



(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

- (51) Int.Cl.: H 01 L 23/48
(21) Patentansøgning nr: PA 1998 00101
(22) Indleveringsdag: 1998-01-26
(24) Løbedag: 1998-01-26
(41) Alm. tilgængelig: 1999-07-27
(45) Patentets meddelelse bkg. den: 2002-06-24
- (73) Patenthaver: GIGA A/S, Mileparken 22, 2740 Skovlunde, Danmark
(72) Opfinder: Jesper Nørregaard, Elstedvej 17, 2610 Rødovre, Danmark
Niels Vagn Pedersen, Vævergade 3, 4th, 2200 København N, Danmark
- (74) Fuldmægtig: Hofman-Bang Zacco A/S, Hans Bekkevolds Allé 7, 2900 Hellerup, Danmark

(54) Benævnelse: Elektrisk forbindelseelement samt fremgangsmåde til fremstilling af et sådant

(56) Fremdragne publikationer:
GB A 2284928

(57) Sammendrag:

Et elektrisk forbindelseelement (1) omfatter et dielektrisk substrat (2), hvorpå der er anbragt et antal koplare og i det væsentlige parallelle lederbaner (3, 4, 5; 11, 12, 13; 23, 24, 25, 26, 27). Mindst én af disse lederbaner udgør en signalbærende lederbane (3; 11; 23, 24), og i det mindste en lederbane (4, 5; 12, 13; 25, 26, 27) på hver side af nævnte signalbærende lederbane udgør et jordplan, således at de tre lederbaner tilsammen udgør en bølgeleder. Det dielektriske substrat (2) udgøres af en fleksibel folie.

Ved en fremgangsmåde til fremstilling af et sådant elektrisk forbindelseelement bringes et bæremne (31) til at rotere ved høj hastighed, hvorpå plastmateriale (32) på flydende form anbringes på det roterende bæremne, således at der sker en udslyngning af plastmaterialet til en tynd folie (33). På den herved frembragte plastfolie anbringes der efterfølgende metalliske lederbaner (37), og plastfolien (33) fjernes herefter fra bæremnet (31).

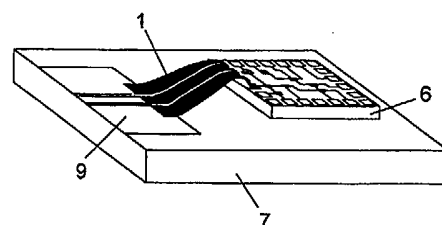


Fig. 4

Opfindelsen angår et elektrisk forbindelseselement omfattende et dielektrisk substrat, hvorpå der er anbragt et antal koplanare og i det væsentlige parallelle lederbaner, hvoraf mindst én udgør en signalbærende lederbane, og hvor i det mindste en lederbane på hver side af nævnte signalbærende lederbane udgør et jordplan, således at de tre lederbaner tilsammen udgør en bølgeleder. Opfindelsen angår desuden en fremgangsmåde til fremstilling af et sådant elektrisk forbindelseselement.

10

I moderne telekommunikationsudstyr anvendes ofte små integrerede kredsløbselementer, som monteres på og forbindes til andre kredsløbselementer. Dette er f.eks. tilfældet ved såkaldte hybride integrerede kredsløb, hvor et eller flere små integrerede kredsløb monteres på et andet, større halvleder kredsløb, f.eks. en såkaldt chipcarrier. Selve halvlederchippen i det integrerede kredsløb skal så forbindes til de tilledninger, der på det større kredsløb fører til andre små integrerede kredsløb eller til det større kredsløbs ben. Dette sker traditionelt ved hjælp af en trådbonding-teknik. Inden for områder som f.eks. mobil kommunikation, optiske kommunikationssystemer og satellit- og radarkommunikation arbejdes der imidlertid efterhånden med så høje datahastigheder, at den traditionelle trådbonding ikke længere kan anvendes. I telenettet arbejdes der f.eks. i dag med datahastigheder på 2,5 og 10 Gbit/s, og i fremtiden vil endnu større hastigheder komme på tale.

30 Ved trådbonding-teknikken anvendes typisk tynde guld- eller aluminiumstråde til at forbinde de nøgne chips med det større kredsløb, og disse tråde må af praktiske grunde have en længde på i hvert fald 1-2 mm. Selv så korte tråde vil ved de ovennævnte datahastigheder udgøre en betragtelig induktans, som vil dæmpe de signalniveauer, der overføres i trådene. Allerede ved frekvenser på omkring

100 MHz (svarende til datahastigheder på 100 Mbit/s) be-
gynder denne dæmpning at gøre sig gældende, og ved fre-
kvenser på 10 GHz vil der ofte være tale om total dæmp-
ning. Ved disse hastigheder overføres signaler som elek-
5 tromagnetiske bølger, der udbreder sig gennem det die-
lektrikum, som ligger rundt omkring en centerleder. Bon-
dingtrådene introducerer typisk parasitinduktanser på om-
kring 1 nH/mm, og det er ved disse hastigheder tilstræk-
keligt til at hindre de elektromagnetiske bølger i at ud-
10 brede sig til den pågældende chip. Trådbonding-teknikken
er derfor ikke anvendelig til kredsløb, der skal arbejde
ved disse høje datahastigheder.

Den nævnte serieinduktans kan reduceres lidt, hvis der
15 anvendes såkaldt ribbon-bonding; men induktansen er fort-
sat alt for høj til de her omtalte datahastigheder.

En kendt teknik til løsning af dette problem er den så-
kaldte flip-chipbonding-teknik, hvor den nøgne chip bon-
20 des direkte på et større kredsløb som f.eks. et printkort
eller et tykfilmkredsløb. Her er der således ingen egent-
lige tilledninger, som kan tilføje forstyrrende induktan-
ser. Imidlertid er flip-chipbonding-teknikken vanskelig
at håndtere i praksis. Chippen skal monteres med forsiden
25 nedad og derefter placeres med stor præcision på det
større kredsløb, hvilket giver anledning til store pro-
duktionstekniske vanskeligheder. Det kræver f.eks., at
chippen forsynes med forhøjninger af guld på de enkelte
terminaler. Generelt må det erkendes, at flip-
30 chipbonding-teknikken ikke er egnet til industriel pro-
duktion. Endvidere er denne teknik ifølge sagens natur
ikke anvendelig til kredsløb, hvor orienteringen er af
betydning. Hvis f.eks. en laserdiode monteres med forsi-
den nedad, vil lysudsendelsen blive blokeret, og det bli-
35 ver umuligt at koble lyset til en fiber. Endelig savner

denne løsning den mekaniske fleksibilitet, som kendes fra trådbonding-teknikken.

Typisk vil man på selve de større kredsløb, hvorpå de små
5 integrerede kredsløb monteres, transmittere højfrekvente
signaler ved hjælp af en transmissionslinje, som udgøres
af lederbaner på det større kredsløb. Sådanne transmissi-
onslinier kan være konstrueret på forskellige måder; men
der kan typisk være tale om en såkaldt koplanar bølgele-
10 der, som har en signalbærende midterleder omgivet af et
par lederbaner, der udgør et jordplan. Alle lederbanerne
er i det væsentlige parallelle og ligger i samme plan,
nemlig det større kredsløbs overflade. En sådan transmis-
sionslinje kan uden problemer transmittere signaler langt
15 op i gigahertz-området.

EP 195 520 foreslår en løsning, hvor en tilsvarende tek-
nik også benyttes på det sidste stykke fra det større
kredsløb og til selve chippen. Et antal tynde metalliske
20 lederbaner er her indlejret i et plastemne således, at de
udgør en koplanar bølgeleder. Der er tale om et stift em-
ne, og lederbanerne strækker sig ud over emnets kanter,
således at de kan bondes til henholdsvis lederbanerne på
det større kredsløb og chippen. Denne løsning har imid-
25 lertid vist sig ikke at være anvendelig i praksis, blandt
andet fordi lederbanerne er tilbøjelige til at brække ved
emnets kant, idet hele forbindelseselementet reelt bæres
af selve de tynde lederbaner. Desuden medfører opbygning-
en med det stive emne, at forbindelseselementet er langt
30 mindre fleksibelt i mekanisk henseende, end det er til-
fældet ved trådbonding-teknikken, og elementet bliver
dermed blandt andet særdeles følsomt over for temperatur-
svingninger.

35 Desuden kendes fra GB 2 284 928 en lamineret forbindel-
sestape, hvor der på et bærelag af polymer er pådampet et

stort antal metalliske lag adskilt af ganske tynde polymer-lag. Ved en efterfølgende bondingproces vil de tynde polymer-lag på grund af tryk og temperatur forsvinde, således at der opstår en solid metallisk forbindelse. Forbindelsestapen omtales som fleksibel; men med de angivne lagtykkelser må tapen have en længde i størrelsesordenen centimeter for at der kan optræde en vis fleksibilitet. Ved forbindelseselementer, som kan overføre de ovenfor nævnte frekvenser, er der tale om længder på nogle få millimeter, og den laminerede forbindelsestape er derfor ikke anvendelig til dette formål.

Det er derfor et formål med opfindelsen at angive et elektrisk forbindelseselement af den i indledningen angivne art, som er lettere at montere end de kendte forbindelseselementer, og hvor de tynde lederbaner er mere holdbare, samtidigt med, at elementet har en mekanisk fleksibilitet svarende til, hvad der kendes fra trådbonding-teknikken.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved, at det dielektriske substrat udgøres af en fleksibel folie.

Ved at udforme forbindelseselementet som en bølgeleder på en fleksibel folie opnås bølgelederens gode højfrekvens-egenskaber i kombination med den mekaniske fleksibilitet, som kendes fra trådbonding-teknikken. Den mekaniske fleksibilitet betyder desuden, at elementet også kan anvendes, når der forekommer højdeforskelle mellem selve chippen og det underliggende kredsløb. Dette betyder blandt andet, at det bliver lettere at køle chippen, da den kan monteres oven på en køleplade og alligevel forbindes ved hjælp af forbindelseselementet direkte til lederbanerne på det underliggende kredsløb.

En hensigtsmæssig udførelsesform for opfindelsen opnås ved, at nævnte fleksible folie som angivet i krav 2 er en plastfolie. Mest hensigtsmæssigt kan som angivet i krav 3 anvendes en folie af polyimid.

5

Tilsvarende kan nævnte lederbaner som angivet i krav 4 hensigtsmæssigt være af guld.

Ved at de lederbaner, som udgør jordplaner, som angivet i krav 5 har i det væsentlige samme bredde som bredden af den tilhørende signalbærende lederbane opnås en væsentlig pladsbesparelse. Traditionelt har der i bølgeledere været anvendt væsentligt bredere baner til jordplanerne; men det har vist sig, at baner af samme bredde som den signalbærende leder giver stort set de samme egenskaber.

Ved at bredden af en eller flere af nævnte lederbaner er variabel i banernes længderetning som angivet i krav 6, kan forbindelseselementet desuden anvendes som tilpasning mellem terminaler med forskellig indbyrdes afstand. Dette kan ske, uden at elementets karakteristiske impedans ændres.

Ved at flere lederbaner som angivet i krav 7 er signalbærende, og i det mindste en lederbane på hver side af hver af de signalbærende lederbaner udgør et jordplan opnås, at forbindelseselementet også kan anvendes til differentielle signaler.

Som nævnt angår opfindelsen desuden en fremgangsmåde til fremstilling af et sådant elektrisk forbindelseselement. Plastfolie fremstilles normalt ved valsning; men dels er det vanskeligt ved en valseproces at fremstille folie, som er tilstrækkelig tynd til, at den kan anvendes til dette formål, og dels vil en sådan folie, hvis den kunne fremstilles, netop på grund af sin ringe tykkelse være

yderst vanskelig at håndtere i praksis. Yderligere vil en valset folie ikke have en tilstrækkelig glat overflade.

Ved opfindelsen angives derfor en fremgangsmåde til fremstilling af et sådant elektrisk forbindelseselement, hvor man kan fremstille en folie, som er tilstrækkelig tynd, samtidigt med, at den er let at håndtere under den efterfølgende bearbejdning. Den på denne måde fremstillede folie har desuden en glat overflade og giver desuden en god kontrol over den nøjagtige tykkelse af det færdige plastmateriale.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved, at et bæremne bringes til at rotere ved høj hastighed, hvorefter plastmateriale på flydende form anbringes på det roterende bæremne, således at der sker en udslyngning af plastmaterialet til en tynd folie, og at der efterfølgende på den herved frembragte plastfolie anbringes metalliske lederbaner, hvorpå plastfolien fjernes fra bæreelementet.

Når plastmaterialet udslynges på denne måde, kan der opnås meget tynde folier, og håndteringen af folien under den efterfølgende bearbejdning, dvs. eksempelvis anbringelse af lederbaner, lettes betragteligt, idet folien under denne proces fortsat er placeret på bæremnet, idet dette først fjernes til sidst.

Lederbaner kan traditionelt frembringes ved enten pådampning af metallag eller ved elektroplettering. Pådampning er kun egnet ved metaltykkelser på op til en μm ; men den gør det til gengæld muligt at definere ganske små strukturer, dvs. på få μm , i det frembragte lederbanemønster. Når der ønskes tykkere metallag, benyttes elektroplettering, hvor man ved hjælp af elektrolyse deponerer metal på en ledende overflade, som f.eks. kan opnås ved neddykning af emnet i en særlig væske. Ved denne metode er det

imidlertid ikke muligt at fremstille de meget små og nøjagtige strukturer i lederbanemønsteret. Til fremstilling af de her omhandlede forbindelseselementer kræves både stor finhed og en passende stor metaltykkelse. De små og fine strukturer er krævet dels af hensyn til de små dimensioner, der jo skal passe til de eksisterende elektroniske komponenter, og dels for at kunne opnå en passende impedans af de frembragte transmissionslinier. Den store metaltykkelse er krævet for at kunne opnå tilstrækkelig god vedhæftning i den efterfølgende bondingproces. Ved som angivet i krav 9 at anbringe de metalliske lederbaner ved en kombination af metalpådampning og elektroplettering opnås både en tilstrækkelig finhed og en tilstrækkelig metaltykkelse.

Kombinationen af metalpådampning og elektroplettering kan hensigtsmæssigt som angivet i krav 10 foretages ved, at der pådampes et eller flere tynde metallag på plastfolien, at der på det eller de tynde metallag påføres et mønster af fotoresist svarende til de områder på forbindelseselementet, hvor der ikke ønskes lederbaner, at der ved elektroplettering påføres yderligere metallisk materiale på områder, der ikke er dækket af fotoresist, at fotoresistlaget atter fjernes, og at den del af det eller de pådampede metallag, der tidligere var dækket af fotoresist, fjernes ved ætsning.

En yderligere hensigtsmæssig udførelsesform for fremgangsmåden opnås ved, at der som angivet i krav 11 efter pådampningen af det eller de tynde metallag yderligere udføres følgende trin:

- at der påføres et mønster af fotoresist svarende til et mønster, der efterfølgende ønskes overført til plastfolien,
- at dette mønster overføres til det eller de pådampede metallag ved ætsning,

• at dette fotoresistlag atter fjernes;
og at det herved fremkomne mønster i metallet efter
fjernelse af det til de områder, hvor der ikke ønskes le-
derbaner, svarende fotoresistmønster overføres til plast-
5 folien ved ætsning.

På denne måde kan man efter pådampningen af det eller de
tynde metallet, der danner basis for elektropletteringen,
men inden pålægningen af det mønster af fotoresist, der
10 benyttes som maske under elektropletteringen, ætse et
mønster i det eller de tynde metallet. Dette mønster kan
da efter elektropletteringen benyttes som ætsemaske, så-
ledes at et ønsket mønster kan overføres til plastfolien.
Dette mønster kan være en perforering, viahuller, som kan
15 danne elektrisk kontakt mellem for- og bagside, eller
tilsvarende.

Opfindelsen vil nu blive beskrevet nærmere i det følgende
under henvisning til tegningen, hvor

20 fig. 1 viser et forbindelseselement ifølge opfindelsen
set fra oven,

fig. 2 viser forbindelseselementet fra fig. 1 set fra en-
25 den,

fig. 3 viser, hvorledes en chip ved hjælp af et forbin-
delseselement ifølge opfindelsen kan forbindes til f.eks.
en chipcarrier,

30 fig. 4 viser et perspektivisk billede svarende til fig.
3,

fig. 5 viser, hvorledes forbindelseselementet ifølge op-
35 findelsen kan anvendes til overvindelse af en ekstra høj-
deforskel,

fig. 6 viser, hvorledes tværdimensionerne på et forbindelseselement kan varieres i elementets længderetning,

- 5 fig. 7 viser, hvorledes bredden af jordplanerne i et forbindelseselement kan reduceres,

fig. 8 viser et forbindelseselement med to signalbærende ledere,

10

fig. 9 viser et forbindelseselement med indbygget afkoblingskondensator,

- 15 fig. 10 viser et forbindelseselement med indbygget serieinduktans,

fig. 11 viser et forbindelseselement med indbygget seriekondensator,

- 20 fig. 12 viser fremstilling af en tynd plastfolie til brug for et forbindelseselement ifølge opfindelsen,

fig. 13a-g viser et eksempel på, hvorledes et forbindelseselement ifølge opfindelsen kan fremstilles, og

25

fig. 14a-k viser, hvorledes et forbindelseselement ifølge opfindelsen kan fremstilles med mønsterdannelse i plastfolien.

- 30 På fig. 1 og 2 er vist et eksempel på, hvordan et forbindelseselement 1 ifølge opfindelsen kan være udformet. Fig. 1 viser elementet set ovenfra, medens fig. 2 viser elementet set fra en af dets ender. Elementet 1 består af et stykke plastfolie 2, hvorpå der er anbragt tre metal-
- 35 liske lederbaner 3-5. De tre lederbaner danner en transmissionslinie, idet lederbanen 3 er en signalbærende mid-

terleder, medens lederbanerne 4, 5 udgør et jordplan. Da lederbanerne i det væsentlige er parallelle og ligger i samme plan, er der tale om en koplanar bølgeleder. Plastfolien 2 er fleksibel og kan f.eks. være fremstillet af polyimid. Forbindelseselementet 1 udgør således en fleksibel bølgeleder.

Fig. 3 viser et eksempel på anvendelsen af det på fig. 1 og 2 viste forbindelseselement. Et lille integreret kredsløb eller chip 6 er anbragt på et større kredsløb 7, der f.eks. kan være en chipcarrier. På chippen 6 er der anbragt metalliske terminaler 8, og tilsvarende terminaler 9 findes på chipcarrier'en 7, hvor de typisk vil være forbundet til ikke viste printbaner. Forbindelseselementet 1 forbinder terminalerne 8 med terminalerne 9, idet det er anbragt således, at lederbanerne 3-5 findes på den ned mod terminalerne 8, 9 vendende side. Lederbanerne kan således forbindes til terminalerne ved en bondingproces eller en anden tilsvarende forbindelsesproces. Er plastfolien tilstrækkelig tynd, vil det være muligt at foretage f.eks. bonding ved hjælp af ultralyd gennem plastfolien, uden at ultralydenergien afsættes i selve folien, og bondingprocessen simplificeres hermed væsentligt. Det ses tydeligt, at det forhold, at forbindelseselementet 1 er fleksibelt, muliggør en let og enkel montage, der ikke udsætter lederbanerne 3-5 for unødigt fysisk belastning.

Fig. 4 er en perspektivisk tegning, der i øvrigt svarer til fig. 3. Her ses endnu tydeligere, hvordan elementet 1 forbinder terminalerne på henholdsvis chippen 6 og chipcarrier'en 7. Det ses desuden, at chippen 6 kan være forsynet med adskillige terminaler svarende til terminalerne 8 på fig. 3. Af overskuelighedshensyn er disse ikke vist forbundet til terminaler på chipcarrier'en 7; men det er klart, at flere af disse kan være forbundet, enten med tilsvarende forbindelseselementer i form af fleksible

bølgeledere eller med almindelige bondingtråde. Da forbindelseselementet ifølge opfindelsen kun er nødvendigt til de højfrekvente signaler, kan andre terminaler, som f.eks. terminaler til spændingsforsyning, uden problemer
5 forbindes ved hjælp af almindelige bondingtråde. Hvis man af praktiske grunde kun ønsker at anvende én type forbindelseselement, kan den fleksible bølgeleder naturligvis også anvendes til sådanne signaler.

- 10 Den mekaniske fleksibilitet af den fleksible bølgeleder gør det muligt at forbinde terminalerne på en chip til terminalerne på en chipcarrier, også i situationer, hvor der skal overvindes større højdeforskelle. Det betyder, at man f.eks. let kan køle en chip ved blot at montere
15 den oven på en køleplade på chipcarrier'en og derefter forbinde chippen som ovenfor beskrevet. Et eksempel på dette er vist på fig. 5, hvor der mellem chippen 6 og chipcarrier'en 7 er anbragt en køleplade 10. I øvrigt svarer figuren til fig. 3. Det ses, at den ekstra højdeforskel mellem terminalerne 8 og terminalerne 9 ikke har
20 nogen betydning for anvendelsen af forbindelseselementet 1.

Forbindelseselementet udgør som tidligere nævnt en koplanar bølgeleder bestående af en signalbærende midterleder
25 omgivet af to jordplaner, som er adskilt fra midterlederen af to lige store mellemrum (gaps). En af fordelene ved en koplanar bølgeleder er netop, at jordplanerne er anbragt på samme side af elementet som midterlederen. På
30 denne måde kan alle lederne som ovenfor beskrevet samtidigt forbindes til de tilhørende terminaler.

En anden fordel ved koplanare bølgeledere er, at de geometrisk er meget fleksible. Som vist på fig. 6 kan tværdimensionerne derfor ændres hen langs bølgelederens længdeakse. Dette kan ske, uden at bølgelederens karakteri-
35

stiske impedans ændres, idet denne hovedsageligt er bestemt af bredden på mellemrummene mellem midterlederen og jordplanerne. På figuren, hvor plastfolien af overskuelighedshensyn ikke er vist, forbinder en midterleder 11 og jordplanerne 12 og 13 en chip 14 med en chipcarrier 15. Som det ses, er der forskellig afstand mellem terminalerne på henholdsvis chippen 14 og chipcarrier'en 15, og bølgelederen er derfor tilpasset disse afstande.

- 10 Det skal yderligere bemærkes, at man ved at variere afstanden mellem midterlederen og jordplanerne i forhold til bredden af midterlederen hen langs bølgelederens længdeakse kan ændre bølgelederens karakteristiske impedans kontinuert hen langs bølgelederen, hvorved det er
15 muligt at foretage direkte impedanstilpasning af f.eks. lavimpedante enheder til 50 Ω .

Normalt er det en ulempe ved koplanare bølgeledere, at deres tværdimensioner er relativt store i forhold til andre former for bølgeledere, idet jordplanerne jo netop er placerede på samme side af elementet som midterlederen. Tidligere har man gået ud fra, at jordplanerne teoretisk set skulle være uendeligt brede; men i praksis har man som en tommelfingerregel antaget, at jordplanerne i det
25 mindste må være en faktor fem større en midterlederens bredde for at kunne virke tilfredsstillende som jordplan. Jordplaner af denne bredde ville i praksis gøre det umuligt at anvende en koplanar bølgeleder til det her beskrevne formål. Imidlertid har det vist sig, at disse dimensioner kan reduceres væsentligt, uden at egenskaberne
30 påvirkes i større grad.

Simuleringer og forsøg har vist, at hovedparten af strømmen flyder i et smalt område omkring mellemrummene til midterlederen, og de fjernere områder af jordplanerne kan
35 derfor udelades, da kun en meget lille del af strømmen

flyder her. Simuleringerne har vist, at bredden af jordplanerne kan reduceres til en bredde svarende til bredden af midterlederen med et tab på kun 0,1 dB for en 4 mm lang transmissionslinie. Dette svarer til, at arealet af
5 bølgelederen kan reduceres med 65-75 %, og det er dette, der gør bølgeledere af denne type anvendelige til forbindelseselementer mellem en chip og en chipcarrier eller tilsvarende situationer. Fig. 7 viser, hvorledes jordplanerne 4 og 5 kan reduceres til den tidligere på fig. 1
10 viste størrelse.

Endvidere er det muligt at lade en jordplanlederbane fungere som fælles jordplan for to signalbærende lederbaner anbragt på hver side af jordplanlederen. Fig. 8 viser således et eksempel på et forbindelseselement, som er vel-
15 egnet til overførsel af differentielle signaler mellem en chip og en chipcarrier. De differentielle signaler overføres ved hjælp af de to signalbærende ledere 23 og 24, medens jordplanet udgøres af lederbanerne 25, 26 og 27.
20 Lederbanen 26 fungerer her som fælles jordplan for begge de to signalbærende ledere 23 og 24. Netop ved de meget højfrekvente signaler anvendes ofte differentielle signaler, og det er derfor yderst hensigtsmæssigt, at disse kan føres til og fra en chip på den på fig. 8 viste måde.

25 Endvidere er det muligt at integrere elektriske elementer i forbindelseselementet, og to eksempler her på er vist på figurerne 9 og 10. Fig. 9 viser, hvordan der kan indbygges kapacitet mellem midterlederen og jordplanet ved
30 at udforme midterlederen med en udvidelse. Tilsvarende viser fig. 10, hvordan en serieinduktans kan udformes ved indsnit i midterlederen. Det skal bemærkes, at der også kan indbygges en seriekapacitet, hvor der ikke er DC-forbindelse gennem midterlederen. Midterlederen udformes
35 så som fingre, der fra hver sin side griber ind i hinanden. Dette er vist på fig. 11.

Som tidligere nævnt skal der anvendes en meget tynd plastfolie for at opnå dels en tilstrækkelig fleksibilitet og dels, at der kan foretages f.eks. ultralydbonding gennem folien. Færdigkøbt, valset folie vil normalt ikke
5 være tilgængelig i så tynde udgaver, og under alle omstændigheder vil den i givet fald være yderst vanskelig at håndtere i praksis. Folien fremstilles derfor ved en speciel proces, som desuden giver en glat, fastliggende
10 overflade, der er velegnet som basismateriale for de efterfølgende processer. Processen, der vil blive beskrevet i det følgende, giver endvidere god kontrol over den tykkelse, som den færdige plastfolie opnår.

15 Processen er vist på fig. 12. Af hensyn til håndteringen af den meget tynde folie benyttes et bæresubstrat 31 som underlag for plastfolien. Bæresubstratet 31 kan f.eks. være af metal eller glas. Som plastmateriale kan f.eks. benyttes polyimid.

20 Bæresubstratet 31 placeres på en ikke vist såkaldt spinner, der blandt andet kendes fra fotolitografiske processer, og som roterer med høj hastighed. Herefter tilføres plastmateriale 32 på flydende form i passende mængde til
25 bæresubstratet 31, og da bæresubstratet roterer ved en passende høj hastighed, spinnest det flydende plastmateriale ligeledes rundt ved høj hastighed og slynges således bort fra rotationens centrum. Herved opnås en plastfolie 33 med den ønskede meget tynde tykkelse. Efter spinning
30 tørres og varmebehandles plastfolien 33, som stadig sidder på bæresubstratet 31, på passende vis, således at de ønskede egenskaber med hensyn til robusthed og fleksibilitet opnås. Herefter kan de nødvendige lederbaner påføres plastmaterialet.

Sædvanligvis benyttes ved chipfabrikation pådampede metallag. Pådampning er velegnet til fine litografiske processer, hvor metaltykkelserne sjældent overstiger 1 μm . Hvor der kræves tykkere metallag, og det er nødvendigt her for at kunne opnå tilstrækkelig god vedhæftning i den efterfølgende bondingproces, kan man i stedet benytte elektroplettering. Ved denne proces deponeres der ved hjælp af elektrolyse metal på en ledende overflade, der f.eks. kan opnås ved neddykning af emnet i en særlig væske. Denne proces giver imidlertid ikke mulighed for at definere tilstrækkeligt fine lederbaner, som her blandt andet er nødvendige for at kunne opnå en passende impedans af transmissionslinien. Impedansen afhænger som tidligere nævnt af den nøjagtige afstand mellem midterlederen og jordplanerne, og denne afstand skal derfor kunne vælges med stor nøjagtighed. Ved fremstilling af forbindelseselementerne ifølge opfindelsen benyttes en kombination af pådampning og elektroplettering, idet man derved kan opnå både en stor finhed i litografien (hvilket er påkrævet af hensyn til de små dimensioner) og en passende stor metaltykkelse (hvilket er påkrævet af hensyn til den efterfølgende bonding).

På fig. 13a-g er vist et eksempel på, hvordan denne proces kan forløbe. Fig. 13a viser bæresubstratet 31 med den påførte plastfolie 33. Dette emne placeres i et vacuumkammer, og et eller flere tynde metallag 34 pådampes (fig. 13b). Herved opnås dels, at overfladen af plastfolien bliver ledende, og dels at vedhæftningen mellem folien og det efterfølgende elektropletterede metallag forøges. Derefter pålægges som vist på fig. 13c ved hjælp af en fotolitografisk proces et mønster af fotoresist 35, svarende til de lederbaner, der ønskes elektropletteret på plastfolien. Fotoresistlaget 35 påføres således, at der de steder 36, hvor der skal være lederbaner, ikke er fotoresist.

Dernæst nedsænkes hele emnet i elektropletteringsvæske, og der pletteres som vist på fig. 13d, og der pletteres, indtil der er opnået et metallag 37 af passende tykkelse.

5 Som lederbanemateriale kan med fordel benyttes guld. Derefter fjernes som vist på fig. 13e fotoresistlaget 35 igen, hvorpå den del af det eller de pådampede metallag 34, som ligger i de områder på plastfolien, der tidligere var dækket af fotoresist 35, og hvor der derfor ikke har

10 fundet elektroplettering sted, fjernes ved vådætsning i syrer (fig. 13f). Endelig fjernes som vist på fig. 13g bæresubstratet 31, og man har nu det færdige forbindelseselement bestående af plastfolien 33 med påførte lederbaner 37.

15 Ofte vil det være hensigtsmæssigt at fremstille mange forbindelseselementer ved siden af hinanden på et større ark af plastfolie, og for at lette en efterfølgende adskillelse af de enkelte elementer fra hinanden, kan

20 plastfolien med fordel forsynes med en perforering, således at elementerne umiddelbart kan rives ud af arket inden montering. Det kan ligeledes være hensigtsmæssigt at anbringe huller i plastfolien til brug som viahuller, der muliggør en eventuel pålægning af et ekstra metallag på

25 elementets bagside samt en eventuel elektrisk kontakt mellem for- og bagside.

Nedenfor beskrives med henvisning til fig. 14a-k, hvorledes den på fig. 13 viste proces kan ændres, så der under

30 processen også fremstilles huller i folien. Efter pådampningen af det eller de tynde metallag, der danner basis for elektropletteringen, men inden pålægningen af det mønster af fotoresist, der benyttes som maske under elektropletteringen, kan der ætzes et mønster i det eller de

35 tynde metallag. Dette mønster kan da efter elektropletteringen benyttes som ætsemaske, således at et ønsket møn-

ster kan overføres til plastfolien. Dette mønster kan være en perforering, viahuller eller andet.

På fig. 14a-k er vist, hvordan denne proces kan forløbe.
5 Fig. 14a viser som før bæresubstratet 31 med den påførte plastfolie 33. Dette emne placeres i et vacuumkammer, og et eller flere tynde metallag 34 pådampes (fig. 14b). Derefter pålægges som vist på fig. 14c ved hjælp af en fotolitografisk proces et mønster af fotoresist 38, svarende til det mønster, man ønsker overført til plastfolien. Fotoresistlaget 38 påføres således, at der de steder 39, hvor der skal være huller, ikke er fotoresist. Dette mønster overføres derefter til det eller de tynde metallag 34 ved vådætsning i syrer, hvorved metallaget forsvinder i hullerne 39 (fig. 14d). Når fotoresistlaget 38 derefter som vist på fig. 14e igen fjernes, efterlades der således huller 40 i det eller de tynde metallag 34.
10
15

Derefter pålægges som vist på fig. 14f ved hjælp af en fotolitografisk proces det tidligere beskrevne (fig. 13c) mønster af fotoresist 35, svarende til de lederbaner, der ønskes elektropletteret på plastfolien. Fotoresistlaget 35 påføres således, at der de steder 36, hvor der skal være lederbaner, ikke er fotoresist.
20

25 Dernæst nedsænkes hele emnet i elektropletteringsvæske, og der pletteres som vist på fig. 14g, og der pletteres, indtil der er opnået et metallag 37 af passende tykkelse. Som lederbanemateriale kan med fordel benyttes guld. Derefter fjernes som vist på fig. 14h fotoresistlaget 35 igen, og mønsteret 40 i det eller de pådampede metallag 34 overføres til plastfolien 33 ved en ætseproces. Her kan benyttes enten vådætsning (basisk) eller tørætsning (ved hjælp af et plasma). Herved opstår som vist på fig. 30 14i hullerne 41 i plastfolien 33.
35

Derpå fjernes som tidligere (fig. 13f) ved vådætsning i syrer den del af det eller de pådampede metallag 34, som ligger i de områder på plastfolien, der tidligere var dækket af fotoresist 35, og hvor der derfor ikke har fundet elektroplettering sted, (fig. 14j). Endelig fjernes som vist på fig. 14k bæresubstratet 31, og man har nu det færdige forbindelseselement bestående af plastfolien 33 med påførte lederbaner 37 og huller 41.

- 10 Brugen af det eller de pådampede metallag som både ætsemaske for mønsterfrembringelsen i plastfolien og elektrisk ledende basis for elektropletteringen betyder, at mindst ét ekstra procestrin undgås.
- 15 Selv om der er blevet beskrevet og vist en foretrukket udførelsesform for nærværende opfindelse, er opfindelsen ikke begrænset til denne, men kan også antage andre udførelsesformer inden for det, der angives i de efterfølgende krav.

P a t e n t k r a v :

1. Elektrisk forbindelseselement (1) omfattende et dielektrisk substrat (2), hvorpå der er anbragt et antal koplanare og i det væsentlige parallelle lederbaner (3, 4, 5; 11, 12, 13; 23, 24, 25, 26, 27), hvoraf mindst én udgør en signalbærende lederbane (3; 11; 23, 24), og hvor i det mindste en lederbane (4, 5; 12, 13; 25, 26, 27) på hver side af nævnte signalbærende lederbane udgør et jordplan, således at de tre lederbaner tilsammen udgør en bølgeleder, k e n d e t e g n e t ved, at det dielektriske substrat (2) udgøres af en fleksibel folie.

15

2. Forbindelseselement ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte fleksible folie (2) er en plastfolie.

20 3. Forbindelseselement ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at plastfolien (2) består af polyimid.

4. Forbindelseselement ifølge krav 1-3, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte lederbaner i det mindste delvist er af guld.

5. Forbindelseselement ifølge krav 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at de lederbaner (4, 5; 12, 13; 25, 26, 27), som udgør jordplaner, har i det væsentlige samme bredde som bredden af den tilhørende signalbærende lederbane.

6. Forbindelseselement ifølge krav 1-5, k e n d e t e g n e t ved, at bredden af en eller flere af nævnte lederbaner (11, 12, 13) er variabel i banernes længderetning.

35

7. Forbindelselement ifølge krav 1-6, k e n d e -
t e g n e t ved, at flere lederbaner (23, 24) er signal-
bærende, og at i det mindste en lederbane (25, 26, 27) på
5 hver side af hver af de signalbærende lederbaner udgør et
jordplan.

8. Fremgangsmåde til fremstilling af et elektrisk forbin-
delselement omfattende et dielektrisk substrat i form
10 af en fleksibel plastfolie med et antal elektriske leder-
baner,

k e n d e t e g n e t ved,

- at et bæreemne (31) bringes til at rotere ved høj ha-
stighed,
- 15 • at plastmateriale (32) på flydende form anbringes på
det roterende bæreemne, således at der sker en udslyng-
ning af plastmaterialet til en tynd folie (33),
- at der efterfølgende på den herved frembragte plastfo-
lie anbringes metalliske lederbaner (37),
- 20 • og at plastfolien (33) herefter fjernes fra bæreemnet
(31).

9. Fremgangsmåde ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t
ved, at de metalliske lederbaner (37) anbringes ved en
25 kombination af metalpådampning og elektroplettering.

10. Fremgangsmåde ifølge krav 9, k e n d e t e g n e t
ved, at de metalliske lederbaner anbringes ved,
• at der pådampes et eller flere tynde metallag (34) på
30 plastfolien (33),
• at der på det eller de tynde metallag (34) påføres et
mønster af fotoresist (35) svarende til de områder på
forbindelselementet, hvor der ikke ønskes lederbaner,
• at der ved elektroplettering påføres yderligere metal-
35 lisk materiale (37) på områder, der ikke er dækket af
fotoresist,

- at fotoresistlaget (35) atter fjernes, og
- at den del af det eller de pådampede metallag (34), der tidligere var dækket af fotoresist, fjernes ved ætsning.

5

11. Fremgangsmåde ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at der efter pådampningen af det eller de tynde metallag (34) yderligere udføres følgende trin:

- at der påføres et mønster af fotoresist (38) svarende
10 til et mønster, der efterfølgende ønskes overført til plastfolien,
 - at dette mønster overføres til det eller de pådampede metallag (34) ved ætsning,
 - at dette fotoresistlag (38) atter fjernes;
- 15 og at det herved fremkomne mønster (40) i metallet efter fjernelse af det til de områder, hvor der ikke ønskes lederbaner, svarende fotoresistmønster (35) overføres til plastfolien ved ætsning.

20

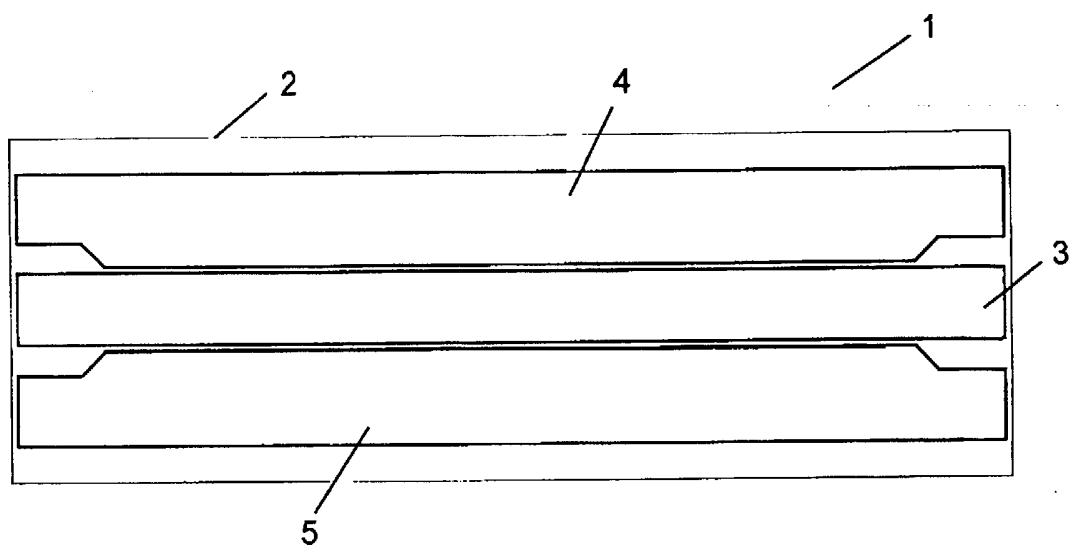


Fig. 1

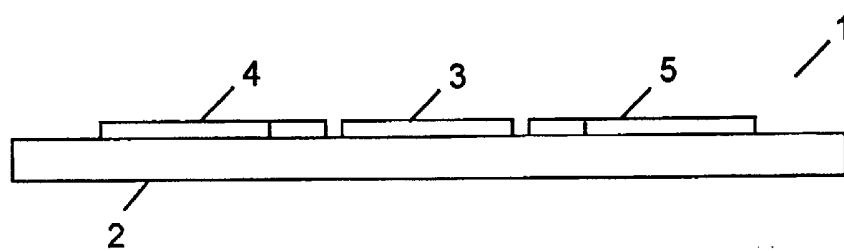


Fig. 2

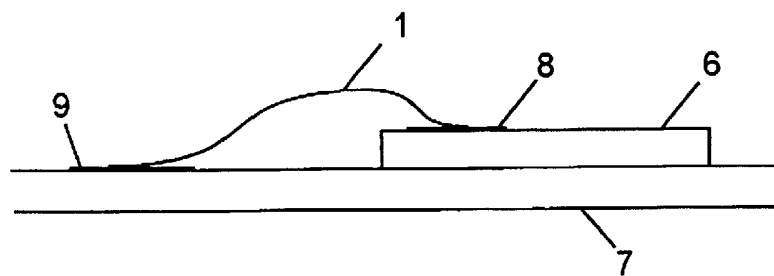


Fig. 3

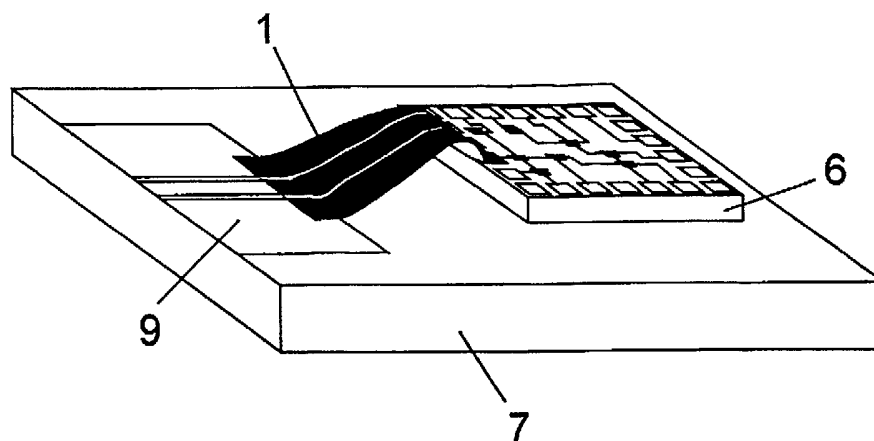


Fig. 4

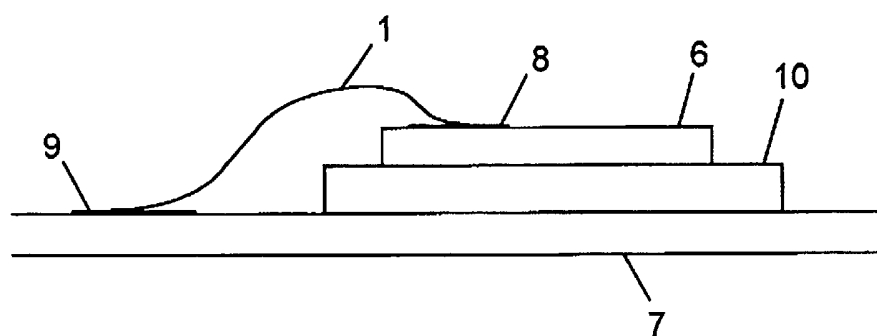


Fig. 5

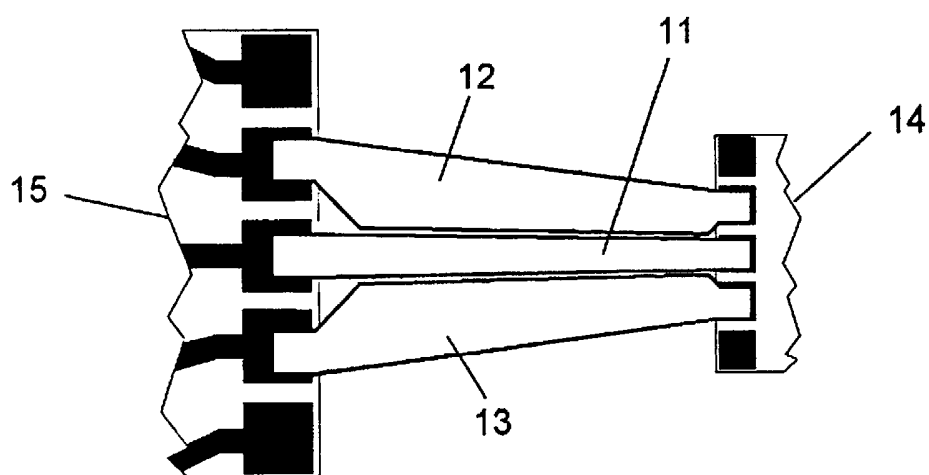


Fig. 6

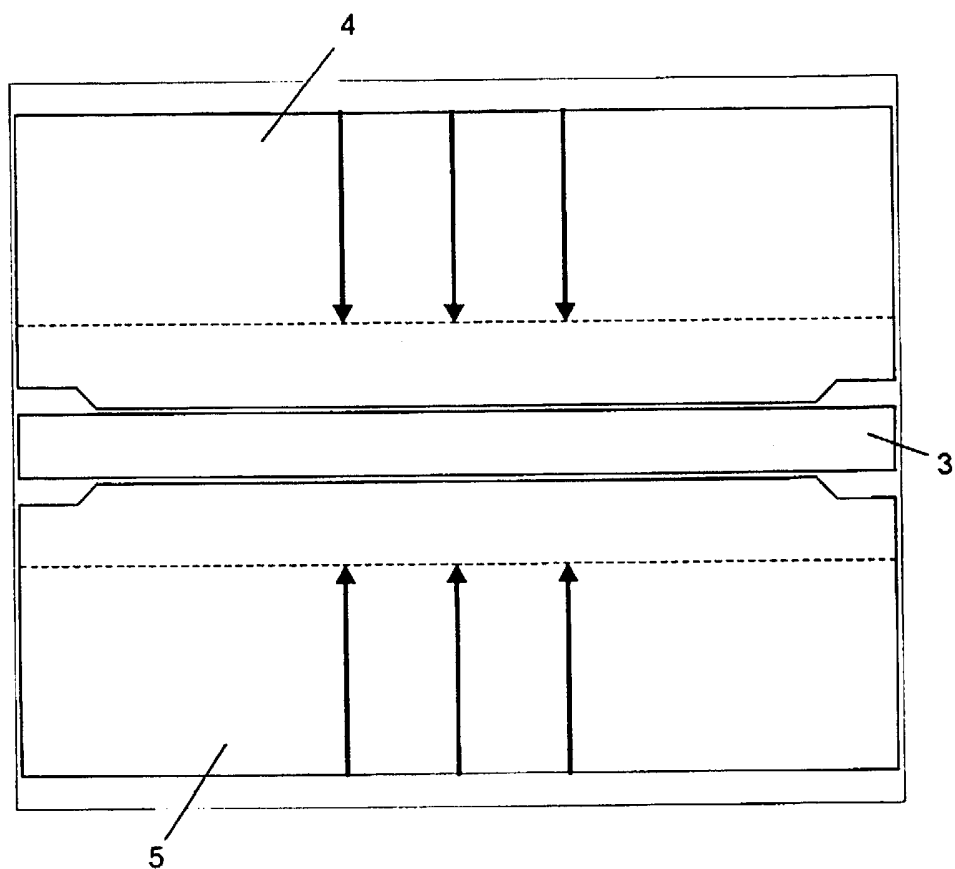


Fig. 7

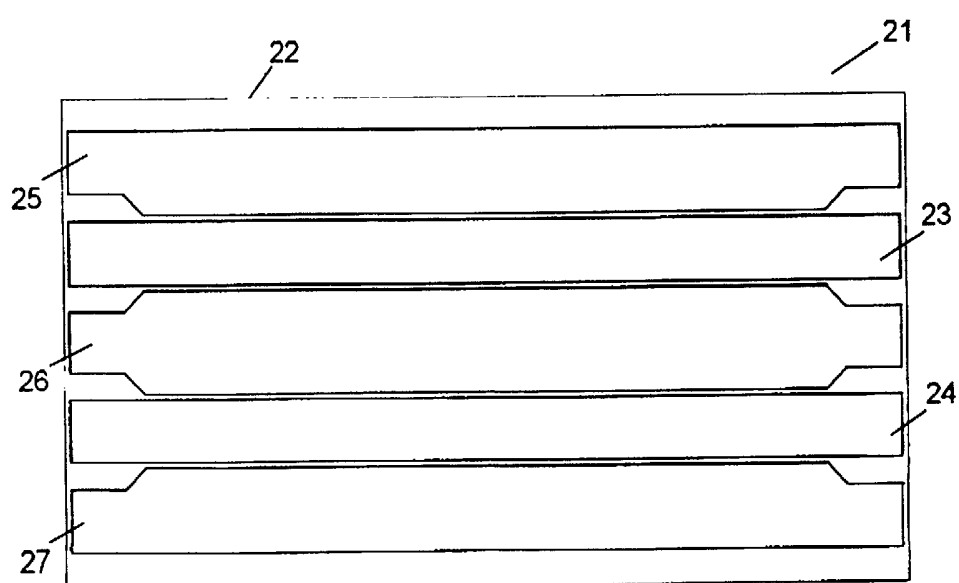


Fig. 8

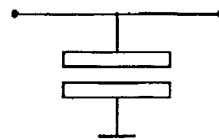
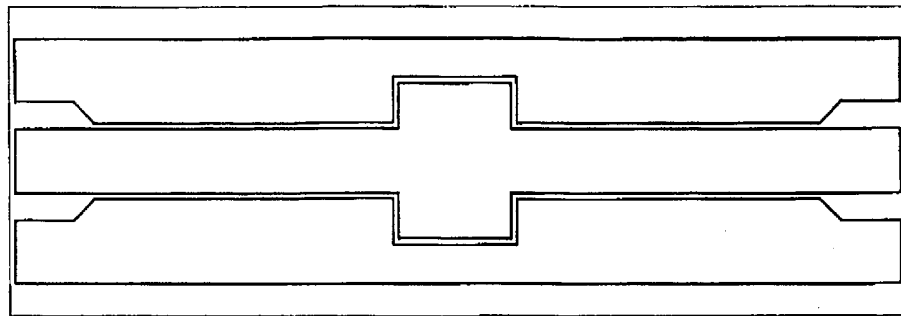


Fig. 9

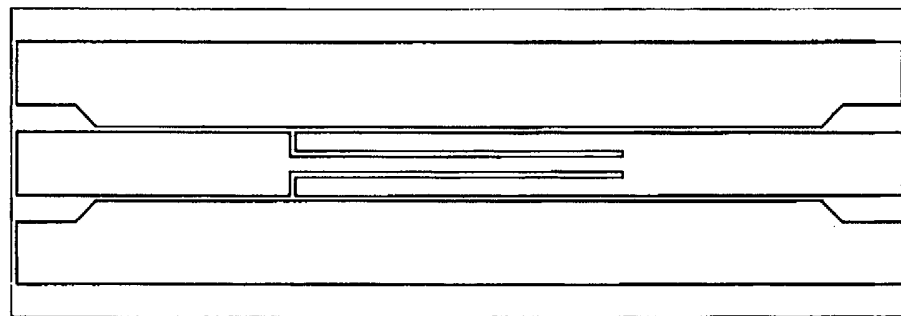


Fig. 10

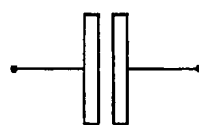
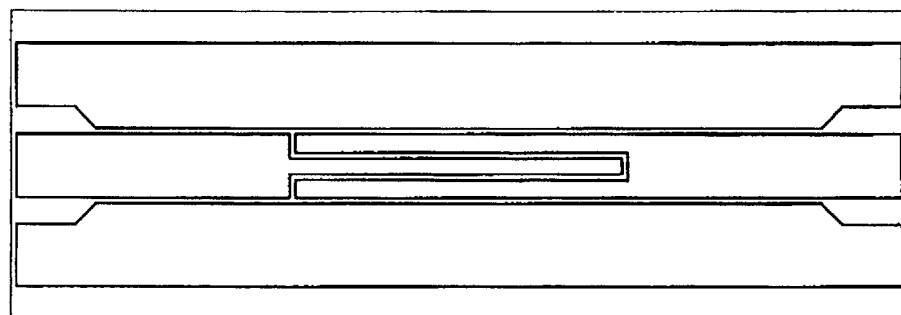


Fig. 11

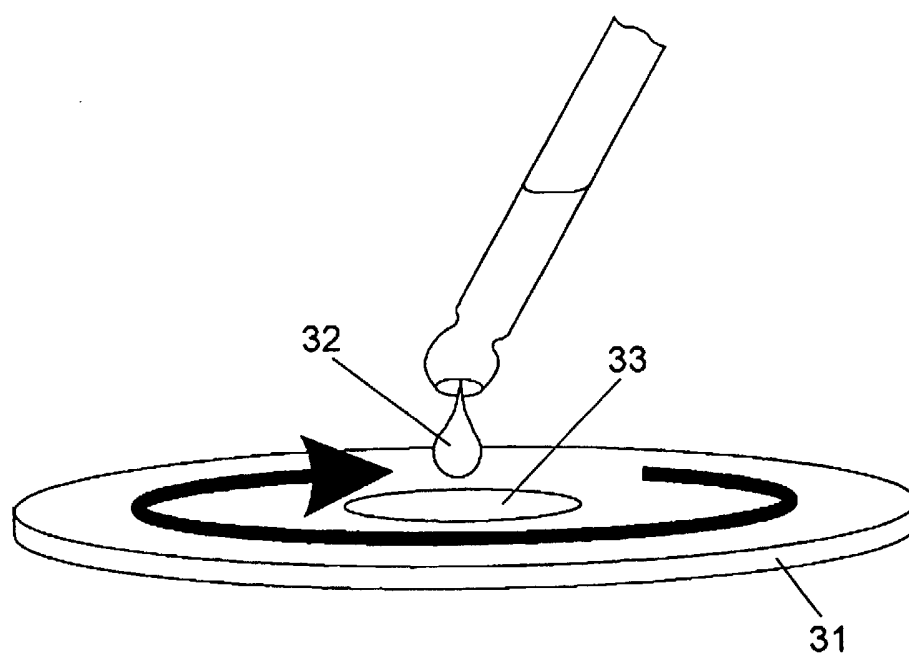


Fig. 12



Fig. 13 a



Fig. 13 b

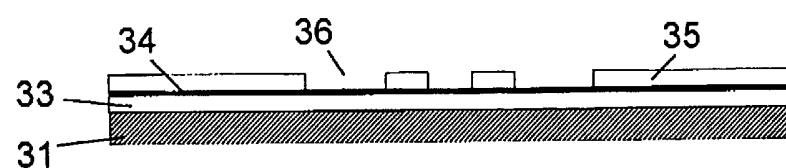


Fig. 13 c

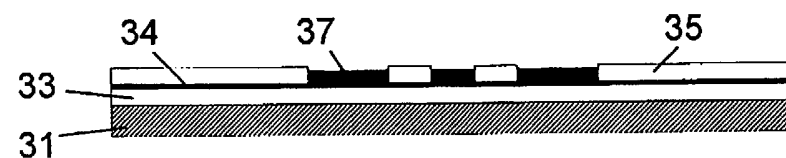


Fig. 13 d

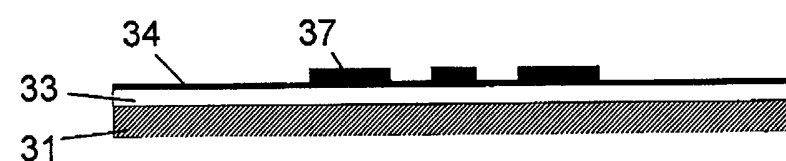


Fig. 13 e

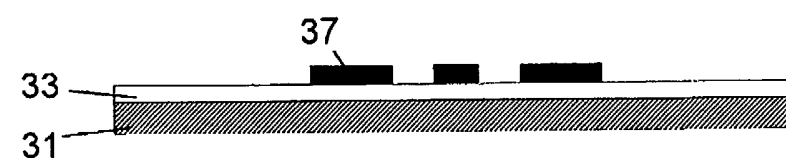


Fig. 13 f



Fig. 13 g

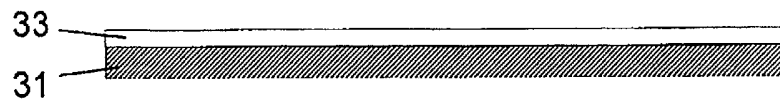


Fig. 14 a

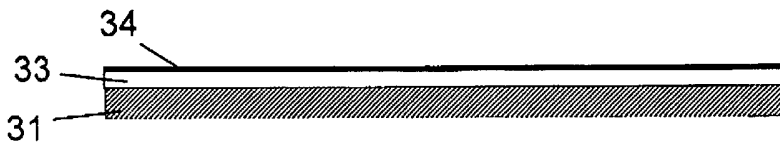


Fig. 14 b

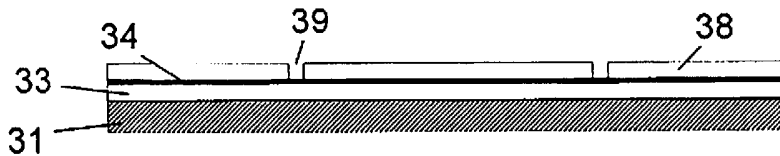


Fig. 14 c

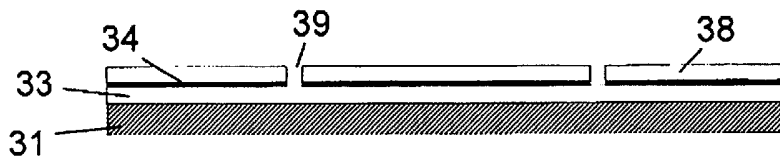


Fig. 14 d

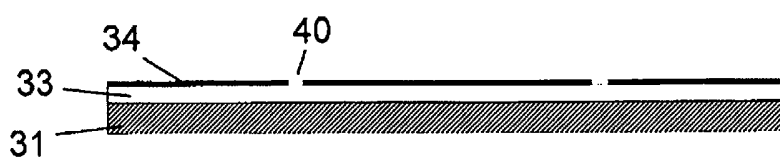


Fig. 14 e

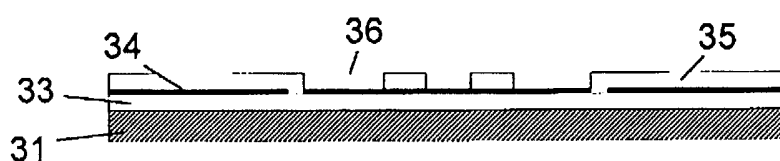


Fig. 14 f

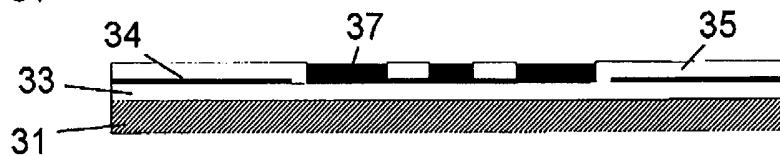


Fig. 14 g

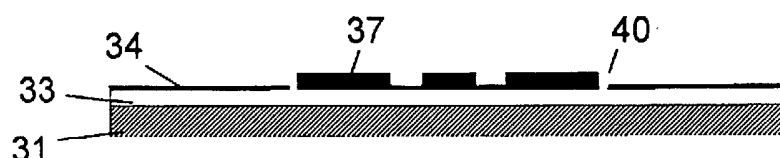


Fig. 14 h

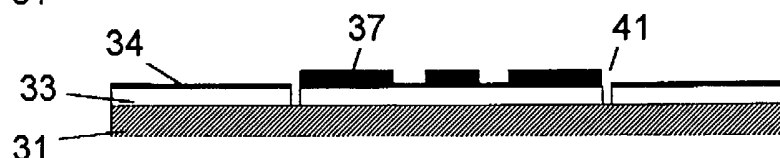


Fig. 14 i

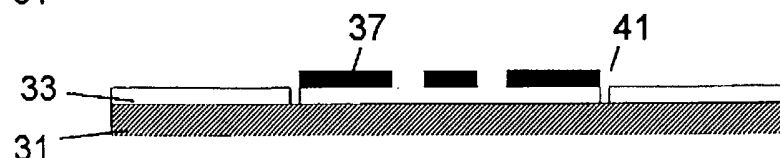


Fig. 14 j

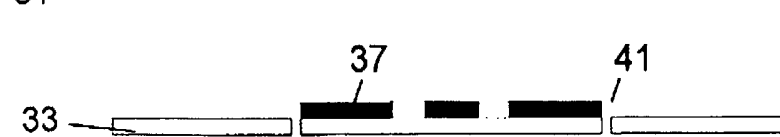


Fig. 14 k