
Octrooiraad



⑩ A Terinzagelegging ⑪ 8006438

Nederland

⑲ NL

⑤4 Werkwijze voor het bewerken van een inrichting en inrichting verkregen volgens deze werkwijze.

⑤1 Int.Cl.³: G03F 7/00.

⑦1 Aanvrager: Western Electric Company, Incorporated te New York.

⑦2 Uitvinder(s): - -

⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8006438.

②2 Ingediend 26 november 1980.

③2 Voorrang vanaf 27 november 1979.

③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 97809 .

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 1 juli 1981.

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

Titel : Werkwijze voor het bewerken van een inrichting en inrichting
verkregeu volgens deze werkwijze.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het bewerken van een inrichting en meer in het bijzonder op een dergelijke bewerkingsmethode, waarbij een inrichting met grote resolutie moet worden verschaft.

5 De fabricage van inrichtingen, zoals halfgeleiderinrichtingen en magnetische belleninrichtingen berust in sterke mate op lithografische processen. Bij deze lithografische processen wordt een fotolakmateriaal met belichtingsenergie, bijvoorbeeld röntgenstraling, elektronen of licht volgens een gewenst patroon bestraald. Deze belichting induceert
10 een chemische reactie in het belichte gebied van het lakmateriaal. De chemische reactie maakt een ontwikkeling, d.w.z. delineatie van het patroon mogelijk doordat de oplosbaarheid van het belichte gebied ten opzichte van het niet-belichte gebied wordt gewijzigd en derhalve het belichte gebied voor een positieve lak of het niet-belichte gebied voor
15 een negatieve lak kan worden verwijderd. Er zijn talrijke lakmaterialen ontwikkeld. Zo is bijvoorbeeld polymethylmethacrylaat (PMMA) als een lakmateriaal gebruikt, waarbij men een relatief goede resolutie heeft verkregen, d.w.z. een resolutie, gemeten door de lijnbreedte, in het gebied van 10.000 Å tot 1000 Å (1000 tot 100 nanometer) bij dikke sub-
20 stralen (dikker dan 10 µ). Ofschoon PMMA een betrekkelijk grote resolutie vertoont, is de gevoeligheid daarvan voor die gevallen, waarin een sterke doorgang nodig is, enigszins klein.

PMMA is op een groot aantal verschillende wijzen gemodificeerd voor het verkrijgen van een daarmee gepaard gaande modificatie van eigenschappen, zoals de gevoeligheid. Zo is bijvoorbeeld de grondmonomeer van
25 PMMA, d.w.z. methylmethacrylaat, gecopolymeriseerd met methacrylzuur. Ofschoon deze copolymeer niet de bijzonder goede resolutie van PMMA vertoont, bezit de copolymeer desalniettemin een verhoogde gevoeligheid en derhalve is voorgesteld dit materiaal te gebruiken voor die gevallen,
30 zoals delineërende verbindingslijnen voor LSI (large scale integrated circuits), waar een zeer hoge resolutie niet essentieel is en waarbij een betrekkelijk grote gevoeligheid meer gewenst is.

De lagere gevoeligheid van PMMA is ook benut bij lakconfiguraties, welke zijn ontworpen voor het verkrijgen van een grote resolutie. Wel is
35 bijvoorbeeld het gebruik van een lakverbinding met twee niveaus, welke een bovenste niveau van de copolymeer van methacrylzuur en methylmethacrylaat en een onderste niveau van PMMA omvat, besproken. (Zie Grobman en

anderen, Proceedings of IEEE 1978, IEDM, pag. 58). Wanneer dit lakma-
teriaal wordt bestraald met een dosis, welke voldoende is om de bovenste
gepolymeerde laag vrij te geven, wordt in de onderste PMMA-laag een be-
trekkelijk geringe chemische verandering geïnduceerd. (Dit treedt op
5 tengevolge van de geringere gevoeligheid van PMMA). De bovenste laag
wordt ontwikkeld en na deze ontwikkeling wordt een oplosmiddel geïn-
troduceerd om het niet-bedekte PMMA op te lossen.

Aangezien een steeds betere resolutie leidt tot de mogelijkheid
van zowel een zeer large scale integration en discrete inrichtingen, die
10 van zeer fijne kenmerken afhankelijk zijn, is er veel onderzoek gedaan
ten aanzien van materialen met twee niveaus om de resolutie te verhogen
en bij het onderzoek van lakmaterialen, die alleen een grotere resolutie
geven. In het algemeen kunnen op dit moment resoluties in het gebied van
2500 Å tot 20.000 Å (250 - 2000 nanometer) voor materialen met twee ni-
15 veaus en 1000 Å tot 30.000 Å (100 - 3000 nanometer) voor enkelvoudige
lakmaterialen worden verkregen bij substraten, die dikker zijn dan 10 µm.

Men kan een zeer goede resolutie, d.w.z. een resolutie van bij-
voorbeeld 400 Å (40 nanometer) verkrijgen door gebruik te maken van een
sorgvuldig gekozen lakmateriaal met twee niveaus, d.e.w. een materiaal
20 met een onderste positief lakmateriaal tussen en in innig contact met
zowel een substraat als een bovenste positief lakmateriaal. De dikte
van het onderste lakmateriaal wordt zodanig gekozen, dat het aantal te-
rugverstrooide elektronen, die een bepaald gebied bij het ondervlak van
het bovenste lakmateriaal treffen, wordt gereduceerd. Bovendien dient het
25 bovenste lakmateriaal dunner te zijn dan het onderste lakmateriaal en
moet de gevoeligheid van het onderste lakmateriaal voldoende groot zijn
om dit verschil in dikte te compenseren.

Een voorbeeld van een lakmateriaal volgens de uitvinding is een
materiaal met twee niveaus, dat een bovenste niveau van PMMA en een on-
30 derste niveau van een copolymeer van methylmethacrylaat en methacrylzuur
(P(MMA/MAA)) omvat. Voor dit bij wijze van voorbeeld gekozen materiaal
kunnen lijnen worden verkregen met een dikte van 400 Å (40 nanometer).

De uitvinding zal onderstaand nader worden toegelicht onder ver-
wijzing naar de tekening. Daarbij tonen :

35 fig. 1 en 2 ter illustratie een aspect van de uitvinding; en
fig. 3 en 4 voorbeelden van patronen, die bij het verwezenlijken
van de uitvinding worden toegepast.

Het gebruik van het tweelaagsstelsel volgens de uitvinding leidt tot resoluties, die groter zijn dan die, welke kunnen worden verkregen met een enkele laag van elk van de samenstellende lakmaterialen. Ter toelichting van dit verschijnsel werd opgemerkt, dat wanneer de belich-
5 tende straling, bijvoorbeeld elektronen, de substraat treft, waarop het lakmateriaal zich bevindt, secundaire elektronen ontstaan. De secundaire en primaire elektronen, die in achterwaartse richting worden verstrooid, treffen het laatstgelegen lakmateriaal en veroorzaken, dat de chemische reactie optreedt. Aangezien deze teruggaande verstrooiing van
10 elektronen optreedt over een ruimtewinkel van $2\sqrt{2}$ steradianen, is het belichte gebied van het onderste lakmateriaal groter dan het gebied, dat direct voor de invallende straling wordt getroffen. Door gebruik te maken van een tweelaagsconstructie, treffen de in achterwaartse richting verstrooide elektronen eerst het onderste lakmateriaal. Indien dit lakma-
15 teriaal betrekkelijk dik is, worden deze elektronen zodanig gediffundeerd, dat zij geen aanmerkelijke mate van chemische verandering in het bovenste lakmateriaal veroorzaken. D.w.z., dat hoe dikker het onderste lakmateriaal is des te kleiner het aantal in achterwaartse richting verstrooide elektronen is, dat een eenheidsgebied van het bovenste lakmate-
20 riaal bij het scheidingsvlak tussen het bovenste en onderste lakmateriaal bereikt. Hoe kleiner de mate van deze belichting ten gevolge van achterwaartse verstrooiing is, des te kleiner is de degradatie in resolutie. Derhalve moet het onderste lakmateriaal zo dik zijn, dat dit niet belet, dat de gewenste resolutie wordt verkregen.

25 De afhankelijkheid van de resolutie van de dikte van het onderste lakmateriaal kan worden bepaald onder gebruik van een bestuurd steekproef om de resolutie vast te stellen, welke voor een bepaalde samenstelling en dikte van het onderste lakmateriaal wordt verkregen. Bij een voorkeursuitvoeringsvorm wordt de dikte zodanig gekozen, dat de
30 in achterwaartse richting verstrooide elektronen de verkregen resolutie niet begrenzen, d.w.z., dat de resolutie niet wordt verbeterd bij een grotere dikte van de onderste laklaag. Het aantal in achterwaartse richting verstrooide elektronen is afhankelijk van de substraatsamenstelling en van de energie van de belichtingsstraling. In het algemeen dient voor
35 substraatmaterialen, zoals silicium, een typische elektronenbundelenergie in het gebied van 25 keV tot 30 keV, het onderste lakmateriaal een dikte van tenminste 1000 Å (100 nanometer) en bij voorkeur meer dan

2000 Å (200 nanometer) te hebben om aan deze eis te voldoen.

Indien aan de bovenstaande dikte-eis wordt voldaan, bepalen de dikte en samenstelling van het bovenste lakmateriaal tezamen met de behandelingsparameters de te verkrijgen resolutie. In het algemeen is
5 naarmate het lakmateriaal dikker is, de resolutie slechter. Door den lakmateriaal met straling te belichten neemt de oplossingssnelheid van het belichte lakmateriaal in een geschikt ontwikkelmateriaal toe. Des te groter de belichtingsdosis is, des te groter is de oplossingssnelheid tot een verzadigingspunt. De snelheid van verandering in oplossingssnel-
10 heid met de belichting is afhankelijk van de samenstelling van het materiaal. Wanneer het lakmateriaal met een ontwikkelaar wordt behandeld, begint de oplossing aan het bovenvlak van het bovenste lakmateriaal. Het ontwikkelen schrijdt in alle richtingen voort, waarbij de oplossing in een bepaalde richting voortgaat met een snelheid, die afhankelijk is
15 van de mate van chemische verandering, die in dié richting wordt geïnduceerd - hoe groter de chemische verandering is, des te groter is de snelheid. De ontwikkelsnelheid is derhalve het grootst in de richting van de belichtende straling, doch is ook in andere richtingen significant ten gevolge van de belichting door verstrooide elektronen. Hoe
20 dikker het materiaal of hoe kleiner de verandering in oplossingssnelheid, des te langer is de ontwikkeltijd, welke nodig is om het gewenste patroon door de gehele dikte van de laklaag te verkrijgen. Hoe langer de ontwikkelperiode is, des te groter is de mate van oplossing in gebieden bij dit patroon en derhalve wordt de resolutie slechter.

25 De uitvinding is meer in het bijzonder gericht op het verkrijgen van de resolutie van 5000 Å (500 nanometer) of meer. Om deze resolutie te bereiken moeten het bovenste lakmateriaal en de dikte van dit materiaal zodanig worden gekozen, dat de opening in het bovenvlak van het lakmateriaal, verkregen bij belichting en daarop volgende ontwikkeling,
30 5000 Å (500 nanometer) of minder is in gebieden van het patroon, dat deze fijne delineatie vereisen. Meer in het bijzonder wordt dit verkregen door de dikte van het bovenste lakmateriaal kleiner dan 1 µm te kiezen voor materialen, zoals PMMA. Het is mogelijk de breedte van de opening aan het bovenvlak en de resulterende resolutie door een onder-
35 zoek met een elektronenmicroscop te meten. Voor een bepaald materiaal wordt de dikte, die voor een gewenste resolutie nodig is, derhalve bepaald door deze meetmethode tezamen met het gebruik van een bestuurse

steekproef te gebruiken.

Het materiaal, dat voor de onderste laag wordt gebruikt, is afhankelijk van de keuze van het materiaal van de bovenste laag. Zoals boven is toegelicht, wordt de bovenste laag zodanig gekozen, dat een bepaalde resolutie wordt verkregen. Het bovenste lakmateriaal wordt zodanig belicht, dat bij ontwikkeling de gehele dikte van het belichte gebied wordt verwijderd binnen een periode, welke adequaat is om een degradatie van de resolutie te beletten. Het onderste lakmateriaal wordt noodzakelijkerwijs in wezen met dezelfde dosis van invallende straling belicht als die, welke wordt gebruikt om het bovenste lakmateriaal te belichten. (Het aantal elektronen of andere belichtingseenheden van energie, welke het bovenste lakmateriaal bereiken, en welke het onderste lakmateriaal niet bereiken, is verwaarloosbaar vergeleken met de totale invallende straling).

Voor de gebruikte dosis moet het onderste lakmateriaal ook een voldoende reactie ondergaan, die door de invallende straling en de uit de substraat in achterwaartse richting verstrooide elektronen wordt veroorzaakt, zodat bij ontwikkeling de gehele dikte daarvan in het belichte gebied wordt verwijderd zonder dat de te verkrijgen resolutie op een sterke wijze wordt gedegradeerd. Het aan dit criterium voldoen is afhankelijk van de dikte en de gevoeligheid van het materiaal. In het algemeen zijn voor het onderhouden van de eis tot het begrenzen van het aantal in achterwaartse richting verstrooide elektronen, die het bovenstaande lakmateriaal per eenheid van oppervlak bereiken, en het onderhouden van de resolutie, welke beter is dan $5000 \text{ \AA}$ (500 nanometer) verhoudingen van de dikte van de onderste laklaag tot de bovenste laklaag in het gebied van 50 : 1 tot 1 : 1 nodig.

Aangezien de ontwikkelaar het onderste lakmateriaal pas bereikt nadat het de dikte van het bovenste lakmateriaal heeft gepasseerd, moet de gevoeligheid van het onderste lakmateriaal groter zijn dan die van het bovenste lakmateriaal om een degradatie van de resolutie te beletten. Het ontwikkelen van de bovenste laag duurt voort gedurende een tijd, welke nodig is voor een adequate ontwikkeling van de onderste laag. Ofschoon de gebieden met grotere stralingsinval (die gebieden, welke overeenkomen met het gewenste patroon) reeds zijn verwijderd, duurt het oplossen van gebieden met kleinere inval (die gebieden bij het patroon), voort. Indien deze extra ontwikkeltijd excessief is, is ook de degradatie in resolutie

groot. Het voornaamste criterium is, dat de gevoeligheid van het onderste lakmateriaal zo groot moet zijn, dat de ontwikkelperiode voor het onderste lakmateriaal niet het bereiken van de gewenste resolutie belet. Derhalve moet de gevoeligheid van het onderste lakmateriaal steeds aan-

5 merkkelijk groter zijn dan de gevoeligheid van het bovenste lakmateriaal. In het algemeen wordt dit doel bereikt door gebruik te maken van een onderste lakmateriaal, dat niet meer dan de helft, bij voorkeur niet meer dan een kwart van de ontwikkeltijd (voor een bepaalde invalsbelijting en bepaalde ontwikkelaar) vereist dan voor de bovenste laag nodig is.

10 Bij een voorkeursuitvoeringsvorm wordt gebruik gemaakt van elektronenbundels met een gemiddelde elektronenenergie in het gebied van 25 keV tot 30 keV en een stroomdichtheid bij de bovenste laag van het lakmateriaal in het gebied van 10 A/cm^2 tot $0,3 \text{ A/cm}^2$. (Ook een bestraling met röntgenstralen is mogelijk). Het gebruik van elektronen met

15 nog grotere energie is evenwel niet uitgesloten. Ook zijn grotere stroomdichtheden mogelijk indien de coherentheid van de bundel kan worden onderhouden. De dwarsdoorsnede-afmeting van de bundel bij het bovenvlak van het bovenste lakmateriaal dient zodanig te worden onderhouden, dat deze kleiner is dan het kleinste kenmerk, dat moet worden gedelineëerd.

20 Excessieve of onvoldoende doses leiden tot een gedegradeerde resolutie. Gewoonlijk wordt gebruik gemaakt van doses in het gebied van 200 - 400 $\mu\text{C per cm}^2$. Elektronenbundels, welke geschikt zijn om volgens de uitvinding te worden toegepast, worden bijvoorbeeld verkregen door gebruik te maken van de gebruikelijke aftastelektronenmicroscopuitrustingen.

25 Er wordt op gewezen, dat het stelsel, dat door belijting van het lakmateriaal volgens de uitvinding wordt verkregen, het stelsel is, dat is weergegeven in fig. 1. Het onderste lakmateriaal, 5, vertoont in verband met de grotere gevoeligheid daarvan bij belijting en ontwikkeling een ondersneden gebied, 4. Indien de kenmerken van het patroon dicht

30 bij elkaar zijn gelegen, is het mogelijk dat de twee ondersnijdingsgebieden in het onderste lakmateriaal elkaar overlappen, als aangegeven in de dwarsdoorsnede volgens fig. 2, en het belijte gebied bij ontwikkeling samenklapt. (De stippellijnen, aangegeven door 6, tonen het gebied, waarin de twee ondersnijdingsgebieden elkaar overlappen. Indien

35 de patroonlijnen te lang zijn voor een bepaalde mate van overlapping, zakt het niet-ondersteunde gebied van de lak in elkaar.) In het algemeen dient voor het beletten van de eventuele overlapping de dikte van

de onderste laklaag kleiner te zijn dan tweemaal de afstand tussen de kenmerken van het gewenste patroon. Het optreden van de ondersnijding, waarbij een opgehangen gedeelte van de bovenste laklaag met een beperkte lengte overblijft, is mogelijk, zonder dat inzakking optreedt. In het
5 algemeen dienen voor het tegengaan van een dergelijke inzakking de niet-ondersteunde secties een lengte te hebben, welke kleiner is dan vijfmaal de breedte. Indien dit niet kan worden verkregen, tengevolge van de andere reeds eerder besproken criteria, dient de patroonafstand te worden vergroot. Zoals is besproken, dient de gevoeligheid van het onderste
10 lakmateriaal zo groot te zijn, dat de resolutie niet wordt beperkt. Indien deze gevoeligheid een delineatie van een patroon met een gewenste afstand tussen de patroonlijnen belet, moet de afstand worden vergroot. Meer in het bijzonder kunnen volgens de uitvinding patronen met lengten van bijvoorbeeld $1500 \text{ \AA}$ (150 nanometer) en op een afstand van $500 \text{ \AA}$
15 (50 nanometer), of een lengte van $5000 \text{ \AA}$ (500 nanometer) en een afstand van $1400 \text{ \AA}$ (140 nanometer) worden verkregen.

Aangezien ondersnijding optreedt door het gebruik van de betreffende lakmaterialen, zijn schuine opdampmethoden (zie Dolan, Applied Physics Letters, 31, 337 (1977)) compatibel met het gebruik van het
20 betreffende lakmateriaal. Zo kunnen bijvoorbeeld inrichtingen, verkregen door schuin opdampend, zoals die welke beschreven zijn door E. L. Hu en andere, IEEE Transactions on Magnetics, MAG 25, 585 (1979) te vervaardigen onder gebruik van het betreffende lakmateriaal. Bovendien zijn de gebruikelijke opdampmethoden, waarbij gebruik wordt
25 gemaakt van een loodrecht op de substraat staande stroom op te dampen materiaal, compatibel met de betreffende lakmaterialen.

Het vormen van het tweelaagsmateriaal geschiedt op een gebruikelijke wijze. De onderste laag, 5, in fig. 1, wordt eerst op de gewenste substraat, 7, gebracht onder gebruik van een normale methode, zoals
30 "spinning". (Zie Handbook of Thin Film Technology, L. I. Maissel en R. Glang, McGraw Hill, 1970, pag. 7 - 31). Bij een voorkeursuitvoeringsvorm wordt het bovenste lakmateriaal, 8, daarna op het onderste lakmateriaal gebracht door een normale methode, zoals "spinning". Het is gewenst, dat het oplosmiddel, dat gebruikt wordt om het bovenste lakmateriaal op het onderste lakmateriaal door "spinning" aan te brengen, het
35 onderste lakmateriaal niet doet oplossen. Wanneer bijvoorbeeld PMMA als het bovenste lakmateriaal wordt gebruikt en voor het onderste lak-

materiaal P (MMA/MAA wordt gebruikt, worden de oplosmiddelen chloorben-
zeen en azijnzuur respectievelijk als "spinning"-dragers voor de boven-
ste en onderste laklagen gebruikt. De dikte van een "spun"-laag wordt
bepaald door de concentratie van de "spinning"-oplossing en door de
5 omwentelingssnelheid tijdens "spinning". De vereiste concentratie van
een bepaalde oplossing en "spin"-snelheid, welke wordt gekozen voor het
verkrijgen van een bepaalde dikte, variëren met de gebruikte materialen
en worden in elk geval op eenvoudige wijze door gebruik te maken van een
bestuurde steekproef bepaald.

- 10 Het onderstaande voorbeeld is een illustratie van de te gebruiken
lakken en de middelen voor het gebruik daarvan :

Voorbeeld.

- Een uit silicon bestaande substraat met als afmetingen 2,54 cm x
1,27 cm x 0,0508 cm en met één gepolijste zijde met locale gladheid, beter
15 dan 100 Å (10 nanometer) werd gereinigd door de substraat in een oplossing
van warm water/reinigingsmiddel te dompelen. De oplossing werd gedurende
bij benadering 30 minuten ultrasoon geagiteerd. De substraat werd daarna
uit de reinigungsoplossing verwijderd en vervolgens in warm water en
daarna in gedeïoniseerd water gespoeld. De substraat werd daarna met een
20 pluizloze schuimdoek in gedeïoniseerd water geschrobd. Voor het verwijde-
ren van het water werd de substraat in een dampontvetter met isopropyl
alcohol damp behandeld. De substraat werd daarna onder gebruik van ge-
droogd stikstofgas droog geblazen.

- De silicon substraat werd in een de adhesie-bevorderend middel,
25 dat in hoofdzaak uit hexamethyldisilazaan bestaat, gedurende 3 minuten
bij 70° C ondergedompeld. De behandelde substraat werd in xyleen gewas-
sen en opnieuw met een droge stikstof droog geblazen. De substraat werd
bij 70° C in luchtatmosfeer gebakken. Een Shipley AZ 1350J lak (een pro-
dukt van Shipley Corporation, dat een op een cresol-formaldehydehyars geba-
30 seerde polymeer is) werd op het gepolijste oppervlak van de substraat
bij 6000 omwentelingen per minuut gedurende 60 sec. "spun". Men gebruik-
te een beker om de "spinning"-inrichting tijdens deze procedure af te
sluiten om te beletten, dat de lak te snel droogde. De lak werd daarna
gedurende 30 minuten bij 70° C verhit.

- 35 De lak werd blootgesteld aan licht uit een kwikdamplamp met het
patroon van het geleidergestel, aangegeven in fig. 3. (De binnenste
afgebeelde opening is een vierkant van 45 µm). Voor het verschaffen van

dit patroon werd gebruik gemaakt van een optisch standaardmasker. De belichte lak werd gedurende 5 minuten in chloorbenzeen geweekt en droog geblazen. De lak werd daarna in een oplossing van één-op-één van AZ-ontwikkelaar in water ontwikkeld totdat het patroon volledig ontwikkeld optrad. (AZ-ontwikkelaar is een produkt van Shipley Corporation en is in wezen een waterige natrium hydroxyde-oplossing, die een bevochtigingsmiddel bevat). De substraat met het bijbehorende ontwikkelde lakpatroon werd in de substraathouder van een normale verdampingsinrichting met een door een weerstand verhit schuitje geplaatst en Au werd in een dikte van 1000 Å (100 nanometer) op de substraat opgedampt. De substraat werd uit de opdampinrichting verwijderd en in aceton geweekt, totdat de lakfilm los liet. (Het op deze wijze op het silicon gevormde geleiderrasterpatroon wordt gebruikt als een referentieraster voor het daaropvolgende gebruik van de lakmaterialen volgens de uitvinding).

Er werd een oplossing van 2,4 g van een copolymeer van methylmethacrylaat met methacrylzuur in 20 ml azijnzuur bereid. De polymeer, welke werd gebruikt voor het verschaffen van deze oplossing, bevatte bij benadering 8,5 gew% methacrylzuur en had een relatieve viscositeit van 9,5 bij oplossing in een 10 gewichtsprocentige oplossing van ethyleenglycol mono-ethylether. Deze oplossing werd op het oppervlak van de siliconsubstraat, die het geleidergestel bevatte, "spun". Er werd gebruik gemaakt van een spinsnelheid van 8000 omwentelingen per minuut. Evenals eerder werd een beker gebruikt om te beletten, dat de lak te snel droogde. De resulterende onderste laklaag had een dikte van bij benadering 4000 Å (400 nanometer). Het monster werd gedurende 30 minuten bij 160° C in lucht verhit. Daarna werd een oplossing van 1 : 1 chloorbenzeen en KTI Corporation elektronenbundellak bereid. De KTI-lak is een 6 gew% oplossing van polymethylmethacrylaat (gemiddeld moleculair gewicht 950.000). Deze oplossing werd op de onderste laklaag bij een spinsnelheid van ongeveer 8000 omwentelingen per minuut "spun". Op deze wijze verkreeg men een dikte van de bovenste laklaag van ongeveer 1200 Å (120 nanometer). Het monster werd daarna gedurende 30 minuten bij een temperatuur van 160° C in lucht verhit.

Ter ondersteuning van de focusering van de belichtende elektronenbundel werd een scherpe rand verschaft door met een krasorgaan een kleine kras door de lak in de Au-film van het geleidergestel te maken. Het monster werd op een substraathouder voor een aftastende elektronen-

microscoop (SEM) onder gebruik van zilverpasta gemonteerd. De substraat-houder werd daarna in SEM gemonteerd. De elektronenbundel werd gefocus-seerd onder gebruik van de detector van de SEM en door de bundel zodanig in te stellen, dat de eerder verschafte kras scherp werd gedefinieerd.

- 5 De elektronenbundel werd ingesteld op een versnellingsspanning van 30 kV, een stroom van bij benadering 11,3 pA en een bedrijfsafstand, d.w.z. de afstand tussen de focusseringslens en de substraat van 15 mm. Bij het gebruik van deze parameters verkreeg men in de substraat een stroom van 10 pA. De bundel werd zodanig ingesteld, dat een vierkant gebied van
- 10 11 μm werd belicht. Een transparant met het in fig. 4 afgebeelde patroon werd op een kathodestraalbuis (CRT) geplakt. De transparant had afme-tingen van bij benadering 7,62 cm zijdelings. Een fotocel met een actief gebied van bij benadering 1 cm^2 werd in een lichtdichte doos langs de CRT en op een afstand van ongeveer 15,24 cm van de CRT opgesteld. De zwaai
- 15 van de elektronenbundel in de CRT werd met de zwaai van de elektronenbun-del in de SEM gesynchroniseerd.

Om het patroon in de gewenste positie te centreren werd een oscil-lator van 10 kHz gebruikt voor het besturen van de elektronenbundel van de SEM. (Deze oscillator werd gebruikt om de elektronenbundel zodanig

20 af te kappen, dat deze de substraat 5% van de inschakeltijd grof). De bundel werd gezwaaid onder gebruik van een frequentie in de x-richting van 1 KHz en een frequentie in de y-richting van 10 Hz. De elektronen-bundel van de SEM werd volledig onderdrukt wanneer het licht uit de CRT werd geoccludeerd door het patroon op de transparant, als gedetecteerd

25 door de fotocel. Derhalve leek het patroon op de transparant op het beeld van de substraat, als afgebeeld door de SEM, gesuperponeerd. De substraat werd gepositioneerd onder gebruik van de translatie-instellingen van de substraathouder en wel zodanig, dat het patroon geheel binnen de begren-zingen van het open gebied van het geleidergestel optrad.

- 30 Er wordt op gewezen, dat deze centreerprocedure betrekkelijk snel dient te geschieden, opdat het lakmateriaal niet in sterke mate wordt be-licht. (Er treedt een verwaarloosbare belichting op indien de centreer-periode onder de beschreven omstandigheden tot 1 minuut wordt beperkt).

De x-zwaai-frequentie en de y-zwaai-frequentie werden daarna inge-

35 steld op respectievelijk 5 en 0,077 Hz. De oscillator werd uit de keten verwijderd, zodat de elektronenbundel niet langer werd afgekapt. De foto-detectorschakeling werd zodanig ingesteld, dat wanneer licht werd gede-

tecteerd, de elektronenbundel werd onderdrukt, zodat geen elektronen de substraat konden treffen. De richting van de zwaai stond loodrecht op de ondoorlaatbare lijnen. (De x-as was als aangegeven in fig. 4). De gebruikte x- en y-zwaai-frequenties en het registratieveld bepaalden de lijnafstand. Het patroon op de CRT werd éénmaal afgetast, terwijl tegelijkertijd de lak werd belicht. De belichte lak werd uit de SEM verwijderd en gedurende 5 sec. in een 1 : 2 oplossing van ethyleenglucol-mono-ethylether in methylalcohol ontwikkeld. Het monster werd daarna in gedeïoniseerd water gewassen en onder gebruik van droge stikstof droog geblazen.

De substraat werd daarna in een normale opdampinrichting geplaatst en Au werd loodrecht invallend op de substraat opgedampt. Het opdampen werd voortgezet totdat een Au-laag met een dikte van $300 \text{ \AA}$ (30 nanometer) werd verkregen. Het monster werd uit de opdampinrichting verwijderd en in kokend aceton gedrenkt om het lakmateriaal te verwijderen. Het resulterende Au-patroon had lijnen met een lengte van $5000 \text{ \AA}$ (500 nanometer), een breedte van $350 \text{ \AA}$ (35 nanometer) en een rand-tot-rand afstand van $1350 \text{ \AA}$ (135 nanometer).

CONCLUSIES :

1. Samengesteld lakmateriaal op een substraat, meer in het bijzonder ten gebruike bij de vervaardiging van inrichtingen, die een grote resolutie vereisen, waarbij achtereenvolgens vanuit een substraat een onderste laag van positief lakmateriaal en een bovenste laag van positief lakmateriaal aanwezig zijn, waarbij de gevoeligheid van het lakmateriaal van de onderste laag groter is dan de gevoeligheid van het lakmateriaal van de bovenste laag en de dikte van de onderste laag groter is dan de dikte van de bovenste laag met het kenmerk, dat de gevoeligheid van het lakmateriaal van de bovenste laag en de dikte van de bovenste laag zodanig is, dat wanneer het samengestelde materiaal met een energiedosis wordt belicht en de belichte gedeelten worden verwijderd, in het oppervlak van de bovenste laag openingen met een resolutie van $5000 \text{ \AA}$ (500 nanometer) of minder worden gevormd, en de dikte van de onderste laag voldoende is om tenminste een schadelijke invloed van de belichting op de resolutie te reduceren.
2. Lakmateriaal volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de verhouding tussen de dikte van de onderste laag en de dikte van de bovenste laag in het gebied van 50 : 1 tot 1 : 1 is gelegen.
3. Lakmateriaal volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat het lakmateriaal van de bovenste laag uit polymethylmethacrylaat bestaat.
4. Lakmateriaal volgens conclusie 1 of 2 of 3 met het kenmerk, dat het lakmateriaal van de onderste laag bestaat uit een copolymeer van methacrylzuur en methylmethacrylaat.
5. Lakmateriaal volgens conclusie 1 of 2 of 3 of 4 met het kenmerk, dat de dikte van de onderste laag groter is dan $1000 \text{ \AA}$ (100 nanometer).
6. Lakmateriaal volgens conclusie 1 of 2 of 3 of 4 of 5 met het kenmerk, dat de dikte van de onderste laag groter is dan $2000 \text{ \AA}$ (200 nanometer).
7. Werkwijze voor het delineëren van een patroon in een samengesteld lakmateriaal, dat achtereenvolgens vanuit een substraat een onderste laag van een positief lakmateriaal en een bovenste laag van een positief lakmateriaal omvat, waarbij het lakmateriaal van de onderste laag gekozen wordt met een gevoeligheid, welke groter is dan de gevoeligheid van het lakmateriaal van de bovenste laag en de dikte van de onderste laag groter is dan de dikte van de bovenste laag, en gebieden van de samengestelde laklaag worden belicht met een dosis belichtingsenergie en de getroffen

- gebieden van de bovenste en onderste lagen worden verwijderd met het kenmerk, dat de gevoeligheid van het lakmateriaal van de bovenste laag en de dikte daarvan zodanig worden gekozen, dat bij het belichten en het verwijderen openingen met een resolutie van $5000 \text{ \AA}$ (500 nanometer) of
- 5 minder in de bovenste laag ontstaan en de onderste laag zodanig wordt gekozen, dat deze een dikte heeft, welke voldoende is om tenminste een schadelijke invloed, welke het gevolg is van de belichting, op de resolutie te reduceren.
8. Werkwijze volgens conclusie 7 met het kenmerk, dat de verhouding
- 10 van de dikte van de onderste laag tot de dikte van de bovenste laag wordt gekozen in een gebied van $50 : 1$ tot $1 : 1$.
9. Werkwijze volgens conclusie 7 of 8 met het kenmerk, dat polymethylmethacrylaat als lakmateriaal van de bovenste laag wordt gebruikt.
10. Werkwijze volgens conclusie 7 of 8 of 9 met het kenmerk, dat de
- 15 copolymeer van methylmethacrylaat en methacrylzuur als het lakmateriaal van de onderste laag wordt gebruikt.
11. Werkwijze volgens conclusie 7 of 8 of 9 of 10 met het kenmerk, dat de onderste laag wordt aangebracht met een dikte, groter dan $1000 \text{ \AA}$ (100 nanometer).
- 20 12. Werkwijze volgens conclusie 7 of 8 of 9 of 10 of 11 met het kenmerk, dat de dikte van de onderste laag groter dan $2000 \text{ \AA}$ (200 nanometer) wordt gekozen.
-

FIG. 1

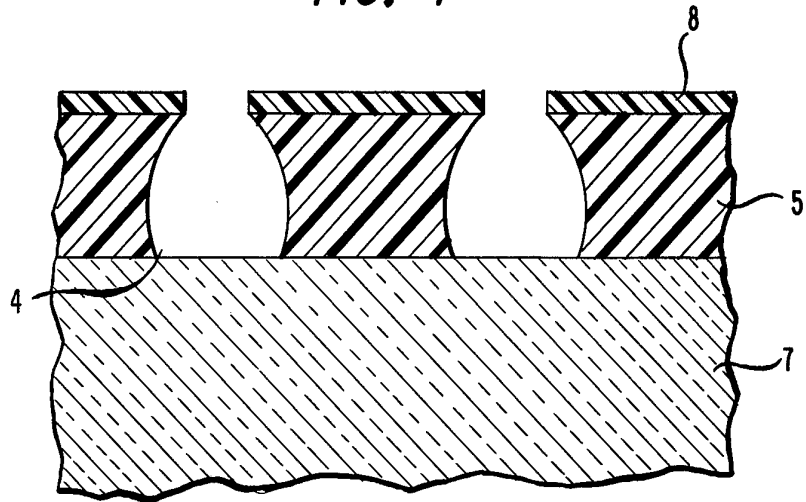
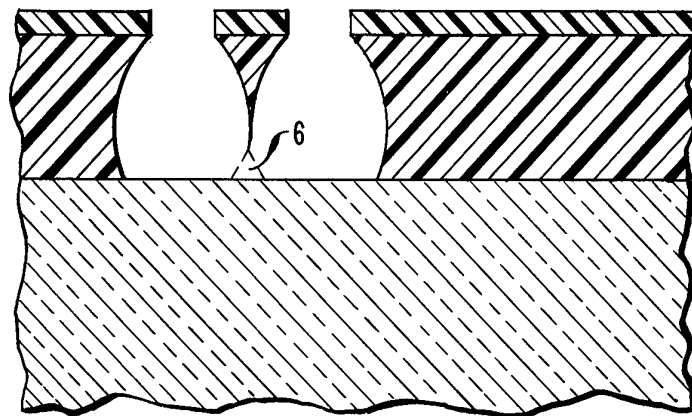


FIG. 2



8006438

FIG. 3

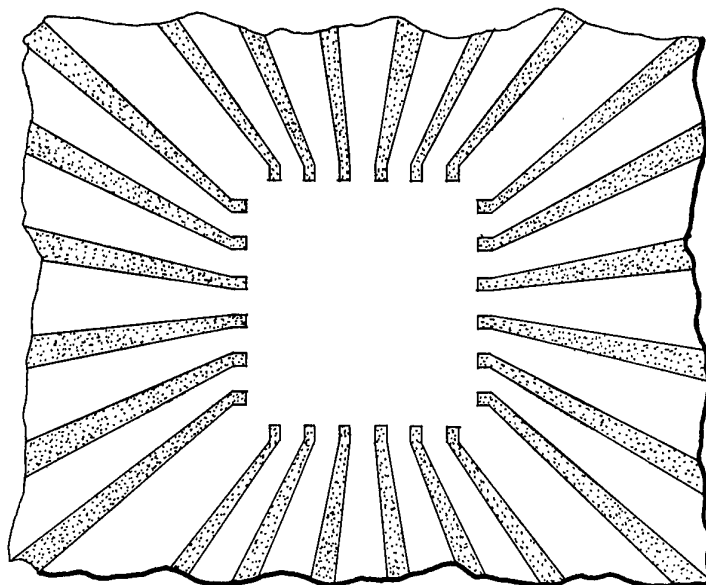
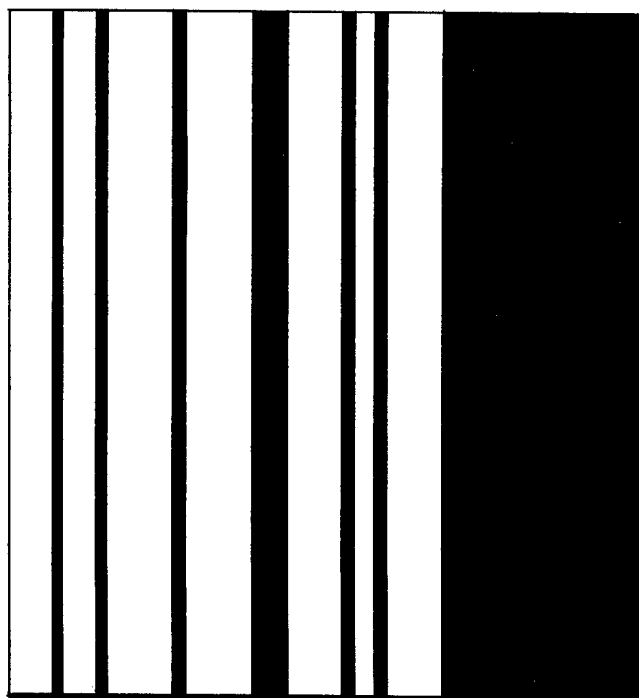


FIG. 4



8006438

χ $\longrightarrow$