



(12) UTLEGNINGSSKRIFT

(19) NO

(11) 173037

(13) B

(51) Int Cl⁵ H 01 L 21/70

NORGE

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	872916	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer
(22) Inngr. dag	13.07.87	(85) Videreføringsdag
(24) Løpedag	13.07.87	(30) Prioritet
(41) Alm. tilgj.	18.01.88	15.07.86, IT, 21126/86
(44) Utlegningsdato	05.07.93	

(71) Patentsøker Siemens Telecomunicazioni SpA, S.S. 11 Padana Superiore Km 158,
I-20060 Cassina de' Pecchi, IT

(72) Oppfinner Giampiero Ferraris, Monticello, IT

(74) Fullmektig Antonio Tersalvi, Milano, IT

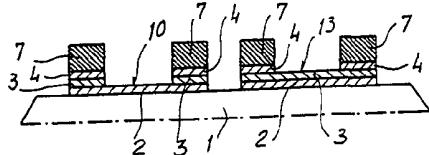
Arthur Øvrebø, Bryns Patentkontor AS, Oslo

(54) Benevnelse Fremgangsmåte for å tilveiebringe passive tynnsjikt-kretser, og en passiv krets
fremstilt ved fremgangsmåten

(56) Anførte publikasjoner DE A1 3200983, US 4226932,
NAVY TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Vol. 8, nr. 4, 1983,
H. Morris: "A dual resistivity thin film hybrid micro-circuit", side 83-86.

(57) Sammendrag

Fremgangsmåte for å tilveiebringe en tynnskiktskrets med motstandslinjer og den passive kretsen tilveiebragt ved fremgangsmåten. På et isolerende substrat (1) er det avsatt i rekkefølge et tynt skikt med tantal (2) med høy resistivitet dopet med nitrogen og oksygen, et mindre tynt skikt av titan (3) med lav resistivitet dopet med nitrogen, et skikt med palladium (4) og et tykt skikt med gull (7). Selektive kjemikalær angriper skiktene for således å tillate opptrekking av ledelinjer (7), motstandslinjer med større resistans (10) og motstandslinjer med mindre resistans (13). (Fig. 16).



Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for å tilveiebringe passive tynnsjiktkretser som angitt i innledningen til krav 1 samt passiv tynnsjiktkrets med motstandslinjer av forskjellige sjiktmotstander som angitt i 5 innledningen til krav 9.

Det foreligger et behov for på et og samme substrat for en passiv tynnsjiktskrets å ha to forskjellige typer av motstandslinjer med forskjellige sjiktresistanser.

10 Nyere teknikk har gitt motstandslinjer med større resistans ved hjelp av individuelle tynne sjikt av et fast materiale med større resistivitet og motstandslinjer med mindre resistans ved å overlagre et ytterligere sjikt av et andre materiale med mindre resistivitet på tynnsjiktene. 15

I samsvar med den første teknikk er materialet med større resistivitet en keramisk metallegering (CERMET), og materialet med mindre resistivitet er en nikkel-kromlegering.

20 I samsvar med en annen teknikk er materialet med mindre resistivitet en titan-palladium-legering, mens materialet med større resistivitet er tantalnitrid (Ta_2N).

25 Ifølge en artikkelen av H. Morris, "A dual resisting thin film hybrid microcircuit", i Navy Technical Disclosure Bulletin, vol. 8, nr. 4, 1983, sidene 83-86, er materialet med høy resistivitet en blanding med 27 atomprosent krom, mens materialet med lav resistivitet er tantal-nitrid.

30 DE 3 200 983 beskriver en passiv tynnsjiktkrets med resistive linjer med forskjellige sjiktresistanser tilveiebrakt ved overlagring av et øvre nikkel-krom-sjikt med mindre resistivitet og et nedre rom silisium-sjikt med større resistivitet. 35

En ulempe ved kjent teknikk er at de krever svært kompliserte og langvarige og dyre produksjonsprosesser. Særlig gjelder at det er nødvendig med et fotograveringstrinn etter avsetningen av det første materialet.

5 Nok en ulempe med kjent teknikk er at i samtlige av de nevnte strukturer er temperaturkoeffisientene til de to sjikt med forskjellige resistiviteter for høye, og man har for dårlige temperaturstabiliteter inn i det aktuelle temperaturområdet.

10 15 Nok en ulempe er at de nevnte temperaturkoeffisienter oppviser verdier som adskiller seg sterkt fra hverandre, noen ganger sågar med ulikt fortegn, og temperaturvariasjonen forsterker derfor det resistive gap mellom de to resistor-typer.

20 En tynnfilm-flersjiktstruktur er kjent fra US 4 226 932. I denne kjente struktur benyttes et sjikt av titan-nitrid mellom tantal-nitrid og palladiumsjiktet. Denne struktur egner seg imidlertid ikke til på en enkel måte å oppnå motstandslinjer med forskjellige resistive verdier på samme substrat. I virkeligheten vil, som følge av tantal-nitrid-sjiktets lave resistivitet, en resistiv linje med høy verdi enten være for lang eller for smal.

25 Hensikten med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en passiv sjiktkrets med motstandslinjer med forskjellige sjiktresistanser på en enklere, hurtigere og mere økonomisk måte enn hittil kjent. I tillegg skal begge sjiktresistanser ha en lav temperaturkoeffisient med samme fortegn (negativ) og sjiktene skal være meget temperaturstabile, slik at det blir mulig å oppnå meget nøyaktige resistanser.

30 35 I samsvar med oppfinnelsen blir ovennevnte tilveiebragt ved hjelp av en fremgangsmåte hvis hovedtrekk er at den bruker for de nedre sjiktene med større resistivitet tantal behandlet med et første dopemiddel bestående av nitrogen og oksygen

og for det øvre sjiktet med mindre resistivitet titan behandlet med et nitrogen som dopemiddel.

5 På denne måten kan to materialer forenlig med titan bli overlagret og så, idet de er dopet forskjellig, bli underlagt selektiv kjemisk etsing for, avhengig av anvendelsen å tilveiebringe et enkelt resistivt sjikt med resistive linjer med større resistans og et dobbelt sjikt med resistive linjer med mindre resistans.

10 Ifølge et annet viktig trekk ved fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse blir det på titansjiktet overlagret et tynt sjikt med palladium som virker som en sperre mot spredning av titan inn i det påfølgende overlagrede ledesjiktet.
15

På denne måten kan titanet virke som et adhesivt sjikt for de ledende sjiktene uten å gi opphav til uønskede spredningsproblemer.

20 Foreliggende oppfinnelse angår også en passiv tynnsjiktkrets med motstandslinjer av forskjellige sjiktmotstander som angitt i innledningen og hvis karakteristiske trekk fremgår av krav 9.

25 Ytterligere trekk ved fremgangsmåten og den passive kretsen fremgår av de øvrige uselvstendige kravene.

Oppfinnelsen skal i det påfølgende beskrives nærmere med henvisning til tegningene, hvor:

30 Fig. 1-16 er et vertikalt snitt, hvor det vises forskjellige trinn ved prosessen i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 17 er et plan hvis av en del av den passive kretsen tilveiebragt ved slutten av prosessen vist på de foregående figurene.
35

Som vist på fig. 1, blir til å begynne med på et isolerende substrat 1 (aluminium, kvarts, glass) avsatt ved katodisk forstøvning i et vakuum et tantaliumsjikt 2 dopet med nitrogen og oksygen (d.v.s. tantalium oksynitrid Ta₂O₅N) med en resistivitet på 350-450 $\mu\text{ohm.cm}$ og en tykkelse på tilnærmet 300Å.

I ovennevnte vakuum-syklus blir så overlagret ved katodisk forstøvning i vakuum et titansjikt 3 dopet med nitrogen (d.v.s. titan-nitrid TiN) med en resistivitet på 200-250 $\mu\text{ohm.cm}$ og en tykkelse på tilnærmet 1000Å (Fig. 2).

I ovennevnte vakuum-syklus blir også overlagret ved katodisk forstøvning i vakuum et sjikt med palladium 4 med funksjonen til en barriere mot spredning i forhold til underliggende sjikt med titan 3 (Fig. 3).

På den således dannede strukturen blir overlagret et tykt sjikt med fotoresist 5 (Fig. 4) i hvilket det for eksponering og fremkalling i det påfølgende blir dannet vinduer 6 ved sonene konstruert for å motta lederne (Fig. 5).

Etter vaskingen av arealet til vinduene 6 og tørking av fotoresisten 5 i en ovn i det ovenfornevnte arealet blir gull elektrodeavsatt for således å danne ledende linjer 7 (Fig. 6).

Sjikt med fotoresist 5 blir så fjernet (Fig. 7) for å tillate påfølgende fjerning ved kjemisk etsing av palladium 4, titannitrid 3 og tantaloksynitrid 2 fra arealet som ikke er beskyttet av de ledende linjene 7 (Fig. 8).

En således tilveiebragt struktur blir fullstendig dekket med et tykt sjikt av fotoresist 8 (Fig. 9) i hvilket ved eksponeringen og fremkallingen det så dannes vinduer 9 (Fig. 10) for å frilegge sonene til lederne 7 som skal bli etset

kjemisk for å tilveiebringe motstandslinjer med større resistivitet.

Denne operasjonen blir i det påfølgende utført ved selektiv kjemisk etsing av sjiktene med gull 7, palladium 4 og titan 3 i de ikke-dekkede områder, mens underliggende sjikt med tantal 2 som er dopet forskjellige motstår etsingen og således danner motstandslinjer 10 med resistivitet på mellom 350 og 450 $\mu\text{ohm.cm}$ og tykkelse på tilnærmet 300Å (Fig. 11).

Restsjiktet med fotoresist 8 blir så fjernet (Fig. 12) og erstattet med et nytt sjikt fotoresist 11 (Fig. 13) i hvilket det ved eksponering og frilegging dannes vinduer 12 (Fig. 14) som faller sammen med arealene tiltenkt for dannelsen av motstandslinjer av mindre resistivitet.

I nevnte arealer blir sjiktene med gull 7 og palladium 4 fjernet ved selektiv kjemisk etsing. Det blir igjen uendrede, overlagrede sjikt med titan 3 og tantal 2 som danner motstandslinjene 13 med resistivitet mellom 200 og 250 $\mu\text{ohm.cm}$ og tykkelse på tilnærmet 1000Å (Fig. 15).

Fotoresisten 11 blir i det påfølgende fjernet for således å frilegge den endelige strukturen vist på fig. 16 og 17, d.v.s. en passiv krets bestående av et isolerende substrat 1, en ledende linje 7, og motstandslinjer 10 og 13 som har større henholdsvis mindre resistans.

Kretsen blir til slutt underlagt en rensing og stabilisering av motstandene 10 og 13 ved oksydering av sjiktene ved 300-340°C i en ovn med sirkulerende luft.

De prinsipielle fordelene ved prosessen ifølge foreliggende oppfinnelse og kretsen frembragt derved kan bli sammenfattet som følgende:

(1) titanet og tantalet er forenlig materiale som kan forbli i kontakt. Da de er dopet forskjellig, vil de også

173037

6

være selektive i forhold til kjemisk etsing for således å tillate fjerning når og hvor ønsket av kun titan for dannelsen av motstandslinjer med større resistans,

5 (2) titanet virker som et adhesivt sjikt mellom de to motstandssjiktene og det overlagrede, ledende sjikt. Samtidig virker palladiumet som en barriere for å forhindre spredning av titan inn i gullet i lederne,

10 (3) de forskjellige motstandssjiktene blir avsatt ved katodisk forstøvning i en enkelt vakuumsyklus og hastigheten for hovedmetalliseringen er derfor svært høy,

15 (4) prosessen er generelt svært enkel og hurtig og nærmere bestemt er de to motstandssjiktene tilveiebragt ved tillegg av et enkelt fotograveringstrinn til standardsyklusen anvendt for å tilveiebringe passive tynnsjiktkretser ved hjelp av nitrid- og tantal-teknologien. Dette betyr at materialer og utstyr som allerede er tilgjengelig kan anvendes, idet det derved naturligvis oppstår innsparinger.

20

25

30

35

P a t e n t k r a v

1.

Frengangsmåte for å tilveiebringe passive tynnsjiktskretser med motstandslinjer som har forskjellige sjiktmotstander dannet ved at et øvre sjikt (3) med mindre resistivitet legges på et nedre sjikt med større resistivitet, karakterisert ved at for det nedre sjiktet (2) som har større resistivitet, anvendes tantal behandlet med et første dopemiddel bestående av nitrogen og oksygen, og for det øvre sjiktet (3) som har mindre resistivitet, anvendes titan behandlet med nitrogen som dopemiddel.

2.

Frengangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at som det nedre sjikt (2) anvendes et som er tynnere enn det øvre sjiktet (3).

3.

Frengangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at det over deler av motstandssjiktene (2, 3) legges på et tykt sjikt (7) av elektrisk ledende materiale for dannelsen av ledende linjer.

4.

Frengangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at det som ledende materiale anvendes gull.

5.

Frengangsmåte ifølge krav 3, karakterisert ved at det mellom motstandssjiktene (2, 3) og det ledende sjiktet (7) anbringes et sjikt med palladium (4) med en barrierefunksjon mot spredning av titan inn i det ledende materialet.

6.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at sjikt med tantal og titan (2, 3) avsettes i en enkelt vakuumsyklus.

5

7.

Fremgangsmåte ifølge krav 5, karakterisert ved at sjiktet med tantal, titan og palladium (2, 3, 4) avsettes i en enkelt vakuumsyklus.

10

8.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at den innbefatter følgende trinn:

A) katodisk forstøvning i et vakuum av et nedre sjikt (2) av tantal dopet med nitrogen og oksygen med høy resistivitet og begrenset tykkelse på et isolerende substrat (1),

B) katodisk forstøvning i vakuum i samme vakuumsyklus av et øvre sjikt (3) av titan dopet med nitrogen med lav resistivitet og større tykkelse,

20

C) katodisk forstøvning i et vakuum i samme syklus med et sjikt av palladium (4),

D) avsetning av et tykt sjikt av fotoresist (5) og åpning av vinduer (6) i fotoresisten (5),

25

E) avsetning av et ledende materiale (7) i arealene beskrevet av vinduene (6),

F) fjerning av fotoresisten (5),

G) fjerning av palladium (4), titan (3) og tantal (2) ved siden av arealet dekket med ledende materiale (7),

30

H) avsetning av et tykt sjikt med fotoresist (8) og åpning av vinduer (9) i fotoresisten (8),

I) fjerning ved hjelp av selektiv kjemisk etsing av det ledende materialet (7), palladiumet (4) og titanet (3) i arealene beskrevet av vinduene (9),

35

L) fjerning av fotoresisten (8) og avsetning av et annet tykt sjikt av fotoresist (11) med åpning av vinduer (12),

M) fjerning ved selektiv kjemisk etsing av det ledende

173037

9

materialet (7) og palladiumet (4) i arealene beskrevet av vinduene (12) og
N) fjerning av fotoresisten (11).

5 9.

Passiv tynn-sjikt-krets med motstandslinjer av forskjellige sjikt-motstander, idet motstandslinjer med større resistans (10) er dannet av individuelle sjikt av et første materiale med større resistivitet (2), og motstandslinjene med mindre resistans (13) er dannet av flere sjikt tilveiebragt ved at et andre materiale med mindre resistivitet (3) er lagt på det første materialet med større resistivitet (2), karakterisert ved at det første materialet (2) består av tantal behandlet med et første dopemiddel bestående av nitrogen og oksygen, og at det andre materialet (3) består av titan behandlet med et andre dopemiddel bestående av nitrogen.

10.

20 Passiv krets ifølge krav 9, karakterisert ved at den innbefatter et sjikt med palladium (4) lagt på en del av motstandssjiktene (2, 3), og et sjikt med ledemateriale (7) lagt på sjiktet med palladium (4).

25

30

35

173037

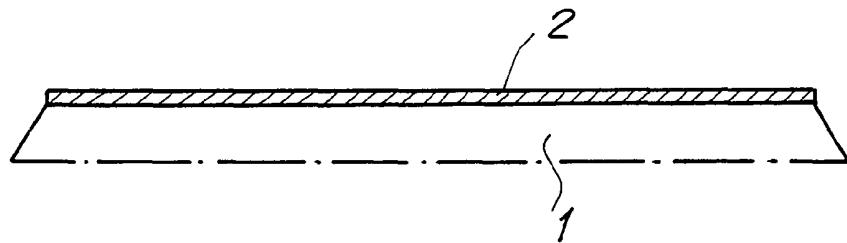


Fig. 1

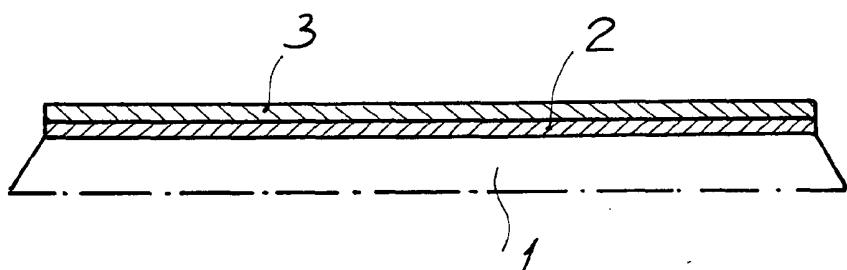


Fig. 2

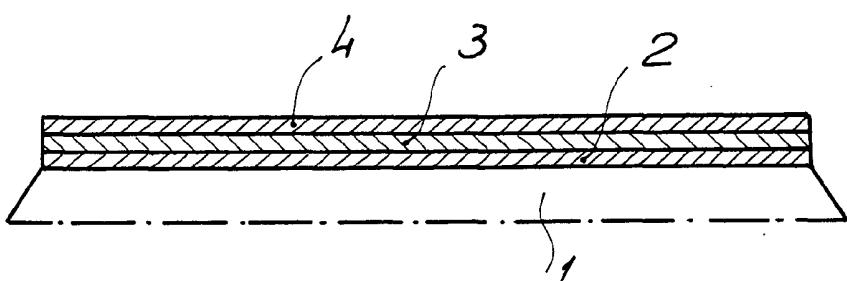


Fig. 3

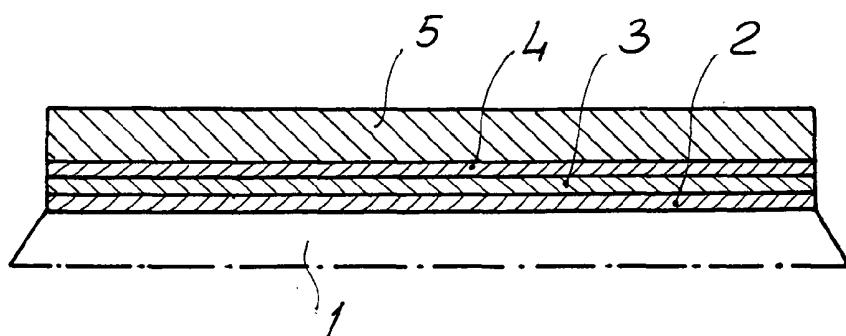


Fig. 4

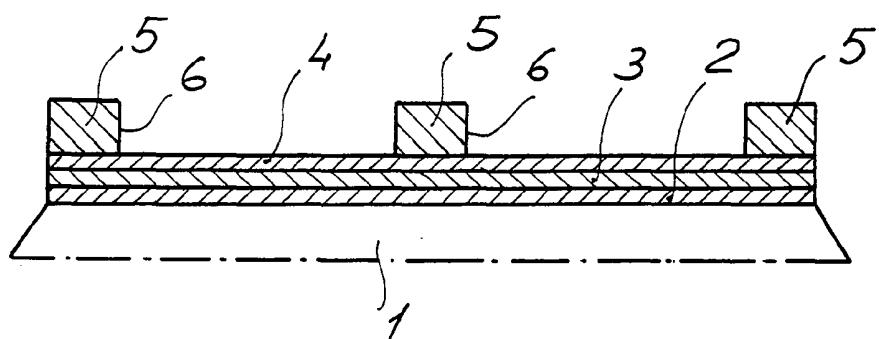


Fig. 5

173037

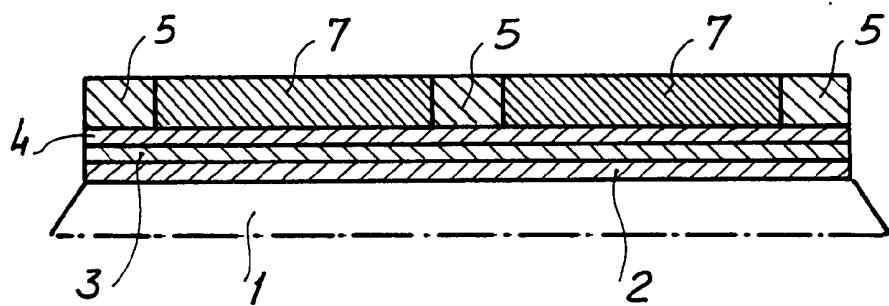


Fig. 6

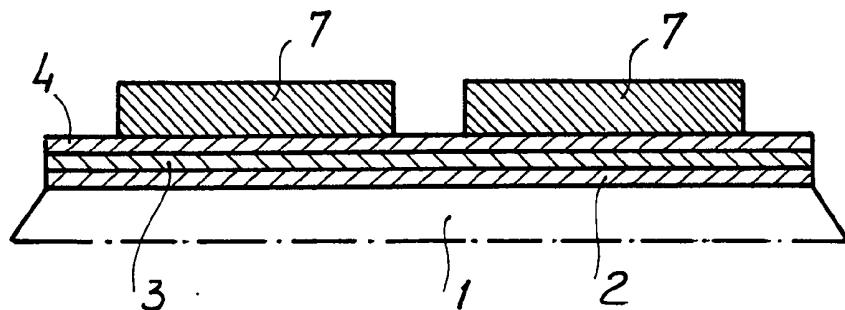


Fig. 7

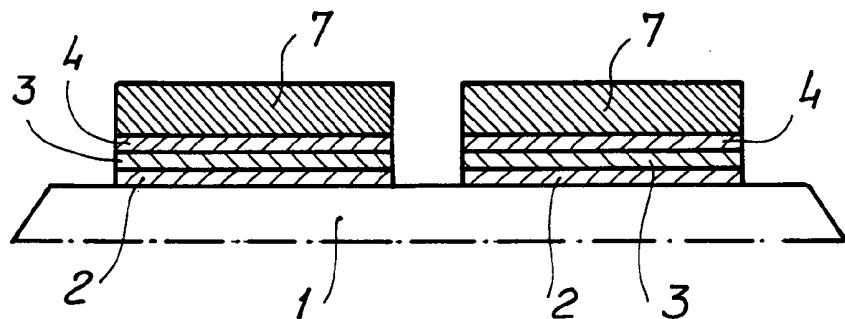


Fig. 8

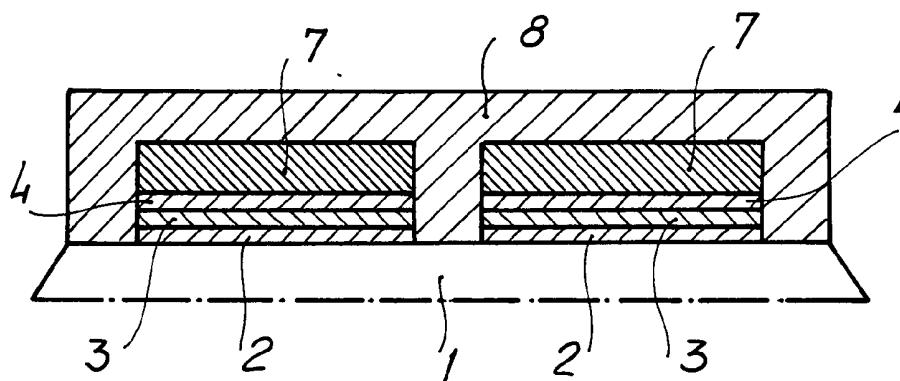
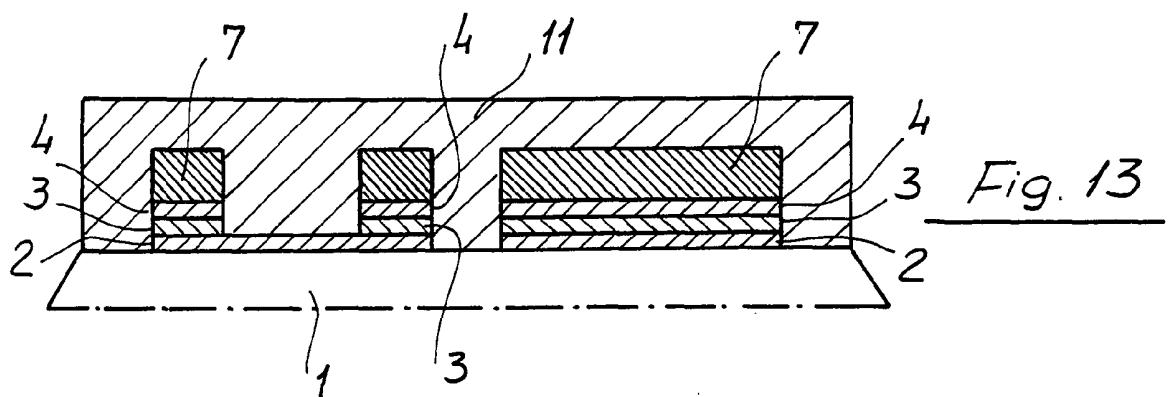
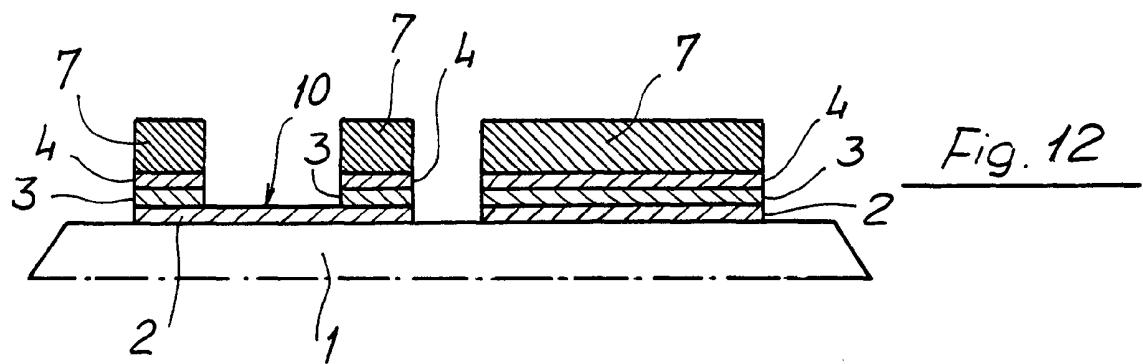
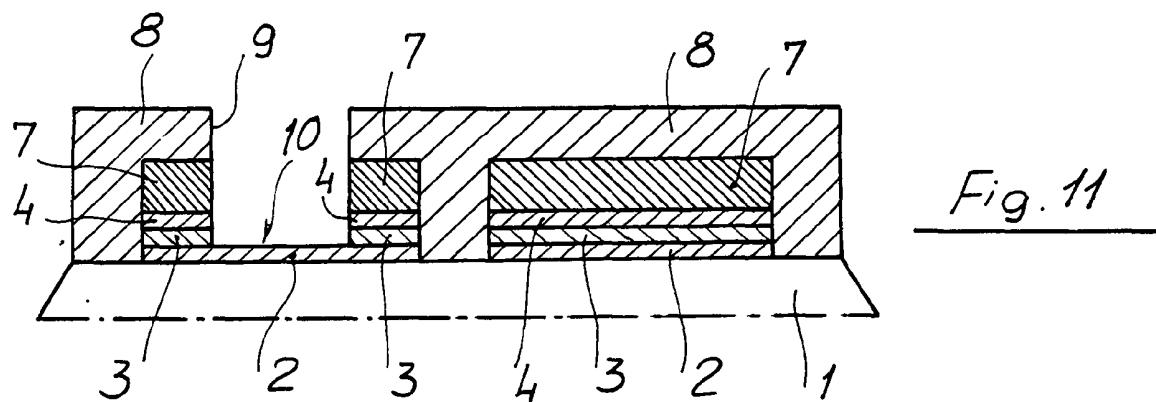
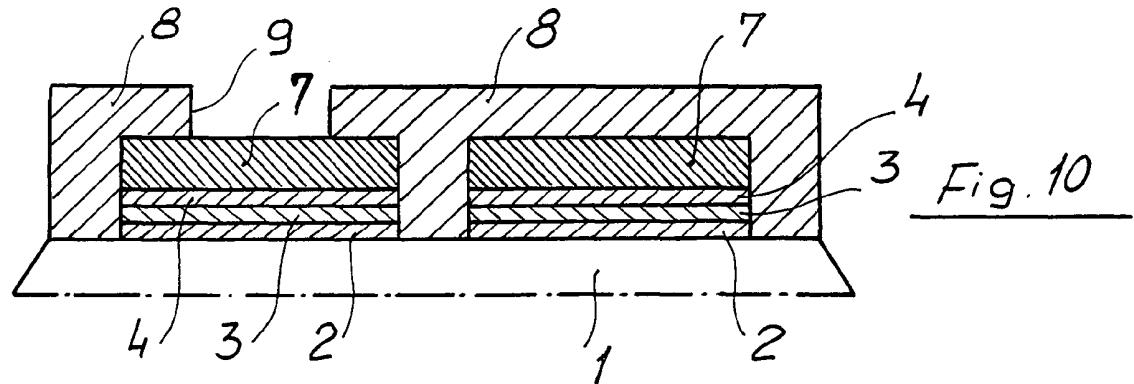


Fig. 9

173037



173037

