechts in het geval waarin het RF-vermogen van 180 W wordt toegeleverd bedraagt de resultante geleidbaarheid ongeveer 1,5 x 10^{-9} S/cm. Als duidelijk is uit figuur 18 blijkt dat naarmate de dikte van de Si-film toeneemt, de geleidbaarheid van de Si-film aanzienlijk toeneemt. Derhalve, volgens de werkwijze van het onderhavige voorbeeld is het ook mogelijk een microkristallijne structuur te verkrijgen wanneer de dikte van de Si-film wordt ingesteld op 50 nm of minder.

Nadat de i-type μc-Si film is gevormd wordt door het inbrengen van monosilaan (SiH_4), ammoniak (NH_3) en waterstof (H_2) in een derde reactiekamer en het ontleden van het plasma, wordt een Si_3N_4-film die dient te worden gebruikt als een ets-stoplaag 1406, gevormd over het gehele oppervlak van het substraat 1401 welk een dikte van ongeveer 300 nm heeft.

Na vorming van de Si_3N_4-film, de i-type μc-Si film en de Si_3N_4-film met gebruikmaking van de P-CVD inrichting op de hiervoorgaand beschreven wijze, wordt de ets-stoplaag 1406

gevormd door de bovenste Si_3N_4-film van een patroonvorm te voorzien. Daaropvolgend wordt er een n^+-type a-Si film gevormd over het substraat 1401 onder een dergelijke toestand, en worden de n^+-type a-Si film en de reeds gevormde i-type μc-Si film van een patroon volgens een vooraf bepaalde vorm voorzien, om daarbij een halfgeleiderfilm 1405 en de contactlagen 1407a en 1407b te vormen. Vervolgens wordt door middel van een werkwijze voor cathodeverstuiving een film van titaan (Ti) opgedampt over het gehele oppervlak van het substraat 1401 en vervolgens van een patroonvorm voorzien om daarbij een bronelectrode 1408a en een aftapelectrode 1408b te vormen. In de TFT 1400 volgens het onderhavige voorbeeld is de kanaallengte ingesteld op 10 μm en is de kanaalbreedte ingesteld op 40 μm.

Daarna wordt, door uitvoering van cathodeverstuiving met gebruikmaking van indium-tinoxide (ITO) omvattende 5% tin (Sn) als doel in een atmosfeer van zuurstof, een ITO-film 1409 opgedampt op het substraat 1401 ten einde een dikte van ongeveer 70 μm te hebben, en vervolgens van een patroonvorm voorzien om daarbij een beeldelement-electrode te vormen.

Tot slot, er wordt een Si_3N_4-film gevormd als een beschermingsfilm 1410, en daarna van een patroonvorm voorzien, om daarbij een substraat te vormen waarin een TFT (of een TT-substraat) is gevormd van een paar van substraten dat een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen vormt.

Figuur 19 toont de karakteristieken van de TFT 1400 gevormd door uitvoering van de hiervoorgaand genoemde processtappen op basis van de meetresultaten. In figuur 19 toont de y-as de waarde van de aftapstroom, en toont de x-as de waarde van de aan de aftapelectrode 1408b van de TFT 1400 aan te leggen spanning. De kromme 14 toont de variatie in de stroom teweeggebracht door het variëren van de poort-spanning in de TFT 1400 met gebruikmaking van de halfgeleiderfilm 1405 gevormd onder de hiervoorgaand beschreven omstandigheden, dat wil zeggen: de i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 5×10^{-8} S/cm, terwijl de kromme 15 de variatie in de stroom teweeggebracht door het variëren van

1000892

de poort-spanning in een conventionele TFT met gebruikmaking van een a-Si film als de halfgeleiderfilm, toont. Als getoond in figuur 19, in de TFT 1400, wanneer de poort-spanning +10 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de resultante AAN-stroom 1,5 x 10^{-6} A. Deze waarde van de AAN-stroom is ongeveer 1,5 maal zo groot als die van een conventionele TFT verkregen wanneer nagenoeg dezelfde poort-spanning en bron-aftap spanning op de TFT aangelegd worden. Aan de andere kant, de UIT-stroom in de TFT 1400 wordt gemeten om ongeveer 1,0 x 10^{-12} A of minder te bedragen wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bro-aftap spanning 10 V bedraagt. De UIT-stroom bedraagt bijna altijd ongeveer 1,0 x 10^{-13} A.

Voorts, de kromme 16 toont de variatie in de stroom teweeggebracht door het variëren van de poort-spanning in de TFT door uitvoering van nagenoeg dezelfde processtappen uitgezonderd het gebruikmaken van een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 1 x 10^{-7} S/cm als een halfgeleiderfilm. In een dergelijke TFT, als getoond in figuur 19, wanneer de poort-spanning +10 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de AAN-stroom ongeveer 1,8 x 10^{-6} A. Aan de andere kant, wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de UIT-stroom ongeveer 5 x 10^{-12} A: Het heeft niet de voorkeur gebruik te maken van een TFT met een UIT-stroom van 1 x 10^{-12} A of meer als een schakelelement van een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen. De reden daarvoor is als volgt. In een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen met gebruikmaking van een TFT met een UIT-stroom van 1 x 10^{-12} A of meer wordt, zelfs als de beeldelementen zijn geladen ter uitvoering van een afbeelding, de ontlading vanuit de beeldelementen gegenereerd voordat de beeldelementen de volgende keer worden geladen. Bijgevolg wordt de potentiaal van de beeldelementen waar de ontlading is gegenereerd, verminderd en worden de beeldelementen afgebeeld als heldere stippen. Een contact-karakteristiek tussen een i-type halfgeleider en een n^+-type halfgeleider in een omgekeerde-spanning bias en de weerstandswaarde van de

i-type halfgeleider zijn belangrijke factoren ter bepaling van de UIT-stroom. In het geval van gebruikmaking van een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 1 x 10^{-7} S/cm of meer als een halfgeleiderfilm voor een TFT, neemt de UIT-stroom toe waarschijnlijk om de volgende redenen: ten eerste, aangezien de karakteristieken in de verbinding tussen een i-type μc-Si film en een n^+-type halfgeleiderfilm niet voldoende zijn, worden de contact-karakteristieken in een omgekeerde-spanningbias, dat wil zeggen: stroom-limiterende karakteristieken in een omgekeerde-spanningbias, verslechterd, en ten tweede, is de waarde van de weerstand in de μc-Si film te laag.

Als duidelijk is uit de hiervoorgaande beschrijving, in het geval van gebruikmaking van een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur als een schakelelement voor een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen, als een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid in het traject van 5 x 10^{-10} S/cm tot 1 x 10^{-7} S/cm wordt gebruikt als een halfgeleiderfilm voor een TFT, dan is het mogelijk om de AAN-stroom te verhogen en de UIT-stroom te onderdrukken tot een lager niveau.

Een isolerend substraat, en een tegensubstraat met een zwarte matrix gevormd op het isolerende substraat en een ITO-electrode daarbovenop gevormd worden bevestigd aan het TFT-substraat getoond in figuur 14 ten einde onderling gespatieerd te zijn met een voorafbepaalde spleet daartussenin, en dan wordt vloeibaar kristal ingespoten in de spleet. Daaropvolgend worden polarisatoren bevestigd aan het oppervlak van het TFT-substraat dat niet naar het vloeibaar kristal toe is gekeerd, en aan het oppervlak van het tegensubstraat dat niet naar het vloeibaar kristal toe is gekeerd, onderscheidenlijk, en wordt er voorzien in achterlicht, om daarbij een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen te volmaken. Afhankelijk van de behoefte kan er worden voorzien in een kleurfilter-laag op het tegensubstraat.

Voorbeeld 5

Hieronder wordt een ander voorbeeld van een TFT met een omgekeerd-verspringende structuur beschreven onder verwijzing naar figuur 15. De TFT 1500 getoond in figuur 15 verschilt van de TFT 1400 getoond in figuur 14 daarin, dat een contactlaag die functioneert als een halfgeleiderlaag met lage weerstand gevormd wordt door middel van een werkwijze van ionen-dotering.

Hiernavolgend worden de processtappen voor het vormen van de TFT 1500 kort beschreven. Eerst worden een poortelectrode 1502 gemaakt van Ta en een Ta_2O_3-film 1503 die functioneert als een isolatiefilm, gevormd op een isolatiesubstraat 1501, zoals een glasplaat, op dezelfde wijze als bij de hiervoorgaand beschreven TFT 1400. Daaropvolgend worden een siliciumnitride (Si_3N_4) film die dient te worden gebruikt als een isolatiefilm 1504, een i-type μc-Si film die dient te worden gebruikt als een halfgeleiderfilm 1505, en een siliciumnitride (Si_3N_4) film die dient te worden gebruikt als een ets-stopfilm 1506, gevormd door gebruikmaking van een P-CVD inrichting met drie reactiekamers volgens een lijnsysteem. In dit voorbeeld wordt een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 5×10^{-8} S/cm gevormd onder dezelfde omstandigheden als die voor het vormen van de i-type μc-Si film in de TFT 1400.

Door de bovenste Si_3N_4-film van het substraat 1501 in deze toestand van ene patroonvorm te voorzien wordt er een ets-stoplaag 1506 gevormd. Daaropvolgend wordt er, door doteren van PH_3-ionen met gebruikmaking van de ets-stoplaag 1506 als een masker, een n^+-type μc-Si film, die dient te worden gebruikt als contactgedeelten 1507a en 1507b, gevormd. In het geval waarin de geleidbaarheid van de i-type μc-Si film 1505 5×10^{-10} S/cm of meer bedraagt, wordt de geleidbaarheid van de Si-film welke met ionen is gedoteerd, 1×10^{-1} S/cm of meer. Bijgevolg is de spanningsval in deze contactgedeelten 1507a en 1507b klein genoeg om te worden verwaarloosd.

Vervolgens wordt er een film van titaan (Ti) opgedampt over het gehele oppervlak van het substraat 1501 door middel

van een werkwijze van cathodeverstuiving en vervolgens van een patroonvorm voorzien, om daarbij een bronelectrode 1508a en een aftapelectrode 1508b te vormen. In de TFT 1500 volgens het onderhavige voorbeeld is de kanaallengte ingesteld op 10 μm en is de kanaalbreedte ingesteld op 40 μm.

Daarna worden een ITO-film die functioneert als een beeldelement-electrode 1509 en een Si_3N_4-film die functioneert als een beschermingsfilm 1510, gevormd en vervolgens van een patroonvorm voorzien, om daarbij een TFT-substraat te volmaken als getoond in figuur 15.

De karakteristieken van de TFT 1500 in deze toestand worden gemeten. Wanneer de poort-spanning +10 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de AAN-stroom 1,5 x 10^{-6} A of meer. Aan de andere kant, wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de UIT-stroom minder dan 1 x 10^{-12} A. Derhalve zijn de karakteristieken van de TFT 1500 soortgelijk aan die van de TFT 1400. In het geval van gebruikmaking van een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 1 x 10^{-7} S/cm als een halfgeleiderfilm 1505 voor de TFT 1500, wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de UIT-stroom 1 x 10^{-11} A. De reden hiervoor is dat in de TFT 1500 met gebruikmaking van de i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 1 x 10^{-7} S/cm als een halfgeleiderfilm 1505, aangezien de karakteristieken in de verbinding tussen de i-type μc-Si film en een n^+-type μc-Si film gevormd door het doteren van de i-type μc-Si film met de ionen niet voldoende is, zal er mogelijkerwijs een lekstroom worden gegenereerd in het geval waarin een omgekeerde biasspanning aangelegd wordt.

Als duidelijk moge zijn uit de hiervoorgaande beschrijving, in het geval van gebruikmaking van een TFT 1500 met een structuur als getoond in figuur 15, zal als een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid in het traject van 5 x 10^{-7} S/cm tot 1 x 10^{-7} S/cm wordt gebruikt als een halfgeleiderfilm voor de TFT, het dan mogelijk zijn de AAN-stroom te vergroten en de UIT-stroom te onderdrukken naar een lager niveau.

Voorbeeld 6

Hieronder wordt een TFT 1600 met een verspringende structuur die verschilt van die van de TFT met een verspringende structuur getoond in figuur 13, beschreven onder verwijzing naar figuur 16. Figuur 16 toont een aanzicht van de doorsnede van een TFT-substraat voor een afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen inclusief een TFT 1600 met een verspringende structuur. Hieronder worden de processtappen ter vorming van het TFT-substraat beschreven.

Eerst wordt een metaalfilm (met een dikte van 250 nm) gemaakt van tantaal (Ta), titaan (Ti) of dergelijk, door middel van en werkwijze van cathodeverstuiving opgedampt op een isolerend substraat 1601, zoals een glasplaat, en vervolgens van een patroon in de vorm van een eiland voorzien, om daarbij een licht-afschermingsfilm 1602 te vormen. Daarna wordt een film van siliciumoxide (met een dikte van 250 nm) door middel van een werkwijze van cathodeverstuiving of een P-CVD werkwijze gevormd als een isolatiefilm 1603 die de licht-afschermingsfilm 1602 bedekt. vervolgens wordt een film van tantaal (Ta) (met een dikte van 300 nm) door middel van een werkwijze van cathodeverstuiving opgedampt over het gehele oppervlak van het substraat 1601 en vervolgens van een patroonvorm voorzien, om daarbij een bronelectrode 1604a en een aftapelectrode 1604b te vormen.

Daaropvolgend wordt een n-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 0,5 S/cm gevormd als lage-weerstands halfgeleiderfilms 1605a en 1605b gedoteerd met onzuiverheidsionen met gebruikmaking van een P-CVD inrichting. De n-type μc-Si film wordt gevormd door het inbrengen van SiH_4 gas, H_2 gas en PH_3 gas in de P-CVD inrichting zodat de waterstof-verdunningsverhouding, dat wil zeggen: de H_2/SiH_4 verhouding, ongeveer 100 bedraagt, en door het ontladen van het plasma. Nadat de aldus gevormde n-type μc-Si film van een patroon van een gewenste vorm voorzien is, wordt er een i-type μc-Si film (met een dikte van 50 nm) gevormd door middel van een P-CVD werkwijze. De i-type μc-Si film wordt opgedampt onder dezelfde omstandigheden als die van de i-type μc-Si films van de TFT'en 1400 en 1500 met een omge-

keerd-verspringende structuur getoond in figuren 14 en 15, respectievelijk. Als gevolg daarvan wordt een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 5 x 10^{-8} S/cm verkregen. Daarna wordt deze i-type μc-Si film van een patroon in de vorm van een eiland voorzien ten einde te worden gebruikt als een halfgeleiderfilm 1606.

Vervolgens wordt een transparante geleidingsfilm, zoals een ITO-film, door middel van een werkwijze van cathodeverstuiving opgedampt cp het substraat 1601 tot een dikte van 200 nm, en vervolgens van een patroonvorm voorzien om daarbij een beeldelement-electrode 1607, welke ten dele overlapt met de aftapelectrode 1604b, te vormen. Dan wordt een Si_3N_4 film (met een dikte van 50 nm), die dient te worden gebruikt als een poort-isolatiefilm 1608, gevormd door middel van een P-CVD werkwijze. Vervolgens wordt een film van titaan (Ti) (met een dikte van 300 nm) door middel van een werkwijze van cathodeverstuiving opgedampt op de poort-isolatiefilm 1608, en vervolgens van een patroonvorm voorzien om daarbij een poort-electrode 1609 te vormen. Tot slot, er wordt een Si_3N_4 film (met een dikte van 250 nm), die dient te worden gebruikt als een beschermingsfilm 1610, gevormd door middel van een P-CVD werkwijze, om daarbij het TFT-substraat te volmaken.

De karakteristieken van de TFT 1600 in deze toestand worden gemeten. Wanneer de poort-spanning +10 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de AAN-stroom 1,3 x 10^{-6} A of meer. Aan de andere kant, wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de UIT-stroom 1 x 10^{-12} A of minder. Derhalve zijn de karakteristieken van de TFT 1600 soortgelijk aan die van de TFT'en 1400 en 1500 met de hiervoorgaand beschreven omgekeerd-verspringende structuur. In het geval van gebruikmaking van een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 1 x 10^{-7} S/cm als een halfgeleiderfilm 1606 voor de TFT 1600, wordt de resultante AAN-stroom nagenoeg gelijk als die in het geval van gebruikmaking van een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 5 x 10^{-8} S/cm. Echter, wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bron-

aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de UIT-stroom in de TFT 1600 8 x 10^{-12} A.

Als duidelijk moge zijn uit de hiervoorgaande beschrijving, in het geval van gebruikmaking van een TFT 1600 met een verspringende structuur als getoond in figuur 16, zal als een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid in het traject van 5 x 10^{-10} S/cm tot 1 x 10^{-7} S/cm wordt gebruikt als een halfgeleiderfilm voor de TFT, het dan mogelijk zijn de AAN-stroom te vergroten en de UIT-stroom te onderdrukken naar een lager niveau.

Voorbeeld 7

In het onderhavige voorbeeld wordt, onder verwijzing naar figuur 17, een beschrijving gegeven van een TFT 1700 met een coplanaire structuur waarin een werkwijze voor het vormen van een i-type μc-Si film verschilt van die voor de TFT 1200 met een coplanaire structuur als getoond in figuur 12. In de TFT 1700 worden contactgebieden 1705 gevormd door het doteren van een i-type halfgeleiderlaag, welke dient te worden gebruikt als een kanaalgebied 1704, met ionen op dezelfde wijze als voor de TFT 1200 getoond in figuur 12, en vervolgens worden een bronelectrode 1710a en een aftapelectrode 1710b gevormd.

Hieronder worden, onder verwijzing naar figuur 17, de processtappen voor het vormen van de TFT 1700 beschreven.

Eerst wordt er een metaalfilm opgedampt op een isolerend substraat 1701, zoals een transparante glasplaat, en vervolgens van een patroon in de vorm van een eiland voorzien, om daarbij een licht-afschermingsfilm 1702 te vormen. Dan wordt een isolatiefilm 1703, welke de licht-afschermingsfilm 1702 bedekt, gevormd over het gehele oppervlak van het substraat 1701. Een SiO_2 film of iets dergelijks wordt gebruikt als de isolatiefilm 1703. Vervolgens wordt een i-type μc-Si film gevormd op de isolatiefilm 1703 op dezelfde wijze als volgens het tweede voorbeeld. In dit voorbeeld wordt een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 5 x 10^{-8} S/cm en een dikte van 50 nm gevormd onder de omstandigheden waarbij de stroomsnelheid van SiH_4 30 scm^3 bedraagt, de

stroomsnelheid van H_2 3000 scm^3 bedraagt en het RF-vermogen 180 W bedraagt.

Nadat de aldus gevormde i-type μc-Si film tot een eilandvorm is geëtst wordt daarbovenop een poort-isolatiefilm 1706 gevormd. Een Si_3N_4 film of een SiO_2 film wordt gebruikt als de poort-isolatiefilm 1706. In dit voorbeeld wordt een SiO_2 film met een dikte van 250 nm gevormd door middel van een P-CVD werkwijze. Daaropvolgend, nadat een poort-electrode 1707 gevormd van een film van aluminium (Al) is gevormd op de SiO_2 film 1706, worden de contactgebieden 1705 gevormd door het doteren van een i-type μc-Si film met ionen met gebruikmaking van de poort-electrode 1707 als een masker. Vervolgens wordt er een tussenliggende isolatiefilm 1708 gevormd over het gehele oppervlak van het substraat 1701, en wordt een transparante geleidingsfilm, zoals een ITO-film, gevormd op de tussenliggende isolatiefilm 1708 door middel van een werkwijze van cathodeverstuiving. Door het etsen van deze transparante geleidingsfilm kan een beeldelement-electrode worden verkregen.

Daaropvolgend wordt een paar van contactgaten gevormd door de poort-isolatiefilm 1706 en de tussenliggende isolatiefilm 1708 heen door middel van patroon-voorziening en etsing, ten einde de contactgebieden 1705 ten dele bloot te stellen. In een dergelijke toestand wordt een metaalfilm, gemaakt van aluminiumlegering, titaan of iets dergelijks, gevormd door middel van een werkwijze van cathodeverstuiving, en vervolgens van een patroonvorm voorzien, om daarbij een bronelectrode 1710a en een aftapelectrode 1710b te vormen die electrisch verbonden zijn met de contactgebieden 1705, onderscheidenlijk. Door uitvoering van deze processtappen wordt een TFT-substraat (of een substraat waarin een TFT is gevormd) van een paar van substraten dat een vloeibaar-kristalpaneel vormt, vervoltooid.

In de in figuur 17 getoonde TFT 1700 kunnen de poort-electrode 1707, de bronelectrode 1710a en de aftap-electrode 1710b alle worden gevormd in latere processtappen ter vorming van de TFT 1700. Dienovereenkomstig is het makkelijker om gebruik te maken van een aluminiumlegering terwijl de

nadelige effecten van een heuveltje of iets dergelijks worden onderdrukt. Ten einde de betrouwbaarheid en de reproduceerbaarheid te verbeteren kan ook een beschermingsfilm worden gevormd op de TFT 1700 getoond in figuur 17.

De karakteristieken van de TFT 1700 met gebruikmaking van een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 5×10^{-8} S/cm in deze toestand worden gemeten. Wanneer de poort-spanning +10 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de AAN-stroom $1,5 \times 10^{-6}$ A of meer, en wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de UIT-stroom 10^{-12} A of minder. Aan de andere kant werden ook de karakteristieken van de TFT 1700 met gebruikmaking van een i-type μc-Si film met een geleidbaarheid van 1×10^{-7} S/cm of meer, gemeten. Bijgevolg, wanneer de poort-spanning +10 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de AAN-stroom $2,1 \times 10^{-6}$ A of meer, en wanneer de poort-spanning -15 V bedraagt en de bron-aftap spanning 10 V bedraagt, dan wordt de UIT-stroom 9×10^{-12} A.

Als hiervoorgaand beschreven, in het geval van gebruikmaking van een i-type μc-Si film voor een TFT 1700 met een coplanaire structuur getoond in figuur 17, als de geleidbaarheid van de i-type μc-Si film wordt ingesteld in het traject van 5×10^{-10} S/cm tot 1×10^{-7} S/cm, dan is het mogelijk de AAN-stroom te vergroten en de UIT-stroom te onderdrukken naar een lager niveau.

Als duidelijk moge zijn uit de hiervoorgaande beschrijving, aangezien een i-type μc-Si film niet alleen een hoge geleidbaarheid heeft doch ook een grote veld-effect mobiliteit als overduidelijk getoond in de karakteristieken van de TFT met gebruikmaking van een dergelijke film, kan een i-type μc-Si film met voordeel worden toegepast op verschillende soorten dunne-film halfgeleiderinrichtingen waarin de electronen enige mobiliteit hebben.

De onderhavige uitvinding is toepasbaar voor verschillende soorten dunne-film halfgeleiderinrichtingen zoals een dunne-film diode, een dunne-film transistor (TFT), een dunne-film zonnecel, een dunne-film fotodiode, een

dunne-film fotodiode array, en een aandrijfeenheid met gebruikmaking van een TFT.

In een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens de onderhavige uitvinding, aangezien er gebruik wordt gemaakt van een i-type μc-Si film met een verbeterde veld-effect mobiliteit, is het mogelijk om de hoeveelheid AAN-stroom te vergroten met een factor 1,5 vergeleken met die van een conventionele dunne-film halfgeleiderinrichting met gebruikmaking van een a-Si film. In het geval van toepassing van een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens de onderhavige uitvinding voor een video graphics adapter met een scherm met een diameter van 10,4", kan de openingsverhouding van de 10,4 inch VGA worden vergroot van 60% in een VGA waarin gebruik wordt gemaakt van een conventionele dunne-film halfgeleiderinrichting, tot 65% om daarbij de helderheid van de VGA te verhogen. Daar komt bij, dat door gebruik te maken van een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens de onderhavige uitvinding, het mogelijk is makkelijk een 16 inch afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen met 1280 x 31024 beeldelementen die wordt gebruikt voor een werkeenheid voor ingenieurs, te vervaardigen, hetgeen niet gemakkelijk vervaardigd kan worden volgens een conventionele werkwijze.

In de voorgaande voorbeelden wordt een microkristallijne siliciumfilm gebruikt als een halfgeleiderfilm voor een dunne-film halfgeleiderinrichting. Alternerend kunnen ook microkristallijne halfgeleiderfilms gemaakt van een materiaal zoals silicium germanium ($SiGe_x$, waarbij $0 \leq x \leq 1$), silicium koolstof (SiC_x, waarbij $0 \leq x \leq 1$), siliciumnitride (Si_3N_{4-x}, waarbij $0 \leq x \leq 4$), of siliciumdioxide (SiO_{2-x}, waarbij $0 \leq x \leq 2$) worden gebruikt. In dergelijke gevallen kunnen dezelfde effecten als die volgens de hiervoorgaand beschreven voorbeelden worden bereikt.

Volgens de onderhavige uitvinding kan een één-laagse siliciumfilm worden gevormd zonder toevoeging van enig ander materiaal, zodat een film met een grote veld-effect mobiliteit makkelijk verkregen kan worden.

Volgens de werkwijze van de onderhavige uitvinding wordt door herhaling van de processtap van vorming van een siliciumfilm, in plaats van een amorfe siliciumfilm die conventioneel gevormd wordt, op een substraat door ontleding -met plasma- van een silicium-elementen bevattende materiaalgas ingebracht in een reactiekamer van een inrichting voor plasma chemische vorming uit damp, en (van) de processtap van behandeling van de siliciumfilm met waterstofplasma door het inbrengen van waterstofgas in de reactiekamer, een siliciumfilm met een microkristallijne structuur met vooraf-bepaalde karakteristieken gevormd. Alternerend wordt een siliciumfilm met een microkristallijne structuur met vooraf-bepaalde karakteristieken gevormd door depositie onder de omstandigheden van een hoge waterstof-verdunningsverhouding en een hoog vermogen. Als gevolg daarvan kan een TFT met een hogere veld-effect mobiliteit in vergelijking met die van een conventionele TFT, worden gevormd. Dienovereenkomstig, vergeleken met een conventionele halfgeleiderinrichting met toepassing van een amorfe halfgeleider dunne-film, kan een halfgeleiderinrichting met kleinere afmetingen worden gevormd.

Daar komt bij, dat volgens de onderhavige uitvinding, in een inrichting met een coplanaire, verspringende of omgekeerd-verspringende structuur, het mogelijk is de AAN-stroom te vergroten in vergelijking met die van een conventionele halfgeleiderinrichting met toepassing van een amorfe halfgeleider dunne-film, terwijl de UIT-stroom wordt onderdrukt naar een lager niveau. Bijgevolg kan een grootschalige hoge-definitie afbeeldingsinrichting met vloeibare kristallen met een hoge numerieke apertuur worden vervaardigd.

Aan de vakman zullen verschillende andere modificaties duidelijk zijn en gereed te verwezenlijken zijn zonder dat men afstand neemt van de reikwijdte en de gedachte van de onderhavige uitvinding. Dienovereenkomstig is het niet de bedoeling dat de reikwijdte van de hier bijgevoegde conclusies gelimiteerd wordt tot de beschrijving als hiervoorgaand

gegeven, doch dat in plaats daarvan de conclusies ruim uitgelegd worden.

. . . . . c o n c l u s i e s

1000392

- C O N C L U S I E S -

1. Dunne-film transistor, omvattende:
een substraat;
een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode gevormd boven het substraat; en
een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode,
met het kenmerk, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm omvat, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolerende film een microkristallijne structuur met een geleidbaarheid van ongeveer 5×10^{-10} S/cm of meer heeft.

2. Dunne-film transistor volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte omvat, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten.

3. Dunne-film transistor, omvattende:
een substraat;
een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode gevormd boven het substraat; en
een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode,
met het kenmerk, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm omvat, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolerende film een microkristallijne structuur met een hoeveelheid gebonden waterstof van ongeveer 10% of minder heeft.

4. Dunne-film transistor volgens conclusie 3, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte

omvat, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten.

5. Dunne-film transistor, omvattende:
een substraat;
een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode gevormd boven het substraat; en
een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode,
met het kenmerk, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm omvat, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolerende film een microkristallijne structuur met een kristallijne volumefractie van ongeveer 10% of meer heeft.

6. Dunne-film transistor volgens conclusie 5, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte omvat, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten.

7. Dunne-film transistor, omvattende:
een substraat;
een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode gevormd boven het substraat; en
een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode,
met het kenmerk, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm omvat, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolerende film een microkristallijne structuur waarvan de absorptie-coëfficiënt voor licht met een golflengte van 400 nm ongeveer $3,7 \times 10^5$ cm^{-1} of minder bedraagt, heeft.

8. Dunne-film transistor volgens conclusie 7, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde

gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte omvat, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten.

9. Dunne-film transistor, omvattende:
een substraat;
een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode gevormd boven het substraat; en
een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode,
met het kenmerk, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm omvat, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolerende film een microkristallijne structuur waarin een (111) as van een veelheid van kristallijne korrels loodrecht op het substraat staat, heeft.

10. Dunne-film transistor volgens conclusie 9, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte omvat, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten.

11. Dunne-film transistor, omvattende:
een substraat;
een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode gevormd boven het substraat; en
een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode,
met het kenmerk, dat ten minste een gedeelte van de halfgeleiderfilm een microkristallijne structuur met een geleidbaarheid in het traject van ongeveer 5×10^{-10} S/cm tot ongeveer 1×10^{-7} S/cm heeft.

12. Dunne-film transistor volgens conclusie 11, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een film gemaakt van ten

minste een van silicium, silicium germanium, silicium koolstof, siliciumnitride en siliciumoxide, omvat.

13. Dunne-film transistor, omvattende:

een substraat;

een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode gevormd boven het substraat; en

een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode,

met het kenmerk, dat de halfgeleiderfilm een van een p-type siliciumfilm en een n-type siliciumfilm omvat, en een gedeelte van de halfgeleiderfilm binnen 50 nm van de isolerende film een microkristallijne structuur met een geleidbaarheid van ongeveer 1×10^{-3} S/cm of meer heeft.

14. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor, waarbij de dunne-film transistor een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode welke boven een substraat zijn gevormd, en een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode, heeft, **met het kenmerk**, dat de werkwijze omvat een stap voor het vormen van de halfgeleiderfilm die een microkristallijne structuur omvat, door het herhaaldelijk uitvoeren van de stappen van:

het vormen van een siliciumlaag op de isolerende film door het ontleden van een Si-houdend materiaalgas welk wordt ingebracht in een reactiekamer van een inrichting voor plasma chemische vorming uit damp; en

het verrichten van een waterstof-plasma behandeling voor de siliciumlaag door het inbrengen van een waterstofgas in de reactiekamer.

15. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor volgens conclusie 14, **met het kenmerk**, dat deze verder omvat een stap voor het doteren van onzuiverheidsionen in de halfgeleiderfilm ter vorming van een paar van

gedoteerde gebieden welk met een voorafbepaalde tussenruimte is opgesteld.

16. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor volgens conclusie 14, **met het kenmerk**, dat deze verder omvat een stap voor het uitvoeren van een waterstof-plasma behandeling voor de isolerende laag voorgaand aan de stap voor het vormen van de halfgeleiderfilm.

17. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor volgens conclusie 14, **met het kenmerk**, dat de stap voor het vormen van de siliciumlaag een stap voor het vormen van de siliciumlaag met een dikte in het traject van ongeveer 0,1 nm tot ongeveer 5 nm omvat.

18. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor, waarbij de dunne-film transistor een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode welke boven een substraat zijn gevormd, en een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode, heeft, **met het kenmerk**, dat de werkwijze omvat de stappen van:

het vormen van een siliciumlaag met een microkristallijne structuur onder de omstandigheid van een waterstof-verdunningssnelheid van 200 of meer, waarbij de waterstof-verdunningssnelheid gedefinieerd wordt als de verhouding van H_2 tot SiH_4, waarbij de siliciumlaag een dikte van ongeveer 10 nm of minder heeft; en

het vormen, op de siliciumlaag, van een andere siliciumlaag met een kristallijne structuur onder de omstandigheid dat de waterstof-verdunningssnelheid van 2 tot 200 bedraagt.

19. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor volgens conclusie 18, **met het kenmerk**, dat deze verder omvat een stap voor het doteren van onzuiverheids-ionen in de halfgeleiderfilm ter vorming van een paar van gedoteerde gebieden welk met een voorafbepaalde tussenruimte is opgesteld.

20. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor, waarbij de dunne-film transistor een poort-electrode, een bron-electrode en een aftap-electrode welke boven een substraat zijn gevormd, en een isolerende film en een halfgeleiderfilm gevormd tussen de poort-electrode, en de bron-electrode en de aftap-electrode, heeft, **met het kenmerk**, dat de werkwijze omvat de stappen van:

het vormen van een siliciumfilm als de halfgeleiderfilm met een microkristallijne structuur onder de omstandigheid van een waterstof-verdunningssnelheid van 30 of meer, waarbij de waterstof-verdunningssnelheid gedefinieerd wordt als de verhouding van H_2 tot SiH_4; en

het vormen van een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte in de halfgeleiderfilm door het doteren van onzuiverheidsionen in de halfgeleiderfilm door middel van ionendotering.

21. Halfgeleiderinrichting omvattende een halfgeleiderfilm, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm, welke een microkristallijne structuur met een geleidbaarheid van ongeveer 5×10^{-10} S/cm of meer heeft, insluit.

22. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 21, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten, insluit.

23. Halfgeleiderinrichting omvattende een halfgeleiderfilm, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm, welke een microkristallijne structuur met een hoeveelheid gebonden waterstof van ongeveer 10% of minder heeft, insluit.

24. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 23, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte,

waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten, insluit.

25. Halfgeleiderinrichting omvattende een halfgeleiderfilm, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm, welke een microkristallijne structuur met een kristallijne volumefractie van ongeveer 10% of meer heeft, insluit.

26. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 25, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten, insluit.

27. Halfgeleiderinrichting omvattende een halfgeleiderfilm, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm met een microkristallijne structuur waarvan de absorptie-coëfficiënt voor licht met een golflengte van 400 nm ongeveer $3,7 \times 10^5$ cm^{-1} of minder bedraagt, insluit.

28. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 27, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten, insluit.

29. Halfgeleiderinrichting omvattende een halfgeleiderfilm gevormd op een substraat, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een i-type siliciumfilm met een microkristallijne structuur waarin een (111) as van een veelheid van kristallijne korrels loodrecht op het substraat staat, insluit.

30. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 29, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte, waarbij de gedoteerde gebieden onzuiverheden gedoteerd door ionendotering omvatten, insluit.

31. Halfgeleiderinrichting omvattende een halfgeleiderfilm, **met het kenmerk**, dat de halfgeleiderfilm een p-type siliciumfilm of een n-type siliciumfilm, welke een microkristallijne structuur met een geleidbaarheid van ongeveer 1×10^{-3} S/cm of meer heeft, insluit.

32. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting die een i-type siliciumfilm omvat, **met het kenmerk**, dat de werkwijze omvat een stap voor het vormen van de i-type siliciumfilm met een microkristallijne structuur door het herhaaldelijk uitvoeren van de stappen van:

het vormen van een siliciumlaag op de isolerende film door het ontleden van een Si-houdend materiaalgas welk wordt ingebracht in een reactiekamer van een inrichting voor plasma chemische vorming uit damp; en

het verrichten van een waterstof-plasma behandeling voor de siliciumlaag door het inbrengen van een waterstofgas in de reactiekamer.

33. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens conclusie 32, **met het kenmerk**, dat deze verder omvat een stap voor het doteren van onzuiverheidsionen in de i-type siliciumfilm ter vorming van een paar van gedoteerde gebieden welk met een voorafbepaalde tussenruimte is opgesteld.

34. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens conclusie 32, **met het kenmerk**, dat deze verder omvat een stap voor het uitvoeren van een waterstof-plasma behandeling voorgaand aan de stap voor het vormen van de i-type siliciumfilm.

35. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens conclusie 32, **met het kenmerk**, dat de stap voor het vormen van de siliciumlaag een stap voor het vormen van de siliciumlaag met een dikte in het traject van ongeveer 0,1 nm tot ongeveer 5 nm omvat.

36. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting, **met het kenmerk**, dat de werkwijze omvat de stappen van:

het vormen van een siliciumlaag met een microkristallijne structuur onder de omstandigheid van een waterstof-verdunningssnelheid van 200 of meer, waarbij de waterstof-verdunningssnelheid gedefinieerd wordt als de verhouding van H_2 tot SiH_4, waarbij de siliciumlaag een dikte van ongeveer 10 nm of minder heeft; en

het vormen, op de siliciumlaag, van een andere siliciumlaag met een kristallijne structuur onder de omstandigheid dat de waterstof-verdunningssnelheid van 2 tot 200 bedraagt waarbij de siliciumfilm wordt gevormd.

37. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting volgens conclusie 36, **met het kenmerk**, dat deze verder omvat een stap voor het doteren van onzuiverheidsionen in de siliciumfilm ter vorming van een paar van gedoteerde gebieden welk met een voorafbepaalde tussenruimte is opgesteld.

38. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film halfgeleiderinrichting, **met het kenmerk**, dat de werkwijze omvat de stappen van:

het vormen van een siliciumfilm met een microkristallijne structuur onder de omstandigheid van een waterstof-verdunningssnelheid van 30 of meer, waarbij de waterstof-verdunningssnelheid gedefinieerd wordt als de verhouding van H_2 tot SiH_4; en

het vormen van een paar van gedoteerde gebieden opgesteld met een voorafbepaalde tussenruimte in de siliciumfilm door het doteren van onzuiverheidsionen in de siliciumfilm door middel van ionendotering.

39. Werkwijze voor het vervaardigen van een dunne-film transistor, **met het kenmerk**, dat de dunne-film transistor omvat: een halfgeleiderlaag; een brongebied en een aftapgebied welke in contact staan met de halfgeleiderfilm; een

bron-elektrode en een aftap-elektrode elektrisch verbonden met het brongebied en het aftapgebied, onderscheidenlijk; en een poort-elektrode geïsoleerd van de halfgeleiderfilm door een poort-isolatiefilm, **met het kenmerk, dat** de werkwijze omvat een stap voor het vormen van de halfgeleiderfilm teneinde deze een geleidbaarheid in het traject van ongeveer 5×10^{-10} S/cm tot ongeveer 1×10^{-7} S/cm te laten hebben.

40. Dunne-film transistor omvattend:
een substraat;
een over het substraat gevormde halfgeleiderfilm;
een op het halfgeleidersubstraat gevormde isolatiefilm;
een op de isolatiefilm gevormde poort-elektrode; en
een met de halfgeleiderfilm verbonden bron-elektrode en afvoer-elektrode,
waarbij tenminste een deel van de halfgeleiderfilm een microkristallijne structuur heeft met een donkere geleidbaarheid in een bereik van ongeveer 5×10^{-10} S/cm tot ongeveer 1×10^{-7} S/cm.

41. Dunne-film transistor volgens conclusie 40, waarbij de halfgeleiderfilm een kanaaldeel van silicium van het i-type bevat.

42. Dunne-film transistor volgens conclusie 41, waarbij de halfgeleiderfilm een paar gedoteerde gebieden bevat die het kanaaldeel tussen zich insluiten, en de gedoteerde gebieden onzuiverheden bevatten die zijn gedoteerd door ionen-doteering.

43. Dunne-film transistor volgens conclusie 40, waarbij een hoeveelheid gebonden stikstof in het deel met de microkristallijne structuur in de orde van ongeveer 7% tot ongeveer 10% ligt.

44. Dunne-film transistor volgens conclusie 40, waarbij een kristallijne volumefractie in het deel met de microkristallijne structuur in de orde van ongeveer 8% tot ongeveer 70% ligt.

45. Dunne-film transistor volgens conclusie 40, waarbij het deel met de microkristallijne structuur een absorptiecoëfficiënt voor licht met een golflengte van 400 nm van ongeveer $3,7 \times 10^5$ cm^{-1} of minder bezit.

46. Dunne-film transistor volgens conclusie 40, waarbij, in het deel met de microkristallijne structuur, een {111} as van een aantal kristallijne korrels loodrecht op het substraat staat.

47. Dunne-film transistor volgens conclusie 40, waarbij de halfgeleiderfilm een film bevat die is gemaakt van tenminste één van silicium, siliciumgermanium, siliciumcarbon, siliciumnitride en siliciumoxide.

FIG.1

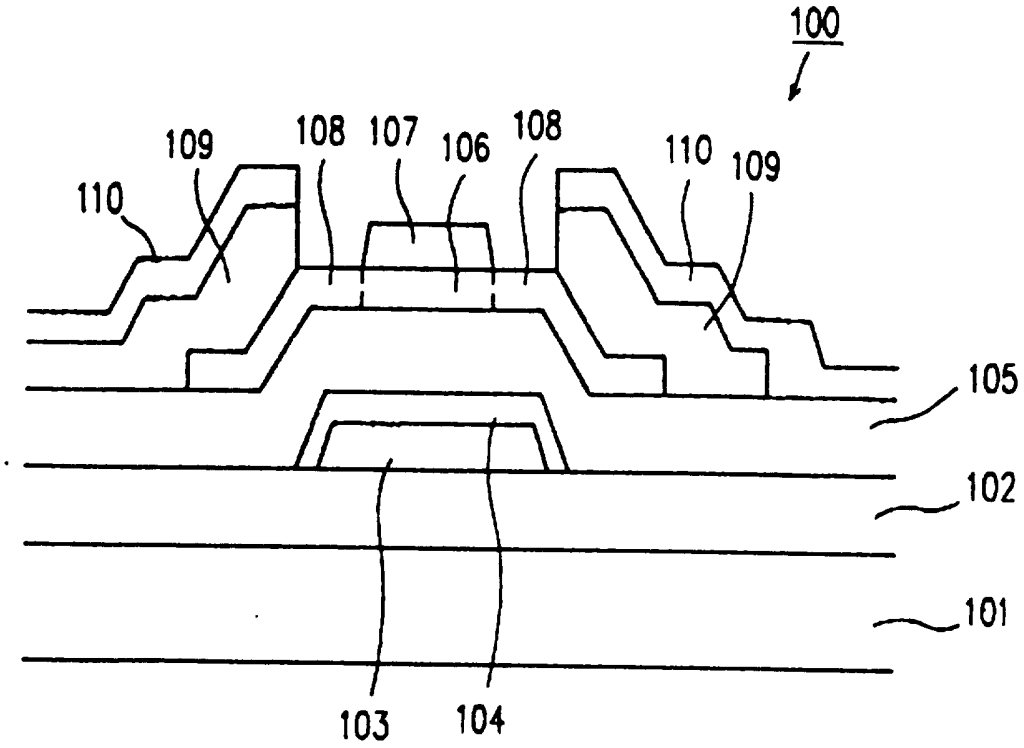

100
109
108
107
106
108
110
109
110
105
102
101
103
104

FIG.2

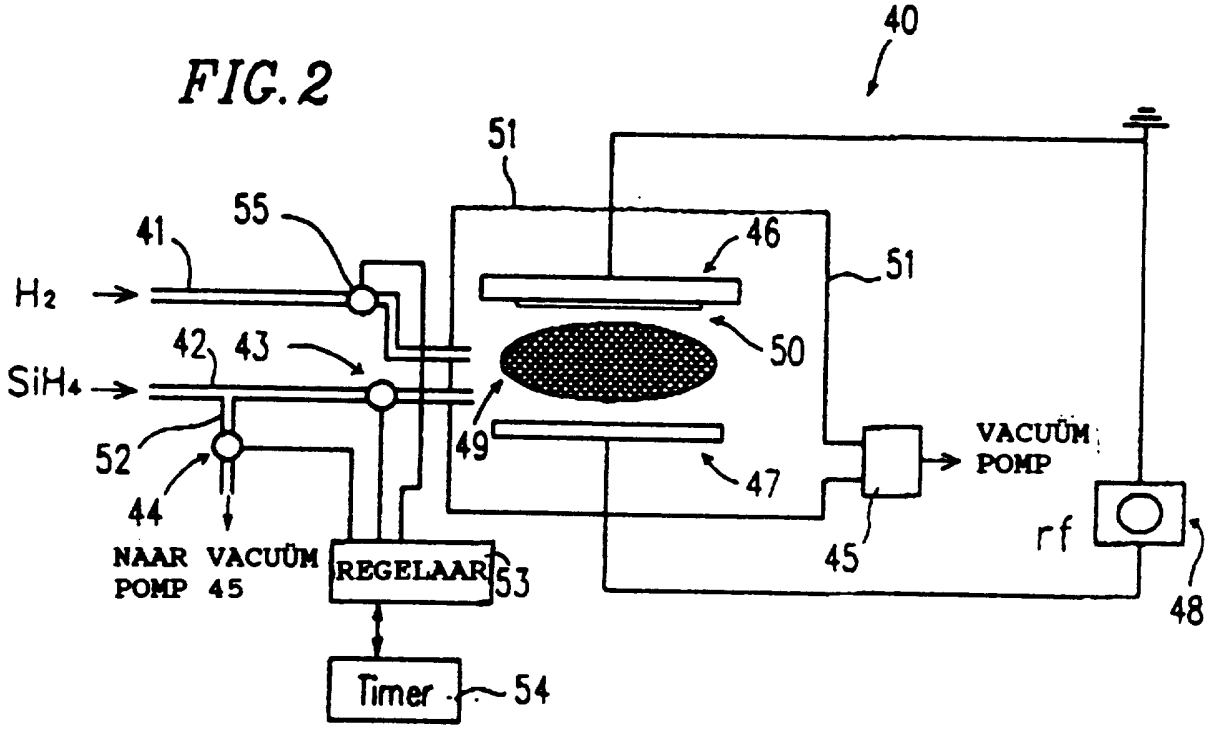

40
51
55
41
46
51
H2
42
43
50
SiH4
52
49
47
VACUÜM POMP
44
45
rf
48
NAAR VACUÜM POMP 45
REGELAAR
53
Timer
54

FIG. 3A

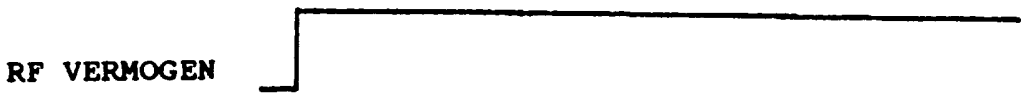


FIG. 3B

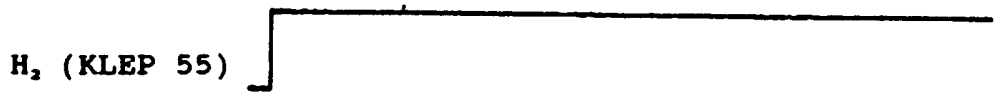


FIG. 3C

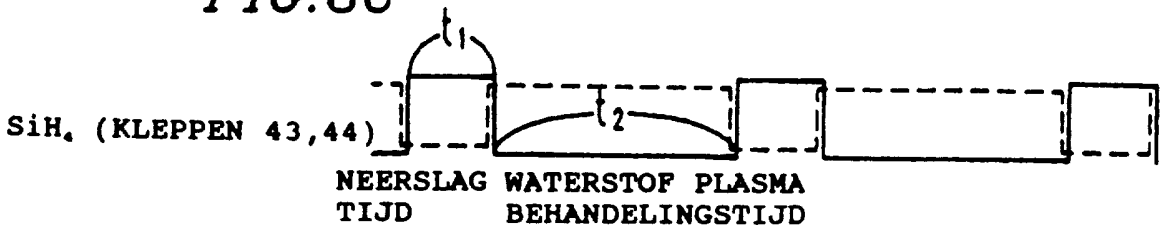


FIG. 4

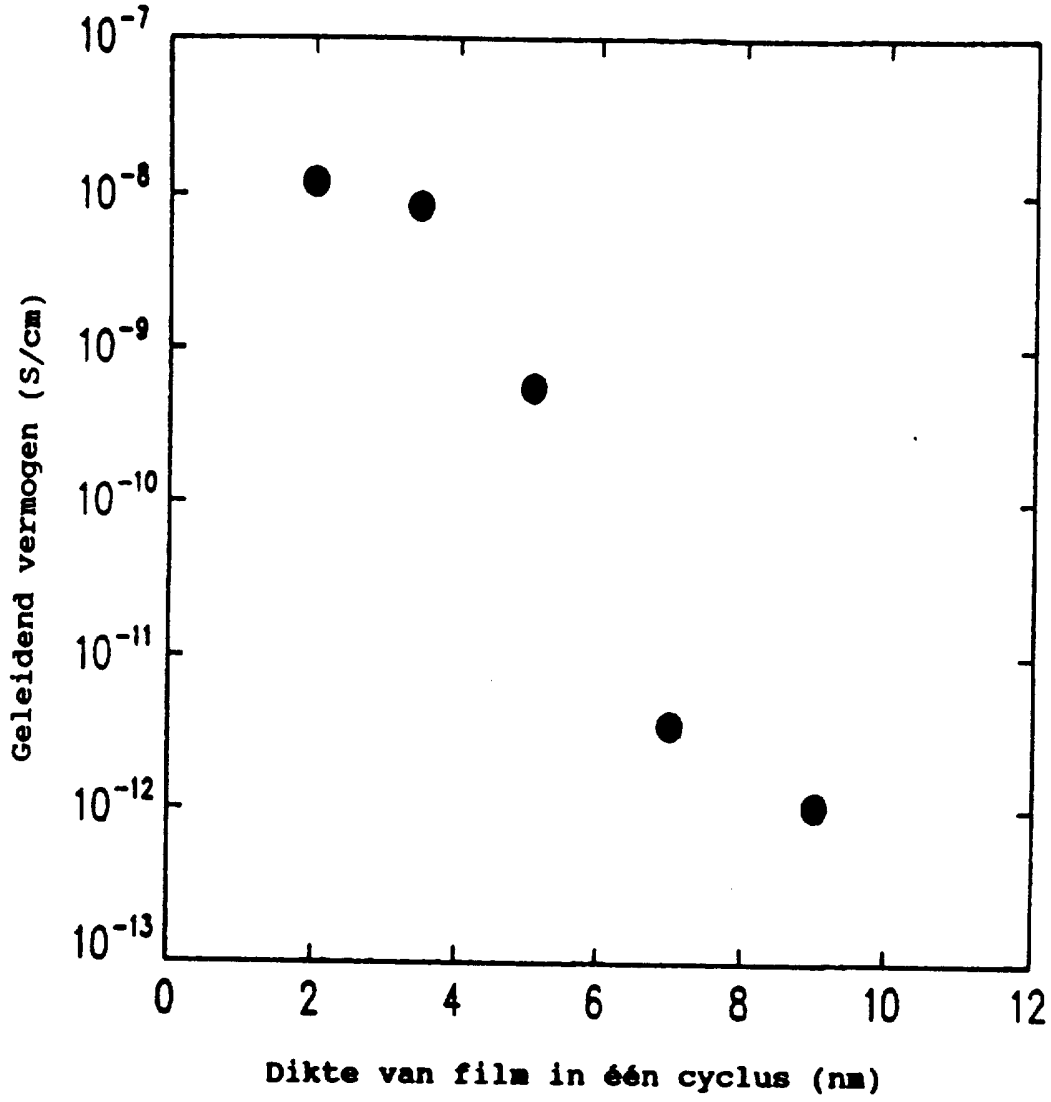

Geleidend vermogen (S/cm)
10^-7
10^-8
10^-9
10^-10
10^-11
10^-12
10^-13
0
2
4
6
8
10
12
Dikte van film in één cyclus (nm)

FIG. 5

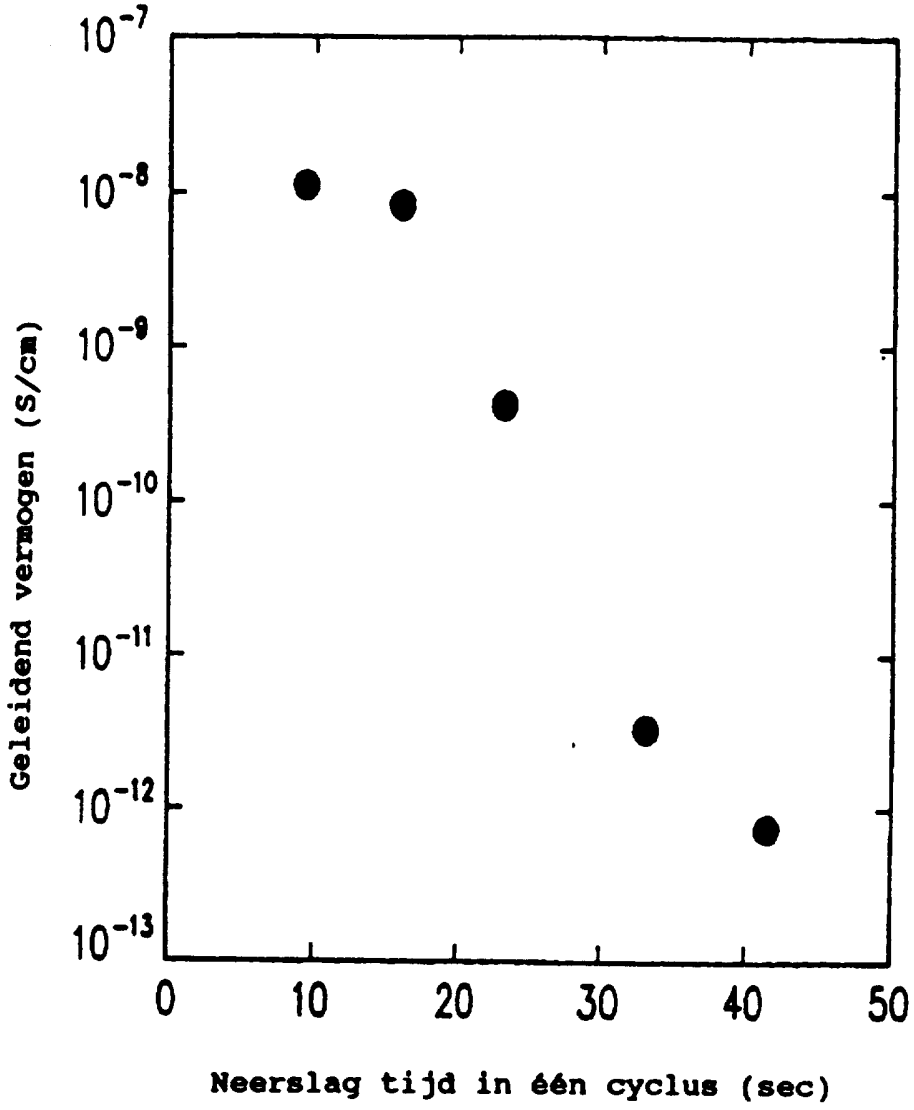

10^{-7}
10^{-8}
10^{-9}
10^{-10}
10^{-11}
10^{-12}
10^{-13}
Geleidend vermogen (S/cm)
0
10
20
30
40
50
Neerslag tijd in één cyclus (sec)

FIG.6

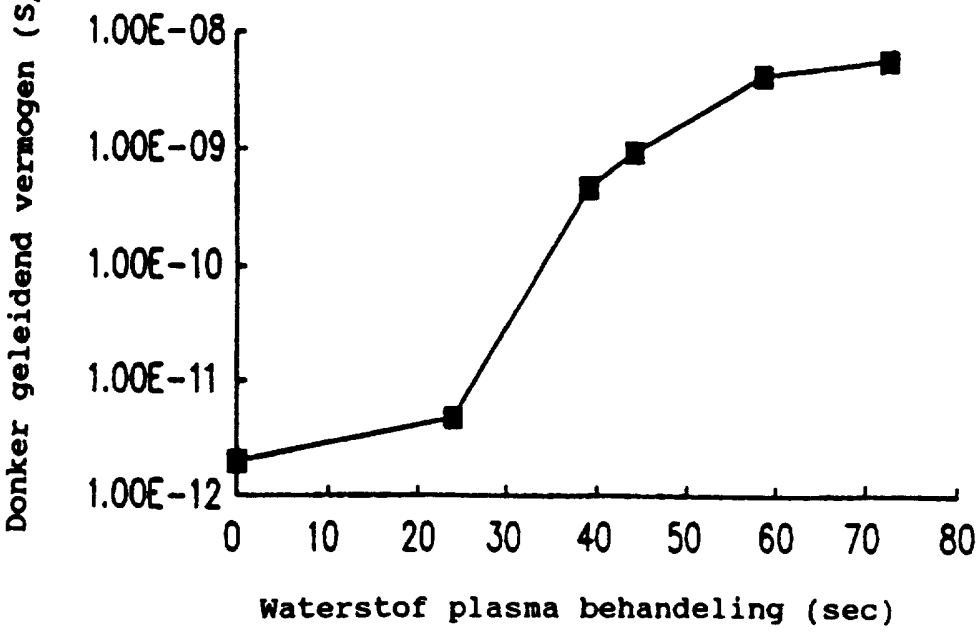

Donker geleidend vermogen (S/cm)
1.00E-08
1.00E-09
1.00E-10
1.00E-11
1.00E-12
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Waterstof plasma behandeling (sec)

FIG. 7

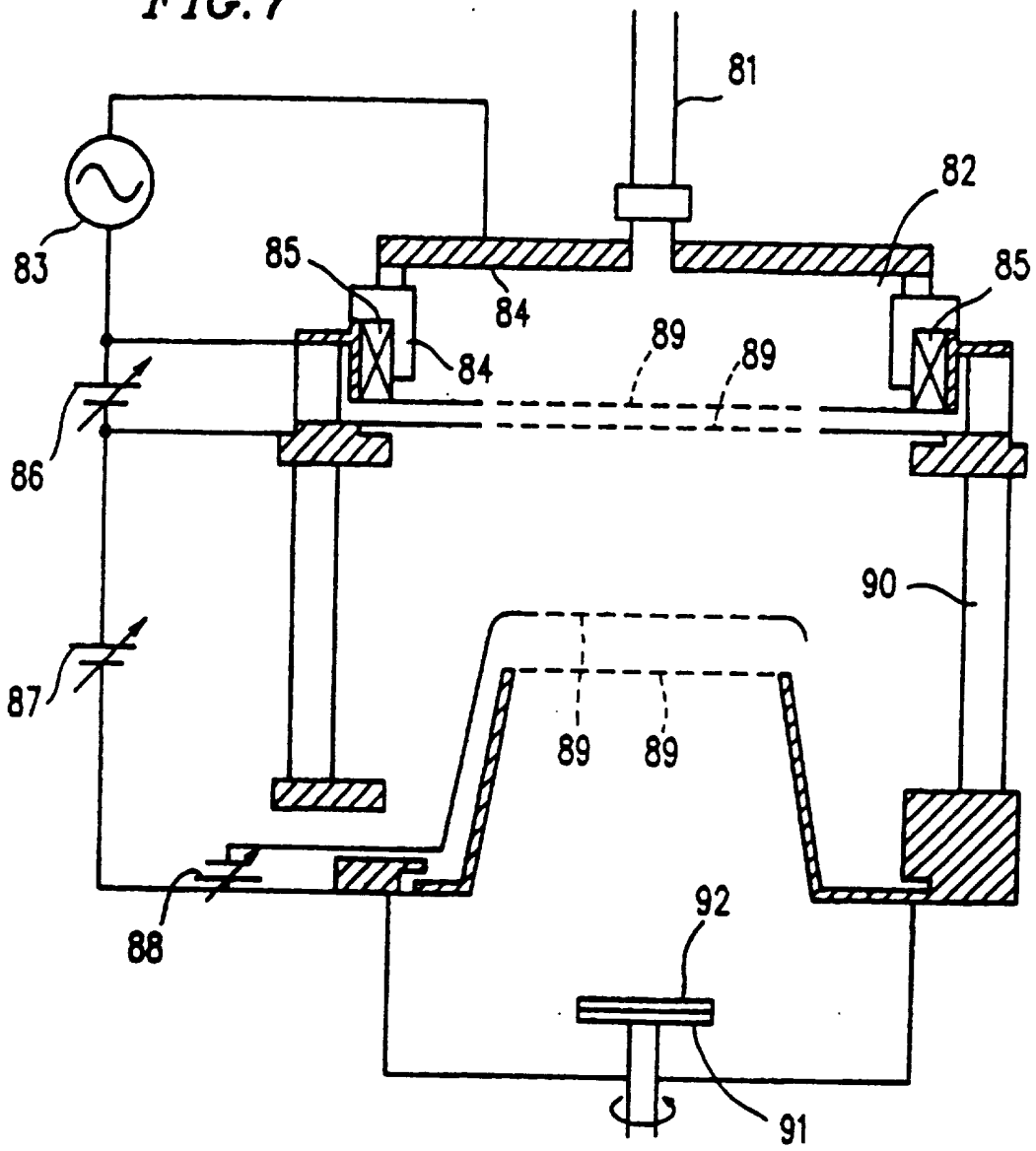


FIG.8

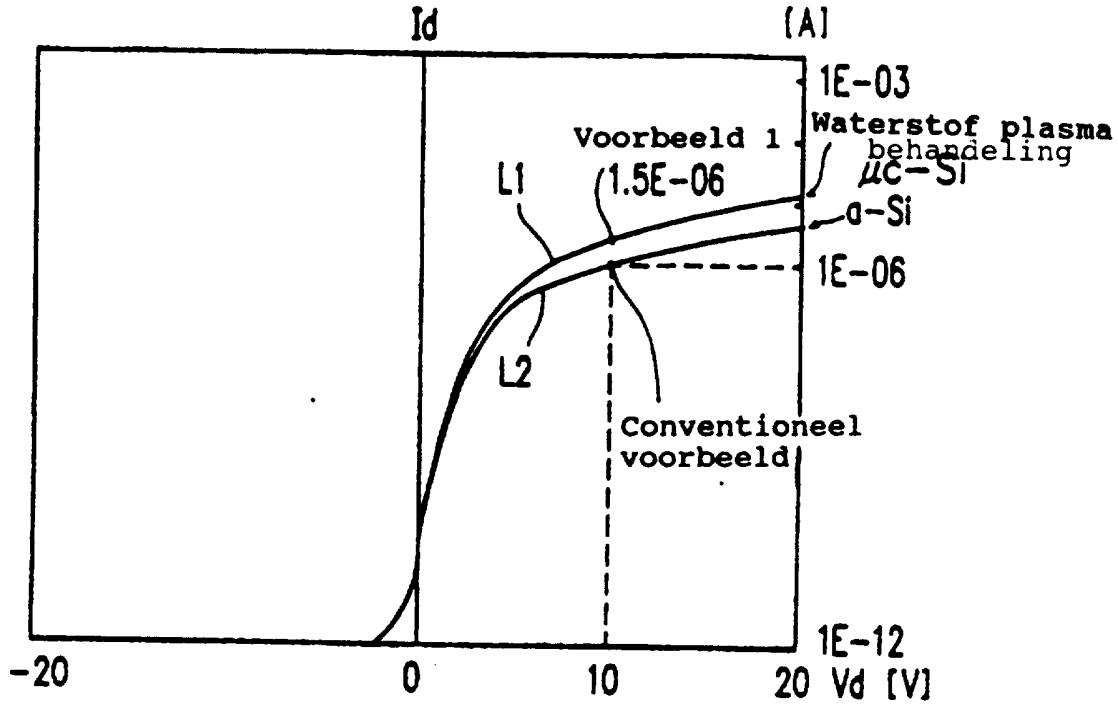

Id
[A]
1E-03
Voorbeeld 1
Waterstof plasma
behandeling
μc-Si
L1
1.5E-06
a-Si
1E-06
L2
Conventioneel
voorbeeld
1E-12
-20
0
10
20 Vd [V]

FIG.9

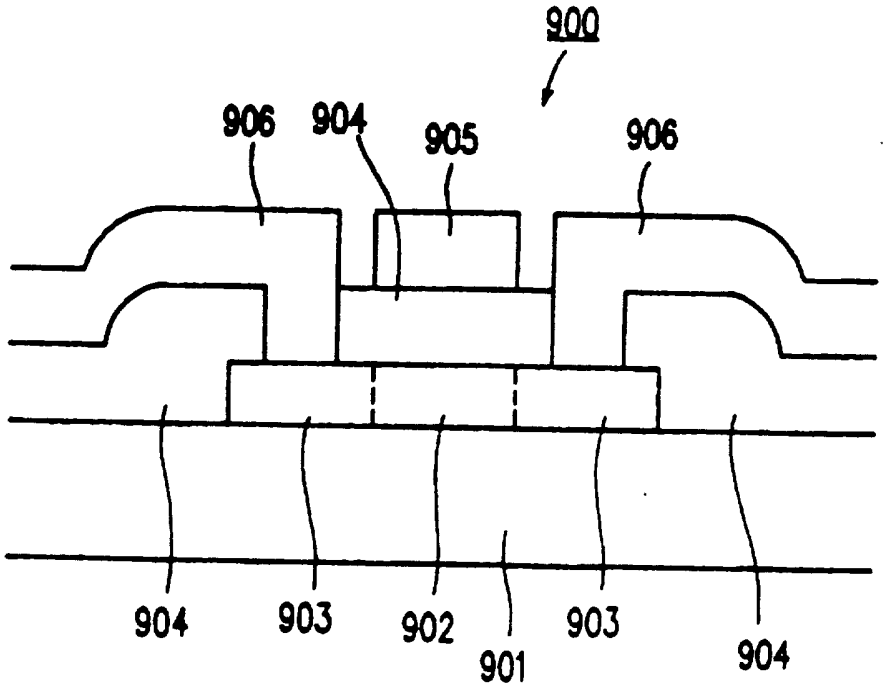

900
906
904
905
906
904
903
902
901
903
904

FIG.10

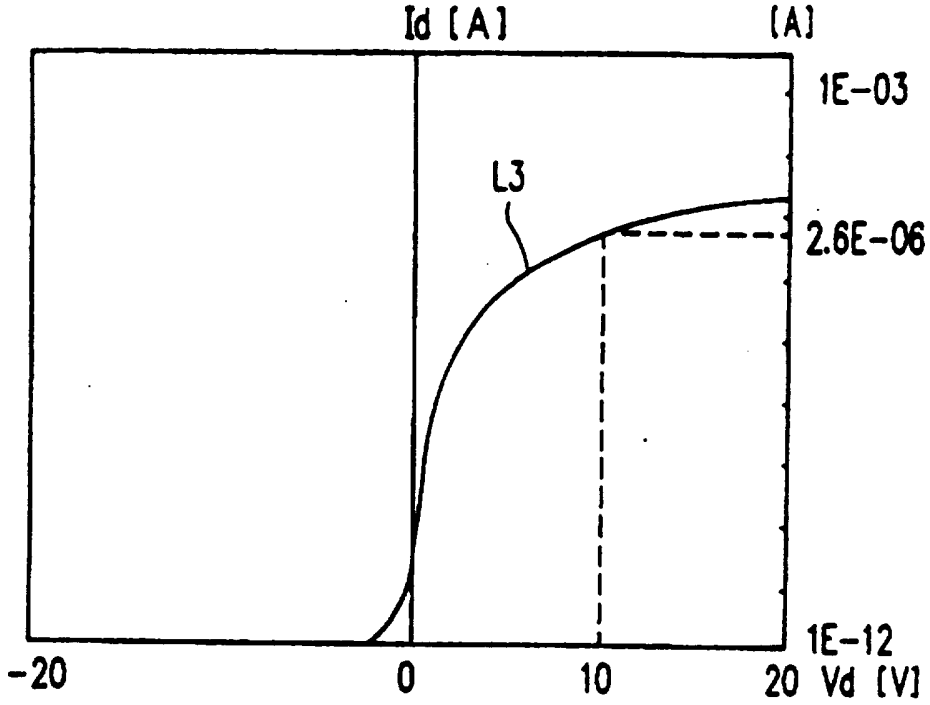

Id [A]
[A]
1E-03
L3
2.6E-06
1E-12
-20
0
10
20 Vd [V]

FIG.11

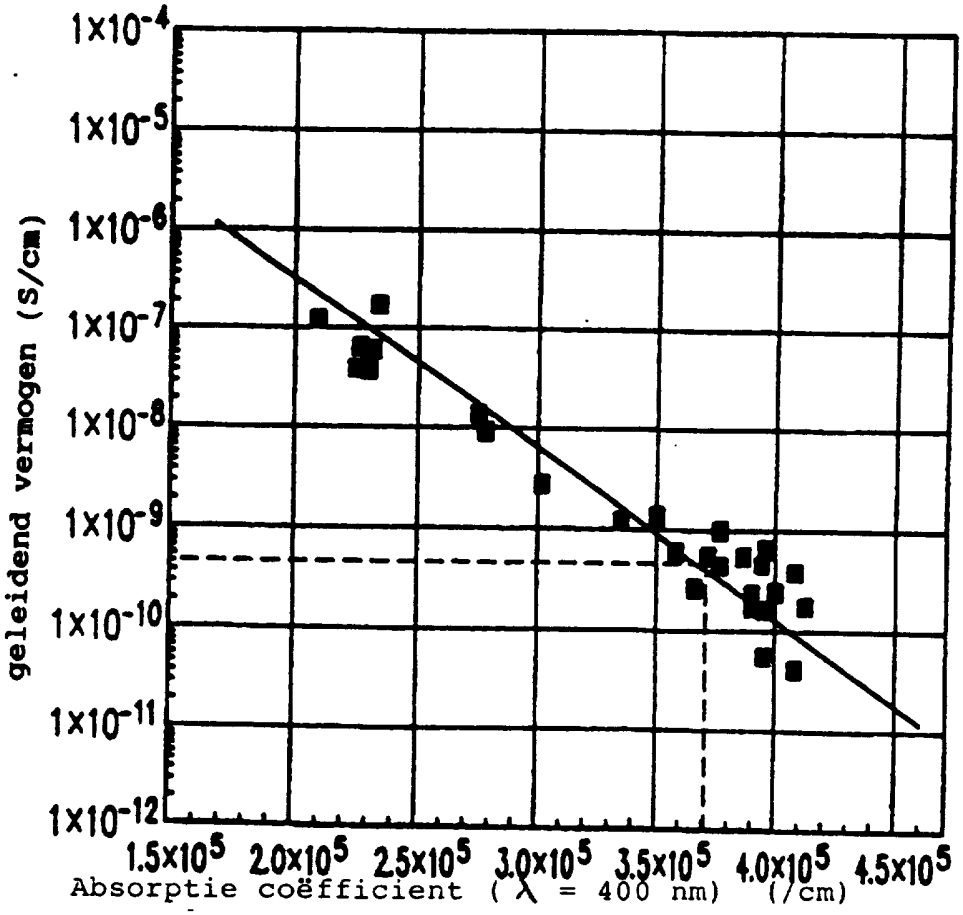

1x10-4
1x10-5
1x10-6
1x10-7
1x10-8
1x10-9
1x10-10
1x10-11
1x10-12
geleidend vermogen (S/cm)
1.5x10^5
2.0x10^5
2.5x10^5
3.0x10^5
3.5x10^5
4.0x10^5
4.5x10^5
Absorptie coëfficient (λ = 400 nm) (/cm)

FIG.12

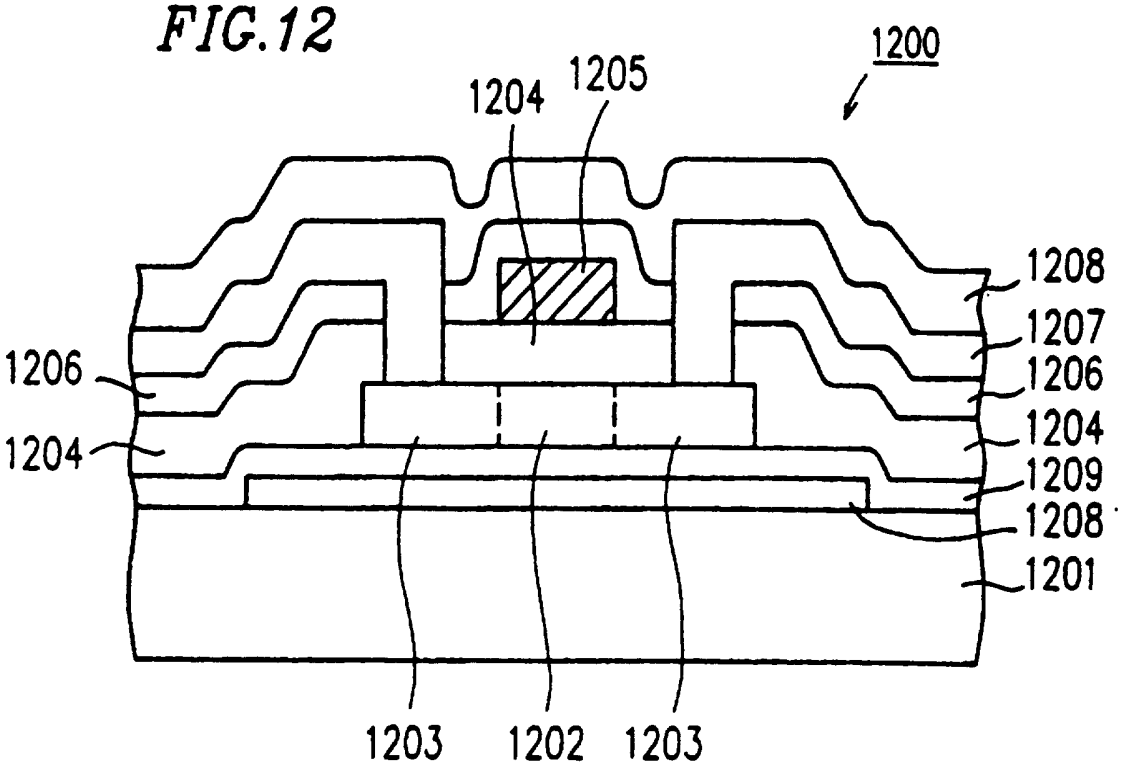

1200
1204
1205
1208
1207
1206
1206
1204
1204
1209
1208
1201
1203
1202
1203

FIG.13

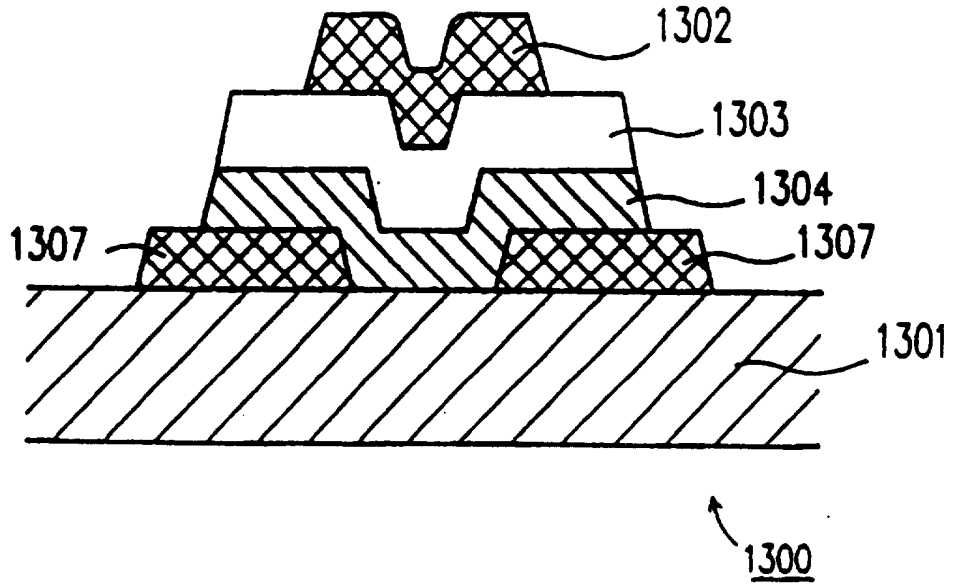

1302
1303
1304
1307
1307
1301
1300

FIG.14

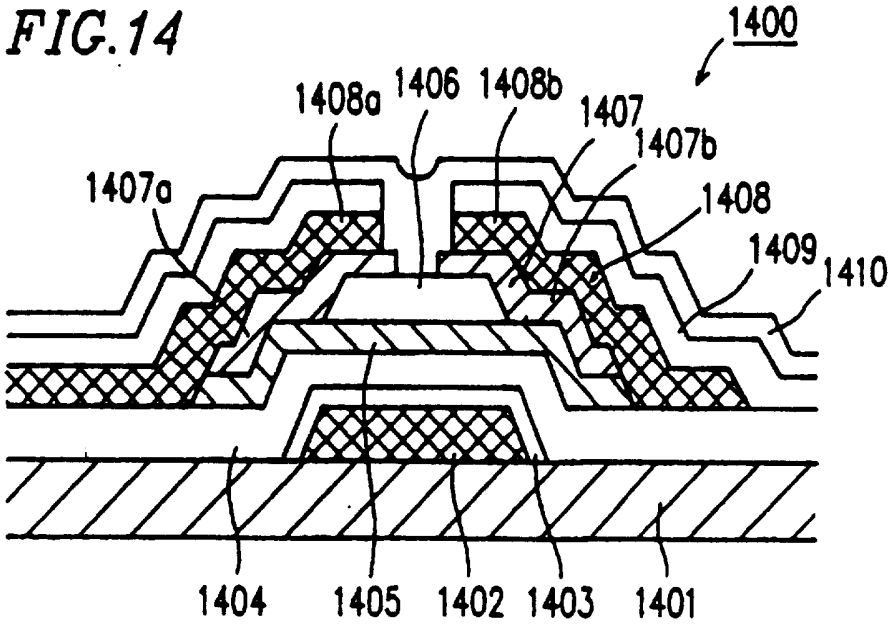

1400
1408a
1406
1408b
1407
1407b
1407a
1408
1409
1410
1404
1405
1402
1403
1401

FIG.15

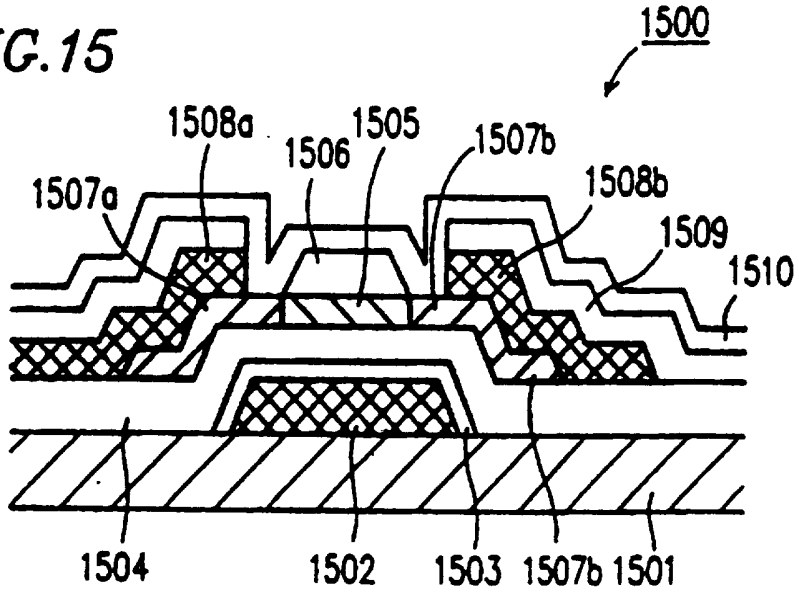

1500
1508a
1505
1506
1507b
1507a
1508b
1509
1510
1504
1502
1503
1507b
1501

FIG.16

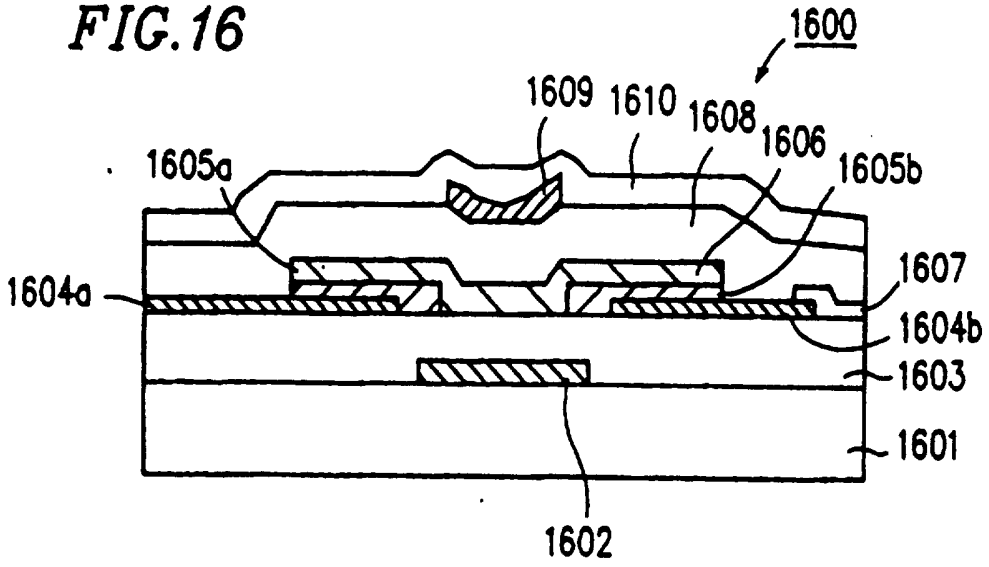
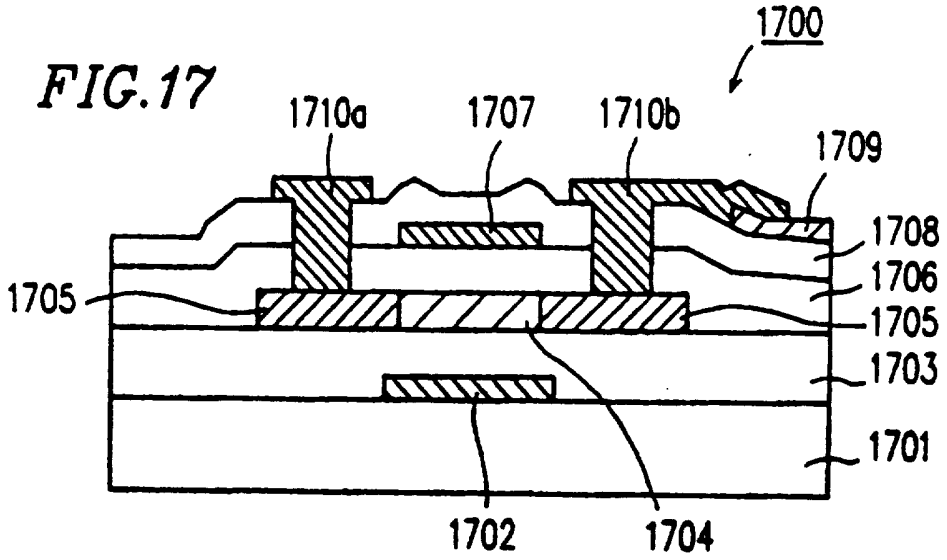

1600
1609
1610
1608
1606
1605a
1605b
1607
1604a
1604b
1603
1601
1602

FIG.17


1700
1710a
1707
1710b
1709
1708
1706
1705
1705
1703
1701
1702
1704

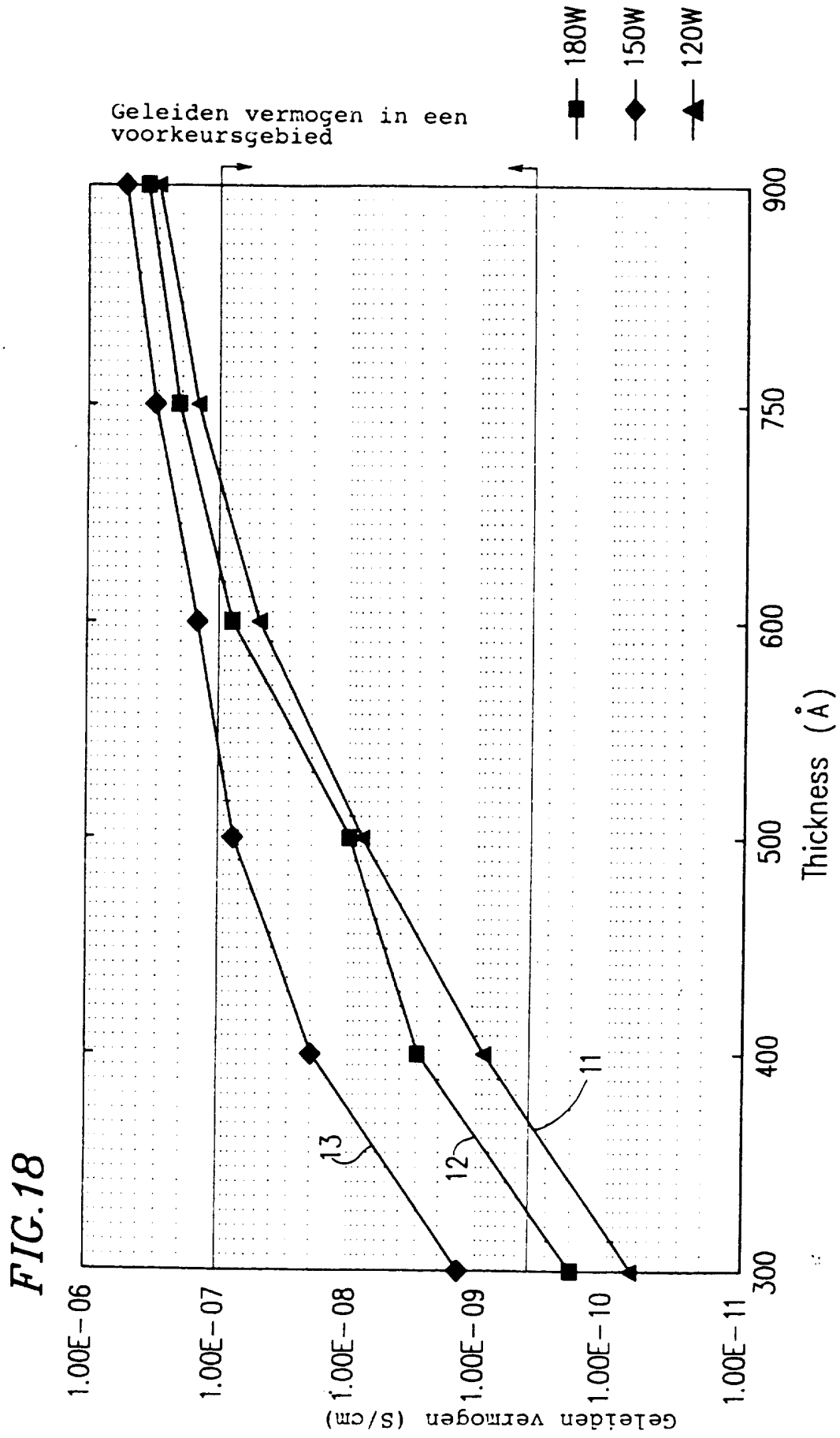

Geleiden vermogen in een voorkeursgebied
180W
150W
120W
1.00E-06
1.00E-07
1.00E-08
1.00E-09
1.00E-10
1.00E-11
Geleiden vermogen (S/cm)
300
400
500
600
750
900
Thickness (Å)
11
12
13

FIG.18

FIG.19

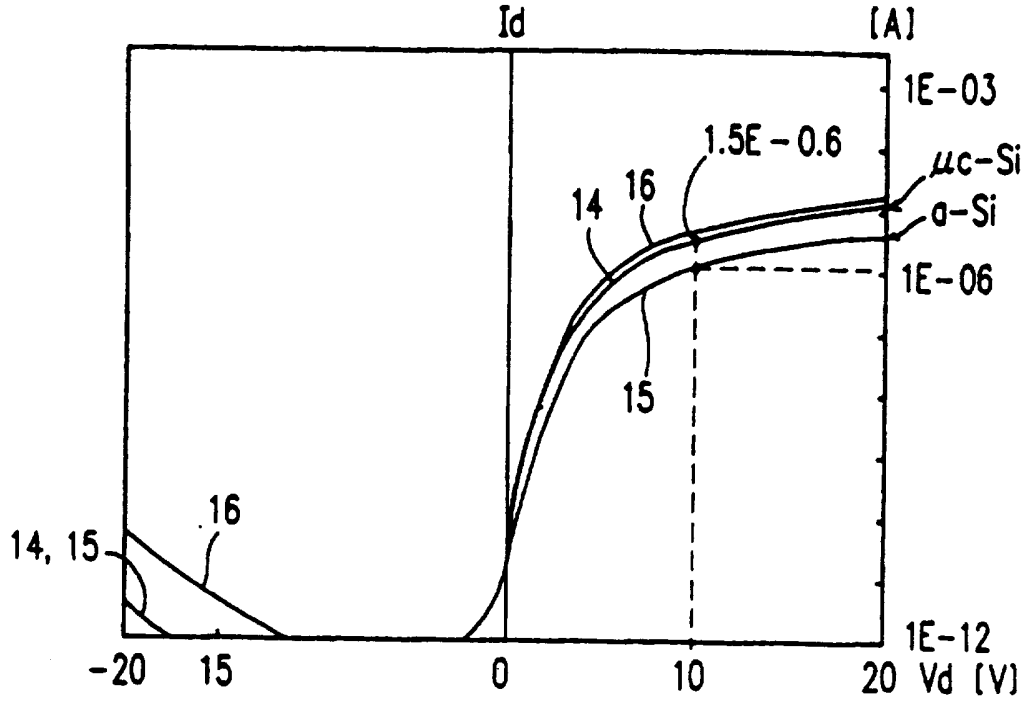

Id
[A]
1E-03
1.5E-0.6
μc-Si
a-Si
14
16
1E-06
15
16
14, 15
1E-12
-20
15
0
10
20
Vd [V]

FIG. 20

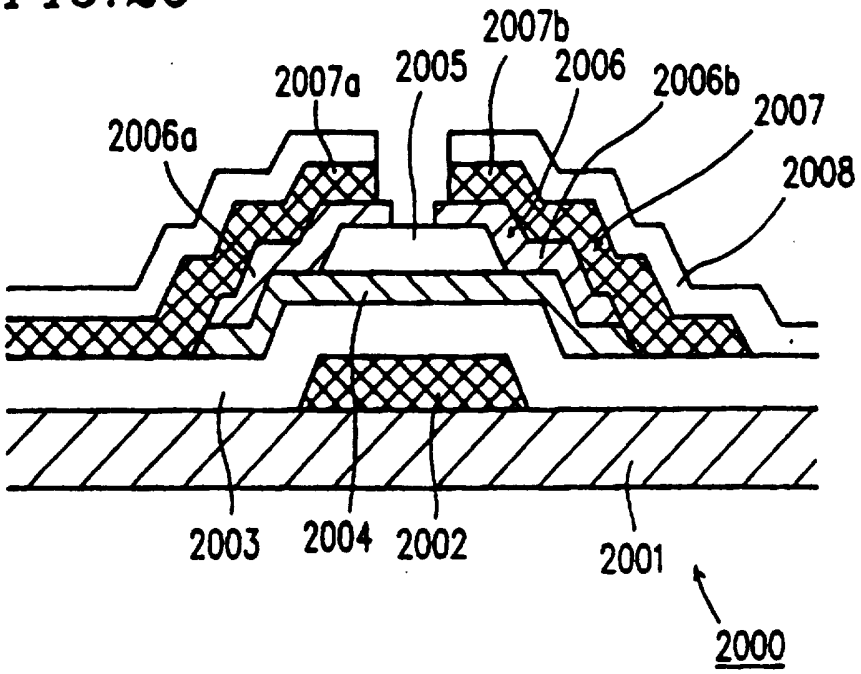
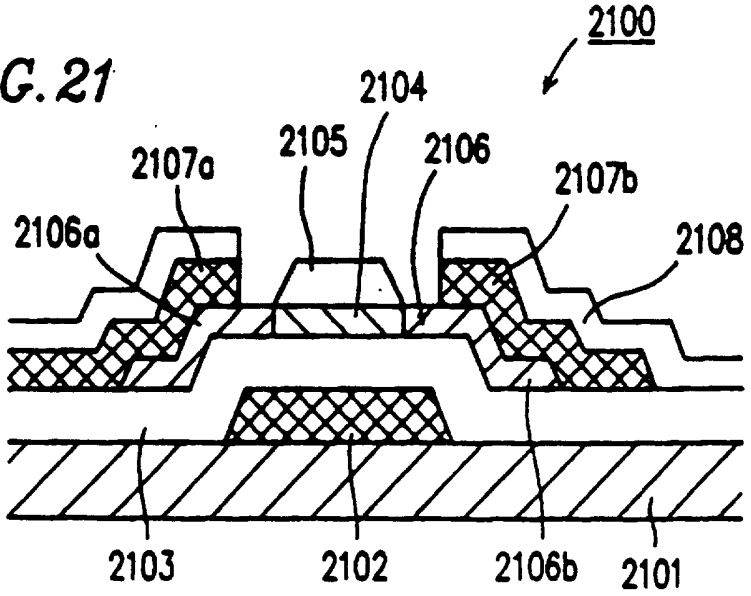

2007b
2007a
2005
2006
2006b
2007
2006a
2008
2003
2004
2002
2001
2000

FIG. 21


2100
2104
2105
2106
2107a
2107b
2106a
2108
2103
2102
2106b
2101

OCTROOIRAAD

RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Octrooiaanvrage Nr.:
NO 133064
NL 1000892

VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR

Categorie	Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie(s)Nr.:	Internationale classificatie (toegekend door de Octrooiraad)
X	EP 0 592 227 A (SHARP KK) 13 April 1994 * het gehele document * ---	1-39	H01L29/786 H01L21/205
X	MASANORI OTOBE ET AL: "PREPARATION OF MICROCRYSTALLINE SILICON FILMS BY VERY-HIGH-FREQUENCY DIGITAL CHEMICAL VAPOR DEPOSITION" 1 Juni 1992 , JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, VOL. 31, NR. 6B, PAGE(S) 1948 - 1952 XP000323888 * het gehele document * ---	1-19	
X	EP 0 526 779 A (IBM) 10 Februari 1993 * het gehele document * ---	1-19	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 057 (E-1315), 4 Februari 1993 & JP 04 266019 A (CANON INC), 22 September 1992, * samenvatting * ---	14	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 005 (E-869), 9 Januari 1989 & JP 01 253271 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 9 Oktober 1989, * samenvatting * ---	18	
X	SHEN D S ET AL: "THIN BORON DOPED MICROCRYSTALLINE SILICON FILMS" 1 Juli 1993 , SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS, VOL. 30, NR. 2, PAGE(S) 139 - 145 XP000381983 * het gehele document * ---	20,21,38	
	-/--		

Onderzochte gebieden van de techniek: H01L

Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op :.....

1

Plaats van onderzoek	Datum waarop het onderzoek werd voltooid	Voronderzoeker (EOB)
'S-GRAVENHAGE	20 Februari 1997	Mimoun, B

EOB FORM 02.82 (P0414)

CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR

X : op zichzelf van bijzonder belang
Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie
A : achtergrond van de stand van de techniek
O : verwijzend naar niet op schrift gestelde stand van de techniek
P : literatuur gepubliceerd tussen voorrangs- en indieningsdatum
T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding
E : andere octrooipublicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum
D : in de aanvrage genoemd
L : om andere redenen vermelde literatuur
& : lid van dezelfde octrooifamilie, corresponderende literatuur document

20.

OCTROOIRAAD

RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Octrooiaanvrage Nr.:
NO 133064
NL 1000892

VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR

Categorie	Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie(s)Nr.:	Internationale classificatie (toegekend door de Octrooiraad)
X	WANG C ET AL: "THE PREPARATION OF MICROCRYSTALLINE SILICON (UC-SI) THIN FILMS BY REMOTE PLASMA-ENHANCED CHEMICAL VAPOR DEPOSITION" 1 Mei 1991 , JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART A, VOL. 9, NR. 3 PART 01, PAGE(S) 444 - 449 XP000359393 * het gehele document *	20,38	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 413 (E-0974), 6 September 1990 & JP 02 159021 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL), 19 Juni 1990, * samenvatting *	9	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 153 (E-607), 11 Mei 1988 & JP 62 268128 A (SHARP CORP), 20 November 1987, * samenvatting *	11,12	
A	US 4 581 620 A (YAMAZAKI SHUNPEI ET AL) 8 April 1986 * kolom 3 - kolom 4 *	11,12	
X	EP 0 344 863 A (IMEC INTER UNI MICRO ELECTR) 6 December 1989 * bladzijde X *	20,28	
X	RAJESWARAN G ET AL: "Substrate temperature dependence of microcrystallinity in plasma-deposited, boron-doped hydrogenated silicon alloys" , APPLIED PHYSICS LETTERS, 1 DEC. 1983, USA, VOL. 43, NR. 11, PAGE(S) 1045 - 1047 , ISSN 0003-6951 XP002025702 * het gehele document *	20,21,38	

Onderzochte gebieden van de techniek

Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op :.....

1

Plaats van onderzoek	Datum waarop het onderzoek werd voltooid	Voronderzoeker (EOB)
'S-GRAVENHAGE	20 Februari 1997	Mimoun, B

CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR

X : op zichzelf van bijzonder belang
Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie
A : achtergrond van de stand van de techniek
O : verwijzend naar niet op schrift gestelde stand van de techniek
P : literatuur gepubliceerd tussen voorrangs- en indieningsdatum
T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding
E : andere octrooipublicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum
D : in de aanvrage genoemd
L : om andere redenen vermelde literatuur
.....
& : lid van dezelfde octrooifamilie, corresponderende literatuur document

EOB FORM 02.83 (P0414)

AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK, UITGEVOERD IN DE OCTROOIAANVRAGE NR.

NO 133064
NL 1000892

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooien (zogenaamde leden van dezelfde octrooifamilie), die overeenkomen met octrooischriften genoemd in het rapport.
De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per
De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door de Octrooiraad gegarandeerd ; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

20-02-1997

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)		Datum van publicatie
EP-A-0592227	13-04-94	JP-A-	6196701	15-07-94
EP-A-0526779	10-02-93	US-A-	5242530	07-09-93
		DE-D-	69205241	09-11-95
		DE-T-	69205241	05-06-96
		JP-A-	5211127	20-08-93
		JP-B-	7073101	02-08-95
US-A-4581620	08-04-86	JP-C-	1761545	28-05-93
		JP-B-	4032554	29-05-92
		JP-A-	57013777	23-01-82
		US-A-	5091334	25-02-92
		US-E-	RE34658	12-07-94
		US-A-	5262350	16-11-93
		US-A-	5591987	07-01-97
EP-A-0344863	06-12-89	NL-A-	8801379	18-12-89
		AT-T-	141715	15-09-96
		CA-A-	1318417	25-05-93
		DE-D-	68926980	26-09-96
		DE-T-	68926980	16-01-97
		JP-A-	2177368	10-07-90
		US-A-	5102813	07-04-92

EPO FORM P0466