



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET  
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) UTLEGNINGSSKRIFT (11) № 159627

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> H 01 L 31/06, 31/18

(21) Patentsøknad nr. 810570  
(22) Inngivelsesdag 19.02.81  
(24) Løpedag 19.02.81  
(62) Avdeilt/utskilt fra søknad nr.

(86) Internasjonal søknad nr. -  
(86) Internasjonal inngivelsesdag -  
(85) Videreføringsdag -  
(41) Alment tilgjengelig fra 08.09.81  
(44) Utlegningsdag 10.10.88

(71)(73) Søker/Patenthaver GENERAL DYNAMICS CORPORATION,  
7733 Forsyth Blvd.,  
Pierre Laclède Center,  
St. Louis, MO,  
USA.

(72) Oppfinner GARY L. HARNAGEL, La Verne, CA,  
GERRY T. LAGA, Placentia, CA,  
JOSEPH M. HARRISON, San Dimas, CA,  
VICTOR A. TWADDELL, Fairport, NY, USA.

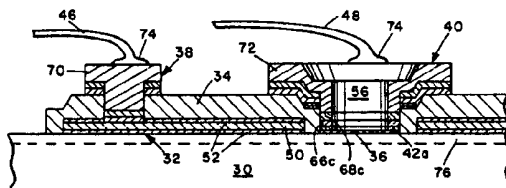
(74) Fullmektig Cand.mag. Johan H. Gørbitz,  
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(30) Prioritet begjært 07.03.80, US, nr. 128325.

(54) Oppfinnelsens benevnelse FOTODETEKTOR MED SCHOTTKY-BARRIERE FOR  
DETEKTERING AV ULTRAFIOLETT STRÅLING.

(57) Sammendrag

Platina-kadmiumsulfid-basert fotoelektrisk detektor med Schottky-sperre som kan føle stråling i det kortbølgede synlige og det nære ultraviolette område med ytterst liten reaksjon på bølgelengder som er lengre enn 5200 Å. Detektoren tilvirkes med både ohmsk kontakt og sperrekontakt på den samme side av kadmiumsulfidsubstratet, hvorved trådtilkoblingen ved hurtigforbindelsesteknikk lettes. En titan-gull-titan-skjermstruktur for infrarød stråling er avsatt direkte på substratet og benyttes til å skaffe forbindelse mellom den ohmske kontakt og substratet. Et isolerende lag av silisiumdioksyd dekker skjermstrukturen. Et tynt lag av platina er avsatt direkte på substratet i et lite, sentralt, optisk aktivt område som er omgitt av den isolerte skjerm-struktur. Et grenseskikt av metall dekker periferien av platinalaget og hindrer sperrekontaktmetalliseringen i å påvirke egenskapene til Schottky-sperren. Både den ohmske kontakt og sperrekontakten kan bestå av et titanadhesjonslag og et lag av gull. De deler av disse kontakter som består av gull, berører skjermstrukturen og grenseskiktet gjennom separate vinduer etset i det isolerende silisiumdioksyd-lag.



(56) Anførte publikasjoner BRD (DE) utl. skrift nr. 1223472,  
USA (US) patent nr. 4000502.

Den foreliggende oppfinnelse angår strålingsdetektorer av faststoff-type og fremgangsmåter til fremstilling av samme. Mer spesielt angår oppfinnelsen en forbedret platina-kadmium-sulfidbasert fotoelektrisk detektor med Schottky-barriere og fremgangsmåte til fremstilling derav.

Ved høy-teknologiske optiske systemer, så som de optiske ledesystemer for strålingsøkende missiler (rakter), foreligger det er behov for en faststoff-strålingsdetektor med høy kvanteeffektivitet og kort-tid-respons. Ved disse systemer må en detektor ha en høy respons for stråling i det nære ultrafiolette (UV) området, men må være hovedsakelig ufølsom for stråling i det synlige spektrum.

Silisiumfotodioder er blitt foreslått for disse anvendelser. Slike fotodioder er imidlertid følsomme for stråling i det synlige spektrum opptil ca. 8000 ångstrøm (Å), og det må derfor anvendes i forbindelse med optisk filtrering, slik at den synlige stråling fjernes. Videre har disse detektor-filterkombinasjoner en relativt lav kvanteeffektivitet, eksempelvis 30% eller mindre.

Kadmiumsulfid-baserte faststoffstrålingsdetektorer er blitt anvendt; kadmiumsulfid-detektorers kjente egenskaper indikerer imidlertid at de først og fremst er egnet i det synlige område, og at de er relativt ufølsomme for ultrafiolett stråling. Det er ønskelig å tilveiebringe en faststofftilstands-strålingsdetektor som er følsom for stråling i det nære ultrafiolette og det kortbølgede synlige område og transparent for infrarød stråling. Dette er spesielt tilfelle hvis en slik detektor kan fremstilles med en høy kvanteeffektivitet og et optisk aktivt område med relativt lite areal, slik at den kan anvendes i forbindelse med optisk utstyr med høy oppløsningsevne. Gode transmisjonsegenskaper i det infrarøde (IR) område gjør detektoren anvendbar i forbindelse med en IR-sensor for fremstilling av en koaksial transduser som er egnet til bruk i forbindelse med optisk utstyr med høy oppløsningsevne uten filtrering.

I den senere tid er kadmiumsulfid-baserte Schottky-barriere-dioder blitt foreslått som strålingsdetektorer. En Schottky-barriere-diode er, generelt sagt, en sjiktdiode i hvilken forbindelsen dannes mellom et halvledermateriale og en

159627

2

metallkontakt, istedenfor mellom ulike halvledermaterialer eller ladningsbærertyper, som i tilfellet av en vanlig PN-diode. Fra søkerens eget US-patent 4.000.502 er kjent en platina-kadmium-sulfid-basert fotoelektrisk detektor med Schottky-barriere, hvor detektoren er fremstilt med den ohmske kontakt og barrierekontakten på motsatte sider av kadmiumsulfidsubstratet. Denne kjente detektor oppviser høy kvanteeffektivitet i det ultrafiolette spektrum, og har gode IR-transmisjonsegenskaper. Den ohmske kontakt på "baksiden" gir imidlertid produksjonstekniske problemer.

I og for seg er også trekket med ohmsk kontakt på samme side som den sperrende kontakten kjent fra før når det gjelder halvleder-fotodetektorer, se tysk utlegningsskrift 1.223.472. Dette er imidlertid bare en helt enkel fotomotstands-detektor hvor en fotomotstand er stilt i serie med en sperrekontakt, dvs. et annet deteksjonsprinsipp (fotomotstandens bulk-resistans endres av innfallende lys, mens i tilfellet med en Schottky-barriere bevirker det innfallende lyset endring i potensialforholdene i selve grenselaget tett inntil sperrekontakten). Således er selve sperrekontakten i DE 1.223.472 tildekket av ugjennomsiktig lakk for å forhindre belysning. I en Schottky-type fotodetektor er det derimot essensielt med belysning av selve sperrekontakt-området.

Den forbedrede detektor ifølge oppfinnelsen er bedre egnet for produksjonsfabrikasjon og kvantitet-sammensetningsteknikk enn tidligere kjente Schottky-detektorer. Istedenfor å ha ohmske og barriere-kontakt-forbindelser på motsatte sider av innretningen fremstilles den nye detektor med begge kontakter på forsiden. Organiske isolasjonslag fremstilt av fotoresist er erstattet med et hardt, uorganisk isolasjonslag. Videre er kobber- og indium-metalliseringene erstattet med gull-, titan-, nikkelkrom- og andre metalliseringer. Disse forbedringer letter trådtilknytningen ved hurtigbindingsteknikk som er mer pålitelig og som reduserer den tid og det arbeide som er nødvendig for dannelse av elektriske kontakter på innretningen. Videre forbedres innretningens helhetspålitelighet. Fabrikasjonsprosessen resulterer i et kompensert lag ved overflaten av

kadmiumsulfid-substratet som beskytter innretningen når den pålegges for høy spenning.

Den foreliggende oppfinnelse angår en fotodetektor med Schottky-barriere for detektering av ultrafiolett stråling, hvilken detektor er transparent for IR-stråling (infrarød stråling), omfattende et kadmiumsulfidsubstrat med en øvre overflate vendende mot den innfallende stråling; en IR-avskjerming som a) er anbragt over nevnte øvre overflate, b) innbefatter et lag av metall som er i det vesentlige opakt for IR-stråling og c) har et første sentralt vindu gjennom seg; et isolerende lag som dekker IR-avskjermingen og har et andre sentralt vindu, hvor det nevnte andre sentrale vindu er sammenfallende med og noe mindre enn det første sentrale vindu; et Schottky-barriere-metalliseringsslag som er plassert innenfor det nevnte andre sentrale vindu og som fullstendig dekker den del av substratet som er beliggende deri, hvilket Schottky-barriere-metalliseringsslag er tilstrekkelig tynt til at det er hovedsakelig transparent for ultrafiolett og IR-stråling; en barriere-kontakt innrettet for å gi kontakt med Schottky-barriere-metalliseringen inne i nevnte andre sentrale vindu, idet en hoveddel av Schottky-barriere-metalliseringen er blottlagt; samt en ohmsk kontakt til kadmiumsulfid-substratet, og detektoren kjennetegnes ved at IR-avskjermingen er anbragt direkte på kadmiumsulfid-substratets øvre overflate, ved at det isolerende lag har et sidevindu, og ved at den ohmske kontakt er anbragt på substratets øvre overflate, rager gjennom sidevinduet og står i kontakt med substratet gjennom nevnte IR-avskjerming.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer også en fremgangsmåte til fremstilling av en fotodetektor med Schottky-barriere, hvor en skive snittes fra en enkrystallinsk kadmiumsulfid-stav, hvilken skive har øvre og nedre, hovedsakelig parallelle og plane overflater som er loddrett på den heksagonale kadmiumsulfid-krystallens C-akse; hvor den øvre overflate av skiven finslipes, poleres og etses for fremstilling av et substrat som har en glatt øvre overflate og en nedre overflate; hvor en IR-avskjerming avsettes og avtegnes over den øvre overflate av substratet, hvilken IR-avskjerming innbefatter et

lag av metall som er hovedsakelig opakt for IR-stråling, idet IR-avskjermingen gis et første sentralt vindu ; hvor et isolerende lag avsettes og avtegnes over IR-avskjermingen, idet det isolerende lag gis et andre sentralt vindu, hvor det nevnte andre sentrale vindu fremstilles sammenfallende med og noe mindre enn det første sentrale vindu; hvor et Schottky-barriere-metalliseringslag avsettes og avtegnes innenfor det nevnte andre sentrale vindu slik at det fullstendig dekker den del av substratet som er beliggende deri, hvilket Schottky-barriere-metalliseringslag avsettes tilstrekkelig tynt til at det er hovedsakelig transparent for ultrafiolett og IR-stråling; hvor en barriere-kontakt avsettes for å gi kontakt med Schottky-barriere-metalliseringen inne i nevnte andre sentrale vindu, idet en hoveddel av Schottky-barriere-metalliseringen etterlates blottlagt; og hvor en ohmsk kontakt avsettes for å gi kontakt til kadmiumsulfid-substratet, og fremgangsmåten kjennetegnes ved at IR-avskjermingen anbringes direkte på kadmiumsulfid-substratets øvre overflate, at det isolerende lag forsynes med et sidevindu, samt at den ohmske kontakt avsettes på substratets øvre overflate slik at den rager gjennom sidevinduet og danner kontakt med substratet gjennom nevnte IR-avskjerming.

I henhold til en utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse blir en infrarød-skjerm-struktur først dannet på toppoverflaten av et polert, ubeskadiget kadmiumsulfid-substrat. Den består fortrinnsvis av et lag av gull (ca. 1500 Å tykt) som er opakt for infrarød stråling, laglagt mellom to tynne lag av titan (ca. 300 Å tykt). Titanlagene tjener som bindemidler. Infrarød-skjerm-strukturen er tilrettelagt i et generelt kvad-

ratisk mønster hvor en liten sentral del av substratet etterlates eksponert, som danner det optisk aktive området. Med relativt tykt lag av silisiumdioksyd (fortrinnsvis ca. 5000 Å tykt) dekker infrarød-skjerm-strukturen for å hindre kortslutning av de påfølgende lag som avsettes på denne. To vinduer er etset i det isolerende silisiumdioksydlag, hvorav det ene faller sammen med det sentrale, optisk aktive området av substratet, og det andre til sides for dette området, som senere mottar den ohmske kontakt.

Schottky-barriere-metalliseringen er fortrinnsvis et meget tynt lag av platina avsatt direkte på substratet og som fullstendig fyller det sentrale vindu i silisiumdioksydlaget. Et grenselag, som fortrinnsvis er av et metall så som wolfram, nikkelkrom-legering eller gull, dekker periferien av platina-laget og hindrer barriere-kontakt-metalliseringen i å påvirke Schottky-barrierens egenskaper.

Barriere-kontakt-metalliseringen består fortrinnsvis av et titan-adhesjonslag og et lag av gull. Tykkelsen av gull-laget økes til ca. 30 000 Å ved elektroplettering. Den ohmske kontakt dannes samtidig som barrierekontakten. Det nevnte andre vindu, som etses i silisiumdioksydlaget samtidig som det sentrale vindu, tillater metalliseringen av den ohmske kontakt og berører infrarød-skjerm-strukturen. Denne skjermstruktur får i sin tur ohmsk kontakt med kadmiumsulfid-substratet ved hjelp av det nedre titan-adhesjonslag. Ledningstråder av gull forbindes med toppoverflatene av gull-delene av den ohmske kontakt og barrierekontakten ved termo-kompresjon eller termosonisk binding.

Fig. 1-9 er en rekke vertikalsnitt som illustrerer de forskjellige trinn ved oppbygningen av en UV-detektor i henhold til en første utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 10A er et vertikalsnitt av den ferdige UV-detektor konstruert som vist på fig. 1-9, og fig. 10B viser samme detektor sett ovenfra. Disse figurer illustrerer også den måte på hvilken ledningstrådene av gull forbindes med barrierekontakten og den ohmske kontakt.

Fig. 11 er et vertikalsnitt av en UV/IR-detektor med lagvis oppbygning i henhold til en annen utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 12-19 viser en rekke vertikalsnitt som sammen med fig. 1 og 2 viser de forskjellige trinn ved oppbygningen av en UV-detektor i henhold til en tredje utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 20 er et vertikalsnitt av den ferdige UV-detektor oppbygget i overensstemmelse med fig. 1, 2 og 12-19. Disse figurer viser ledningstrådene av gull forbundet med den ohmske kontakt og barrierkontakten.

En første utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse er vist i forskjellige konstruksjonsstadier på fig. 1-9, 10A og 10B. Den helhetlige konfigurasjon av detektoren vil best sees av fig. 10B. Denne viser et flatt, kvadratisk kadmiumsulfid-substrat 30 med en liten, kvadratformet infrarød-skjerm-struktur 32 som er avsatt direkte på substratet og som har en ytre omkrets indikert med fantomlinjer. Et isolerende lag 34 av silisiumdioksyd dekker IR-skjerm-strukturen. Et tynt Schottky-barriere-metall-lag 36 er avsatt direkte på kadmiumsulfid-substratet i et sentralt, optisk aktivt område omgitt av den isolerte IR-skjerm-struktur. En ohmsk kontakt 38 og en barrierekontakt 40 berører henholdsvis IR-skjerm-strukturen og en grenselagsring 42a (fig. 10A) som dekker periferien av laget 36, gjennom separate vinduer i det isolerende silisiumdioksydlag. Som vist på fig. 10A og 10B, har barrierkontakten 40 en hovedsakelig sylindrisk konfigurasjon. Den strekker seg innenfor det sentrale vindu i det isolerende lag og etterlater største delen Schottky-laget 36 eksponert. Et par krager 44 rager ut fra motsatte sider av ringen. Gull-ledningstråder 46 og 48 er forbundet med henholdsvis den ohmske kontakt 38 og barrierkontakten 40, idet ledningstråd 48 er forbundet med den ene av kragene 44 og barrierkontakten.

Det må erindres at den detektor som er illustrert på fig. 10A og 10B, er en mikroelektronisk innretning. Eksempelvis kan det isolerende lag 34 ha en sidekant på 0,97 mm, og den udekkede del av Schottky-barriere-metall-laget 36 kan ha en diameter på 0,1 mm. På tegningsfigurene er de relative dimensjoner av de forskjellige lag forandret med sikte på å lette forståelsen av den struktur eller oppbygning som er vist på angjeldende tegningsfigur. På fig. 2-9 og 12-19 er enn videre vertikalsnitt av de forskjellige lag ikke vist i det sentrale vindu av hensyn

til klarheten.

Under henvisning til fig. 1-9 og 10A skal nå den monolittiske arkitektur av den første utførelsesform og fremgangsmåten med hvilken denne dannes, beskrives i detalj. Det vil forstås at flere detektorer fremstilles samtidig på en enkelt halvleder-skive i en hensiktsmessig rekkeoppstilling, så som en 5 x 5 matrise. En skive med passende tykkelse, eksempelvis 1 mm, snittes fra en enkelt-krystallinsk kadmiumsulfid-barre, eksempelvis som tilgjengelig fra Eagle-Picher eller Cleveland Crystals Company. Dette materiale betegnes som et N-type-materiale med en motstand på 1-20 ohm-cm, en barrierekonsentrasjon på  $10^{15}$  -  $10^{16}$   $\text{cm}^{-3}$ , og en ladningsbærer mobilitet på minst  $200 \text{ cm}^2 \text{ v}^{-1} \text{ sec}^{-1}$ . Den foretrukne orientering for snitting av skiven er slik at c-aksen i den heksagonale krystall er loddrett på overflaten av skiven, som vist på fig. 1. Skiven danner detektorens kadmiumsulfid-substrat 30. Heretter vil henvisningstallet 30 bli benyttet både for skiven og substratet. Skiven etses i en saltsyreoppløsning for identifisering av den positive og den negative orienteringsside av skiven, dvs. henholdsvis den svovelrike og den kadmiumrike side (se fig. 1).

Skiven 30 monteres i et fastspenningsapparat og finpusses flat til en hensiktsmessig tykkelse, f.eks. fra ca. 0,51 mm til ca. 0,76 mm. Tykkelsen av kadmiumsulfid-substratet 30, dvs. tykkelsen av skiven, kan varieres i betydelig grad utover dette området uten at detektorens fotoelektriske egenskaper påvirkes. For utførelse av finpussingen kan skiven monteres på en dertil egnet holder og plasseres på en konvensjonell, roterende poleringsplate av stål. En poleringsoppslemming, f.eks. av  $5 \mu\text{m}$  aluminiumoksyd-pulver i MICRO OIL No. 1, kan anvendes hvert 30. sekund. Skiven kan finslipas på begge sider for oppnåelse av parallelle overflater, og slipingens fortsettes inntil den ønskede tykkelse er oppnådd.

Etter finslipingsoperasjonen poleres skiven under anvendelse av en poleringsduk av filttypen på et roterende hjul. Innledende polering utføres med et poleringsmiddel inneholdende  $1 \mu\text{m}$  diamantstøv, fulgt av en avsluttende polering med  $0,25 \mu\text{m}$  poleringsmiddel. Det fastspenningsapparat som anvendes ved poleringen, blir fortrinnsvis renses mellom poleringsoperasjonene, slik at forurensning med det tidligere anvendte slipemiddel

unngås. Det vil forstås at de forskjellige lag av detektoren bare avsettes på dennes øvre overflate. Finslipings- og poleringsoperasjonene behøver derfor ikke utføres på den nedre overflate.

Den endelige behandling av skiven innbefatter anvendelse av en etsepolering som fjerner ikke-enkelt-krystall-kadmiumsulfid fra den øvre overflate av skiven og gir denne overflate en glatt, speillignende finish, som er hovedsakelig uten skader. Et hjul med sidevegger anvendes for bibeholdelse av en etsepoleringsoppløsning hvis aktive ingrediens er salpetersyre eller saltsyre. Etter etsepoleringen blir skiven skyllet, rensset og tørket.

Etter at skiven 30 er fremstilt, monteres den på en bærer, som typisk er en glassplate med dimensjonene 2,54 cm x 2,54 cm x 0,08 cm, hvorved håndteringen lettes. Glassplaten med skiven plasseres i et konvensjonelt vakuumavsetningsapparat. Heretter vil diskusjonen dreie seg om dannelsen av en enkelt detektor på kadmiumsulfid-skiven, idet det vil forstås at flere slike detektorer dannes samtidig på forskjellige steder med innbyrdes avstand på skiven.

I vakuumavsetningsapparatet avsettes forskjellige lag av materiale på kadmiumsulfid-substratet 30 for fremstilling av infrarød-skjerm-strukturen 32 (fig. 2). Avsetningstemperaturene kan være fra ca. 20°C opptil ca. 275°C avhengig av den metalltype som skal avsettes. Infrarød-skjerm-strukturen dannes på den øvre overflate av kadmiumsulfid-substratet som velges slik at den er den kadmiumrike side av skiven. Skjermstrukturen består fortrinnsvis av et lag 50 av gull som er opakt for infrarød stråling, laglagt mellom to tynne lag 52 av et adhesjonsmetall. Laget av gull kan være fra ca. 500 Å til ca. 10 000 Å tykt. Når laget 50 er av gull, er det fortrinnsvis ca. 1500 Å tykt. Adhesjonsmetallet er fortrinnsvis titan, men det kan også være aluminium, magnesium, sirkonium, hafnium eller legeringer av forskjellige kombinasjoner derav. Laget av gull blir fortrinnsvis plassert mellom to relativt tynne lag av titan, idet hvert av titanlagene kan ha en tykkelse mellom ca. 50 Å og ca. 5000 Å, fortrinnsvis 300 Å.

Konvensjonelle fotolitografiske metoder anvendes, slik at de tre lag av metall som utgjør infrarød-skjerm-strukturen, har

en identisk kvadratisk form og et sentralt, rundt vindu 54 (fig. 2), som er det optisk aktive område gjennom hvilket den infrarøde stråling kan passere.

Etter fremstillingen av skjermstrukturen plasseres skiven i et spruteapparat, og et lag av silisiumdioksyd avsettes for dannelsen av det isolerende lag 34 (fig. 3). Et egnet spruteapparat fremstilles av Balzer's High Vacuum Company. Det isolerende silisiumdioksydlag dekker infrarød-skjermstrukturen og kan ha en tykkelse mellom ca. 500 Å og ca. 20 000 Å, og fortrinnsvis har det en tykkelse på ca. 5000 Å.

Konvensjonelle fotolitografiske metoder anvendes for oppnåelse av det ønskede isolasjonslag-mønster. Det isolerende lag 34 (fig. 10B) er i alminnelighet kvadratisk og har et første og et andre gjennomgående vindu. Det første vindu 56 (fig. 3) har en beliggenhet og total form tilsvarende det første vindu 54 (fig. 2) dannet i infrarød-skjermstrukturen 32 med unntakelse av at vindu 56 er litt mindre. Det nevnte andre sentrale vindu 56 er med andre ord sammenfallende med og litt mindre enn det første sentrale vindu 54. Begge har en rund konfigurasjon. Det vil sees at det isolerende lag 34 på fig. 2 og 3 overlapper de indre kanter av infrarød-skjermstrukturen som begrenser vinduet 54 og berører kadmiumsulfid-substratet 30. Det nevnte andre vindu 58 (fig. 3) dannet i det isolerende lag 34 er skilt fra det første vindu og mottar den ohmske kontakt 38 (fig. 10B), som beskrevet nedenfor. Etsingen av det isolerende lag 34 for dannelsen av vinduet 58 resulterer i at en liten del av det øvre av lagene 52 skjermes.

Spruting forårsaker skade på den øvre overflate av kadmiumsulfid-substratet, hvilket kan påvirke detektorens ytelse på ugunstig måte. Denne skade elimineres ved glødning av skiven ved en hensiktsmessig temperatur i et på forhånd bestemt tidsrom, eksempelvis 15 minutter ved en temperatur på ca. 275°C.

Etter glødning blir et tynt lag av fotoresist anvendt som en avløftningsmaske 60 (fig. 4) for Schottky-barriere-metalliseringen. Denne avløftningsmaske dekker skiver bortsett fra det sentrale vindu 56 og den indre skulder 62 av det isolerende lag 34. For dannelsen av avløftningsmasken kan et fotoresistlag avsettes over hele overflaten av skiven. Dette lag blir så maskert i de områder hvor fotoresisten skal bibeholdes, og den

sentrale del eksponeres for ultraviolett lys. Det eksponerte fotoresist-materiale blir deretter fremkalt og fjernet ved kjemisk oppløsning, hvilket etterlater det sentrale vindu 56 og skulderen 62 eksponert.

Etter dannelsen av avløftningsmasken plasseres skiven i et konvensjonelt vakuumparat, hvor to metalliseringslag avsettes over hele overflaten av skiven (ikke vist) ved elektronstrålefordampning. Fotoresist-avløftningsmasken 60 blir så oppløst ved sprøyting av en stråle av aceton på skivens overflate. Her ved fjernes også de to metalliseringslag unntatt i det sentrale vindu i fotoresist-avløftningsmasken, som vist på fig. 5. På denne figur er det nedre av de to metalliseringslag, hvorav en del ligger direkte på substratet 30, Schottky-barriere-metalliseringslaget 36. Det øvre av disse to lag er grenselaget 42. Det er viktig at hele det eksponerte område av substratet i vinduet 56 (fig. 4) dekkes av laget 36. Avløftningsmasken anordnes derfor slik at både vinduet 56 og skulderen 62 ikke dekkes. Dette resulterer i dannelsen av et par ringformede lag 36' og 42' (fig. 5) på skulderen 62. Som forklart nedenfor, blir den sentrale del av grenselaget 42 etsset bort, og periferien av dette (42a i fig. 9) blir tilbake for å hindre barrierekontakt-metalliseringen i å påvirke egenskapene av den dannede Schottky-barriere ved forbindelsen mellom metall-laget 36 og kadmiumsulfid-substratet 30.

Schottky-barriere-metallaget 36 kan fremstilles av platina, gull, iridium eller legeringer av forskjellige kombinasjoner derav. Laget 36 er fortrinnsvis av platina. Laget 36 må være tilstrekkelig tynt til å være hovedsakelig transparent for både UV- og IR-stråling.

Eksempelvis nevnes at når laget 36 er av platina, kan det ha en tykkelse på ca. 5 Å til ca. 50 Å, og fortrinnsvis har det en tykkelse på 15 Å. Dybden av platinametallet reguleres med en nøyaktighet på  $\pm 5$  Å, bestemt ved måling med et Talystemp I profilometer.

Grenselaget 42 kan være av gull, wolfram, nikkel-krom, iridium, rhenium, palladium, rhodium eller legeringer av forskjellige kombinasjoner av disse. Fortrinnsvis er laget 42 av gull og har en tykkelse på ca. 100 Å til ca. 300 Å. Lagene 36 og 42 kan ikke begge være av det samme metall i noe tilfelle.

Deretter blir skiven 30 påny plassert i vakuumapparatet, hvor den oppvarmes til en hensiktsmessig temperatur mellom ca. 20°C og ca. 235°C, avhengig av den metalliseringstype som anvendes for den ohmske kontakt og barrierekontakten. Skiven oppvarmes fortrinnsvis til ca. 175°C. Deretter blir det over hele overflaten av skiven avsatt kontakt-adhesjonslag 66 (fig. 6) med en tykkelse fra ca. 50 Å til ca. 5000 Å, fortrinnsvis ca. 300 Å. Dette kontakt-adhesjonslag fremstilles fortrinnsvis av titan, skjønt nikkel-krom, krom eller wolfram også kan anvendes. Et kontaktmetalliseringslag 68 (fig. 6) avsettes, fortsatt i vakuumapparatet, over det nettopp avsatte kontakt-adhesjonslag. Dette kontaktmetalliseringslaget kan være av gull eller aluminium. Kontaktmetalliseringslaget 68 er fortrinnsvis av gull og har en tykkelse fra ca. 1000 til ca. 2000 Å.

Skiven uttas fra vakuumapparatet og belegges over hele overflaten med et lag av fotoresist (ikke vist). Et egnet omvendt bilde fremstilles av dette fotoresist-lag slik at et par kontaktstykker 70 og 72 (fig. 7) kan elektropletteres på skiven, hvorved den ohmske kontakt 38 og barrierekontakten 40 fullføres.

Kontaktstykket 70 fyller sidevinduet 58 fullstendig, og det har overflater som er festet til et par trappelagsstykker 68a og 68b av kontaktmetalliseringslaget 68. Kontaktstykket 72 har en nedre sylindrisk del plassert innenfor overflatene av det sentrale vindu 36, hvilke er festet til et par trappelagsstykker 68c og 68d av laget 68.

Kontaktstykkene 70 og 72 fremstilles av samme type metall som kontaktmetalliseringslaget 68. Fortrinnsvis fremstilles de av gull, som bygges opp ved elektroplettering inntil den samlede tykkelse av kontaktstykket 70 og laget 68a eller av kontaktstykket 72 og laget 68c er ca. 50 000 Å.

Etter den ovenfor nevnte elektroplettering fjernes fotoresisten, og de deler av kontaktmetalliseringslaget 66 som ikke befinner seg under kontaktstykkene 70 og 72, etses bort, som vist på fig. 8. Deretter blir de deler av kontakt-adhesjonslaget 66 som ikke ligger under kontaktstykkene 70 og 72, etset bort, som vist på fig. 9. Dette etterlater den ohmske kontakt 38 og barrierekontakten 40 isolert fra hverandre. Av fig. 8 og 9 i kombinasjon vil det således sees at den ferdige ohmske kon-

takt 38 består av lagene 66a, 66b, 68a og 68b og kontaktstykket 70. Likeledes vil det sees at den ferdige barrierkontakt 40 består av lagene 66c, 66d, 68c og 68d og kontaktstykket 72. Den del av grenselaget 42 (fig. 8) som ikke ligger under kontaktstykket 72, etses bort, slik at Schottky-barriere-metalllaget 36 eksponeres, som vist på fig. 9. Den gjenværende grenselag-ring 42a (fig. 9) av grenselaget dekker periferien av Schottky-laget 36. Den hindrer kontakt-adhesjonslaget 66c, som fortrinnsvis er av titan, i å påvirke egenskapene av Schottky-barrieren som er dannet mellom laget 36 og kadmiumsulfid-substratet 30. Grenselag-ringen 42a er ikke absolutt nødvendig og kan elimineres når kontakt-adhesjonslaget 66 er fremstilt av et metall som ikke vil danne en kontakt av ohmsk type mellom laget 66c og Schottky-barriere-metalllaget 36.

Deretter monteres skiven i et for finsliping egnet holdeapparat slik at den ubehandlede nedre overflate av skiven vender opp. Det er nødvendig å hindre skade på de forskjellige lag av materiale som er blitt avsatt på den øvre overflate av skiven. Man påfører derfor voks på holdeapparatet for å hindre at dektoren kommer i berøring med metalledene av slipeapparatet. Den nedre side av skiven finslipes til en hensiktsmessig tykkelse, så som 0,15 mm, og den nedre overflate poleres som beskrevet ovenfor i forbindelse med finslipingen og poleringen av den øvre overflate. Det vil forstås at finslipingen og poleringen av den nedre overflate bare er nødvendig når lag skal avsettes på samme, eksempelvis ved fremstillingen av ohmske kontakter på de nedre overflater av kadmiumsulfid-substratet, eller når innretningen skal anvendes i en detektor av den laglagte type.

Enn videre er den endelige tykkelse av substratet ikke kritisk eller avgjørende. Dets endelige tykkelse er begrenset bare for så vidt som det er ønskelig å ha den ferdige detektor i form av et relativt flatt stykke.

Etter at de nedre overflater av skiven er finslipt og polert, demonteres skiven fra holdeinnretningen, renses og tørkes. Hensiktsmessige rense- og tørke-trinn er beskrevet i U.S. Patent No. 4 000 502. Detektoren kontrolleres med henblikk på nålestikkhull i infrarød-skjerm-strukturen 32. Slike nålestikkhull er uønsket, da de tillater fremmed-stråling å passere gjen-

nom kadmiumsulfid-substratet andre steder enn gjennom det sentrale vindu 56. Dette vil forstyrre den riktige operasjon av en infrarød sensor plassert under kadmiumsulfid-substratet når detektoren anvendes i en laglagt UV/IR-konfigurasjon.

Skiven monteres på en pidestall og skjæres opp til individuelle detektorer ved hjelp av en egnet sag og slipemiddelopp-slemming. En egnet sag leveres av South Bay Technology. Den omfatter et blad med en diameter på ca. 0,13 mm. Slipemiddelopp-slemmingen kan bestå av 5 um aluminiumoksyd-pulver i glycerol og vann.

Ledningstrådene 46 og 48 av gull (fig. 10A) forbindes med henholdsvis den ohmske kontakt 36 og barriererekontakten 40 ved termo-compresjon eller termosonisk binding. Apparater er kommersielt tilgjengelige for forbindelse av trådene på denne måte med høy hastighet, og denne hurtig-binding lettes ved at både den ohmske kontakt og barriererekontakten er på samme side av substratet. Man behøver ikke påføre noen ledende epoxyharpiks for å feste trådene til de respektive kontakter. Termo-kompresjons-bindingsmetoden resulterer i dannelselse av sopp-lignende fliker 74 ved endene av trådene, som bindes godt til gullkontakt-stykkene 70 og 72, forutsatt at gull er blitt anvendt som kontaktmetalliseringen. På fig. 10A er det vist tverrsnitt av lagene 42a, 66c og 68c som omgir det sentrale vindu 56.

Den ovenfor beskrevne fremgangsmåte ved hvilken de forskjellige lag av detektoren bygges opp, resulterer i dannelselse av et kompensert lag 76 (fig. 10A) ved den øvre overflate av substratet 30. Dets nedre plane grense er antydnet ved fantomlinjen på fig. 10A. Dette kompenserte lag danner et lavine-område som beskytter detektoren når for høy spenning pålegges på denne. Dette kan inntreffe når statisk elektrisitet utlades fra en person inn i innretningen gjennom tilknyttede kontakter så som månesonder, ledningsender etc. En ubeskyttet detektor kan utvikle en potensialdifferanse på flere hundre volt gjennom det isolerende lag 34. Et sådant spenningspotensial kan bevirke di-elektrisk gjennomslag i det isolerende lag, hvilket kan medføre permanent skade på detektoren. Det kompenserte lag 76 gjør det mulig for det elektriske felt i kadmiumsulfid-substratet å bygges opp hurtigere enn det gjør i det isolerende lag. Når

det elektriske felt i kadmiumsulfid-substratet overstiger et visst terskelnivå, dannes det en lederbane i halvledersubstratet p.g.a. en lavineeffekt. Når potensialspenningen utlades, opphører den elektriske strøm, og detektoren får ingen permanent skade.

Fig. 11 viser en annen utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse i form av en laglagt UV/IR-detektor. Den øvre del av denne detektor er den første utførelsesform av UV-detektoren på fig. 10A og 10B som nettopp er beskrevet. Den nedre del av denne UV/IR-detektor er en IR-sensor 78 i form av en egnet fotoelektrisk P-N-sjikt diode. I en sådan diode anvendes indium-antimonid-halvledermaterialer. IR-sensoren 78 er fortrinnsvis anordnet meget nær den nedre overflate av UV-detektoren. P- og N-halvledermaterialene som danner IR-sensoren, er med andre ord ikke direkte bundet til den nedre overflate av kadmiumsulfid-substratet i UV-detektoren. Infrarød-skjerm-strukturen 32 i UV-detektoren rager fortrinnsvis utenfor sidekantene av IR-sensoren 78, slik at denne sensor mottar IR-stråling bare gjennom det sentrale vindu 56 i UV-detektoren.

Silisiumdioksyd har vært kjent for å oppvise dårlig bindingsegenskaper i forbindelse med noen kadmiumsulfidoverflater. Ved den tredje utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse representert ved fig. 12-20 elimineres dette problem, slik at det isolerende lags pålitelighet sikres. På fig. 1-21 er tilsvarende deler gitt samme henvisningstall med mindre annet er sagt. De første trinn i fremgangsmåten for fremstilling av den tredje utførelsesform er de samme som beskrevet i forbindelse med fig. 1 og 2. Etter at infrarød-skjerm-strukturen 32 er dannet, plasseres skiven i et spruteapparat, hvor den forvarmes, og et første relativt tynt lag 80 av silisiumdioksyd (fig. 12), med en tykkelse på ca. 1000 Å, avsettes slik at det dekker hele overflaten av skiven. Dette lag blir så behandlet ved hjelp av fotolitografisk teknikk for fremstilling av det første vindu 58, som ovenfor er beskrevet i forbindelse med den første utførelsesform. Skader på kadmiumsulfid-substratet som resultat av spruteprosessen fjernes ved glødning av skiven i ca. 15 minutter ved en temperatur på ca. 275°C.

Etter glødningen blir Schottky-barriere-metallaget 36 og grensemetalliseringslaget 42 avsatt og tilrettelagt som vist på

fig. 13 og 14, under anvendelse av lignende prosesstrinn som beskrevet i forbindelse med fig. 4 og 5.

Deretter plasseres skiven på ny i spruteapparatet, og et andre, relativt tykt lag 82 av silisiumdioksyd (fig. 15), med en tykkelse på ca. 4000 Å, avsettes på det første lag av silisiumdioksyd 80. Fotolitografisk teknikk anvendes også her for fremstilling av det andre isolerende lag 82, hvorved det første vindu 56 og det andre vindu 58 tilveiebringes. Denne gang blir imidlertid det andre lag av silisiumdioksyd tilrettelagt for oppnåelse av et litt mindre vindu 56' som aktivt område enn det som ble etset i det første lag av silisiumdioksyd 80. Et enkelt etsetrinn fjerner deler av både de isolerende lag 80 og 82 og av det øvre av lagene 52 for fremstilling av vinduet 58.

Kontakt-adhesjonslaget 66 og kontaktmetalliseringslaget 68 avsettes på skiven (fig. 16) på lignende måte som ovenfor beskrevet i forbindelse med fig. 6 i den første utførelsesform. Kontaktstykkene 70 og 72 bygges opp ved elektroplettering som vist på fig. 17. Og på lignende måte som ved den første utførelsesform blir de deler av lagene 66 og 68 som ikke ligger under kontaktstykkene 70 og 72 suksessivt etset bort som vist på fig. 18 og 19. Herved isoleres den ohmske kontakt 38 fra barriererekontakten 40. Og som vist på fig. 19 blir den eksponerte del av grenselaget 42 etset bort i det sentrale vindu 56, slik at grenselag-ringen 42a blir tilbake.

Som vist på fig. 20, er gull-ledningene 46 og 48 forbundet med henholdsvis den ohmske kontakt 38 og barriererekontakten 40 ved termo-kompresjon eller termosonisk binding, som i den første utførelsesform. Behandlingen av den nedre overflate av skiven, sagingen av skiven til individuelle detektorenheter og avsluttende testing av hver individuell detektor kan så utføres som oppsummert i forbindelse med den første utførelsesform.

I det foregående er foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen beskrevet, men det vil være klart for fagfolk på området at oppfinnelsen kan modifiseres både når det gjelder arrangement og detalj.

159627

16

P A T E N T K R A V:

1. Fotodetektor med Schottky-barriere for detektering av ultrafiolett stråling, hvilken detektor er transparent for IR-stråling (infrarød stråling), omfattende et kadmiumsulfid-substrat (30) med en øvre overflate vendende mot den innfallende stråling; en IR-avskjerming (32) som a) er anbragt over nevnte øvre overflate, b) innbefatter et lag av metall som er i det vesentlige opakt for IR-stråling og c) har et første sentralt vindu (54) gjennom seg; et isolerende lag (34) som dekker IR-avskjermingen (32) og har et andre sentralt vindu (56), hvor det nevnte andre sentrale vindu (56) er sammenfallende med og noe mindre enn det første sentrale vindu (54); et Schottky-barriere-metalliseringslag (36) som er plassert innenfor det nevnte andre sentrale vindu (56) og som fullstendig dekker den del av substratet (30) som er beliggende deri, hvilket Schottky-barriere-metalliseringslag (36) er tilstrekkelig tynt til at det er hovedsakelig transparent for ultrafiolett og IR-stråling; en barriere-kontakt (40) innrettet for å gi kontakt med Schottky-barriere-metalliseringen (36) inne i nevnte andre sentrale vindu (56), idet en hoveddel av Schottky-barriere-metalliseringen (36) er blottlagt; samt en ohmsk kontakt (38) til kadmiumsulfid-substratet (30),

k a r a k t e r i s e r t v e d at IR-avskjermingen (32) er anbragt direkte på kadmiumsulfid-substratets (30) øvre overflate, ved at det isolerende lag (34) har et sidevindu (58), og ved at den ohmske kontakt (38) er anbragt på substratets (30) øvre overflate, rager gjennom sidevinduet (58) og står i kontakt med substratet (30) gjennom nevnte IR-avskjerming (32).

2. Detektor ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det isolerende lag (34) består av silisiumdioksyd.

3. Detektor ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d et grenselag (42) anordnet mellom barriere-kontakten (40) og Schottky-barriere-metalliseringslaget (36), hvor grenselaget består av et annet materiale enn Schottky-barriere-metalliseringen (36) for å hindre barriere-kontakten (40) i å påvirke egenskapene til Schottky-

barrieren ved grenseovergangen mellom substratet (30) og Schottky-barriere-metalliseringslaget (36).

4. Detektor ifølge krav 1, 2 eller 3, karakterisert ved at IR-avskjermingen (32) omfatter et lag (50) av gull inneklemt mellom to lag (52) av et materiale som er utvalgt fra den gruppe som består av titan, aluminium, magnesium, zirkonium og hafnium.

5. Detektor ifølge et av kravene 1 til 4, karakterisert ved at Schottky-barriere-metalliseringslaget (36) består av gull eller iridium.

6. Detektor ifølge et av kravene 3 til 5, karakterisert ved at grenselaget (42) er laget av et materiale som er utvalgt fra den gruppe som består av gull, wolfram, nikkel-krom, iridium, rhenium, palladium og rhodium.

7. Detektor ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at barriere-kontakten (40) og den ohmske kontakten (38) begge omfatter et nedre kontakt-adhesjonslag (66) laget av et materiale som er utvalgt fra den gruppe som består av titan, wolfram, nikkel-krom og krom, og et øvre kontaktstykke (70, 72) laget av gull eller aluminium.

8. Detektor ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor detektorens barriere-kontakt (40) er forbundet med en ledningstråd (48) av gull,

karakterisert ved at den ohmske kontakt (38) også er forbundet med en ledningstråd (46) av gull, og ved at hver ledningstråd (46, 48) er forbundet med sin kontakt (38, 40) ved termokompresjon.

9. Fremgangsmåte til fremstilling av en fotodetektor med Schottky-barriere, hvor en skive snittes fra en enkrystallinsk kadmiumsulfid-stav, hvilken skive har øvre og nedre, hovedsakelig parallelle og plane overflater som er loddrett på den heksagonale kadmiumsulfid-krystallens C-akse; hvor den øvre overflate av skiven finslipes, poleres og etses for fremstilling av et substrat (30) som har en glatt øvre overflate og en nedre overflate; hvor en IR-avskjerming (32) avsettes og avtegnes over den øvre overflate av substratet, hvilken IR-avskjerming innbefatter et lag av metall som er hovedsakelig opakt for IR-

159627

18

stråling, idet IR-avskjermingen gis et første sentralt vindu (54); hvor et isolerende lag (34) avsettes og avtegnes over IR-avskjermingen (32), idet det isolerende lag (34) gis et andre sentralt vindu (56), hvor det nevnte andre sentrale vindu (56) fremstilles sammenfallende med og noe mindre enn det første sentrale vindu (54); hvor et Schottky-barriere-metalliseringslag (36) avsettes og avtegnes innenfor det nevnte andre sentrale vindu (56) slik at det fullstendig dekker den del av substratet (30) som er beliggende deri, hvilket Schottky-barriere-metalliseringslag (36) avsettes tilstrekkelig tynt til at det er hovedsakelig transparent for ultrafiolett og IR-stråling; hvor et barriere-kontakt (40) avsettes for å gi kontakt med Schottky-barriere-metalliseringen (36) inne i nevnte andre sentrale vindu (56), idet en hoveddel av Schottky-barriere-metalliseringen etterlates blottlagt; og hvor en ohmsk kontakt (38) avsettes for å gi kontakt til kadmiumsulfid-substratet (30), k a r a k t e r i s e r t v e d at IR-avskjermingen (32) anbringes direkte på kadmiumsulfid-substratets (30) øvre overflate, at det isolerende lag (34) forsynes med et sidevindu (58), samt at den ohmske kontakt (38) avsettes på substratets (30) øvre overflate slik at den rager gjennom sidevinduet (58) og danner kontakt med substratet (30) gjennom nevnte IR-avskjerming (32).

10. Fremgangsmåte ifølge krav 9,

k a r a k t e r i s e r t v e d at som isolerende lag (34) avsettes et lag av silisiumdioksyd.

11. Fremgangsmåte ifølge krav 9 eller 10,

k a r a k t e r i s e r t v e d at et grenselag (42) avsettes og avtegnes mellom barriere-kontakten (40) og Schottky-barriere-metalliseringslaget (36) før barriere-kontakten avsettes, hvilket grenselag (42) består av et annet materiale enn Schottky-barriere-metalliseringen for å hindre barriere-kontakten (40) i å påvirke egenskapene til Schottky-barrieren som dannes ved forbindelsen mellom den øvre overflate av substratet (30) og Schottky-barriere-metalliseringslaget (36).

12. Fremgangsmåte ifølge krav 9, 10, eller 11,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det trinn i hvilket IR-avskjermingen (32) avsettes og avtegnes, innbefatter dannelsen

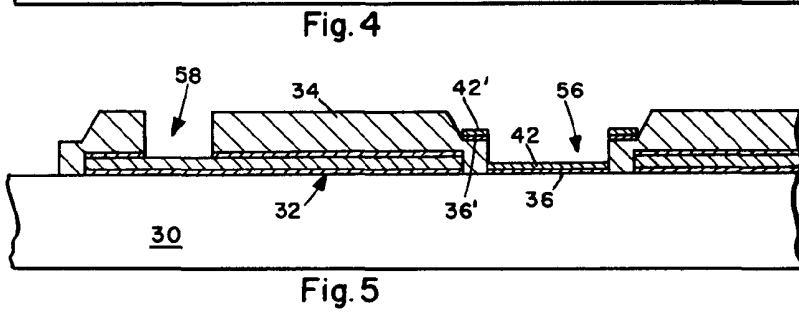
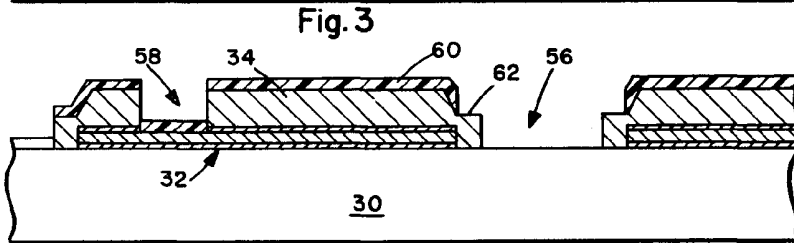
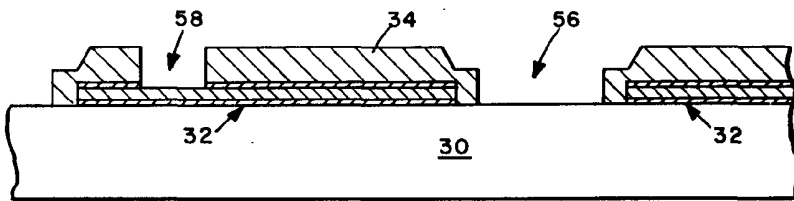
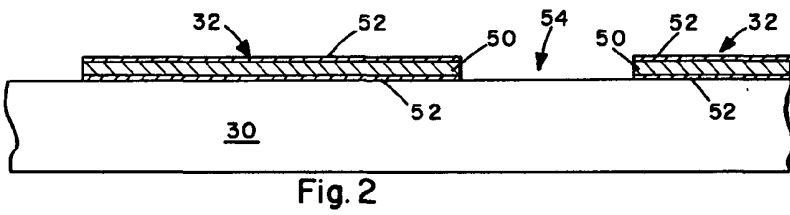
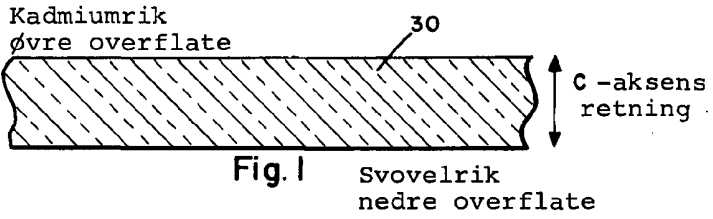
av et lag (50) av gull som inneklems mellom to lag av et materiale som utvelges fra den gruppe som består av titan, aluminium, magnesium, zirkonium og hafnium.

13. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 9 til 12, karakterisert ved at Schottky-barriere-metalliseringslaget (36) tildannes av gull eller iridium.

14. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 11 til 13, karakterisert ved at grenselaget (42) tildannes av et materiale som utvelges fra den gruppe som består av gull, wolfram, nikkel-krom, iridium, rhenium, palladium og rhodium.

15. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 9 til 14, karakterisert ved at barriere-kontakten (40) og den ohmske kontakten (38) begge forsynes med et nedre kontakt-adhesjonslag (66) som lages av et materiale som utvelges fra den gruppe som består av titan, wolfram, nikkel-krom og krom, og begge de nevnte kontakter (38, 40) forsynes også henholdsvis med et øvre kontaktstykke (70, 72) av gull eller aluminium.

16. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 9 til 15, hvor detektorens barriere-kontakt (40) forbindes med en ledningstråd (48) av gull, karakterisert ved at den ohmske kontakt (38) også forbindes med en ledningstråd (46) av gull, og at begge ledningstråder (46, 48) forbindes med sin kontakt (38, 40) ved termokompresjon.



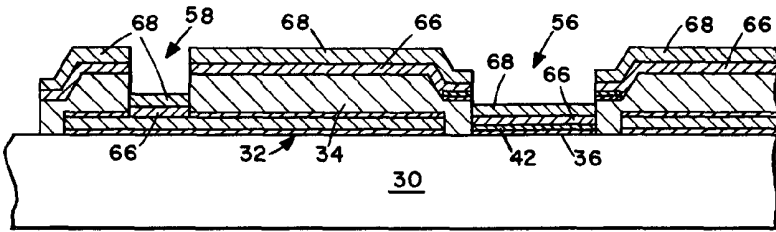


Fig. 6

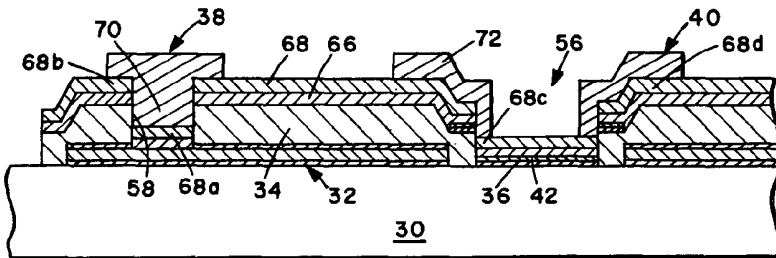


Fig. 7

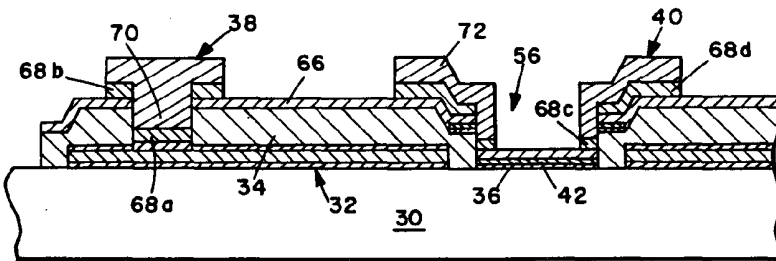


Fig. 8

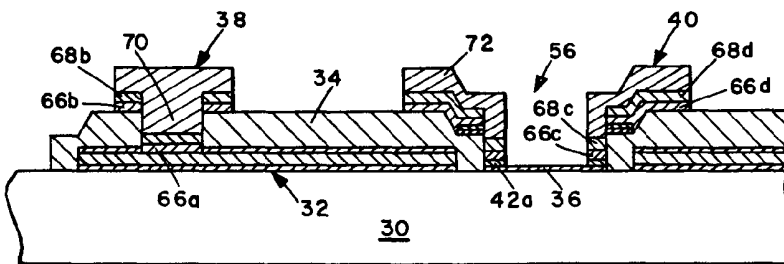


Fig. 9

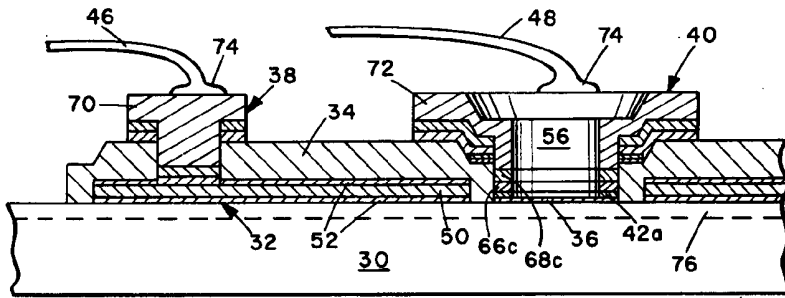


Fig. 10A

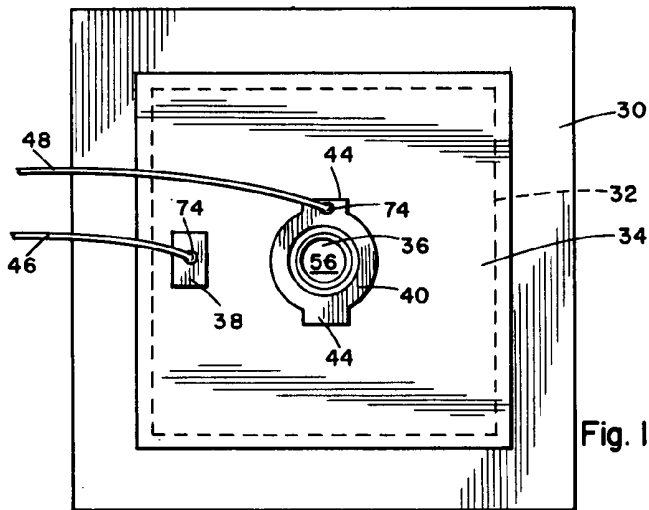


Fig. 10B

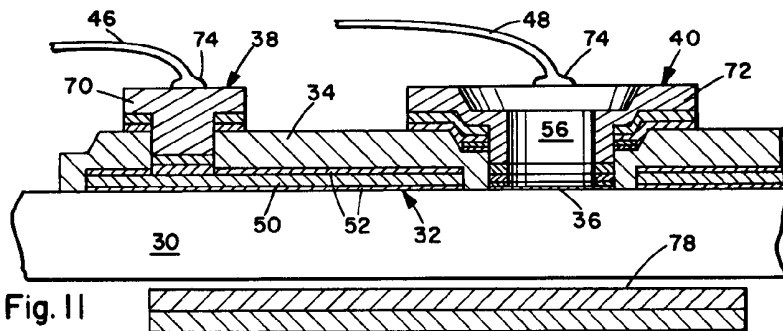


Fig. 11

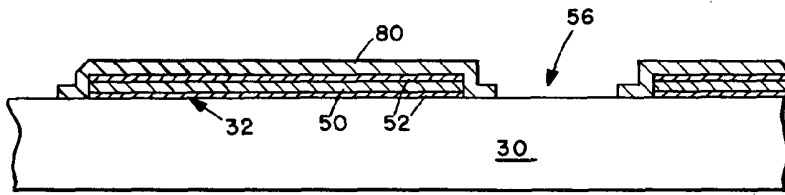


Fig. 12

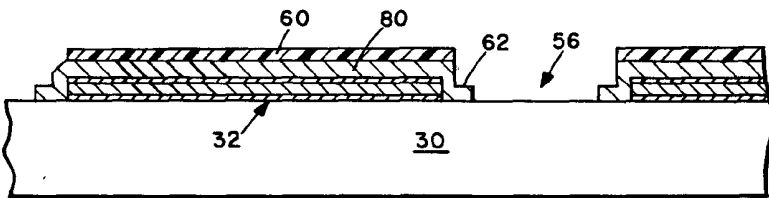


Fig. 13

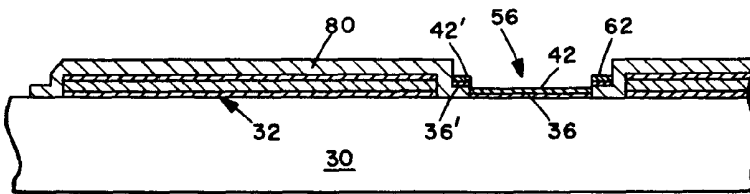


Fig. 14

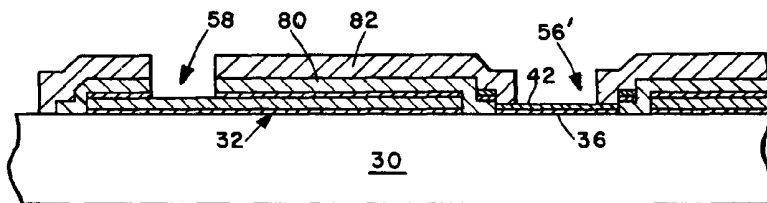


Fig. 15

159627

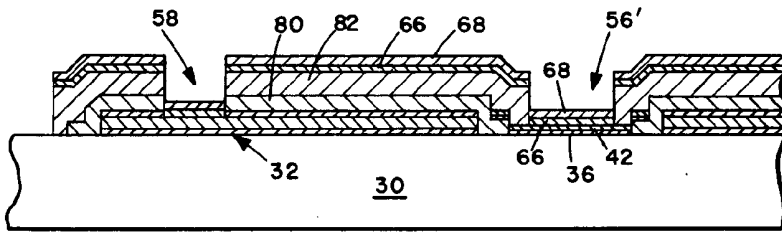


Fig. 16

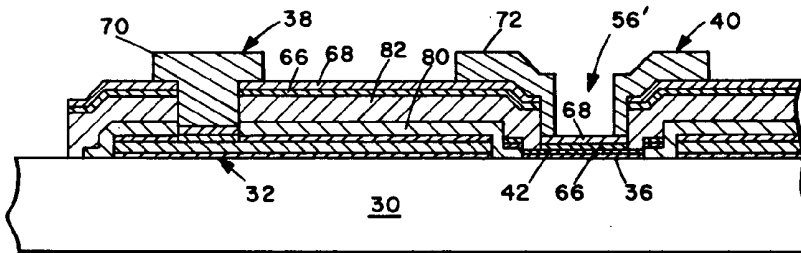


Fig. 17

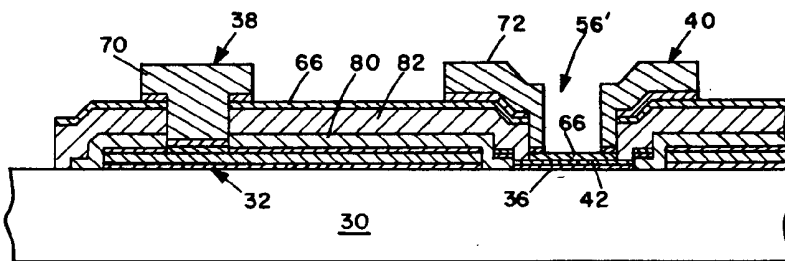


Fig. 18

159627

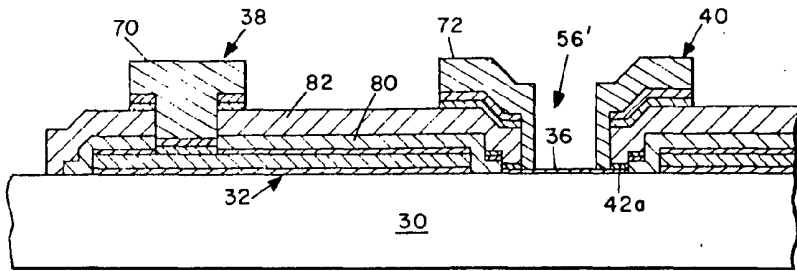


Fig. 19

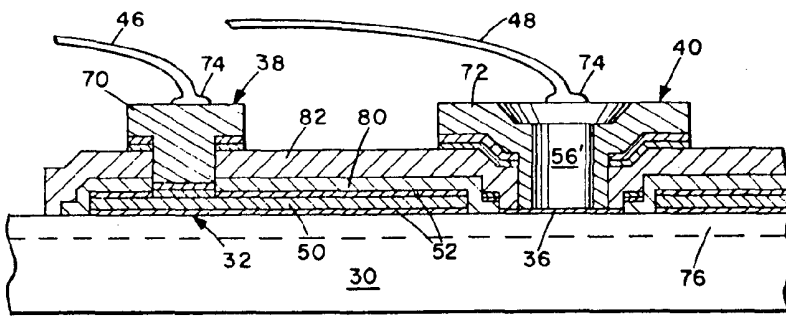


Fig. 20